Государственное научное учреждение «Институт природопользования НАН Беларуси»

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина» Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУК О ЗЕМЛЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сборник материалов V Международной научно-практической конференции

Брест, 27-29 сентября 2021 года

В двух частях

Часть 1

Брест БрГУ имени А. С. Пушкина 2021 УДК 551.1/4 ББК 26.3 А 43

> Рекомендовано редакционно-издательским советом учреждения образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

Редакционная коллегия: С. А. Лысенко, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек

Рецензенты:

заведующий лабораторией трансграничного загрязнения Института природопользования НАН Беларуси доктор технических наук **С. В. Какарека**

главный научный сотрудник Института телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины доктор технических наук **Е. А. Яковлев**

А 43 **Актуальные** проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 27–29 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек. – Брест : БрГУ, 2021. – Ч. 1. – 213 с. ISBN 978-985-22-0332-6 (ч. 1). ISBN 978-985-22-0331-9.

В сборник включены материалы, посвященные различным вопросам геологии, минералогии, географии, экологии и природопользования.

Издание адресовано ученым и специалистам, а также аспирантам и студентам соответствующего профиля.

УДК 551.1/4 ББК 26.3

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 630.161.32

С. А. ЛЫСЕНКО, В. Ф. ЛОГИНОВ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси E-mail: lysenko.nature@gmail.com

КВАЗИ-60-ЛЕТНИЕ КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В АТЛАНТИКО-ЕВРОПЕЙСКОМ РЕГИОНЕ И ИХ СВЯЗЬ С ДОЛГОПЕРИОДНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

В последние 40–50 лет человечество наблюдает беспрецедентное глобальное потепление. Никогда еще в известной нам истории Земли (а мы имеем палеоклиматические данные для более чем 8 тыс. лет) средняя температура земного шара не росла с такой огромной по геологическим меркам скоростью, как в наши дни. Большинство ученых-климатологов сходятся во мнении, что наблюдаемое глобальное потепление является следствием увеличивающегося содержания углекислого газа в атмосфере.

Однако на фоне этого устойчивого долгосрочного потепления в отдельных регионах земного шара имеют место ощутимые квазициклические колебания климатических характеристик различной периодичности [1]. В регионе Восточной Европы наиболее значимым колебанием климата является его квази-60-летний цикл. На этот цикл приходится примерно четверть летнего потепления со второй половины 70-х гг. прошлого века (рисунок 1). Этот цикл связан с процессами перераспределения температуры и солености поверхностных и глубинных вод в Северной Атлантике и характеризуется индексом Атлантической мультидекадной осцилляции (АМО). Установлено, что в масштабах десятилетий летняя температура воздуха на территории Восточной Европы изменяется синхронно с индексом АМО.

Периоды повышения и понижения индекса АМО длительностью около 30 лет также сопровождаются противоположными тенденциями изменения количества летних осадков в Европе. Особенно это заметно для количества осадков в июне (рисунок 2). В период повышения индекса АМО (аномалии температуры поверхности океана) количество июньских осадков в Северо-Западной Европе растет, а в остальной ее части, в том числе и в Беларуси, — уменьшается. При смене тенденции изменения индекса АМО происходит квазисинхронная смена тенденций изменения количества летних осадков в Европе.

При росте индекса АМО в масштабах десятилетий происходит потепление вод в субарктическом районе Атлантики и уменьшение ледовитости Северного Ледовитого океана. Идет накопление пресных талых вод, которые через проливы Канадского архипелага и через Восточно-Гренландское течение перетекают в Атлантику (рисунок 3). Заток холода в виде талых арктических вод и айсбергового стока формирует циклоническое завихрение ветра в умеренных широтах Северной Атлантики, что влечет за собой крупномасштабные изменения атмосферной циркуляции во всем Атлантико-Европейском регионе. Смещения траекторий циклонов, поступающих на Евразийский континент, и обусловливают отмеченные мною тенденции изменения количества летних осадков в Европе.

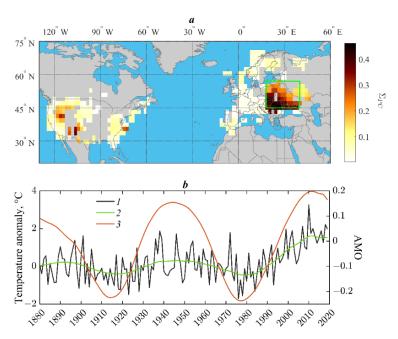


Рисунок 1 — Проявление квази-60-летнего цикла в летней температуре воздуха над сушей Северного полушария: а — доля общей дисперсии временного ряда температуры (Σ_{РС}) за 1980—2019 гг., приходящаяся на главную компоненту с периодом 50—70 лет; б — временной ряд аномалии летней температуры воздуха (1) в регионе Восточной Европы с координатами 47—57°с. ш., 20—38°ю. д. (выделен прямоугольником на верхнем рисунке), квази-60-летняя компонента температуры воздуха в этом регионе (2) и аналогичная компонента Атлантической мультидекадной осцилляции (3)

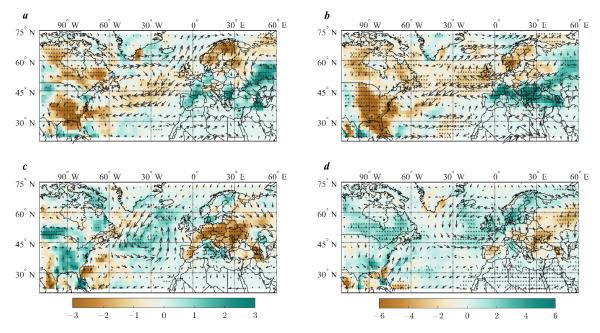


Рисунок 2 — Пространственные распределения линейного тренда суммы атмосферных осадков (мм/год) в июне (a, c) и июле — августе (b, d) для периодов, соответствующих восходящим (a, b) и нисходящим (c, d) фазам последнего квази-60-летнего цикла в Северной Атлантике (расчеты по данным реанализа NCEP/NCAR). Точками отмечены регионы со статистически достоверными трендами (α = 0,05), стрелки соответствуют трендам горизонтальных потоков водяного пара

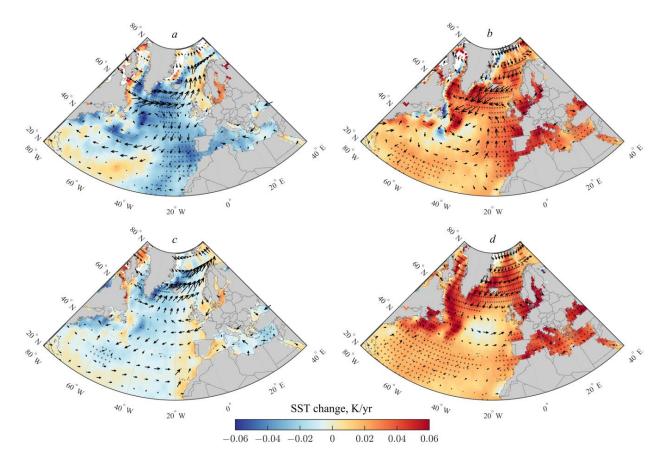


Рисунок 3 – Пространственные распределения линейных трендов аномалии ТПО в июне (a, b) и июле – августе (c, d) для периодов повышения (a, c) и понижения (b, d) давления в бароклинно-активных районах Северной Атлантики на их последнем квази-60-летнем цикле

Изменения атмосферной циркуляции также препятствуют поступлению теплых соленых вод в субарктический регион и замедляют потепление Арктики. В результате запускается цепочка геофизических процессов противоположной направленности, которые характеризуются понижением индекса АМО.

Отмеченные закономерности изменения температуры поверхностных вод и атмосферной циркуляции в Северной Атлантике подтверждаются и данными более ранних наблюдений. Вероятно, именно с 60-летним циклом АМО было связано предыдущее потепление Арктики в 1920–1940-е гг., когда температура воздуха в этом регионе возрастала даже быстрее, чем в современный период потепления.

Для летних месяцев синхронность колебания температуры поверхности океана и барического поля в Атлантико-Европейском регионе сохраняется на протяжении всего периода инструментальных наблюдений. Однако для зимних месяцев эта синхронность нарушилась со второй половины прошлого века, что, вероятно, связано с возросшим антропогенным воздействием на климат, проявляющимся наиболее явно в холодный период года.

Примерно с 2010 г. начался нисходящий цикл АМО, имеющий продолжительность около 30 лет (рисунок 1). Можно предположить, что текущая фаза этого цикла будет схожей с той, что наблюдалась в 1940–1970-е гг. Поэтому в ближайшие два десятилетия можно ожидать увеличение количества летних осадков в Беларуси и замедление летнего потепления (с 2011 г. летнее потепление, действительно, замедлилось

примерно в 2 раза), что, безусловно, является положительным фактором для развития сельского и лесного хозяйства в Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. 2-е изд. Минск: Энциклопедикс, 2020.-264 с.
- 2. Полонский, А. Б. Атлантическая мультидекадная осцилляция и ее проявления в Атлантико-Европейском регионе / А. Б. Полонский // Морской гидрофиз. журн. 2008. № 4. С. 69—79.

УДК 550.382:553.041(476)

Р. Г. ГАРЕЦКИЙ, Я. Г. ГРИБИК, Г. И. КАРАТАЕВ, С. Л. СУШКЕВИЧ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси E-mail: yaroslavgribik@tut.by

О МИНЕРАНЕНИИ БЕЛОРУССКОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКО-ПРИДНЕСТРОВСКОЙ ПЕРИКРАТОННОЙ ЗОНЫ ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Балтийско-Приднестровская перикратонная зона (БППЗ) является западным замыканием Восточно-Европейской платформы, примыкающей к линии Тейссера — Торнквиста, протяженностью около 1500 км от Молдавской моноклинали в южной части до Балтийской синеклизы на северо-западном участке. К настоящему времени на территории БППЗ имеется значительный объем геофизических данных, геологическая интерпретация которых позволяет уточнить геологическое представление о глубинной структуре земной коры, истории ее возникновения. На всей территории БППЗ выполнена гравиметрическая и магнитная съемка [1].

В региональном плане глубинные геологические структуры БППЗ по своим структурно-морфологическим особенностям, геологической однородности разрезов отражаются по-разному в гравитационном и магнитном полях. Для однородных участков по геофизическим полям представляется возможность оценить взаимосвязь геофизических аномалий с минерагеническими особенностями территории.

Минерагенические исследования охватывают раздел, изучающий закономерности формирования и размещения месторождений всех видов полезных ископаемых с частным разделением по видам. Наиболее обширным разделом минерагении является металлогения, характеризующая металлические полезные ископаемые.

Поисковый этап в любом регионе по оценке минерагенической составляющей опирается на доступные информативные методы, среди которых наиболее востребованы геофизические, включающие гравитационные и магнитные исследования.

Исследования взаимосвязи геофизических полей с месторождениями полезных ископаемых белорусского участка БППЗ основывались на использовании металлогенической карты юго-западной части Беларуси, составленной научными сотрудниками БелНИГРИ Л. Л. Шатрубовым и А. А. Архиповой. В пределах анализируемого участка выделяются четыре перспективные металлогенические области (рисунок): А – Литовско-Польская, Б – Западно-Белорусская, В – Центрально-Белорусская, Г – Волыно-

Полесская, в каждой из которых были выделены структурно-металлогенические зоны: Щучинско-Варенская, Кореличско-Рудьмянская, Околовская, Мазурско-Скидельская.

Области В и Г, примыкающие с востока к белорусской части БППЗ, включены в настоящий анализ с позиций их геолого-минералогической общности. В свою очередь, в каждой из структурно-металлогенических зон были выделены рудные зоны, рудоносные зоны, потенциально рудоносные зоны, которые явились предметом данных геофизических исследований.

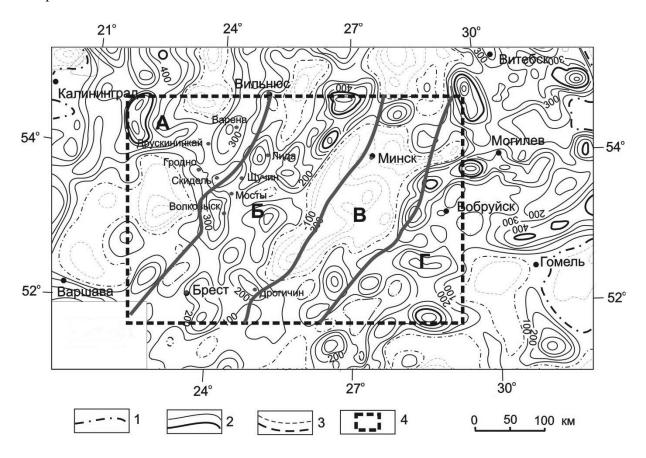


Рисунок – Отражение металлогенических областей согласно концепции Шатрубова – Архиповой в аномальном магнитном поле. Изоаномалы: 1 – нулевая, 2 – положительные, 3 – отрицательные, 4 – контуры рудоносности юго-запада Беларуси

Выделенные на юго-западе Беларуси металлогенические области хорошо отражаются в аномальном магнитном поле. Так, особенно ярко зона Б соответствует системе локальных магнитных аномалий разной интенсивности с общим северо-восточным простиранием. К этой зоне приурочены основная группа щучинско-мостовских и новорудско-столбцовских рудных месторождений и рудопроявлений, а также группа дрогичинских месторождений. Восточную границу зоны Б, очевидно, следует провести по нулевой магнитной изоаномале.

Зона В соответствует Центрально-Белорусской шовной зоне, минерагеническая значимость которой детально охарактеризована в научных отчетах и опубликованных источниках [2].

Зона А также хорошо коррелирует с аномальным магнитным полем и включает в себя группу таких рудных зон, как Варенская, а также рудоносные зоны Марцинконская и Свислочская.

Анализируя геофизические материалы, находим, что нередко наиболее ярко рудные месторождения располагаются вдоль длинных узких интенсивных магнитных аномалий, максимальные области которых выражены цепочкой локальных максимумов, — так выражены в магнитном поле Кореличская, Околовскоо-Рубежевичская рудные зоны, а также Рудьмянская и Шнипкинская рудоносные зоны. Нередко на рудоносные зоны накладываются ярко выраженные высокоинтенсивные магнитные максимумы классической формы (например, Свислочская потенциально рудоносная зона). Оригинальную морфоструктурную форму имеет магнитное аномальное поле над Варенской рудной зоной: сложной структуры положительная магнитная аномалия, максимальная область которой сложена разноориентированными различного знака локальными аномалиями.

Особой формой аномального магнитного поля характеризуются Мостовская и Столбцовская рудные зоны, Березовская и Дрогичинская потенциально рудоносные зоны — амебообразная форма положительной магнитной аномалии. Марцинконская рудоносная зона характеризуется классической формой линейно вытянутой магнитной аномалии со сложной структурой. Слонимской потенциально рудоносной зоне отвечает классической формы положительная магнитная аномалия.

Имеются некоторые предпосылки связи конкретных рудных проявлений с типом аномального магнитного поля. Так, например, на Свислочской магнитной аномалии фиксируется бериллий; на Кореличской аномалии – главным образом железо и титан; над Рудьмянской аномалией – железо, пирит, золото; над Варенской аномалией – железо, никель, медь; над Березовской аномалией – железо, титан; над Дрогичинской аномалией – никель, медь; Слонимская аномалия характеризуется золотом; Мирской аномалии отвечает золото, мышьяк, медь, ниобий, тантал, пирит; для Околово-Рубежевичской аномалии характерны железо, золото, медь; Мостовсая аномалия характеризуется железом, медью, фтором; Березовской аномалии отвечает железо и титан [2].

Практически все рудные объекты очень хорошо отражаются в положительном аномальном магнитном поле. Исключением являются Мирская и Столбцовская рудоносные зоны, которые отражаются слабовыраженными отрицательными магнитными аномалиями. Видимо, это связано с тем, что эти две структуры попадают в Центрально-Белорусскую шовную зону, характеризующуюся отрицательным аномальным магнитным полем.

В заключение отметим, что подавляющее большинство рудных объектов имеют вытянутую эллиптическую форму, исключение составляют лишь Мостовская, Дрогичинская и Мирская рудные зоны, имеющие практически округлую форму: они связаны со специфическими «амебообразными» по форме магнитными максимумами. Бортовые части рудных зон контролируются разломами.

Важной составляющей минерагенического состава БППЗ являются также залежи углеводородов и нефтепроявления, установленные в Балтийском, Подлясско-Брестском, Люблинском, Волыно-Подольском бассейнах [3]. Залежи в этих бассейнах как традиционного, так и нетрадиционного типов установлены в осадочной части бассейнов в разноплановых ловушках, подготовленных в основном сейсморазведкой — наиболее эффективным геофизическим методом.

Основным показателем для подготовки сейсморазведкой по методу 2D перспективной ловушки для залежей углеводородов традиционного типа является достоверность ее поверхности, а для залежей нетрадиционного типа, подготавливаемых сейсморазведкой по методу 3D, — внутренняя структура геологического разреза. В белорусской части БППЗ определяются три перспективных участка для залежей углеводородов нетрадиционного типа [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Глубинное строение литосферы Балтийско-Приднестровского перикрантонного опускания / Р. Г. Гарецкий [и др.] // Природопользование. -2019. − № 1. С. 134–145.
- 2. Полезные ископаемые Беларуси: к 75-летию БелНИГРИ / редкол.: П. 3. Хомич [и др.]. Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. 528 с.
- 3. Гарецкий, Р. Г. Юго-западная пассивная окраина Восточно-Европейского кратона / Р. Г. Гарецкий // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд-ние геологии. 2001.-T.76, вып. 5.-C.9-15.
- 4. Грибик, Я. Г. Потенциальные нетрадиционные источники углеводородного сырья запада Восточно-Европейской платформы / Я. Г. Грибик, Р. Е. Айзберг // Материалы международной научной конференции, посвященной 215-летию со дня рождения И. Домейко. Минск: Строймедиапроект, 2017. С. 120–125.

УДК 551.1/.4(476)

М. А. БОГДАСАРОВ¹, Ю. Д. КОЖАНОВ²

¹Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

²Беларусь, Брест, СШ № 28 г. Бреста

E-mail: bogdasarov73@mail.ru; robing-1@mail.ru

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Одним из наиболее актуальных направлений, определяющих перспективы социально-экономического развития регионов Беларуси, является рациональное использование территориальных природных ресурсов. На территории Брестской области разведаны десятки месторождений полезных ископаемых местного значения, которые могут использоваться хозяйствами, организациями или предприятиями, действующими в непосредственной близости от их местонахождения. Учитывая, что создание собственной минерально-сырьевой базы будет способствовать укреплению экономики и дальнейшему развитию производительных сил региона, целесообразно относить геологоразведочные работы к первоочередным народнохозяйственным задачам.

В целях планирования геолого-разведочных работ и обеспечения вовлечения в разработку месторождений полезных ископаемых выделяют следующие группы полезных ископаемых территории Брестской области:

- добываемые полезные ископаемые (торф, сапропель, мел, строительный камень, песчано-гравийные смеси, стекольные и строительные пески, глины, подземные воды);
- полезные ископаемые разведанные, но не добываемые (фосфориты, редкоземельные руды);
- перспективные полезные ископаемые (базальты, сапонитсодержащие туфы, янтарь, редкоземельные элементы, медь).

Особенности размещения месторождений полезных ископаемых в дочетвертичных и четвертичных отложениях на территории Брестской области представлены на рисунках 1 и 2.

Группа добываемых полезных ископаемых имеет значительный резерв запасов. Для обеспечения запасами действующих производств необходимо своевременное проведение детальной разведки, которую осуществляют недропользователи за счет собственных средств самостоятельно или с привлечением геологических организаций страны [1].



1 – Городное, 2 – Деревная, 3 – Глинка, 4 – Столинские Хутора, 5 – Журавлева, 6 – Ситница, 7 – Микашевичи, 8 – Хотиславское, 9 – Кошары

Рисунок 1 – Полезные ископаемые дочетвертичных отложений Брестской области

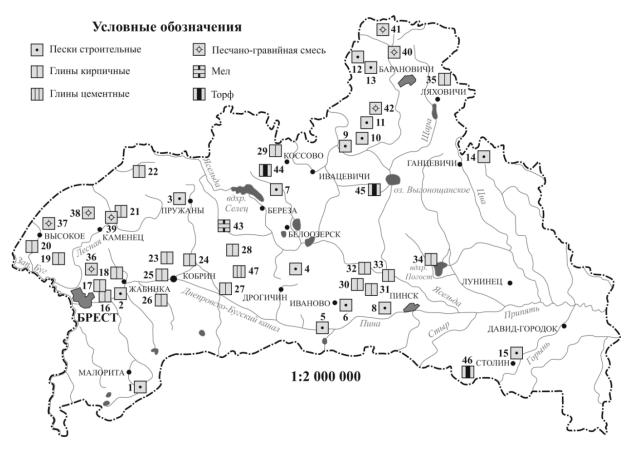
Среди минеральных ресурсов органогенного происхождения в Брестской области широко распространен торф. В целом заторфованность региона составляет 18,3 %, средняя глубина торфяных залежей около 1,55 м. Доля запасов низинного торфа в области составляет 86,4 %, переходного -7,3 %, верхового -6,3 %. Всего в области более 400 месторождений торфа [2].

На территории области разведаны многочисленные месторождения строительных материалов, сырье которых используется в натуральном виде или после технологической переработки. Это месторождения строительного камня, мела, глин и суглинков, песков и гравийно-песчаных пород, различных по крупности и составу. Значительная часть разведанных месторождений строительных материалов разрабатывается, а остальные являются резервными базами для действующих карьеров и предприятий.

Продуктивные толщи месторождений мела представлены как крупными блоками, отторгнутыми от материнских пород позднемелового возраста и внедренными деятельностью ледников в толщу четвертичных отложений, так и линзами, пластами на площадях коренного залегания. Мергельно-меловые отторженцы обычно несколько вытянуты в субширотном, реже меридиональном направлениях, иногда залегают параллельно ориентированными группами до 10–20 объектов (в пределах Брестской области у г. Березы и д. Бездеж).

В Брестской области размещено более 20 месторождений глинистых пород. Наибольшее промышленное значение имеют озерно-аллювиальные, ледниково-озерные

и аллювиальные глины и суглинки. К ледниковому типу относится месторождение Заречное; к ледниково-озерному типу — месторождения Малые Зводы и Щебрин; к озерно-аллювиальному типу — месторождения Подлесье, Сычевское, Подземенье, Плянта; к аллювиальному типу относится месторождение Пески.



1 — Хотиславское, 2 — Мухавецкое, 3 — Ляховское, 4 — Юзефин, 5 — Власовецкое, 6 — Огово, 7 — Околоты, 8 — Березовичи, 9 — Бытень, 10 — Ново-Польня, 11 — Тартак, 12 — Люшнево, 13 — Лотвичи, 14 — Передел I, 15 — Маньковичи, 16 — Щебрин, 17 — Вычулки, 18 — Заречное, 19 — Малые Взводы, 20 — Поуки, 21 — Пересеки, 22 — Ровбицкое II, 23 — Тявлинское, 24 — Именин, 25 — Пески, 26 — Сычевское, 27 — Подлесье, 28 — Подземенье, 29 — Милейки, 30 — Фурманы, 31 — Кротово, 32 — Залуги, 33 — Велесница, 34 — Плянты, 35 — Домаши, 36 — Омелинка, 37 — Рясно, 38 — Гора Товарная, 39 — Околица, 40 — Подстарины, 41 — Козловичи, 42 — Лесная, 43 — Кабаки-Маличи, 44 — Стубло-Заславльское, 45 — Выгонощанское, 46 — Морочно, 47 — Подземенье

Рисунок 2 – Полезные ископаемые четвертичных отложений Брестской области

В Брестской области находятся месторождения строительных песков (Огово, Хотиславское, Околоты, Муховецкое, Власовецкое и др.) и песчано-гравийных пород (Козловичи, Лотвичи и др.). Основные генетические типы песчаных и песчано-гравийных месторождений сформированы талыми ледниковыми и речными, в меньшей степени ледниково-озерными и проточными, озерными водами, а также эоловыми процессами [3]. Вместе с тем в области подготовлена сырьевая база для создания ново-го горнодобывающего предприятия. Месторождение кварцевых песков Городное

(Восточная залежь), расположенное на территории Столинского района, включено в перечень объектов, предлагаемых для передачи в концессию [1].

В западной части Микашевичско-Житковичского выступа в более благоприятных условиях разведаны месторождения строительного камня: Микашевичи, Ситницкое, Синкевичи, Ланское. В качестве полезного ископаемого на месторождении Микашевичи разведаны нижнепротерозойские кристаллические породы (диориты, граниты и гранодиориты, в подчиненном количестве встречены жильные разности диоритов порфиритов, керсантитов, аплитов и пегматитов). Балансовые запасы по промышленным категориям составляют 319,7 тыс. M^3 , по категории $C_2 - 147$, 2 тыс. M^3 [2]. В настоящее время РУПП «Гранит» осуществляется реализация инвестиционного проекта, предусматривающего строительство горно-обогатительного комбината на базе месторождения Ситницкое мощностью 9 млн т гранитного щебня в год. Производственные мощности предприятия за счет ввода в эксплуатацию Ситницкого месторождения в ближайшие годы будут доведены до 25 млн т щебня в год [1]. На месторождении в настоящее время внедряется разработка «интеллектуальный карьер», предполагающая применение безлюдной технологии добычи сырья, что позволяет увеличить производительность труда, экономить на ремонте техники за счет оптимальных режимов ее работы, снизить травматизм при производстве горных работ.

Агромелиоранты и природные сорбенты представлены сапропелями. Сапропелевые месторождения образуются в результате последовательного напластования различных по составу слоев озерных отложений, которые отражают историю развития водоемов. Основными направлениями использования сапропелей являются сельскохозяйственное, медицинское, производство строительных материалов и буровых растворов. Сапропелевые отложения широко используются для получения удобрений.

Перспективными для выявления в Брестской области являются месторождения редких и редкоземельных руд, базальтов, сапонитсодержащих туфов, янтаря, каолина. В пределах Ивановского, Дрогичинского, Пинского районов на относительно небольшой глубине 40–70 м залегает вулканогенная толща вендской трапповой формации, представляющая собой переслаивание потоков базальтов и пачек туфов (Новодворское месторождение базальтов и сапонитсодержащих туфов). По результатам поисковооценочных работ 2016–2017 гг. предварительно подсчитанные запасы базальтов и внутризалегающих туфов составили 103,5 млн т (39,8 млн м³) [1].

Камне-самоцветное сырье представлено янтарем. В Брестской области присутствие янтаря выявлено в породах глауконитово-кварцевой формации палеогена, в песках неогена, в меж- и постледниковых четвертичных отложениях. В отложениях палеогена размещение россыпей контролируется фациями донных течений, приливно-отливного побережья, отмелей. Они представлены песками с подчиненным количеством алевролитов и глин [4]. Мощность отложений в восточной части Подлясско-Брестской впадины составляет 10–15 м. Янтарь встречен в виде зерен и обломков, достигающих 5–7 см [5]. В региональном плане данные отложения приурочены к западной и центральной минерагеническим зонам, включающим в себя 4 перспективные на янтарь площади – Брестскую, Кобринскую, Дрогичинскую, Лунинецкую [2].

В отложениях квартера продуктивными являются пески и песчано-гравийные смеси верхней части днепровского ледникового комплекса припятского горизонта, залегающие на днепровской морене и покрытые поозерскими озерно-аллювиальными отложениями, также содержащими отдельные зерна смол, и голоценовыми отложениями различного генезиса [3]. Наиболее крупным и хорошо изученным проявлением янтаря является Гатча-Осовское, расположенное в 12 км к юго-западу от г. Кобрина [6].

За весь период поисковых и геолого-разведочных работ на проявлении было пробурено более 2 тыс. одиночных и 47 кустовых разведочных скважин, а также было пройдено порядка 140 открытых разведочных выработок. В пределах площади около 52 км² оконтурены относительно небольшие залежи янтаря и произведена оценка запасов и ресурсов полезного ископаемого. В целом по изученной площади запасы составляют 2,83 т. Кроме того, ресурсный потенциал менее изученных участков проявления составляет около 6 т [1].

Перспективным видом минерального сырья на территории области является каолин. В Лунинецком районе разведано месторождение Ситница, которое находится во вскрышных породах месторождения строительного камня Ситницкое. Каолины представляют собой кору выветривания гнейсов и гранитогнейсов нижнего архея. К полезному ископаемому относятся каолины с содержанием Fe₂O₃ меньше 3 %. Они слагают пластообразную залежь, вытянутую с северо-запада на юго-восток на 2,5 км при ширине от 600 м на северо-западе до 1 км на юго-востоке [2]. Предварительно разведанные запасы месторождения составляют более 2 млн т каолина-сырца, или 625 тыс. т обогащенного каолина. Общие запасы по месторождению оцениваются в 4,9 млн т и 1,5 млн т соответственно [1].

Максимальные содержания меди в пределах области выявлены на рудопроявлениях Озерница (Лунинецкий район) на глубине 280 м – 0,29 % Си по данным химического анализа – и Столинском (Столинский район) на глубине около 500 м – 0,12 % Си по данным химического анализа. Максимальные содержания меди зафиксированы на глубинах 214,5 м и 225 м – 0,13–0,18 % Си, на глубине 420,5–421,5 м – 1,19 % Си (Малоритский район). По результатам ранее проведенных научно-исследовательских работ установлено, что на территории региона перспективными являются Луковско-Ратновский горст и юг Полесской седловины (Малоритский, Дрогичинский, Ивановский районы), где целесообразно проведение геофизических исследований и геологопоисковых работ [1].

Следует также отметить широкое развитие на территории области туронпалеоценовой глинистой фосфатоносной коры выщелачивания мергельно-меловых пород [7]. Однако фосфатные глины при средних содержаниях Р2О5 5,65-7,28 % на перспективных площадях характеризуются весьма незначительной мощностью (0,2-0,5 м) и залегают на глубинах 40-70 м. Перспективной на промышленное фосфоритонакопление является палеогеновая глауконитово-кварцевая формация, в пределах которой выделяется юго-западный Припятский фосфоритоносный бассейн (в структурном отношении расположен на южном склоне Подлясско-Брестской впадины). Поисково-оценочные работы проведены на Ореховском и Приграничном месторождениях. Содержание фосфорного ангидрида в рудах Ореховского месторождения – 4,44–9,9 %, среднее – 5,92 %. Формовочные пески составляют 34,5 % исходной руды, содержание фтора 0.99 %. Средняя мощность вскрыши 31.7 м, рудных тел – 1.58 м. Запасы категорий $C_2 + P_1$ для всех залежей на площади 115,4 км 2 составляют 229,3 млн т руды $(13.6 \text{ млн т } P_2O_5)$, в том числе по категории $C_2 - 84.6 \text{ млн т руды.}$ Ресурсы формовочных песков 38,2 млн т, фтора – 2,27 млн т. Приграничное месторождение представлено двумя пластами желваковых фосфоритов в аналогичных Ореховскому месторождению породах. Запасы по категории С2 + Р1 составляют 19,2 млн т (1,24 млн т фосфорного ангидрида). Среднее содержание Р2О5 6,43 %. Руды месторождений относятся к подтипу бедных маложелезистых желваковых руд и пригодны для получения фосфоритной муки [2].

Перспективна на россыпи титана и циркония алеврито-песчаная глауконитово-кварцевая формация палеогена, включающая киевский и харьковский горизонты. Здесь выделяются 4 площади с повышенными содержаниями ильменита, рутила и циркона. Наиболее богатые россыпи выявлены к югу от Кобрина, где слои с суммарной линейной продуктивностью на 1 м более 200 кг/м³ выделены в Кобринское проявление титана и циркония. Рудоносный горизонт песчаного и глинисто-песчаного состава, вскрытый на глубине 28,6–66,1 м, относится к киевскому и харьковскому горизонтам. Рудные минералы представлены ильменитом, рутилом, цирконом. В тяжелой фракции преобладает ильменит (до 65 %), содержание рутила составляет 1–10 %, редкоземельные минералы представлены цирконом (5–20 %) и монацитом (единичные зерна, изредка до 1–10 %). Соответственно средние и максимальные содержания ильменита составляют 6,96–8,55 и 8,4–10,9 кг/м³, рутила – 1,14–1,42 и 1,41–1,94 кг/м³, циркона – 1,82–2,87 и 2,04–3,90 кг/м³. Мощность продуктивного горизонта 21,5–24,1 м. Суммарная по этим трем минералам линейная продуктивность на 1 м оценивается в 200,0–285,4 кг/м³ [2].

В целом исследуемый регион на ближайшую перспективу обеспечен распространенным в его пределах минеральным сырьем, но многие месторождения мела, глин, песков и торфа к настоящему времени практически выработаны, а разведанные залежи распространены неравномерно. Наиболее реальные перспективы по приросту запасов и за счет этого уменьшению расходов на транспортировку существуют по глинистому сырью, строительным пескам, песчано-гравийному и песчано-гравийно-галечному материалу. Вовлечение в разработку разведанных, но не разрабатываемых месторождений целесообразно осуществлять с привлечением технологий, которые отсутствуют в Беларуси, на основе инвестиционных (концессионных) договоров с иностранными инвесторами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Обзор минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 01.01.2018 / Гл. упр. природ. ресурсов М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь // Літасфера. -2018. -№ 1 (48). C. 145–153.
- 2. Полезные ископаемые Беларуси: к 75-летию БелНИГРИ / редкол.: П. 3. Хомич [и др.]. Минск : Адукацыя і выхаванне, 2002. 528 с.
- 3. Богдасаров, М. А. Геология и минерагения четвертичных отложений территории Подлясско-Брестской впадины / М. А. Богдасаров. Брест: БрГУ, 2011. 167 с.
- 4. Минерагенические карты платформенного чехла территории Беларуси / редкол.: Д. Г. Чуйко [и др.]. Минск : БелНИГРИ, 1992. 75 с.
- 5. Неотектоника и полезные ископаемые Белорусского Полесья / А. В. Матвеев [и др.] ; Ин-т геохимии и геофизики АН Белорус. ССР. Минск : Наука и техника, $1984.-131~\rm c.$
- 6. Проблемы янтароносности Беларуси / Л. Ф. Ажгиревич [и др.] ; РУП «БелГЕО» ; под ред. В. А. Москвича. Минск : БелГЕО, 2000. 144 с.
- 7. Вечер, В. А. Фосфоритоносная формация коры выветривания меловых отложений Белоруссии / В. А. Вечер, Л. И. Матрунчик, В. П. Самодуров // Проблемы минерагении платформенного чехла и кристаллического фундамента БССР. Минск : БелНИГРИ, 1986. С. 171—177.

UDK 551.89

L. MARKS¹, M. BAHDASARAU², A. BOGUCKI³, M. HRACHANIK², A. HRADUNOVA², A. HRYNOWIECKA¹, A. MAJECKA⁴, J. NITYCHORUK⁵, Ł. NOWACKI¹, A. ORŁOWSKA⁶, K. POCHOCKA-SZWARC¹, J. RYCHEL¹, T. RYLOVA⁷, T. TOMENIUK³, B. WORONKO⁴, I. ZALESSKY⁸, Ł. ZBUCKI⁵, M. ŻARSKI¹

¹Polska, Warszawa, PIG-PIB
²Białoruś, Brest, BrGU
³Ukraina, Lviv, LNU
⁴Polska, Warszawa, UW
⁵Polska, Biała Podlaska, PSW
⁶Polska, Lublin, UMCS
⁷Białoruś, Minsk, NANB
⁸Ukraina, Rivne, NUVGP

E-mail: leszek.marks@pgi.gov.pl

ZASIĘG LĄDOLODU ZLODOWACENIA ODRY/PRYPECI/DNIEPRU NA ZACHODNIM POLESIU (POGRANICZE POLSKO-BIAŁORUSKO-UKRAIŃSKIE)

Rzeźba Polesia, mimo jego płaskiej powierzchni i monotonii krajobrazu jest zróżnicowana pod względem wieku i genezy osadów. Ukształtowały ją procesy lodowcowe, glacifluwialne, rzeczne, jeziorne, bagienne i krasowe, a jej transformacja była powiązana z kenozoicznymi ruchami tektonicznymi, które wpływały na również na reaktywację starych uskoków podłoża czwartorzędu [1].

W białoruskiej części Polesia podłoże krystaliczne występuje stosunkowo głęboko, a formy lodowcowe są rzadkie i doliny rzeczne szerokie, z rozległymi równinami zalewowymi i wcięciami koryt 10–15 m [2]. W ukraińskiej części Polesia podłoże krystaliczne leży płytko, a osady czwartorzędu mają niewielką miąższość i występują wyżej. W polskiej części Polesia sytuacja jest podobna jak na sąsiednich obszarach, znajdujących się odpowiednio na Białorusi i Ukrainie. Na aktywność procesów tektonicznych na zachodnim Polesiu nakładały się kompensacyjne ruchy glaciizostatyczne skorupy ziemskiej, które wpływały na kierunki ruchu transgredujących lądolodów i intensywność akumulacji lodowcowej [2]. Na podstawie zróżnicowanej miąższości osadów kenozoicznych oszacowano wielkość wypiętrzania neotektonicznego na 280 m, czyli średnio 0,01–0,013 mm rocznie [7; 12].

Rzeźba zachodniego Polesia wywierała znaczący wpływ na transgresje lądolodu oraz deglacjację, sprzyjając powstawaniu rozległych równin glacifluwialnych na powierzchni terenu. Uważano, że większość form lodowcowych na Polesiu, określanych jako marginalne, ma przebieg równoległy do rozłamów w podłożu [3; 11; 16]. Natomiast płytkie występowanie skał węglanowych kredy umożliwiało rozwój form krasu zakrytego, a w obniżeniach krasowych powstawały jeziora [5; 15].

Zredukowana sekwencja osadów czwartorzędowych na zachodnim Polesiu i ograniczony dostęp do strefy przygranicznej w przeszłości stanowił poważne utrudnienie w transgranicznej korelacji osadów i wyznaczaniu zasięgów zlodowaceń plejstoceńskich. W nawiązaniu do przyległego obszaru Polski, wyróżniano na tym obszarze zasięgi lądolodów wiązanych ze stadiałem warty/sozha oraz zlodowaceń odry/prypeci/dniepru i krzny (figure 1).

W profilach geologicznych wyróżniano osady nawet 4 zlodowaceń plejstoceńskich (odry/prypeci/dniepru, krzny, sanu2/berezyny i sanu1/narwi) mimo, że w żadnym zbadanym stanowisku nie stwierdzano więcej niż 2 pokłady glin lodowcowych [4; 6; 13;]. W badaniach geologicznych pogranicza polsko-białoruskiego powracała wielokrotnie hipoteza enigmatycznego lobu lodowcowego w rejonie doliny środkowego Bugu, sformułowana po raz pierwszy przez Zaborskiego [14].

Wiek [ka BP]	Stratygrafia	Europa Zachodnia	Polska	Białoruś	Ukraina	MIS
11.7	holocen	holocen	holocen	holocen	holocen	1
	plejstocen	weichsel	vistula	poozierie	valday	2-5d
130	górny	eem	eem	murava	pryluky	5e
		saale (drenthe + warthe)	odra (odra + warta	pripyat' (dnipr + sozh)	dnipr tyasmin	6
		schöningen	lublin		kaydaky	7
	plejstocen środkowy		krzna			8
		wacken	zbójno		potagaylivk	9
	sro u no vy	fuhne	liwiec		orelsk	10
424		holstein	mazovian	alexandria	zavadivka	11
471		elstera	san 2	berezina	oka tiligul	12

Figure 1 – Stratygrafia osadów młodszej części czwartorzędu w zachodniej Europie, Polsce, na Białorusi i Ukrainie; szare pola – zlodowacenia/ochłodzenia, kursywa – jednostki stratygrafii lessowej, MIS – morskie stadia izotopowe

Obecne badania prowadzone od 2018 roku na pograniczu polsko-białorusko-ukraińskim są finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w Polsce w ramach projektu 2017/27/B/ST10/00165. Mają one na celu weryfikację i rewizję wcześniej wyróżnianych jednostek stratygraficznych plejstocenu środkowego. W oparciu o badania przeprowadzone w kilkudziesięciu stanowiskach reperowych na zachodnim Polesiu (figure 2) wyznaczono regionalne przewodnie poziomy stratygraficzne i zasięgi zlodowaceń plejstocenu środkowego oraz określono wpływ rzeźby podłoża czwartorzędu na dynamikę lądolodu i charakter deglacjacji [8–10].

Wykazano, że na pograniczu polsko-białorusko-ukraińskim występują zasięgi i osady tylko 2 zlodowaceń plejstoceńskich: odry/prypeci (stadiał warty/sozha) i berezyny (figure 2). Lob Bugu na S od Bresta wyznacza zasięg maksymalny lądolodu zlodowacenia odry/prypeci [10].

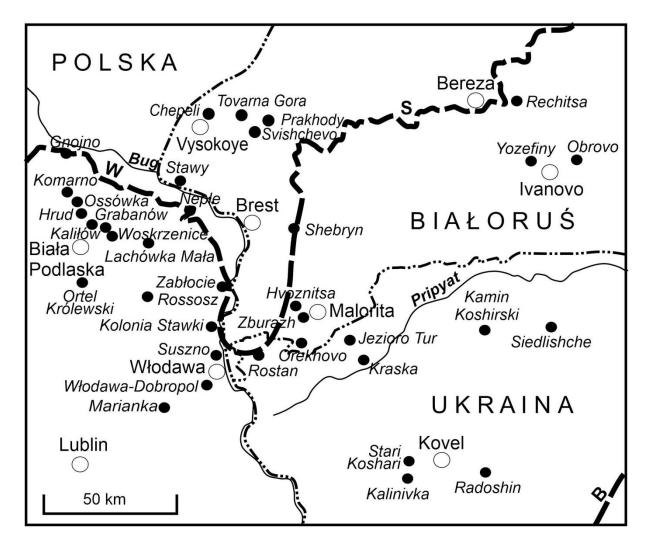


Figure 2 – Maksymalne zasięgi lądolodu zlodowacenia prypeci (stadiał warty/sozha – W i S) i zlodowacenia berezyny (B) na zachodnim Polesiu; zaznaczono zbadane stanowiska osadów plejstocenu środkowego

LISTA UŻYTEJ LITERATURY

- 1. Dobrowolski, R. Morfometryczne kryteria oceny związku powierzchniowych form krasowych z tektoniką na przykładzie podniesienia Lubomla (Ukraina NW) / R. Dobrowolski, A. Bogucki, I. Zaleski // Przegląd Geologiczny. 2000. Vol. 48, № 7. P. 634–638.
- 2. Dobrowolski, R. Geologiczne uwarunkowania rozwoju rzeźby Polesia / R. Dobrowolski, M. Harasimiuk // Acta Agrophysica. 2002. Vol. 66. P. 7–19.
- 3. Dorofeev, L. M. Stratygrafia nizhne- i sredniepleistotsenovykh otlozhenii mezhdurechia Pripyat-Turia / L. M. Dorofeev // Tektonika i stratygrafia. 1978. Vol. 14. P. 111–121.
- 4. Karaszewski, W. Występowanie osadów interglacjalnych we wschodniej części województw bialskopodlaskiego oraz w przyległej części Polesia / W. Karaszewski, E. Rühle // Przeglad Geograficzny. − 1976. − Vol. 48, № 2. − P. 263–274.
- 5. Lencewicz, S. Międzyrzecze Bugu i Prypeci, wody płynące i jeziora / S. Lencewicz // Przegląd Geograficzny. 1931. Vol. 11. P. 1–72.
- 6. Stratygrafia czwartorzędu Polesia Wołyńskiego (NW Ukraina) / L. Lindner [i in.] // Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. 2007. Vol. 62B. P. 7–41.

- 7. Geologiya Belarusi / A. C. Makhnach [i in.]. Minsk, 2001. 815 s.
- 8. Marks, L. Mapa geologiczna północnej części obszaru przygranicznego Polski i Białorusi, 1:250 000 z tekstem objaśniającym / L. Marks, A. Karabanov. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy, 2011.
- 9. Marks, L. Mapa geologiczna południowej części obszaru przygranicznego Polski i Białorusi, rejon Białej Podlaskiej i Brestu 1:250 000 z tekstem objaśniającym / L. Marks, A. K. Karabanov. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy, 2017.
- 10. Revised limit of the Saalian ice sheet in central Europe / L. Marks [i in.] // Quaternary International. 2018. Vol. 478. P. 59–74.
- 11. Mielnichuk, I. V. O paleogeograficheskikh etapakh formirovaniya nizhnepleistotsenovykh otlozhenii Volynskovo Polesya / I. V. Mielnichuk. Kyiv: Nauk. Dumka, 1977. P. 17–119.
- 12. Palienko, V. P. Novejshaya geodinamika i ee otrazheniye v reliefie Ukrainy / V. P. Palienko. Kyiv : Nauk. Dumka, 1992. 116 c.
- 13. Rühle, E. Utwory lodowcowe zachodniej części Polesia Wołyńskiego / E. Rühle. Kosmos. 1937. Vol. A62. P. 81–109.
- 14. Zaborski, B. Studia nad morfologią dyluwium Podlasia i terenów sąsiednich / B. Zaborski // Przegląd Geograficzny. 1927. Vol. 7. P. 1–52.
- 15. Шацьке поозер'я. Т. 1. Геологічна будова та гідрогеологічні умови / І. І. Залеський [та ін.]. Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2014. 190 с.
- 16. Залесский, И. И. Краевые ледниковые образования северо-запада Украины в районе Любомль Шацк / И. И. Залесский // Краевые образования материковых оледенений: материалы V Всесоюз. совещ. Киев: Наук. думка, 1978. С. 85–95.

УДК 550.4:614.841.2(438.42)

н. о. крюченко, э. я. жовинский

Украина, Киев, ИГМР имени Н. П. Семененко НАН Украины E-mail: office.igmr@gmail.com

ПОСТПИРОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ ПРИ НИЗОВОМ ПОЖАРЕ

Почва обладает способностью длительное время сохранять свои, в том числе и геохимические, характеристики. В результате пожаров происходит изменение физико-химических свойств почв, что приводит к их геохимической трансформации.

Нами рассмотрены постпирогенные дерново-подзолистые почвы территории Житомирского Полесья. Апробированы два участка – фоновый и горелый (рисунок 1).

Лесной низовой распространялся, обходя места с повышенной влажностью, поэтому часть площади оставалась незатронутой огнем. Этот пожар произошел в результате сжигания сорняков населением: с порывами ветра огонь перекинулся на сосновый лес, в результате чего сгорела лесная подстилка, лишайники, мхи, травы, опавшие на землю ветки и молодые сосны. Скорость движения пожара по ветру 0,25–5 км/час, высота пламени составляла до 2,5 м, температура горения около 700 °C.

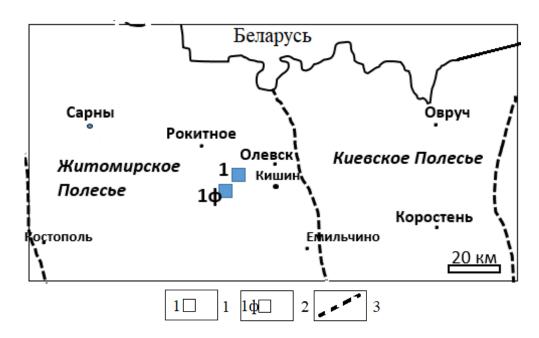


Рисунок 1 — Схема расположения участков исследований: 1 — горелый участок, 2 — фоновый участок, 3 — границы физико-географических областей Полесья

Целью исследования было определение постпирогенного влияния низового пожара на геохимические свойства дерново-подзолистых почв Житомирского Полесья.

Предмет исследования — содержание химических элементов (Hg, As, Ba, Mg, Mn, Mo, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Zn, V, Ni) в дерново-подзолистых почвах исследуемых территорий, которые были измерены с помощью метода масс-спектрометрии с индукционно связанной плазмой (ICP-MS). Площадной пробоотбор выполнялся из глубины 3–5 см (граница лесной подстилки и гумусированного горизонта). Отбор проб почвы осуществлялся в мае 2019 г. (через месяц после пожара, который произошел в апреле 2019 г.). Статистические расчеты выполнены с помощью программы Statistica 10, картографические построения — Surfer.

Типичный профиль дерново-слабоподзолистых почв выглядит так: за слоем рыхлой подстилки (Но), средняя мощность которой не превышает 4 см, залегает серый или светло-серый гумусовый слабоэллювиальный горизонт (Не) глинисто-песчаного состава; глубина горизонта колеблется в пределах от 15 до 30 см; гумусовый слой сменяется желтовато-буроватым песком со следами иллювия, который постепенно переходит в материнскую породу – флювиогляциальный песок, пронизанный прерывистыми псевдофибрами. Основу кристаллического фундамента представляют житомирские граниты и мигматиты (AR–PR).

В результате пожара грунтовые поры заполняются органическим веществом различной природы, а затем эти органические остатки трансформируются, обугливаются, превращаясь в темный материал (рисунок 2).

Это результат накопления гумонов – частиц черного углерода [1], которые являются результатом нагревания почвы после пожаров. Почвы пожарищ отличаются от фоновых почв только в верхней части профиля, где подстилка превращается в органоминеральную смесь серого цвета (зола), а это приводит к повышению значений рН почв. Во время пожаров происходит уничтожение органического вещества напочвен-

ных горизонтов и верхней части гумусового горизонта, а состав гумуса почв после пожаров характеризуется уменьшением количества гуминовых кислот.



Рисунок 2 – Фотографии лесной подстилки фонового (а) и горелого (б) участка

Значение рН почв фонового участка составляет 4,2–5,5, тогда как постпирогенного – 4,7–7 (максимальное зафиксированное значение – 7,5). Такое повышение рН почв свойственно участкам сосновых лесов. Это происходит за счет образования большого количества оксидов, гидроксидов и карбонатов Na и K, которые, однако, не сохраняются значительное время и в течение сезона вымываются дождями. Нами построена схема распределения значений рН в почвенных отложениях горелого участка (рисунок 3).

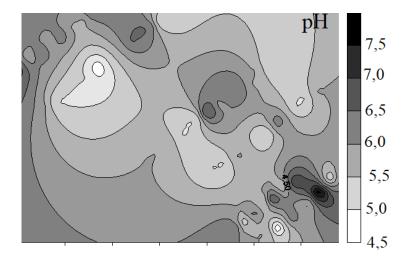


Рисунок 3 — Схема пространственного распределения значений рH в постпирогенных почвах

Пространственное распределение значений рН почв неравномерное. По значениям рН постпирогенных почв (более 6,5) можно наблюдать направление пожара — с юго-востока на северо-запад. Различные значения рН почв после пожара могут зависеть от длительности воздействия температуры — непродолжительное воздействие температуры в 600 °С или в течение длительного времени в 300 °С. Низовой пожар меняет гранулометрический состав почв (содержание песчаных фракций уменьшается, а пылевидных и илистых увеличивается).

Активная миграция элементов связана с их низкой температурой кипения, тогда как высокая (более 1500°С) предусматривает тенденцию к геохимической аккумуляции

в почвах. Пороговые температуры определяются как температуры, при которых происходит испарение химических элементов. Эти пороговые значения можно разделить на три основные категории: чувствительные (от 200 до 375 °C), умеренно чувствительные (375–1100 °C) и относительно нечувствительные (выше 1100 °C) [2]. Чувствительными элементами (из рассматриваемых) являются Hg (356 °C), умеренно чувствительными – As, Cd, Zn, другие элементы – нечувствительными.

Необходимо отметить, что такие металлы, как цинк и медь, которые рассматриваются в комплексе при изучении геохимии почв, ведут себя по-разному при пожаре. Так, температура кипения цинка 907 °C, а меди – 256 °C [2]. Высокая пороговая температура кипения меди, а также других нечувствительных элементов предусматривает их накопления в почве, тогда как чувствительные и умеренно чувствительные легко испаряются из органического вещества при горении.

Графические построения показывают основные особенности пространственного распределения Cu, Pb, Zn, Mn в постпирогенных почвах (рисунок 4).

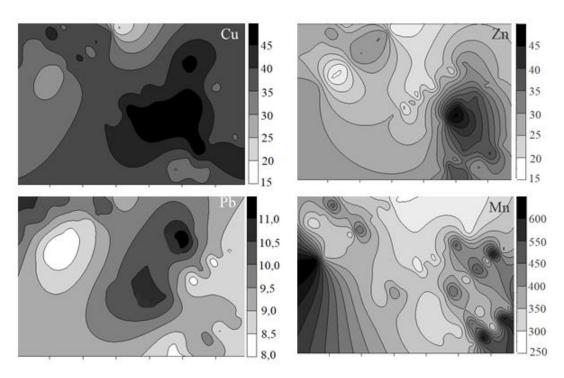


Рисунок 4 — Схема пространственного распределения Cu, Pb, Zn, Mn в постпирогенных почвах

При визуальном анализе растительности на горелой площади замечено, что в юго-восточной части территории преобладают молодые побеги сосны, здесь установлено максимальное содержание Мп и Zn в почве. А в центральной части участка, где растут зрелые деревья, зафиксировано рассеяние Мn и Zn. Рассеяние связано с тем, что растения поглощают эти соединения, и при горении они выделяются в атмосферу в составе компонентов дымового шлейфа и выносятся при горении. Но этот процесс зависит от интенсивности пожара и времени, поскольку элементы легко поглощаются органикой: одна их часть остается в золе, вторая мигрирует в составе дымового шлейфа. Накопление Сu и Pb характерно для почв под зрелыми деревьями. Это может быть связано еще с накоплением этих элементов в семенах сосен.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Giovannini, G. Modifications induced in soil physico-chemical parameters by experimental fires at different intensities / G. Giovannini, S. Lucchesi // Soil Science. 1997. Vol. 162. P. 479–486.
- 2. Температуры плавления и кипения чистых химических элементов при атмосферном давлении [Электронный ресурс] // Химический портал. Режим доступа: http://www.himikatus.ru/art/melt_boil_el/melt_boil.php.

УДК 556.314:628.1

Г. И. РУДЬКО

Украина, Киев, Госкомиссия Украины по запасам полезных ископаемых E-mail: office@dkz.gov.ua

ГИДРОГЕОХИМИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД УКРАИНЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Долгое время проблемы исследования качества питьевых подземных вод рассматривались на уровне их соответствия нормативам по питьевым водам. В то же время актуальность приобретают вопросы влияния региональных (локальных) особенностей качественного состава питьевых подземных вод на здоровье населения. Так, существование биогеохимических провинций требует применения комплекса соответствующих мер по уменьшению воздействия подземных вод на показатели здоровья и минимизации риска заболевания населения.

Особенности геологического строения и климатических условий гидрогеологических регионов определяют неравномерность распределения запасов и ресурсов подземных вод, используемых для удовлетворения потребностей страны. Основными водоносными горизонтами (комплексами) на территории Украины, характеризующимися различными качественными и количественными показателями и в разной степени используемыми для питьевого хозяйственного водоснабжения, являются водоносные горизонты [1] в четвертичных отложениях, в отложениях неогена, палеогена, мела, юры, триаса и перми, в каменноугольных отложениях, в отложениях девона, силура и ордовика, кембрия, рифея, в кристаллических породах и продуктах их выветривания.

При оценке влияния химического состава подземных вод на состояние здоровья населения исследованию подлежат особенности формирования химического состава подземных вод в естественных и техноприродных условиях. При этом целесообразно рассматривать факторы (физико-химические, химические токсичные вещества, химически необходимые соединения) и источники (природные и техногенные) экологической опасности.

На территории Украины прослеживается довольно четкая площадная зональность химического состава грунтовых вод, которая определяется зональностью климатической. В северных и западных районах страны распространены преимущественно гидрокарбонатные кальциевые воды, характерные для зоны избыточного увлажнения. Далее на юго-восток они постепенно сменяются водами гидрокарбонатносульфатными, сульфатно-гидрокарбонатными и сульфатными. Одновременно меняется и их катионный состав в сторону увеличения содержания магния и натрия. Еще южнее, на территории Причерноморья и Приазовского кристаллического массива, грунтовые

воды приобретают сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный состав, причем из катионов чаще преобладает натрий. Наконец, в Присивашье и в узкой прибрежной полосе Азовского моря распространены хлоридные натриевые воды.

По качеству подземных вод территорию Украины можно разделить на регионы, для каждого из которых существует соответствующая спецификация, обусловленная прежде всего геологическими факторами. Региональная естественная спецификация контролируется как природными условиями, так и их техногенными изменениями. Так, негативным аспектом, привлекающим внимание специалистов, является специфика химического состава подземных вод бучакского водоносного горизонта в районе и в пределах г. Миргорода, используемых для водоснабжения жителей города [2]. По результатам многолетних наблюдений установлено, что химический состав подземных вод г. Миргорода является определяющим фактором, который потенциально может влиять на состояние здоровья населения.

По содержанию макрокомпонентов вода бучакского горизонта в г. Миргороде не соответствует требованиям к питьевым водам по двум показателям: содержание хлора в ней превышает ПДК в 1,20–1,75 раза, общая минерализация больше допустимой в 1,48–1,86 раза. По содержанию микроэлементов она не соответствует требованиям по содержанию фтора, концентрация которого колеблется от 1,2 до 4,5 мг/дм³, и железа 0,8–1,1 мг/дм³. Концентрации других микроэлементов находятся в допустимых пределах.

Питьевая вода бучакского водоносного горизонта Миргородского месторождения является одним из основных источников поступления в организм человека фтора, недостаточное содержание которого в воде (до 0,6 мг/дм³) приводит к кариесу зубов (в воде Миргородского месторождения содержание F в среднем 2,3 мг/дм³), а избыточное (более 1,5 мг/дм³) может вызвать эндемический флюороз.

Следует отметить, что повышенное количество фтора в воде бучакского горизонта в определенной степени нивелируется отсутствием микроэлемента стронция, исключает изоморфное замещение стронция кальцием в организме людей, потребляющих питьевую воду с избыточным содержанием фтора.

Для обеспечения населения г. Миргорода питьевой водой надлежащего качества рекомендуется подробнее исследовать водоносный горизонт в харьковских отложениях олигоцена. По химическому составу воды в харьковских отложениях гидрокарбонатные кальциево-магниевые, гидрокарбонатно-хлоридные магниево-кальциевые с минерализацией 0,3–0,5 г/дм³. Качество вод харьковского горизонта хорошее, нитраты, нитриты и аммиак в них практически отсутствуют.

Для каждого региона необходимо разработать доступную и прозрачную систему информирования потребителей о качестве питьевой воды, ее пригодности к употреблению, чтобы они могли сделать осознанный выбор. В зависимости от региона проживания и социального статуса потребители должны выбирать типы воды для потребления (водопроводная, минеральная, фасованная). Социальное неравенство и недостаток информации могут вызвать неконтролируемое поступление минеральных веществ в организм, особенно детей.

Следует отметить, что в последние десятилетия исследователи практически не уделяли внимания вопросам благотворного влияния воды и ее защитных свойств, так как их внимание было сосредоточено преимущественно на экологических проблемах загрязнения вод. Ведь при остром дефиците любого элемента даже относительно малое количество его в воде может сыграть значительную защитную роль: вещества в воде растворены и находятся в форме ионов, поэтому значительно легче адсорбируются организмом человека, чем из продуктов питания, где они связаны в различные соединения.

Положительными с этой точки зрения являются исследования физиологической полноценности минерального состава питьевой воды и минимально необходимого состава питьевой воды, полученной в результате очистки (деминерализации).

Для медицинского контроля заболеваний населения необходимо разработать геолого-экологической модель региона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Медико-гідрогеохімічні чинники геологічного середовища України / за ред. д-ра геол.-мінерал. наук, д-ра геогр. наук, д-ра техн. наук, проф. Г. І. Рудька. Київ ; Чернівці : Букрек, 2015.-724 с.
- 2. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання : у 2 т. / за ред. Е. А. Ставицького, Г. І. Рудька, Є. О. Яковлєва. Чернівці : Букрек, 2011.-T. 1.-352 с.

УДК 574.9(476.7)+598.2

И. В. АБРАМОВА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина E-mail: iva.abramova@gmail.com

L'inaii. Iva.aoramova e ginaii.com

РАЗНООБРАЗИЕ ПТИЦ БАССЕЙНА Р. ЛАНЬ

Животный мир бассейна р. Лань отличается богатством и разнообразием. Территория региона относится к лесной зоне Европейско-Сибирской области Палеарктического подцарства Арктогеи. В системе зоогеографического районирования Беларуси бассейн р. Лань располагается в пределах двух зоогеографических районов: верховья реки в Западном районе, среднее и нижнее течение — в Центральнополесском районе. Регион имеет важное значение для сохранения редких и исчезающих видов животных.

В настоящее время на территории Белорусского Полесья встречается около 300 видов птиц 18 отрядов (что составляет 89 % всех видов птиц нашей страны), из них 212 видов (71,1 %) гнездящихся, 34 вида (11,4 %) мигирирующих, 15 видов (5 %) зимующих и 38 видов (12,7 %) залетных [1]. В бассейне р. Лань встречается 210 видов птиц 18 отрядов, многие из которых относятся к категории охраняемых. Регион имеет исключительное значение для сохранения биоразнообразия, бассейн Лани входит в состав территории, важной для птиц, международного значения «Средняя Припять».

В структуре орнитофауны по количеству видов доминирует отряд Воробьинообразные (43,3 %), затем идут Ржанкообразные (15,2 %) и Гусеобразные (8,6 %) (таблица). Большая часть гнездящихся (85,2 %) относится к перелетным (61,9 %), оседлые составляют 22,4 % от всех зарегиистрированных птиц, мигрирующие – 11,9 %, два вида (1 %) залетные и пять видов (2,4 %) – зимующие.

Всего здесь отмечено 5 видов птиц, включенных в Красный список МСОП (*The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1*): большой подорлик *Clanga clanga* (категория VU), кобчик *Falco vespertinus* (NT), дупель *Gallinago media* (NT), большой веретенник *Limosa limosa* (NT) и вертлявая камышевка *Acrocephalus paludicola* (VU) [2]. Остальные виды имеют статус «вызывающий наименьшие опасения» (категория LC). Высокую общеевропейскую значимость (SPEC 1) имеют 10 видов (большой подорлик, кобчик, дупель, большой веретенник, большой кроншнеп *Numenius arquata*,

чибис Vanellus vanellus, красноголовая чернеть Aythya ferina, обыкновенная горлица Streptopelia turtur, луговой конек Anthus pratensis, вертлявая камышевка) [3].

51 вид птиц включен в Красную книгу Республики Беларусь [4]. Среди них стабильную, хотя и не всегда высокую численность имеют гнездящиеся в пределах территории, важной для птиц, международного значения «Средняя Припять» большая выпь Botaurus stellaris, малая выпь Ixobrychus minutus, кваква Nycticorax nycticorax, черный аист Ciconia nigra, серый журавль Grus grus, коростель Crex crex, малый погоныш Porzana parva, дупель, большой веретенник, филин Bubo bubo, обыкновенный зимородок Alcedo atthis, белая лазоревка Parus cyanus.

Таблица – Таксономический состав и статус пребывания птиц бассейна Лани

		Статус (%)						
Отряды	Количество видов	Перелет- ные	Гнездя- щиеся	Мигри- рующие				
Гагарообразные Gaviiformes	1	100	100	_				
Поганкообразные Podicipediformes	5	80,0	80,0	20,0				
Веслоногие Pelicaniformes	1	100	100	_				
Аистообразные Ciconiiformes	8	87,5	87,5	-				
Гусеобразные Anseriformes	18	66,7	66,7	33,3				
Ястребообразные Accipitriformes	13	46,2	61,5	30,8				
Соколообразные Falconiformes	4	50,0	50,0	50,0				
Курообразные Galliformes	4	25,0	100,0	_				
Журавлеобразные Gruiformes	7	100	100	_				
Ржанкообразные Charadriiformes	32	59,4	59,4	40,6				
Голубеобразные Columbiformes	5	60,0	100	_				
Кукушкообразные Cuculiformes	1	100	100	-				
Совообразные Strigiformes	7	14,3	100	_				
Козодоеобразные Caprimulgiformes	1	100	100	_				
Стрижеобразные Apodiformes	1	100	100	_				
Ракшеобразные Coraciiformes	2	100	100	_				
Дятлообразные Piciformes	9	11,1	100	_				
Воробьинообразные Passeriformes	91	65,9	92,3	_				
Всего видов	210	130	185	19				
Доля, %	100	61,9	85,2	11,9				

В бассейне р. Лань зарегистрировано 13 видов ястребообразных, включая 8 видов с национальным охранным статусом: скопа *Pandion haliaetus*, черный коршун *Milvus migrans*, орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*, змееяд *Circaetus gallicus*, полевой лунь *Circus cyaneus*, беркут *Aquila chrysaetos*, малый подорлик *Clanga pomarina* и большой подорлик. Отряд соколообразных представлен четырьмя видами, три из которых (кобчик, чеглок *Falco subbuteo* и обыкновенная пустельга *Falco tinnunculus*) являются редкими и находятся под охраной.

В регионе выявлено 7 видов совообразных, из которых филин, бородатая неясыть *Strix nebulosa*, болотная сова *Asio flammeus*, воробьиный сыч *Glaucidium passerinum* и домовый сыч *Athene noctua* включены в Красную книгу Республики Беларусь [4].

Отряд аистообразных представлен восьмью видами, 4 из которых (большая и малая выпи, кваква, черный аист) включены в Красную книгу Республики Беларусь [4]. По данным И. Э. Самусенко, в заказнике «Устье Лани» (в настоящее время входит в республиканский заказник «Средняя Припять») находится крупнейшая в Беларуси гнездовая колония большого баклана *Phalacrocorax carbo*, серой цапли *Ardea cinerea*, большой белой цапли *Ardea alba* и кваквы. В этой же колонии в 2008 г. гнездилось около 20 пар квакв, в 2009 г. – около 5 пар этого вида [4]. В пойме р. Лань, по берегам мелиоративных каналов, на водохранилище Локтыши и на прудах одноименного рыбхоза отмечены серая и большая белая цапли. Белый аист *Ciconia ciconia* строит свои гнезда на крышах домов, водонапорных башнях, столбах линий электропередач, высоких деревьях (д. Синявка, Баблевичи, Локтыши, Бутча, Чудин и др.). Черный аист предпочитает гнездиться в старовозрастных влажных лесах в речных долинах и на болотах.

В регионе зарегистрированы 7 видов журавлеобразных, из них серый журавль, коростель и малый погоныш являются редкими и находятся под охраной.

Отряд гусеобразных здесь представлен 18 видами, многие из которых относятся к мигрирующим (23,1 %). Три вида данного отряда (шилохвость Anas acuta, большой крохаль Mergus merganser и луток Mergellus albellus) включены в Красную книгу Республики Беларусь [4], пять видов — в список видов, требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны. В регионе обитают кряква Anas platyrhynchos, красноголовая и хохлатая Aythya fuligula чернети, чирок-трескунок Spatula querquedula, серая утка Mareca strepera, лебедь-шипун Cygnus olor и др. Во время миграций останавливаются на отдых лебедь-кликун Cygnus cygnus, белолобый гусь Anser albifrons, гуменник Anser fabalis и др.

В бассейне р. Лань выявлено 32 вида ржанкообразных, 59,4 % из них являются гнездящимися и 40,6 % встречается только в период миграций. Около 1/3 зарегистрированных видов ржанкообразных включены в Красную книгу Республики Беларусь [4], три вида — в список видов, требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны.

Здесь встречается 5 видов поганок, в том числе включенная в Красную книгу Республики Беларусь [4] серощекая поганка *Podiceps grisegena*. Самым многочисленным гнездящимся видом отряда является большая поганка *Podiceps cristatus*.

На участках р. Лань с обрывистыми берегами, покрытыми древесно-кустарниковой растительностью, строит свои гнезда обыкновенный зимородок *Alcedo atthis*.

В регионе отмечены 4 вида курообразных: тетерев *Lyrurus tetrix*, рябчик *Bonasa bonasia*, серая куропатка *Perdix perdix* и перепел *Coturnix coturnix*, которые являются объектами спортивной охоты.

Леса региона и поселения человека населяют 9 видов дятлов, в том числе 4 вида — редкие для нашей страны (средний *Leiopicus medius*, зеленый *Picus viridis*, белоспинный *Dendrocopos leucotos* и трехпалый *Picoides tridactylus* дятлы).

В регионе зарегистрирован 91 вид отряда воробьинообразных (43,2 %), большинство из которых являются перелетными (65,9 %), 26,4 % — оседлыми, 4 вида зимующими. Пять видов (вертлявая камышевка, усатая синица *Panurus biarmicus*, хохлатый жаворонок *Galerida cristata*, мухоловка-белошейка *Ficedula albicollis*, белая лозоревка *Parus cyanus*) включены в Красную книгу Республики Беларусь [4], серый сорокопут *Lanius excubitor* в списке видов, требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны. Наиболее многочисленны зяблик *Fringilla coelebs*, лесной конек *Anthus trivialis*, пеночки, синицы, дрозды, славки и др. Поселения

человека населяют скворец Sturnus vulgaris, деревенская Hirundo rustica и городская Delichon urbica ласточки, полевой Passer montanus и домовый Passer domesticus воробьи, славки.

Высоким видовым разнообразием птиц отличаются пойменные луга р. Лань. Кроме широко распространенных видов (камышница *Gallinula chloropus*, бекас *Gallinago gallinago*, перепел и др.), тут обитают ставшие редкими в Европе серая куропатка, чибис, травник, большой веретенник, коростель, дупель [3; 6]. Большую роль для устойчивого существования популяций водно-болотных птиц во время миграций и в период размножения играют пруды рыбхоза и водохранилище «Локтыши» [7]. Наличие хороших условий для гнездования, которые создаются зарослями камыша, рогоза, тростника, осок, относительная безлюдность и богатая кормовая база прудов обусловливают высокую плотность и видовое разнообразие водно-болотных птиц.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Позвоночные животные // Природообустройство Полесья : в 4 кн. / под общ. науч. ред. Ю. А. Мажайского [и др.]. Рязань : Мещер. ф-л ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», 2018. Кн. 1 : Белорусское Полесье, т. 1 : Природно-ресурсный потенциал. С. 138–156.
- 2. The IUCN Red List [Electronic resource]. Mode of access: http://www.iucnredlist.org. Date of access: 25.05.2021.
- 3. European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities. Cambridge, UK: BirdLife International, 2017. 172 p.
- 4. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И. М. Качановский (пред.) [и др.]. 4-е изд. Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. 320 с.
- 5. Самусенко, И. Э. Мониторинг крупнейшей в Беларуси колонии цапель и бакланов (заказник «Устье Лани») / И. Э. Самусенко // Беловежская пуща на рубеже третьего тысячелетия : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию со дня образования гос. заповедника «Беловежская пуща». Минск, 1999. С. 339–340.
- 6. Гайдук, В. Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Неворобьинообразные : монография / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова ; Брест. гос. ун-т. Брест : Изд-во БрГУ, 2009.-300 с.
- 7. Абрамчук, С. В. Структура и динамика населения птиц рыбхоза «Локтыши» / С. В. Абрамчук, В. Е. Гайдук // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. 2010. N 2. С. 26—32.

УДК 556.162

С. В. СИДАК, А. А. ВОЛЧЕК

Беларусь, Брест, БрГТУ E-mail: harchik-sveta@mail.ru

К ВОПРОСУ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СТОКА

Введение. В последние годы значительно возрос интерес к вероятностному прогнозу гидрологических характеристик [1–4]. Модели распределения вероятностей применяют при анализе экстремальных гидрологических явлений (паводков, засух и др.),

исследовании объемов водохранилищ и моделировании гидрологических временных рядов. Для эффективного использования, управления и охраны водных ресурсов рек в процессе проектирования, строительства и эксплуатации различного рода водохозяйственных объектов и гидротехнических сооружений необходимо располагать возможными значениями характеристик речного стока в период будущей эксплуатации этих объектов.

К основным гидрологическим характеристикам, количественно отражающим гидрологический режим рек и являющимся расчетными, относят среднегодовые, максимальные и минимальные расходы речного стока. Задача предоставления прогнозных оценок этих характеристик в вероятностной форме решается с помощью построения кривых распределения вероятностей. Однако выбор наиболее подходящего распределения вероятностей для различных видов стока и процедура оценки используемых в них параметров, как основной шаг построения модели стока, остается самой сложной задачей для многих исследователей и практиков в области водных ресурсов.

В данном исследовании рассмотрены подходы, используемые для определения функций распределения вероятностей, которые наилучшим образом подходят для оценки максимального, минимального и среднегодового речного стока.

Целью данного исследования является выбор наиболее подходящих моделей распределения для среднегодового стока, максимального стока весеннего половодья, минимального зимнего и летне-осеннего стока на примере створа р. Припять – г. Мозырь.

Период исследования составляет 141 год (1877—2017 гг.). Пропуски в рядах данных восстановлены с помощью компьютерного программного комплекса «Гидролог» [5].

Методы исследования. Для вычисления эмпирической ежегодной вероятности превышения P_m гидрологических характеристик использована формула Крицкого – Менкеля:

$$P_m = \frac{m}{n+1} \cdot 100,\% \tag{1}$$

где m — порядковый номер членов ряда исследуемой гидрологической характеристики, расположенных в убывающем порядке, n — общее число членов ряда.

Согласно ТКП [6], для сглаживания и экстраполяции эмпирических кривых распределения ежегодных вероятностей превышения в зависимости от соотношения показателей коэффициентов асимметрии (C_s) и вариации (C_v) следует применять трехпараметрические распределения Крицкого – Менкеля, распределение Пирсона III типа, логнормальное распределение и другие распределения, имеющие предел простирания случайной переменной от нуля или от положительного значения до бесконечности. Однако отмечается, что при надлежащем обосновании допускается применять другие распределения, если эмпирическое отношение C_s/C_v и аналитическое отношение C_s/C_v , свойственные данной функции распределения, приблизительно равны.

В данном исследовании для всех видов стока р. Припять в створе г. Мозырь построены следующие распределения: нормальное, логнормальное, Пирсона III типа, Вейбулла, Гумбеля. Расчетные формулы по каждому распределению представлены в таблице 1.

Модель распределения	Функция плотности вероятности	Функция распределения					
Нормальное	$f(Q; \alpha, \beta) = \frac{1}{\alpha \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Q-\beta)^2}{2\alpha^2}}$	$F(Q; \alpha, \beta) = \frac{1}{\alpha \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Q} e^{-\frac{(t-\beta)^2}{2\alpha^2}} dt$					
Логнормальное	$f(Q; \alpha, \beta) = \frac{1}{Q\alpha\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(\ln(Q)-\beta)^2}{2\alpha^2}}$	$F(Q; \alpha, \beta) = \Phi\left(\frac{\ln(Q) - \beta}{\alpha}\right)$					
Пирсона III типа	$f(Q; \alpha, \beta, \xi)$ $= \frac{(Q - \xi)^{\alpha - 1} e^{-\frac{(Q - \xi)}{\beta}}}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)}$	$F(Q; \alpha, \beta, \xi) = \frac{1}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} \int_{-\infty}^{Q} \frac{(t - \xi)^{\alpha - 1}}{e^{\frac{(t - \xi)}{\beta}}} dt$					
Вейбулла	$f(Q; \alpha, \beta) = \frac{\alpha}{\beta^{\alpha}} Q^{\alpha - 1} e^{-\left(\frac{Q}{\beta}\right)^{\alpha}}$	$F(Q; \alpha, \beta) = 1 - e^{-\left(\frac{Q}{\beta}\right)^{\alpha}}$					
Гумбеля	$f(Q; \alpha, \beta) = \frac{1}{\alpha} e^{-\frac{Q-\beta}{\alpha}} e^{-\frac{Q-\beta}{\alpha}}$	$F(Q;\alpha,\beta) = e^{-e^{\frac{Q-\beta}{\alpha}}}$					

Таблица 1 – Расчетные формулы для исследуемых моделей распределения

Примечание — α, β, ξ — параметры распределений, Γ — гамма-функция, Φ — интеграл Лапласа.

Для проверки адекватности функций распределения построенных вероятностных моделей использованы следующие критерии согласия: Андерсона – Дарлинга (A^2), Колмогорова – Смирнова (D) и Пирсона (χ^2) [7; 8]. Ниже представлены формулы для их вычисления:

$$A^{2} = -N - 2\sum_{i=1}^{N} \{F_{i}^{*} \cdot ln(F(Q_{i}; \theta)) + (1 - F_{i}^{*}) \cdot ln(1 - F(Q_{i}, \theta))\},$$
 (2)

$$D = \max_{i=1,N} |F_i^* - F(Q_i, \theta)|,$$
 (3)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i^* - Np_i)^2}{Np_i},\tag{4}$$

где $F(Q_i;\theta)$ — значения предполагаемой теоретической функции распределения, Q_i — упорядоченные наблюдаемые данные, θ — известный вектор параметров теоретического закона распределения, F_i^* — эмпирическая функция распределения, i — номер элемента в вариационном ряду, N — объем выборки, k — число интервалов, n_i^* — эмпирические частоты, Np_i — теоретические частоты.

Результаты и их обсуждение. На рисунке изображены функции плотности вероятности по каждому из пяти распределений для различных видов стока.

По формулам из таблицы 1 получены соответствующие каждой модели функции распределения. Результаты проверки соответствия для каждого вида стока по исследуемому створу для пяти вероятностных распределений, используемых в данном исследовании, представлены в таблице 2. Оценка качества подгонки распределений оценивалась от одного балла (наилучшее соответствие) до пяти (наименьшее соответствие) для всех распределений. Выбор наиболее подходящего распределения вероятностей проведен на основе общего балла по всем тестам по каждому виду стока. Выделенные в таблице 2 значения соответствуют случаям, когда гипотеза о соответствии выборки данному распределению отвергается.

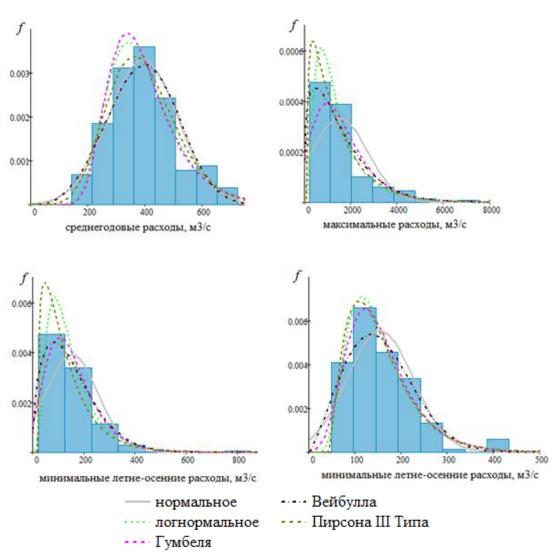


Рисунок – Функция плотности вероятности для пяти распределений разных видов стока р. Припять в створе г. Мозырь

Таблица 2 – Результаты применения критериев согласия (при уровне значимости $\alpha = 0.05$)

	Критерий			Критерий			Критерий									
M	Андерсона –			Колмогорова –			хи-квадрат				Общий балл					
Модель	Дарлинга			Смирнова			Пирсона									
распределения	$(A^2_{\text{Kp}} = 2,49)$			$(D_{\kappa p} = 0.11)$			$(\chi^2_{\rm Kp} = 11,07)$									
	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*
Нормальное	2	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	8	15	15	15
Логнормальное	3	3	2	3	2	3	3	3	2	1	3	1	7	7	8	7
Пирсона III типа	1	2	1	2	1	1	2	1	1	3	2	2	3	6	5	5
Гумбеля	5	4	3	1	4	4	1	2	4	4	1	3	13	12	5	6
Вейбулла	4	1	4	4	5	2	4	4	5	2	4	4	14	5	12	12

Примечание -1^* — среднегодовой сток, 2^* — максимальный сток, 3^* — минимальный летне-осенний сток, 4^* — минимальный зимний сток.

Из таблицы 2 видно, что распределение Пирсона III типа обеспечивает наилучшее соответствие для среднегодового стока р. Припять в створе г. Мозырь, а распределение Вейбулла лучше всего подходит для максимального стока. Для минимального стока лучший результат показали распределения Гумбеля и Пирсона III типа. Однако и логнормальное распределение дает хорошие результаты для всех видов стока, так как эмпирическое распределение соответствует модели по данному распределению по всем рассматриваемым критериям.

Заключение. Результаты данного исследования могут быть использованы гидрологами, проектировщиками гидротехнических сооружений, специалистами по охране окружающей среды и планированию водных ресурсов.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (грант № Х20М064).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Krzysztofowicz, R. The case for probabilistic forecasting in hydrology / R. Krzysztofowicz // Journal of hydrology. 2001. Vol. 249. P. 2–9.
- 2. Быков, А. А. Приложения асимптотической теории вероятностей экстремальных значений к прогнозированию риска экстремальных чрезвычайных ситуаций / А. А. Быков // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. -2012. -№ 1. -C. 53–63.
- 3. Болгов, М. В. Стохастическая гидрология: развитие основных идей в России [Электронный ресурс] / М. В. Болгов // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Науки о Земле. 2021. № 66 (1). Режим доступа: https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.102.
- 4. Волчек, А. А. Учет распределения максимальных значений речного стока при реставрации историко-культурных ценностей / А. А. Волчек, С. В. Сидак // Реставрация историко-культурных объектов как сохранение культурного наследия Республики Беларусь: сб. ст. науч.-техн. семинара, Брест, 30 сент. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т, Каф. инженер. экологии и химии; под ред. Э. А. Тур; редкол.: С. В. Басов, Т. А. Панченко. Брест: БрГТУ, 2020. С. 35–39.
- 5. Волчек, А. А. Автоматизация гидрологических расчетов / А. А. Волчек // Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды : тр. Междунар. научпракт. конф. по проблемам водохоз., промышл. и граждан. строительства и экон.-соц. преобразований в условиях рыночных отношений / Брест. политехн. ин-т. Биберах ; Брест ; Ноттингем, 1998. С. 55—59.
- 6. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.04-168-2009(02250). Минск : РУП «Стройтехнорм», 2010.-55 с.
- 7. Vogel, R. W. Probability Plot Goodness-of-Fit and Skewness Estimation Procedures for the Pearson Type 3 Distribution / R. W. Vogel, D. E. McMartin // Water Resources Research. 1991. Vol. 27. P. 3149–3158.
- 8. Anderson, T. W. Asymptotic theory of certain goodness of fit criteria based on stochastic processes / T. W. Anderson, D. A. Darling // Ann. Math. Stat. -1952. Vol. 23. P. 193–212.

СЕКЦИЯ 1 РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 551.79(476.5)

С. В. АНДРУШКО

Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: sandrushko@list.ru

ИЗУЧЕННОСТЬ НЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Первые научные геологические исследования на территории Беларуси были начаты в середине XVIII в. Тогда они еще не были систематическими, однако имели важное значение для развития геологии региона в дальнейшем. В истории геологического изучения территории Гомельской области, как и всей страны, выделяют три основных этапа: XIX – начало XX в.; начало XX в. – 1941 г.; 1945 г. – по настоящее время [2; 3].

На начальном этапе геологического изучения территории южной Беларуси в пределах Полесья с 1873 по 1898 г. были проведены масштабные исследования научной экспедицией под руководством И. И. Жилинского. Со второй половины XIX столетия начинается мелкомасштабная геологическая съемка на территории изучаемого района, бурятся скважины для водоснабжения, проводятся геологические исследования вдоль трассы Киево-Брестской железной дороги [2].

На втором этапе изучения недр Беларуси (начало XX в. – 1941 г.) формируется геологическая служба и зарождается современная геологическая наука. Наибольший вклад в развитие геологии внесли Н. Ф. Блиодухо, Ф. В. Лунгерсгаузен, Г. Ф. Мирчинк, Б. К. Терлецкий, П. А. Тутковский, А. И. Москвитина и др.

В довоенный период уже были сформулированы представления о наличии на юго-востоке Беларуси крупной погруженной структуры – Припятского прогиба, на территории которого сконцентрированы значительные запасы полезных ископаемых Беларуси.

Повсеместное бурение скважин в ходе геологической съемки, определение вещественного состава, условий залегания и положения в разрезе, стратиграфии и площади распространения позволили получить существенный фактический материал о неогеновых отложениях на территории Гомельской области.

Неогеновые отложения на территории Беларуси представлены терригенными образованиями, которые накоплены в долинах рек, озерах и болотах и залегают многочисленными пятнами в центральной и южной частях страны. На основании результатов палеофлористических исследований в неогеновой толще в ней установлены отложения миоцена и плиоцена [1].

В толще отложений *миоцена* выделяются две подтолщи — нижняя, угленосная, и верхняя, без пластов угля. Нижняя подтолща (нижний миоцен — нижняя часть среднего миоцена) наиболее широко представлена в западной части Припятского прогиба и имеет мощность отложений от 2 до 30 м, иногда до 60 м. Отложения залегают на угленосных отложениях верхнего олигоцена, реже — на глауконитово-кварцевых песках и алевритах нижнего олигоцена, перекрываются глинистой толщей среднего миоцена или отложениями квартера. Верхняя подтолща (верхняя часть среднего миоцена —

верхний миоцен) широко распространена на территории Припятского прогиба. Подтолща имеет мощность 8–50 м, представлена преимущественно глинами, чаще всего монтмориллонитового состава, с примесью каолинита, а в верхней части – гидрослюды.

Образования *плиоцена* распространены в основном в пределах контуров развития миоценовых отложений, но в отличие от них тяготеют к долинам современных крупных рек (Днепр и Припять). Плиоценовые отложения детально изучены на территории Брагинско-Лоевской седловины в разрезах вблизи деревень Холмеч, Дворец и Колочин. Здесь залегают пески, глины, сапропелиты и алевриты, слагающие три аллювиально-седиментационных цикла общей мощностью 8–24 м [1].

Большой вклад в изучение свойств неогеновых отложений внесли исследования С. С. Маныкина, П. И. Дорофеева, А. Г. Бера, И. В. Васильева, А. Ф. Бурлак и Г. И. Горецкого. На основании спорово-пыльцового анализа С. С. Маныкиным была разработана схема неогеновых отложений Беларуси (1959 г.). Были установлены пять характерных типов спорово-пыльцовых спектров, позволяющих выделять образования неогена. Коллективом авторов под руководством Г. И. Горецкого в 70–80-е гг. ХХ в. обосновано стратиграфическое расчленение на основе палеонтологических данных и составлена стратиграфическая схема неогеновых образований.

В результате обобщения всех имеющихся на тот момент фактических материалов и данных исследований в 1983 г. была утверждена региональная стратиграфическая схема неогеновых отложений Беларуси, разработанная Л. Ф. Ажгиревич и др. В данной схеме миоценовые отложения подразделялись на бриневский (нижний-средний миоцен) и антопольский (верхний миоцен) региональные горизонты. Плиоценовые отложения рассматривались в составе белицкой серии, граница между палеогеновой и неогеновой системами проводилась по кровле крупейской свиты. Верхняя граница неогеновой системы определялась по кровле дворецкой свиты [1].

Палеоботанические исследования 80–90-х гг. (Якубовская и др., 1989, 1992, 1995 и др.) позволили уточнить стратиграфическую схему неогеновых отложений. Были выделены три региональных надгоризонта: бриневский и антопольский в миоцене и колочинский в плиоцене – и сопоставлены с общей стратиграфической шкалой неогена. Таким образом, палеоботанические исследования 1981–1998 гг. позволили уточнить стратиграфическую схему неогеновых отложений, которая коррелируется с климатической и стратиграфической периодизацией неогена (Зубаков, 1990; Planderova et all., 1993).

Проект стратиграфической схемы неогеновых отложений Беларуси и ее основные отличия от схемы 1981 г. были предложены сотрудниками Института геохимии и геофизики НАН Беларуси Т. В. Якубовской, Л. Ф. Ажгиревич, Я. И. Аношко, Т. Б. Рыловой, Г. К. Хурсевич [4]. Авторами выполнена ревизия палеоботанических материалов, использованных при обосновании схемы 1981 г., и интерпретированы полученные новые данные по палинологии, палеокарпологии и палеоальгологии [5]. Приведены также новые данные по литологии, геохимии и фациальным особенностям неогеновых отложений (Бурлак, Зинова, 1983; Зайцева, 1987; Шиманович, Лосева, 1988; Ажгиревич и др., 1989; Аношко, 1990 и др.).

В указанном проекте бриневскому и антопольскому стратонам (в прежней схеме горизонты) придан ранг надгоризонтов миоцена. Введены новые горизонты отложений миоцена – смолярский и букчанский в бриневском надгоризонте; бурносский, лозский, детомльский и асокский в антопольском надгоризонте. Отложения плиоцена объединены в один колочинский надгоризонт, в котором выделены холмечский и дворецкий горизонты, в свою очередь подразделяющиеся на два подгоризонта. Кроме этого,

использовано новое структурно-фациальное районирование неогеновых отложений Беларуси, отражены новые районы распространения этих отложений [4].

Академиком А. В. Матвеевым совместно с коллективом авторов – сотрудниками Института природопользования Национальной академии наук Беларуси и Института геологии НПЦ по геологии были предложены изменения в стратиграфических схемах неогеновых и четвертичных отложений Беларуси после пересмотра границы между системами в связи с решением Международного союза геологических наук [6]. Решение о переносе нижней границы четвертичной системы и плейстоценового отдела (с 1,8 млн лет на 2,58 млн лет, 2009) вносят изменения в Стратиграфические схемы неогеновых и четвертичных отложений Беларуси 2010 г. В результате основание квартера было определено в интервал, к которому приурочено глобальное похолодание, после которого последовало материковое оледенение Северного полушария. Это похолодание специалисты связывают с началом четвертичного периода. Проведена интерпретация результатов исследований с учетом новых стратиграфических данных, основанных на итогах анализа отложений и изучения их спорово-пыльцевым и палеокарпологическим методами [6].

На заседании Стратиграфической комиссии при НПЦ по геологии, которая уполномочена рассматривать стратиграфические схемы отложений всех геологических систем территории Беларуси и вносить предложения по их изменению с целью совершенствования, 23 января 2017 г. были рассмотрены и рекомендованы к утверждению стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси, изданные в 2010 г. и используемые в настоящее время. Комиссия приняла решение об изменениях в схемах неогеновой и четвертичной систем, вытекающих из переноса нижней границы четвертичной системы на уровень 2,58 млн лет. Рассмотренные комиссией стратиграфические схемы докембрия и фанерозоя Беларуси 2010 г. были утверждены Минприроды. Этим документом принята новая нижняя граница плейстоцена и четвертичной системы и увеличен стратиграфический объем отдела и системы.

Таким образом, в настоящее время важной задачей является разработка серии крупномасштабных картографических моделей неогеновых отложений на различных участках Гомельской области в рамках единой геоинформационной системы отложений кайнозоя Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.] / Ин-т геол. наук НАН Беларуси. Минск, 2001. 815 с.
- 2. Махнач, А. А. Введение в геологию Беларуси / А. А. Махнач ; науч. ред. А. В. Матвеев. Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2004. 198 с.
- 3. История геологических наук в Белорусской ССР / ред. Г. В. Богомолов [и др.]. Минск, 1978.
- 4. Стратиграфическая схема неогеновых отложений Беларуси / Т. В. Якубовская [и др.] // Литосфера. 2005. № 1 (22). С. 135–145.
- 5. Палеогеография кайнозоя Беларуси / под ред. А. В. Матвеева ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т геол. наук. Минск, 2002.-163 с.
- 6. Изменения в стратиграфических схемах неогеновых и четвертичных отложений Беларуси в связи с пересмотром границы между системами / А. В. Матвеев [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. 2019. Т. 63, № 3. С. 350–359.

UDK 550.4(477); 551.21:551.24

G. V. ARTEMENKO¹, L. V. SHUMLYANSKYY^{1, 2}

¹Ukraine, Kyiv, M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine

²Australia, Perth, Curtin University, School of Earth and Planetary Sciences E-mail: regulgeo@gmail.com; leonid.shumlyanskyy@curtin.edu.au

THE PALEOARCHEAN (3.3 Ga) AND MESOARCHEAN (3.0 Ga) TTGs OF THE WESTERN AZOV AREA, THE UKRAINIAN SHIELD

Introduction. A large anticline structure that comprises the West Azov and Remivka blocks occurs in the western part of the Azov Domain of the Ukrainian Shield. These blocks are composed of rocks of the Mesoarchean (3.2-3.0 Ga) granite-greenstone association and relics of an older basement. The anticline is divided into two parts by the Bilotserkivka structure of sub-latitudinal strike; the northern part includes the Huliaipole and Remivka blocks, and the southern part is comprised of the Saltycha anticline (Figure 1).

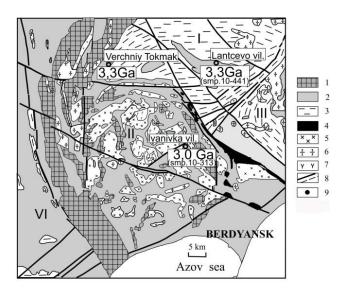


Figure 1 – A schematic geological map of the southern part of the West Azov area: 1 – the West Azov Series, 2 – the Dragunka strata, 3 – the Central-Azov Series, 4 – greenstone rocks of the Greenstone Structure, 5 – gabbro and granitoids of the Obitochne complex. Paleoproterozoic intrusions: 6 – granitoids, 7 – carbonatites, 8 – faults, 9 – sample numbers

The Archean plagiogranitoids of the West Azov area have underwent intense dislocation metamorphism during the Paleoproterozoic. In many areas they were transformed into plagioclase gneisses attributed to the Paleoarchean "Kainkulak strata" of the West Azov Series. Alternating thin "layers" of biotite-, amphibole-, and biotite-amphibole gneisses crop out in the upper reaches of the Konka and Kainkulak rivers. These rocks were previously interpreted as sedimentary structures. Archean rocks are strongly deformed in the Bilotserkiv-ka structure, where plagiogneisses with a thin-striped structure can be observed. For this reason, detailed geological-structural and geochronological studies are required for the chronostratigraphic subdivision of these gneisses. We have chosen two areas for our studies:

the Lantsevo anticline within the Bilotserkivka structure, and the Ivanivka area in the eastern part of the Saltycha anticline.

Analytical methods. Zircon morphology has been studied under an optical microscope, whereas the internal structure was documented using cathodoluminescence. U-Pb isotopic data were collected using the laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) in the GeoHistory Facility, John de Laeter Centre, Curtin University.

Research results

The Bilotserkivka structure. We have dated biotite plagiogneisses of the Lantsevo anticline that were considered to belong to the "Kainkulak strata". They often host large xenoliths of metamorphic rocks, i.e., two-pyroxene and pyroxene schists and pyroxene-magnetite quartzites. A sample of biotite plagiogneiss was taken in the upper reaches of the Berda river right tributary (ravine), at the north-eastern outskirts of the Lantsevo village. Bedding elements of gneisses: dip NE 5°, inclination 65°.

In terms of the chemical composition, biotite gneiss belongs to the family of granodiorite-tonalites of the potassium-sodium series ($SiO_2 = 65.05$ %; $Al_2O_3 = 14.79$ %; $Na_2O = 4.40$ %; $K_2O = 1.16$ %). These rocks have low Mg# = 33.9. They are poor in Rb (25.7 ppm) and rich in Sr (313 ppm). Average concentrations of HFS elements are as follows: Y (7.4 ppm), Nb (6.5 ppm), Yb (0.75 ppm); an average concentration of Ni (the only transition element found) is 19.7 ppm. The REE pattern is differentiated: $(La/Yb)_N = 15.5$. A positive europium anomaly is found $Eu/Eu^* = 1.2$.

The Saltycha anticline. Separate outcrops of trondhjemites with numerous metabasite relics are observed in a one-kilometer-long section on the right steep bank of the Kiltichia river in Ivanivka village. Amphibolites are cut by trondhjemite veins. In the southern part of this section, amphibolites strike NW 300°, dip NE 30°, inclination 75°.

A sample of trondhjemites (10-313) was taken in the area located ca. 500 m away from the southern outskirts of the Ivanivka village. In terms of the chemical composition, trondhjemite belongs to low alkaline granites (SiO₂ = 70.90–71.67; Al₂O₃ = 14.69–15.61 %; Na₂O = 5.24–5.26 %; K₂O = 0.46 %) of the sodium series. The Mg# of the rock is low (25.7–36.2). They are poor in Rb (2.8) and rich in Sr (657 ppm). They also have a very low content of such HFSE as Y (1.3 ppm), Nb (0.6 ppm), Yb (0.5 ppm), and of transitional elements, namely (Ni (12.8 ppm) and Cr (15.5 ppm). The REE pattern is highly differentiated: (La/Yb)_N = 49.2.

Results of the U-Pb zircon dating

Biotite plagiogneiss (sample 10-441). We have analysed 32 zircon grains from the sample of biotite plagiogneiss. In six grains two analyses were performed, one in the core part of the crystal, and another one in the marginal part. Altogether, 38 analyses were carried out in this sample.

In general, obtained results spread along the discordia line that intercepts the concordia at 3374 ± 61 and 2530 ± 240 Ma (Figure 2, A). However, most of the results (22 spots) cluster near the upper intercept; the concordia age calculated for this cluster is 3299 ± 11 Ma (Figure 2, B). We accept that age as the time of primary tonalite crystallization. The lower intercept age may indicate a metamorphic event during which primary igneous tonalite was transformed into biotite gneiss.

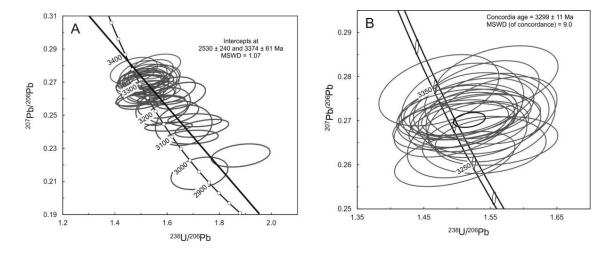


Figure 2 – U-Pb diagram for zircons from biotite gneiss of the Lantsevo anticline of the Bilotserkivka structure (sample 10-441). A – diagram showing all results and corresponding concordia intercepts, B – the concordia age for the ca. 3000 Ma cluster

Trondhjemite (sample 10-313). In total, 52 analyses were performed in 42 grains separated from trondhjemite of the Saltycha anticline (Ivanivka village). Ten grains were analyzed both in the core and marginal parts of the crystals. Around 65 % of the analyses yielded concordant results, while the rest demonstrate a significant spread towards younger ages. The upper intercept age calculated for all results is 3027 ± 30 Ma (the low intercept is at ca. 500 Ma, MSWD = 12; Figure 3). The weighted average 207 Pb/ 206 Pb age calculated for the concordant results is 3013 ± 15 Ma (MSWD = 3.9). We assume that this age corresponds to the time of initial trondhjemite crystallization.

Discussion and conclusions. The Paleoarchean (ca. 3.3 Ga) age of tonalites of the Lantsevo anticline in the Bilotserkivka structure has been established. A similar age was earlier obtained for tonalites located at 30 km in the western part of the Bilotserkivka structure (Verkhniy Tokmak area). These data show that the Bilotserkivka structure is a block representing an ancient basement. The Mesoarchean (ca. 3.0 Ga) age of trondhjemites of the Ivanivka area of the Saltycha anticline was determined. These trondhjemites are of the same age as TTGs of the Shevchenko complex that cut through the sedimentary-volcanogenic rocks of the greenstone structures in the Azov block.

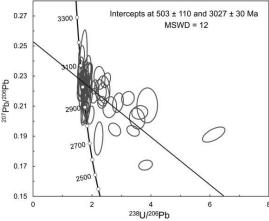


Figure 3 – U-Pb diagram with concordia for zircon from trondhjemite (Saltycha anticline, Ivanivka village, sample 10-313).

A similar age was obtained for biotite and amphibole-biotite gneisses of the "Kainkulak thickness" in the area of Zrazkove village located on Mokra Konka river (3.1-3.0 Ga) and for biotite gneisses in the lower reaches of the Kainkulak river (2.92 Ga). Correspondingly, rocks of the "Kainkulak thickness" represent TTGs of the Shevchenko complex transformed into gneisses in the Paleoproterozoic due to the dislocation metamorphism.

The Late Paleoarchean (ca. 3.3 Ga) TTGs occur in the West Azov and the Kursk Magnetic Anomaly block of the Voronezh crystalline massif [1]. They can also be present in the basement of the Middle Dnieper Domain, where detrital zircons of this age occur in the Vysokopillya greenstone structure. These data indicate that extensive late Paleoarchean (ca. 3.3 Ga) protocraton existed in the eastern part of the Ukrainian Shield and the Kursk magnetic anomaly block of the Voronezh massif. Greenstone belts and TTGs were formed on this protocraton in the Mesoarchean (ca. 3.2-3.0 Ga) time.

REFERENCES

1. A buried Paleoarchean core of the Eastern Sarmatia, Kursk block: U-Pb, Lu-Hf and Sm-Nd isotope mapping and paleotectonic application / K. A. Savko [et al.] // Precambrian Research. – 2021. – Vol. 353. – P. 1–24.

УДК 551.435.4

А. А. ВАШКОВ

Россия, Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН E-mail: vashkov@geoksc.apatity.ru

ХОЛМИСТЫЙ МОРЕННЫЙ РЕЛЬЕФ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ: МОРФОЛОГИЯ, СТРОЕНИЕ, ГЕНЕЗИС

Одним из наиболее типичных ледниковых ландшафтов Белорусского Поозерья является холмистый моренный рельеф. Он представляет собой сочетание моренных холмов изометричной формы и овальных в плане моренных гряд, разделенных замкнутыми котловинами. Эти формы расположены как в виде изометричных площадей, так и в виде вытянутых полос, как правило, вне крупных аккумулятивных возвышенностей. Одним из таких участков является полоса холмистого рельефа шириной 4—6 км и длиной до 15 км в районе д. Холомерье Городокского района (рисунок, *II*, *III*).

Район исследования представляет собой равнину с абсолютными отметками высот 160—185 м. Она расположена вблизи северо-западного склона ледораздельной Городокской возвышенности и отделяется от нее долиной р. Оболь. Равнина входит в область распространения поозерского оледенения, в его браславскую фазу [1]. Морфометрические показатели ледникового рельефа, подсчитанные по методике [2], указывают на повышенное число холмов на 1 км², около 10—16 штук. Средняя высота склонов этих холмов составляет 4—8 м, средняя протяженность склонов 45—75 м, коэффициент вертикального расчленения рельефа (отношение высоты склона к его крутизне) 0,5—1,0. По этим показателям рельеф равнины заметно отличается как от прилегающей с юго-запада Полоцкой низины, так и от краевого рельефа склонов Городокской возвышенности [3].

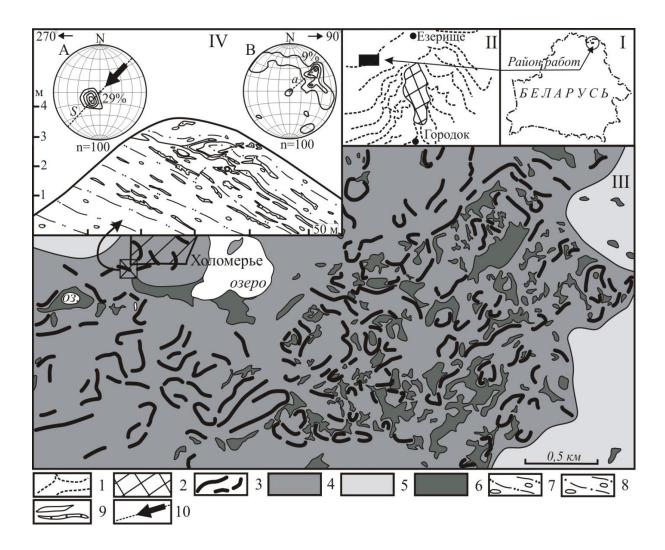


Рисунок — Схема холмистого моренного рельефа в районе д. Холомерье Условные обозначения на врезке II: 1 — границы фаз сокращения поозерского ледникового покрова, 2 — моренное плато Городокской ледораздельной возвышенности; на врезке III: 3 — линии через вершины моренных холмов и гребни гряд с общим основанием, 4 — участки выхода на поверхность морены, 5 — то же водно-ледниковых отложений, 6 — то же болотных и озерных отложений; на врезке IV: 7 — диамиктон с преобладанием песчаных частиц, 8 — то же с преобладанием глинистых частиц, 9 — линзы глин и песков в диамиктоне, 10 — определенное направление давления ледника при формировании гляциоструктуры. Структурные диаграммы выполнены на нижней полусфере сетки Шмидта. Диаграмма А — ориентировка полюсов сланцеватости и слоистости в диамиктоне, В — ориентировка длинных осей гальки и валунов в диамиктоне

В плановой конфигурации холмистого рельефа прослеживается субпараллельная линейная упорядоченность в виде цепочек холмов с общим основанием. Между такими формами располагаются мореные холмы без определенной плановой ориентировки, иногда образующие группы из серпообразных и кольцевых форм. Холмы разделяются небольшими западинами, дно которых чаще всего заболочено. Наиболее крупные и глубокие западины заняты озерными котловинами.

В строении ледникового холмистого рельефа участвуют диамиктоны красносерого цвета, с преобладанием в составе как тонко- и мелкозернистых песков, так и алеврито-глинистых частиц. Текстура диамиктона монолитная, с линзами глин серого и синего цвета, а также песков мелко-, среднезернистых. Линзы и тонкие присыпки песков мелкозернистых придают диамиктону характерную сланцеватую (плитчатую) текстуру, связанную с последовательным отчленением пластов льда, перенасыщенного дебрисом [4–6]. Характерное строение исследовано в разрезе моренного холма на южной окраине д. Холомерье. Здесь диамиктон вместе с линзами глин и песков залегает в виде единого блока-чешуи толщиной свыше 4 м (рисунок, *IV*). Отдельные линзы глин в блоке извилистые, а вокруг валунов линзы глин и песков образуют текстуры течения. Первичная слоистость блока нарушается немногочисленными сколами амплитудой смещения до 20 см.

Падение линейных и плоскостных элементов диамиктона, определенное по методике [4], указывает на характерную гляциотектонитам упорядоченность слоистости, сланцеватости и обломочного материала (рисунок, IV, A, B). Полюса сланцеватости и слоистости, а также ориентировка длинных осей галек и валунов характеризуются одним четко выраженным максимумом, который отражает ориентировку α -линейности, характерную для S-гляциотектонита [4]. Подобная ориентировка сланцеватости диамиктона в составе блока-чешуи и ориентировка максимумов на диаграммах указывает на его формирование в результате выдавливания материала в юго-западном направлении.

Особенности морфологии и строения холмистого моренного рельефа могут указывать на его формирование в пределах краевых зон покровных ледников. Участок формирования этих форм должен находиться на удалении от непосредственного края ледника на расстояние 2-8 км, поскольку в его пределах отсутствуют маргинальные формы рельефа, а также комплекс фронтальных флювиогляциальных осадков. Подобные условия могут возникать также на участках локальных ледоразделов между небольшими языками ледника [4; 5]. Формирование холмистого моренного рельефа, таким образом, соответствует условиям закрытой ледниковой зоны и связано с деформациями перенасыщенного дебрисом льда и пород ледникового ложа. В таких условиях могут возникать как надвиговые, так и складчатые гляциодислокации, формируемые в результате краткосрочных подвижек относительно небольших блоков ледникового покрова. Направление давления этих блоков в пределах краевой зоны может существенно отличаться (до 90°) от главного направления давления ледникового покрова или его отдельной лопасти. При последующем таянии ледника такие гляциодислокации формируют мозаичный холмистый рельеф. Наличие упорядоченных цепочек холмов или коротких гряд может также свидетельствовать о краткосрочных осцилляциях ледникового покрова.

Подобным образом сформированы полосы грядово-кольцевого рельефа в северо-восточном секторе Скандинавского ледникового покрова, которые имеют как определенное морфологическое сходство с холмистым моренным рельефом района исследования, так и сходство в строении отдельных форм [7; 8]. Однако в то же время подобный рельеф на территории Скандинавского полуострова интерпретируется иначе и связан с аккумуляциями абляционных морен на бортах небольших внутриледниковых озер [9; 10].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Karabanov, A. K. The Pleistocene glaciations in Belarus / A. K. Karabanov, A. V. Matveyev // Quaternary glaciations – extent and chronology. A closer look / eds. J. Ehlers, P. L. Gibbard, P. D. Hughes. – Amsterdam: Elsevier, 2011. – P. 29–36.

- 2. Оценка расчлененности рельефа Литвы для целей моделирования регионального развития / Л. А. Кайрюкштис [и др.] // Тр. Акад. наук Литов. ССР. Сер. Б. 1983. Т. 5. С. 85–93.
- 3. Вашков, А. А. Структура и ледниковый морфогенез Городокской возвышенности : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / А. А. Вашков. Минск : РУП «НПЦ по геологии», 2015.-26 с.
- 4. Аболтиньш, О. П. Гляциоструктура и ледниковый морфогенез / О. П. Аболтиньш. Рига : Зинатне, 1989. 284 с.
- 5. Лаврушин, Ю. А. Ледовый тип седименто- и литогенеза / Ю. А. Лаврушин, А. Р. Гептнер, Ю. К. Голубев. М.: Наука, 1986. 156 с.
- 6. Каплянская, Ф. А. Гляциальная геология : метод. пособие по изучению ледниковых образований при геологической съемке крупного масштаба / Ф. А. Каплянская, В. Д. Тарноградский. СПб. : Недра, 1993. 328 с.
- 7. Евзеров, В. Я. Строение и формирование внешней полосы одного из поясов краевых образований поздневалдайского ледникового покрова в Кольском регионе / В. Я. Евзеров // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. 2015. № 4. С. 5–12.
- 8. Вашков, А. А. Строение грядового рельефа и особенности дегляциации в районе озера Мартимъявр (Кольский полуостров) / А. А. Вашков, О. Ю. Носова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. -2019. -№ 2. -ℂ. 26–35.
- 9. Hättestrand, C. The Glacial Geomorphology of Central and Northern Sweden / C. Hättestrand // Sveriges Geologiska Undersökning, Ca 85. 1998. 47 p.
- 10. Lindqvist, M. A. Kortejärvi Veiki moraine plateau a key to the glacial history of northern Sweden: Master's thesis in Geology / M. A. Lindqvist. The Arctic University of Norway, 2020. 109 p.

УДК 550.834.32+551.242.51

Р. Э. ГИРИН

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси E-mail: girinrobert@gmail.com

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ ЗАПАДА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ФУНДАМЕНТА И РЕЛЬЕФОМ

Детальное сопоставление глубинной структуры земной коры с рельефом поверхности кристаллического фундамента запада Восточно-Европейской платформы (ВЕП) привело нас ранее к заключению, что территории, сложенные преимущественно тонкими и легкими блоками коры типов Е, D, C-D и С, формируют крупные положительные структуры поверхности фундамента: Балтийский щит, Украинский щит, Воронежскую и Мазурско-Белорусскую антеклизы, Полесскую, Латвийскую и Брагинско-Лоевскую седловины, Северо-Молдавский выступ. В свою очередь, области, тектоническую композицию которых составляют главным образом мощные и тяжелые блоки земной коры типов А, А-В и В, соответствуют отрицательным структурам поверхности фундамента: Балтийской синеклизе, Подлясско-Брестской, Волыно-Подольской и Оршанской впадинам, Молдавской моноклинали.

В последующем на территории Белорусско-Прибалтийского региона (БПР) были проведены международные профили глубинного сейсмического зондирования корреляционным методом преломленных волн (ГСЗ-КМПВ): EUROBRIDGE-95, EUROBRIDGE-96 и EUROBRIDGE-97; POLONAISE'97 Р4, CELEBRATION -2000 CEL 05 и GEORIFT-2013, которые позволили значительно детализировать глубинное строение его верхней литосферы. Одним из важных фактов, полученных при этом, явилась аномальная глубинная структура по профилю EUROBRIDGE-96 Центрально-Белорусского кристаллического массива, входящего в Центрально-Белорусскую шовную зону фундамента, которая характеризуется мощной (50–53 км) и очень плотной (порядка 2,90–2,93 г/см³) земной корой при сильно редуцированном ее верхнем слое (Vp < 6,4 км/с) толщиной всего 5–7 км и экстремально утолщенной антиформной средней корой мощностью порядка 20 км и также антиформной нижней корой толщиной около 26 км. Эти данные позволили уточнить глубинное строение Мазурско-Белорусской антеклизы (таблица). В этой же таблице размещены уточненные данные по Фенноскандинавскому и Канадскому щитам.

Таблица – Соотношение глубинной структуры земной коры с гипсометией кровли фундамента и земной поверхности

Территория	Нм, км	М, тн	Vp, км/с	Нф, м	Нр, м	S, км ²	
1. Белорусская	48–50	132 000-	6,65–6,70	-200	200–230	80 000	
антеклиза	40 30	145 000	0,03 0,70	200	200 230		
2. Воронежская	47	124 000	6 67	150	200–250	170 000	
антеклиза	4/	134 000	6,67	-150	200–250	170 000	
3. Украинский щит	45	128 000	6,62	150-250	200-250	250 000	
4. Фенноскандинавский	42	120 000	6.5	300–400	300–400	1 200 000	
(Балтийский) щит	42	120 000	6,5	300-400	300-400	1 200 000	
5. Канадский щит		04.000					
(за исключением Грен-	34–35	94 000–	6,4	300-610	300-610	5 000 000	
ландии)		97 000				1	

Примечание — H_M — средняя мощность земной коры; M — масса столба кристаллических горных пород высотой, равной средней мощности земной коры, и сечением $1 m^2$; V_P — средняя скорость продольных сейсмических волн в земной коре; H_Φ — глубина залегания поверхности фундамента в абсолютных отметках; H_P — высота рельефа дневной поверхности; S — площадь.

Для сравнения весь БПР характеризуется мощностью земной коры около 49 км, скоростью продольных волн порядка 6,70 км/с, глубиной залегания поверхности фундамента -750 м, высотой рельефа 110-140 м.

Анализируя данную таблицу и привлекая для более уверенных выводов материалы по древней Северо-Американской платформе, можно сформулировать следующие выводы.

1. Фенноскандинавский щит, площадью около 1 200 000 км², включает в себя территорию южной Финляндии, которая характеризуется наличием необычайно обширной области с аномально мощной земной корой толщиной около 60 км, составляющей порядка 9 % от всей площади данного щита и не имеющей аналогов на территории всей западной половины Восточно-Европейского кратона. Ареал распространения земной коры мощностью более 55 км занимает при этом около 10 %, а площадь коры с мощностью более 50 км составляет 12 % площади Фенноскандинавского щита.

Эта область аномально мощной коры (порядка 60 км) соответствует самому низкому гипсометрическому положению поверхности кристаллического фундамента, а значит, и рельефа земной поверхности на всей территории щита: не более 50–100 м над уровнем моря, тогда как остальная часть данного щита со средней мощностью консолидированной коры порядка 40 км характеризуется намного большими абсолютными отметками рельефа — порядка 300–400 м. В целом средняя мощность земной коры Фенноскандинавского щита оказалась равной примерно 42 км при средней скорости продольных волн в ней около 6,50 км/с.

2. Белорусско-Прибалтийский регион характеризуется тремя основными типами соотношений глубинных и поверхностных структур земной коры. Первый тип распространен на территории Полесско-Латвийской полосы поднятий фундамента, которая вместе с Украинским и Фенноскандинавским щитами образует главную субмеридиональную тектоническую ось ВЕП. Этот тип соотношений характеризуется главным образом сочетанием субгоризонтальной поверхности Мохо и конформной ей поверхности кристаллического фундамента. Наиболее отчетливо первый тип соотношений фиксируется на территориях Фенноскандинавского и Украинского щитов.

Второй тип соотношений глубинных и поверхностных структур развит на остальной территории БПР (за исключением Припятского прогиба), где относительно слабый прогиб кровли фундамента соответствует сильно выраженному прогибу подошвы земной коры.

Третий тип распространен на территории Припятского прогиба с незавершенным процессом рифтогенеза и характеризуется обратным соотношением: незначительный подъем поверхности Мохо или ее субгоризонтальное положение сочетается с прогибом кровли фундамента, при котором мощность платформенного чехла примерно в 7 раз меньше мощности консолидированной коры.

3. Днепровский прогиб также имеет обратное соотношение: субгоризонтальная или сводообразная поверхность Мохо сочетается с сильным прогибом поверхности фундамента, где мощность консолидированной коры более чем в 2 раза больше мощности платформенного чехла.

Донецкий прогиб характеризуется обратным соотношением, где субгоризонтальная поверхность Мохо соответствует очень сильному прогибу поверхности фундамента, при котором мощность консолидированной коры равна мощности платформенного чехла.

- 4. В целом на западной половине Восточно-Европейской платформы колебания мощности консолидированной земной коры изменяются примерно в 3 раза от 20 км в Донецком инверсированном сегменте Припятско-Днепровско-Донецкого (ПДД) палеорифта до 60–62 км на территории Балтийской синеклизы, Молдавской моноклинали и Фенноскандинавского щита (обширная площадь в южной Финляндии). Соответственно, мощность платформенного чехла при этом принимает значения от 0 до 20 км, т. е. полностью отсутствует на территории Фенноскандинавского и Украинского щитов и достигает максимальных значений на площади Донецкого прогиба ПДД авлакогена.
- 5. Главные положительные структуры поверхности фундамента запада Восточно-Европейской платформы закономерно отражаются в глубинном строении по средней мощности земной коры и средней скорости продольных волн: Белорусская антеклиза 48—50 км и 6,65—6,70 км/с; Воронежская антеклиза 47 км и 6,67 км/с; Украинский щит 45 км и 6,62 км/с; Фенноскандинавский щит 42 км и 6,5 км/с. Еще более выразительно выглядит Канадский щит Северо-Американской платформы, входящей в Лавразийскую группу древних платформ: 34—35 км и 6,4 км/с. Закономерно

возрастает при этом площадь и гипсометрическое залегание поверхности консолидированного фундамента данных положительных структур: Белорусская антеклиза $-80\,000\,\,\mathrm{km}^2$ и -200м от уровня моря; Воронежская антеклиза $-170\,000\,\,\mathrm{km}^2$ и $-150\,\,\mathrm{m}$; Украинский щит $-250\,000\,\,\mathrm{km}^2$ и +150– $250\,\,\mathrm{m}$; Фенноскандинавский щит $-1\,200\,000\,\,\mathrm{km}^2$ и +300– $400\,\,\mathrm{m}$, а также Канадский щит $-5\,000\,000\,\,\mathrm{km}^2$ (без учета Гренландии) и +300– $610\,\,\mathrm{m}$.

6. На территории плитных областей Северо-Американской платформы в целом наблюдается соотношение, при котором относительно слабый прогиб поверхности фундамента соответствует сильно выраженному прогибу подошвы земной коры, т. е. второму типу соотношений глубинных и поверхностных структур земной коры, выявленному на территории Белорусско-Прибалтийского региона. Так, например, область Великих равнин США характеризуется общим погружением поверхности Мохо на 5–15 км до глубин 48–52 км и соответствующим опусканием поверхности фундамента на глубин 1–6 км. Мощность консолидированной земной коры составляет при этом 45–50 км, оставаясь выдержанной на обширных территориях. Наибольшие глубины поверхности Мохо свойственны синеклизам Альберта, Иллинойс и Виллистон, а также прогибу Анадарко, где велика толщина платформенного чехла. Аналогичные согласные прогибания поверхностей Мохо и фундамента установлены в Мичиганской синеклизе Мидконтинента.

Таким образом, можно сделать заключение, что на территории Северо-Американской платформы наблюдаются те же самые закономерные взаимосвязи между глубинным строением и положительными, а также отрицательными структурами поверхности фундамента земной коры, которые обнаружены на территории запада Восточно-Европейской платформы.

УДК 550.834.32+551.242.51

Р. Э. ГИРИН

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси E-mail: girinrobert@gmail.com

СТРУКТУРА ВЕРХНЕЙ ЛИТОСФЕРЫ БЕЛОРУССКО-ПРИБАЛТИЙСКОГО РЕГИОНА ВДОЛЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ

На территории Белорусско-Прибалтийского региона (БПР) в рамках международной программы EUROPROBE были проведены профили глубинного сейсмического зондирования корреляционным методом преломленных волн (ГСЗ-КМПВ) с целью лучшего понимания тектонической истории земной коры и верхней мантии этой части древнего Восточно-Европейского кратона (ВЕК): EUROBRIDGE-95, EUROBRIDGE-96 EUROBRIDGE-97, POLONAISE'97 P4, CELEBRATION-2000 CEL 05, GEORIFT-2013.

До этого времени площадь БПР, перекрытая платформенным чехлом, была слабо изучена методами ГСЗ. Вместе с тем для всей территории запада Восточно-Европейской платформы (ВЕП) была разработана концепция генетической типизации земной коры, которая позволяла приблизительно оценить глубинную структуру всего объема земной коры БПР. В связи с этим нам представляется методологически важным сопоставить детальные материалы ГСЗ-КМПВ вдоль международных профилей с глубинным строением БПР, полученным на основе генетической типизации земной коры запада ВЕП.

Генетическая типизация была разработана на территории хорошо изученного в геологическом и геофизическом отношении Украинского щита (УЩ) и смежных с ним областей и отражала непрерывный эволюционный ряд типов коры от ядер древнейшей консолидации до зрелой коры. Для всех этих типов коры были созданы геологогеофизические эталонные модели, которые закономерно изменялись вдоль этого ряда при переходе от ядер древнейшей консолидации к зрелой коре. Для того чтобы непредвзято интерпретировать типы земной коры, выделенные на основе генетической типизации на территории БПР, автор в свое время предложил переименовать эволюционный ряд типов коры УЩ $Я \rightarrow ЯП \rightarrow H \rightarrow HA \rightarrow 3$ и Ш соответственно латинскими буквами $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ и S (шовные зоны, впоследствии обозначенные типом G).

Сейсмические модели разнотипных блоков земной коры Украины в совокупности с данными о вещественном составе их нижней части позволили нам построить эталонные геолого-геофизические модели всех типов коры. Выяснилось, что блоки земной коры типа A характеризуются самой мощной консолидированной корой (максимальная толщина 57 ± 6 км, средняя 52 ± 7 км) с преобладанием нижнего слоя коры над средним и верхним, прогибом поверхности Мохо и гранулит-базитовым составом нижней коры (намагниченность 4–5 A/м, плотность 2,98–3,05 г/см³). При этом наблюдается закономерное уменьшение мощности консолидированной коры от типа A к типу E, в котором максимальная толщина составляет 42 км (средняя – 39 км), граница Мохо образует поднятие, а состав нижней части коры – эндербитовый (намагниченность 0,5 A/м, плотность 2,99–3,01 г/см³).

С целью составления более точной и взаимосвязанной картины глубинного строения БПР при помощи комплексной нелинейной модели, описывающей связь поверхности Мохо с системой различных геологических и геофизических данных, была построена карта глубины залегания поверхности Мохо.

Таким образом, на территории БПР были выделены разнотипные блоки земной коры с присущими им эталонными геолого-геофизическими характеристиками глубинной структуры. В свою очередь, сравнительный анализ этого блокового строения с точными сейсмическими моделями верхней литосферы вдоль международных профилей позволит нам оценить и уточнить глубинное строение БПР в объеме всей его земной коры.

Результаты такого сопоставления отражены в таблице.

Анализ этих уточненных геофизических моделей блоков земной коры БПР показал, что при всех их специфических отличиях от эталонных типов земной коры территории Украины, в целом их геофизические характеристики не выходят за пределы дисперсии геофизических моделей соответствующих украинских эталонных типов коры.

Таким образом, в результате проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы:

1. Мощность земной коры Белорусско-Прибалтийского региона характеризуется значительной изменчивостью — от 63–64 км на территории Балтийской синеклизы, в пределах площади Инчукалнского блока земной коры типа А, до 42–43 км на территории северо-восточного склона Вилейского погребённого выступа Белорусской антеклизы, восточного борта Латвийской седловины и крайнего юга Новгородского кристаллического массива, в пределах распространения Лепельского и Браславского блоков коры С-D, а также Новгородского блока типа D. Главное отличие этой сравнительно тонкой земной коры состоит в отсутствии нижнего сейсмического слоя коры с Vp > 6,8 км/с. Данная двухслойная структура консолидированной земной коры характеризуется тем, что ее средняя кора (6,4 км/с < Vp < 6/8 км/с) мощностью 22–24 км преобладает над верхней корой (Vp < 6,4 км/с), толщиной 18–19 км, а мощность осадочного чехла

Таблица 1 – Глубинная структура блоков земной коры Белорусско-Прибалтийского региона

	Земная кора	Мош				ощность			Морфология	Скорость
Тип Бло	Γ	Профиль	Земная	Платформ.	Верхняя	Средняя	Нижняя	Консолид.	границы Мохо	верх. мант
	Блоки		кора, км	чехол	кора. км	кора. км	кора. км	кора, км	амплитуд., км	км/с
A	Вильнюсский	EUROBRIDGE-95-96	50-54 (52)	0.5	11-16 (14)	8-11 (10)	24-29 (28)	51,5-53	Прогиб с горстом, 5	8,3
	Вильнюеский	POLONAISE'97 P4	49-50	1.0	10	18	22	48-49	Прогиб	8.25
	Вильнюсский	CELEBRATION-2000 CEL 05	45-52	0.5	17-20 (18.5)	11-15 (13)	12-15	45-51.5	Прогиб. 6	8,2
	Калининградский	EUROBRIDGE-95	41-44	1,0-1,5	15-19 (17)	12-15 (14)	7-14 (10)	40-42	Субгоризонт.	8,35
	Калининградский	POLONAISE'97 P4	44-46 (45)	1.2	13	10	19-21	43-45	Монокл. Погружение, 2	8,2
	Винницкий	EUROBRIDGE-97	47-51	0	17-20	19	12-17	47-51	Прогиб, 5	8,3
А-В	Бобруйский	EUROBRIDGE-96	47-50	2,0-2,5	14	15	15-18	45-47	Монокл, погружение	8,4
	Бобруйский	EUROBRIDGE-97	43-45	0,5-3,5	8-18	21-26	6-9	39 - 44,5 ¹	Слаб, прогиб, 2	8.37
	Бобруйский	GEORIFT-2013	46-47	3,0-4,0	11-12	11-13	18-22	43-44	Субгоризонт.	8,2
В	Брестский	CELEBRATION-2000 CEL 05	42-45	1,2-1,4	19	10-11	12	40.5-44	Монокл. погружение, 3	8,2
	Мозырский	EUROBRIDGE-96	50	3,5-4,5	11	12	19-22	45-47	Субгоризонт.	8,4
	Мозырский	EUROBRIDGE-97	43-45 (44)	3,0-3,7	4-8	22-27	10-15	41-442	Субгоризонт.	8,1
	Мозырский	GEORIFT-2013	45-47	4.0	10-11	12-13	19	40-43	Монокл. подъём. 2	8,2
	Новоград-Волынский	EUROBRIDGE-97	45	0	12	23-29	4-10	45	Субгоризонт.	8,35
С	Центрально-Литовский	EUROBRIDGE-95	44-49	0,5-2,0	13-19	10-16	10-21	42-48		8.25
	Центрально-Литовский	POLONAISE'97 P4	48-49	0,5-1,0	7-9	10-20	20-23	47-48	Монокл. Погружение, 2	8,25
	Речицкий	GEORIFT-2013	40-45	1,5-5,3	6-12 ³	12-13	19	35-42 ⁴	Горизонт ступсичат., 5	8.2-8,25
	Минский	EUROBRIDGE-96	47-53 (50)	0.5	5-14	15-20	15-26	45-52,5	Горизонт ступенчат. 6	8,4
C-D	Минский	GEORIFT-2013	46-47	0,5-3,0	10-12	10-12	22-23	44-45	Горизонт.	8,2
	Лепельский	CELEBRATION-2000 CEL 05	42-43	0.5	18-19	22-24	0	42,0-42.5	Субгоризонт.	8.28
	Браславский	CELEBRATION-2000 CEL 05	42-43	0,5-0,6	18-19	22-24	0	41,5-42.5	Субгоризонт.	8.28
D	Новгородский	CELEBRATION-2000 CEL 05	42-43	0,6-0,75	18-19	22-24	0	42,0	Субгоризонт.	8,28
G	Львовский	CELEBRATION-2000 CEL 05	43-51	3.0-11.0	5-20	14-15	8-23	38-40	Прогиб, 8	8,0-8,2

¹ под Припятским прогибом 39-41 км 2 под Припятским прогибом 41 км, под Коростенским плутоном 44 км 3 под Припятским прогибом 10 км, под Брагинским выступом 12 км, под Днепровской впадиной 6 км 4 под Припятским прогибом 39-40 км, под Брагинским выступом 42 км, под Днепровской впадиной 35 км

составляет всего 0,5–0,75 км. Такое глубинное строение земной коры является необычным и раньше достоверно не фиксировалось ни на территории Украины, ни на территории Белорусско-Прибалтийского региона.

- 2. Наблюдается аномальное глубинное строение Центрально-Белорусской шовной зоны фундамента и соответствующей ей части Белорусской антеклизы (Центрально-Белорусский кристаллический массив) по профилю EUROBRIDGE-96, которое характеризуется мощной (50–53 км) и очень плотной (порядка 2,90–2,93 г/см³) земной корой при необычайно сильно редуцированном ее верхнем слое (Vp < 6/4 км/с) толщиной всего около 5–7 км и одновременно с этим экстремально утолщенной, антиформной средней корой мощностью порядка 20 км с подстилающей ее очень мощной и также антиформной нижней корой толщиной около 26 км.
- 3. Припятский неинверсированный сегмент Припятско-Днепровско-Донецкого палеорифта характеризуется наибольшей мощностью консолидированной коры (39–47 км) и наименьшей толщиной платформенного чехла (5,5–6,0 км) по сравнению с Днепровским неинверсированным (консолидированная кора 27–29 км и чехол 11–12 км) и Донецким инверсированным (консолидированная кора около 20 км, платформенный чехол порядка 20 км) сегментами. Припятский прогиб представляет собой территорию, характеризующуюся незавершенной фазой рифтогенеза с незначительным подъемом поверхности Мохо в центральной части Припятского прогиба до глубины около 45 км и амплитудой не более 3–5 км.
- 4. Брагинско-Лоевская седловина выражена в глубинном строении утолщенной консолидированной земной корой мощностью около 42 км по сравнению с соседними территориями: Припятский прогиб 39—40 км и Днепровская впадина около 35 км. Такое различие в глубинной структуре обусловлено в основном изменением толщины верхнего слоя коры от 10 км в Припятском прогибе, через 12 км на площади седловины и до 6 км на территории Днепровской впадины.
- 5. По уточненным данным, Белорусская антеклиза, занимающая площадь порядка $80~000~{\rm km}^2$, характеризуется мощностью земной коры порядка $48–50~{\rm km}$, средней скоростью продольных волн $6,65–6,70~{\rm km/c}$ и глубиной залегания поверхности кристаллического фундамента $-200~{\rm m}$.

УДК 55:551.35.3:551.773

А. Д. ГОНЧАР, М. Х. ИСКАНДАРОВ, Н. Э. ШУКУРОВ, Ш. Р. ШУКУРОВ

Узбекистан, Ташкент, ИГГ имени X. М. Абдуллаева E-mail: aldangon44@mail.ru

ПРИЗНАКИ ШЕЛЬФОВОГО ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ В ПОЗДНЕМЕЛОВОЕ ВРЕМЯ ЮГО-ЗАПАДНОГО ГИССАРА

Трудами нескольких поколений крупных ученых-литологов Узбекистана (В. И. Попов, А. М. Акрамходжаев, В. И. Троицкий, А. Г. Бабаев, М. Э. Эгамбердыев и др.) заложены теоретические основы определения обстановок осадконакопления морских и наземных осадочных отложений фанерозоя региона. Эта методика позволяет не только выявлять фациальные, климатические особенности формирования осадка в различных динамических обстановках региона на всем пути его преобразования в осадочную породу, но и выделять стадии вторичных изменений и оценивать перспективы локализации в них проявлений полезных компонентов. Все это способствовало

созданию неформальной Ташкентской школы литологии, объединившей специалистов различных научных и производственных организаций. Ряд крупных коллективных монографий по различным проблемам литологии был отмечен Государственной премией Республики Узбекистан. Применение на практике методики школы привело к открытию ряда проявлений различных рудных и нерудных полезных ископаемых. Разнообразие природных обстановок литогенеза на Тянь-Шане далеко не полностью отражено в работах предшественников, что позволяет внести в них некоторые дополнения.

Одной из таких обстановок морского осадконакопления, ранее не отмеченной в работах по Тянь-Шаню, является проблема накопления отложений на шельфе. Гидрографическими работами, широко развернувшимися во многих странах, было установлено развитие вокруг всех современных континентов широкой и пологой зоны осадконакопления, получившей название шельфа. Эти зоны оказались перспективными для накопления широкого круга полезных ископаемых, став объектами детального изучения во многих странах.

Шельф является материковой отмелью, представляет собой подводную, слегка наклонную равнину. Это выровненная часть подводной окраины материка, примыкающей к суше и имеющей общее с ней геологическое строение. Со стороны морского бассейна шельф ограничивается четко выраженной бровкой, расположенной до глубин 100–200 м. Проблемам современного шельфового осадкообразования посвящена обширная литература, ископаемым шельфам уделено значительно меньшее внимание. Несмотря на давнее употребление этого термина, до сих пор в литературе он употребляется достаточно произвольно, например для обозначения мелководных пространств морского дна не только окраинных геосинклинальных, но и внутриматериковых геосинклинальных морей.

Впервые упоминание о шельфе в пределах юго-западных отрогов Гиссара мы находим как предположение для осадков раннего мела этого района в сообщении А. В. Тевелева. Впрочем, никаких особых деталей при этом не приводилось. Это предположение сделано было, вероятно, на литологическом единстве толщ юры-нижнего и верхнего мела, образующих значительную «тектоническую паузу». Полученный фактический материал по строению и структуре позднемелового разреза в бассейне р. Туполанг (Юго-западные отроги Гиссара) позволяет сделать вывод об аналогичных современности геологических процессах в позднемеловое время, что уточняет представления о шельфе в геосинклинальных внутриматериковых бассейнах и допускает его выделение в позднемеловое время региона.

В литературе рекомендуется использование для геосинклинальных и других крупных бассейнов термина «прибрежное мелководье», а не «шельф», тем более что для ограниченной акватории позднемелового бассейна Гиссара не подходит понятие его как океана. Для начала дадим характеристику подводного рельефа и обстановок осадконакопления части разреза позднемеловых осадочных толщ в бассейне р. Туполанг. При анализе этих отложений сразу обращается внимание на полное отсутствие обломочных пород, преобладающее присутствие аргиллитов, глинистых известняков, лишь изредка отмечены алевролиты и мелкозернистые песчаники.

Из фациальных признаков широко представлены морфологически разнообразные слепки знаков ряби, среди которых преобладают слабо асимметричные с наклоном крутого склона к юго-востоку. Среди органических включений отмечены только тонкие створки устриц, норки ракообразных и следы «сверлильщиков камней». С последними связано образование т. н. «фации каменного дна». В литературе эти следы считаются доказанными показателями спокойной динамики осадконакопления. Стоит отметить,

что и для Ширкентского местонахождения следов динозавров (район развития осадков юра — раннего мела, несколько западнее Туполанга) все перечисленные признаки седиментации полностью аналогичны Туполангу. Вряд ли это просто совпадение. Все это позволяет нам полагать, что в этом районе в позднем меле, унаследовано от юры — раннего мела, преобладали относительно спокойные обстановки осадкообразования и осадконакопления. Убедительным доводом в пользу этого предположения является нахождение многочисленных следов хождения динозавров. Известно, что часто эти следы приурочены к мелководью в периоды отлива вод. Однако временами эта картина нарушалась штормовыми нагонами воды, приводившими к формированию весьма крупных симметричных валов, но и по ним потом прошлись в одном из обнажений динозавры. Высота валов не более 5–10 см, при длине волны в 2–3 м простирание совпадает с простиранием берегового вала.

К признакам эпизодических проявлений активной динамики на фоне спокойных обстановок можно отнести уникальный береговой вал (рисунок).



Рисунок – Береговой вал в верховьях сая Обичинаргаз

Эта редкая форма прибрежной зоны морского мелководья выявлена впервые для меловых толщ Узбекистана в верховьях сая Обичинаргаз (левого притока р. Туполанг). Представляет собой слабо ассиметричное возвышение, расположенное вдоль береговой линии, иногда состоит из серии таких образований и является продуктом набегающих на берег волн. Состоит из паттума (комков карбоната, обломков и раковин тонкостворчатых устриц, комков алевролита). Его высота достигает десяти метров, что можно принять за средний уровень глубины дна. Более пологий склон имеет простирание СЗ-ЮВ, т. е. совпадает с простиранием знаков ряби. В период формирования вал состоял из вязких составных частей и был способен менять свое положение под влиянием набегающих волн. О степени вязкости дна можно судить по наличию за валом слепков крупных знаков ряби, образованных в периоды крупных волнений, когда волны перехлестывали вал. Как и в современных зонах прибрежного мелководья, на рисунке можно видеть до четырех реликтов прежнего положения вала, незначительно измененных под влиянием усиления порывов ветра при периодических штормах. В некоторых публикациях, посвященных современным шельфам и береговым валам, ведется дискуссия о возможности передвижения вала при изменении наката волны. Выявлено, что гребень подводного вала располагается на глубинах, близких к глубине обрушения волн последнего относительно сильного и продолжительного по времени волнения. Учитывая постоянство динамики волновых процессов во времени, можно полагать, что такие же смещения вала могли происходить и в далеком прошлом. Геоморфологическая форма вала прослежена на метров сто. Наличие берегового вала является показателем пологого берега, что позволяло динозаврам спускаться при отливе для поиска пищи на мелководье после шторма. Их сохранившиеся следы на не успевшем просохнуть иле установлены в нескольких обнажениях. Иногда наступающий прилив смывал следы, а вязкая консистенция донных отложений способствовала затягиванию следов илом.

Бровка, обозначающая резкий переход прибрежного мелководья в относительно глубоководную впадину, установлена в притоке р. Туполанг. Эта граница совпадает с крупными массивами оползания известняков с включениями линз гипса, в фациальном отношении они выглядят чужеродными для этой части бассейна и явно поступили из мелководных заливов с нарушенным химизмом вод. Осадки местной глубоководной впадины представлены толщей черных аргиллитов (черносланцевая формация по В. И. Попову) со следами смятия, повлиявшими на их видимую мощность, вызванными внедрением крупных массивов известняка. Местами в них отмечены т. н. катуны, представляющие собой округлые образования различных размеров. Как и будины, катуны образовались при оползании в сторону бровки нелитофицированного осадка. С этими отложениями связаны находки слепков ростров белемнитов, считающихся активными придонными хищниками. В пределах бровки нами найдены два обнажения, по своему облику отнесенные к каньонам. Они находятся в левом борту р. Туполанг и вблизи устья сая Обичинаргаз. Первое из них представлено разногалечными, хорошо окатанными обломками пород разного состава. Цемент песчаный, скрепленный белым гипсом. Форма выхода линзовидная, по простиранию прослежена на 15-20 м при мощности до нескольких метров. Второй каньон установлен возле моста через сая Обичинаргаз, представлен крупной ложбиной на склоне, заполненной глыбами песчаников с «пустынным загаром».

Оба возможных каньона расположены на незначительном удалении друг от друга и представляют собой подводное продолжение русловых отложений. По литературным данным, представляют характерную черту строения шельфа. Есть основания полагать, что отложения выделяемого позднемелового шельфа при их широком площадном распространении могут представить интерес при оценке района на перспективы нефтегазовых работ наряду с уже выявленными волноприбойными бокситами и россыпью редких и рассеянных элементов.

УДК 551.43(476)

Н. Ф. ГРЕЧАНИК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина E-mail: hrachanik55@mail.ru

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ЭОЛОВЫХ АККУМУЛЯЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ БЕЛАРУСИ

Необходимыми условиями для возникновения и развития эолового рельефа является наличие несвязанного (рыхлого) пылеватого, сухого торфяного, чаще песчаного материала, реже – снега, а также среды переноса – воздушной оболочки с приповерхностными ветрами, достаточными для отрыва и транспортировки вышеперечис-

ленного материала. Воздушные потоки в атмосфере, наиболее динамичной и подвижной среде, принимающей участие в процессах рельефообразования, действуют повсеместно. Однако широкое развитие эолового литоморфогенеза возможно только там, где на обширных пространствах значительную часть времени породы обнажены и слабо покрыты растительностью. Такие условия сложились в пределах территории Брестского Полесья Беларуси, когда она развивалась в перигляциальных условиях в эпоху отступания припятского оледенения в днепровское и сожское время, а также во время поозерского оледенения и начале голоцена.

Широкое распространение эоловых аккумуляций и эолового рельефа связано с геологическими, литологическими особенностями региона и геологической историей его развития. Эоловые образования на территории Брестского Полесья имеют более чем столетнюю историю изучения. В основном изучались особенности генезиса, распространения и морфологические особенности эоловых форм на территории региона. Обобщающих сведений о минеральном составе эоловых аккумуляций данного региона в публикациях недостаточно, и носят они отрывочный характер.

Материал для исследований отбирался из рельефных эоловых форм, которые широко распространены на территории региона. Отобранный материал с помощью сит разделялся на фракции. Для определения минерального состава данные каждой фракции просматривались под бинокулярным стереоскопическим микроскопом МБС-10. Разделение материала по удельному весу на тяжелые и легкие минералы производилось по стандартной методике с использованием бромоформа (трибромметан) состава СНВгз. Для его стабилизации прибавляли 4 % спирта и доводили раствор до удельного веса 2,7.

На основании изучения отобранного материала из эоловых форм рельефа, расположенных у дд. Рытец, Орхово, Харсы, Леплевка, ст. Дубица, Збунин, Знаменка, Страдечи, Медно Брестского района, д. Хотислав Малоритского района и д. Оса Кобринского района, установлено, что в эоловых отложениях доминируют псаммитовые (песчаные) фракции 0,5–0,25 мм и 0,25–0,1 мм.

В верхней части, особенно в кровле изученных разрезов эоловых отложений региона содержание псефитового (крупнообломочного) материала составляет 4 %. По степени сортировки пески неоднородны. До глубины 2,0 м доминируют песчаные частицы размером от 2 до 1,2 мм. Наиболее сортированные разности приурочены к средней части изученных разрезов. На глубине 2,5–4,0 м почти во всех изученных разрезах увеличивается содержание материала размерностью 0,25–0,1 мм. Вниз по разрезу на глубине 4,5–5,2 м резко возрастает количество частиц алевритовой (пылеватой) фракции и пелитовых (глинистых), а также тонкодисперсных частиц.

Основными минералами эоловых аккумуляций псефитовой размерности являются минералы легкой фракции: кварц (85,2 %), полевые шпаты (7,4 %), мусковит (1,1 %), биотит (0,9 %), выветрелый глауконит (1,0 %). Количество темноцветных минералов тяжелой фракции (гранат, турмалин, циркон, рутил, гематит, роговая обманка, эпидот, пирит) в сумме составляет 4,2 %. Обломки кварца хорошо окатанные, имеют шарообразную форму с матовой поверхностью. Есть кварцевые обломки угловатой формы — острореберные и остроугольные стеклянного блеска. Гранаты (альмандин, гроссуляр и андрадит) остроугольной, угловатой формы, слабо окатанные, реже в виде бесформенных зерен. Гроссуляр находится в виде кристаллов додекаэдрической формы и обломков зерен различной степени окатанности. Максимальные его концентрации отмечены в эоловых аккумуляциях возле железнодорожной станции Дубица и в эоловых рельефных формах возле озер Белое, Черное и Тайное Брестского района. Циркон и рутил присутствуют в виде угловатых обломков неправильной формы с раковистым

изломом, имеются зерна хорошей степени окатанности с шероховатой поверхностью. Турмалин и роговая обманка присутствуют в виде угловато-окатанных, пластинчатых зерен иногда с неровными краями. Для удлиненных обломков турмалина характерна зональная окраска.

Минеральный состав эоловых аккумуляций менее размерных фракций включает содержание различных минералов. Материал псаммитовой (песчаной), алевритовой (пылеватой) и пелитовой (глинистой) фракций состоит из различных зерен минералов. В целом в их составе присутствуют легкие минералы, среди которых преобладает кварц и полевые шпаты. В процентном отношении это составляет более 80 %. В составе псаммитовой фракции доминируют кварц (65 %) и полевые шпаты (24 %). Содержание слюды незначительное (1 %). Обломки кварца округлой, угловатой формы. Наряду с такими формами в большом количестве присутствуют идиоморфные кристаллы кварца размером 0,5-0,8 мм. Присутствие такого кварца в составе псаммитовой фракции объясняется наличием разноразмерных обломков, разной степени выветрелости мелкозернистого кварцевого песчаника в эоловых отложениях западной части региона. В составе псаммитовой фракции песка содержится до 10 % тяжелых минералов с удельным весом более 2,7 г/см³. Среди них выделены роговая обманка, гранат, магнетит, эпидот, рутил, циркон, турмалин, глауконит и пирит. Роговая обманка в виде угловатых, окатанных, реже удлиненных зерен с едва уловимой штриховкой на удлиненных поверхностях. Окраска зерен равномерная черная, реже черно-зеленоватая. Некоторые зерна имеют зональную окраску. Гранаты представлены альмандином, андрадитом и редко гроссуляром. Альмандин красного, коричневато-красного, малинового цвета, андрадит – зеленовато-желтого, реже коричневого и бурого цвета. Гроссуляр идентифицируется по характерной бледно-зеленой окраске кристаллических зерен. Зерна граната изометричные, остроугольные, неправильно угловатые, некоторые с раковистым изломом на поверхности грани. Часто среди граната отмечаются изометричные кристаллические формы ромбододекаэдров. Поверхность таких зерен гладкая, матовая. На некоторых зернах отмечаются корочки из лимонита. Магнетит наблюдается в виде неправильных, различной степени окатанности зерен с металлическим блеском. Окраска минерала черная с синеватой побежалостью. Обломки эпидота желтовато-зеленого, типично фисташково-зеленого цвета с матовой поверхностью. Форма обломков пластинчатая, угловатая, реже – призматическая. Пироксены представлены авгитом и гиперстеном. Авгит среди других минеральных обломков отличается резкой шагреневой поверхностью зерен и растворяется в горячей соляной кислоте. Окраска минерала черно-зеленая и черная. Обломки гиперстена окатанные и полуокатанные, реже удлиненные призматической формы. Цвет коричневато-зеленый. Рутил среди тяжелых минералов псаммитовой, алевритовой и пелитовой фракций является доминирующим минералом. Окраска минерала красновато-бурая, зеленоватая, реже – синеватофиолетовая и черная. Рутил в материале псаммитовой фракции представлен в виде кристаллов удлиненной, тетрагональной и призматической формы. Отмечаются двойники срастания и коленчатые формы обломков. В алевритовой и пелитовой фракции зерна рутила хорошо окатанные, реже наблюдаются угловато-окатанные и таблитчатые обломки. Циркон по распространенности среди тяжелых минералов занимает второе место, особенно много его в алевритовой фракции. В псаммитовой фракции доминируют короткостолбчатые и длиннопризматические формы. В менее размерных фракциях преобладают хорошо окатанные шаровидные и боченковидные формы зерен. Турмалин из эоловых отложений характеризуется черной реже сиреневой окраской и характерным сечением обломков кристаллов в форме сферического треугольника, а также наличием одновременно штриховки на гранях. По совокупности этих признаков он достоверно различается с другими минералами, обладающими черной окраской. Глауконит встречается в виде шаровидных, лепешковидных и комковидных зерен бледно-зеленой окраски. Этот минерал присутствует как в тяжелой, так и в легкой фракции. Следует отметить, что в эоловых отложениях верхней части разреза преобладает глауконит легкой фракции, и его количество резко сокращается. Это, скорее всего, объясняется иссушением материала отложений и воздействием на него ветра с последующим выносом за пределы эоловых форм в заболоченные понижения. Пирит в материале эоловых отложений присутствует в незначительных количествах. Он встречается в виде зернистых, иногда конкреционных агрегатах темно бурого, реже золотистого цвета.

В алевритовой фракции доминирующим среди легких минералов является кварц (75 %). Количество полевых шпатов по сравнению с псаммитовой размерностью несколько уменьшается до 19 %, а количество слюд увеличивается до 4 %. Процентное содержание тяжелых минералов в алеврите составляет более 6 %. Состав минералов и их соотношения между собой совпадают с составом и соотношениями минералов псаммитовой размерности.

Во фракции пелита сохраняется такая же закономерность по составу и соотношению минералов. Наряду с мучнистым кварцем в этой фракции отмечены типичные глинистые минералы группы каолинита (диккит, накрит), группы монтмориллонита (нонтронит) и группы гидрослюд (гидромусковит, вермикулит, глауконит). В данной фракции присутсвует аутигенный кальцит и лимонит.

Минеральный состав эоловых песков на территории Брестского Полесья Беларуси – полимиктовый, включающий легкие и тяжелые минералы. Среди легких минералов во всех размерных фракциях доминирующими являются кварц и полевые шпаты, среди тяжелых – рутил и циркон.

УДК 549.514.81:544.228:004.94

А. Е. ГРЕЧАНОВСКИЙ, А. М. КАЛИНИЧЕНКО, Е. Е. ГРЕЧАНОВСКАЯ

Украина, Киев, ИГМР имени Н. П. Семененко НАН Украины E-mail: grechanovsky@gmail.com

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В СТРУКТУРЕ ЦИРКОНА ЯСТРЕБЕЦКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ (УКРАИНСКИЙ ЩИТ)

Акцессорный циркон является наиболее надежным минералом при определении возраста пород. Явление метамиктизации циркона приводит к изменению его физических и химических свойств, потери его физической и химической стабильности [1]. Природа метамиктности циркона исследуется длительное время зарубежными и отечественными учеными комплексом физических и физико-химических методов. На сегодняшний день одним из перспективных методов исследования этого явления является метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) [2].

Целью данной работы было выяснение особенностей структуры частично метамиктных цирконов на примере Ястребецкого рудопроявления (Украинский щит) и особенностей их рекристаллизации. **Объекты и методы исследования.** Были исследованы цирконы: образцы 1 и 2 (глубины 627 и 1069 м соответственно, относящиеся к среднеметамиктым цирконам II стадии) и образец 3 (глубина 1302,5 м, содержание U меньше – I стадия). Возраст цирконов составляет 1,6 млрд лет. В качестве основного метода исследования был использован ЯМР высокого разрешения (MAS ЯМР) на ядре ²⁹Si, а также метод рентгенофазового анализа (РФА).

Результаты эксперимента по методу РФА. Исходный образец 1 на дифрактограмме (рисунок 1) вместе с более узкими пиками имеет четко выраженные диффузионные дифракционные полосы, что соответствует литературным данным [3] для метамиктных цирконов. Все рефлексы дифрактограммы исходного образца расширены. Аморфная фаза циркона представлена широким фоновым рефлексом в диапазоне $2\theta = 20-40^{\circ}$ [3] и меньшим рефлексом в диапазоне $2\theta = 40-70^{\circ}$.

После прогрева образца 1 при T=800 и 1100 °C интенсивность диффузионных дифракционных полос уменьшается, интенсивность рефлексов кристаллического циркона — увеличивается. Так, после прогрева при T=800 °C значительно уменьшается фоновый рефлекс в диапазоне $2\theta=40$ —70°, а при T=1100 °C он исчезает и значительно уменьшается фоновый рефлекс в диапазоне $2\theta=20$ —40°. Это свидетельствует о качественных изменениях в структуре циркона, в том числе о существенном увеличении его кристалличности.

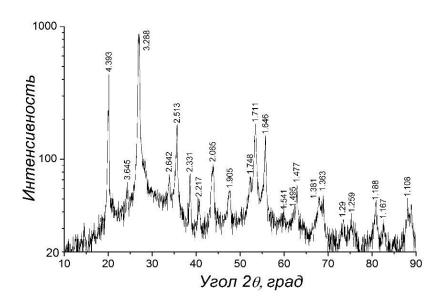


Рисунок 1 – Дифрактограмма исходного образца 1

В случае образца 3 дифракционные полосы изначально выражены слабее, чем в случае образца 1. Например, фоновый рефлекс в диапазоне $2\theta = 40-70^{\circ}$ отсутствовал, а в диапазоне $2\theta = 20-40^{\circ}$ выражен слабее, что показано на рисунке 2. После прогрева при T = 1100 °C фоновый рефлекс образца 3 в диапазоне $2\theta = 20-40^{\circ}$ значительно уменьшается.

Результаты эксперимента по методу MAS ЯМР. Для получения информации о локальной структуре образцов были получены спектры MAS ЯМР для исходных образцов 1–3, а также для образца 1 после отжига при различных температурах: 600, 800, 900 и 1100 °C. Полученные экспериментальные результаты по методу MAS ЯМР приведены на рисунках 3, 4.

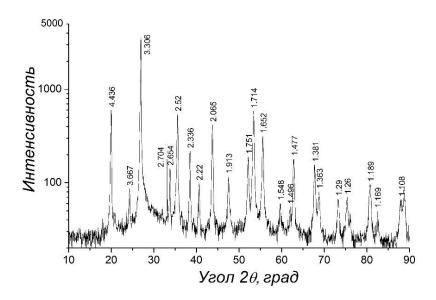


Рисунок 2 – Дифрактограмма исходного образца 3

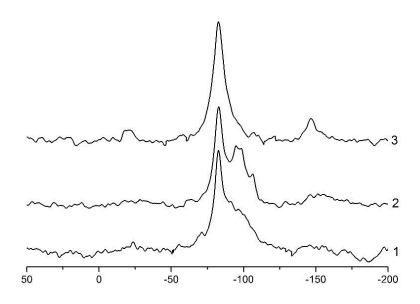


Рисунок 3 — Спектры MAS ЯМР 29 Si исходных образцов 1–3

Спектры ЯМР регистрировались на импульсном спектрометре с Фурье-преобразованием AVANCE-400 (Bruker). Частота вращения образцов 5 кГц. Химические сдвиги δ измерялись в миллионных долях (ppm) по отношению к тетраметилсилану.

Поврежденная структура циркона состоит в том числе из различных полимеризированных областей, в которых тетраэдры $[SiO_4]$ по-разному связаны между собой [4]. Полимеризация в таких областях описывается индексом n-количеством мостиковых атомов кислорода на один атом Si. Область с такой конфигурацией принято обозначать Q^n .

Разделение спектров выполнено с использованием модуля SOLA программного обеспечения TopSpin. Полученные линии сгруппированы по конфигурациям в зависимости от химического сдвига δ $Q^0(\delta=-82,1~{\rm ppm}),~Q^{1-2}(\delta=-90,2~{\rm ppm}),~Q^3(\delta=-100,2~{\rm ppm})$ і $Q^4(\delta=-110~{\rm ppm}).$

Из рисунка 4 видно, что при температуре 600 °C для образца 1 кристаллическая фаза увеличивается за счет уменьшения Q^{1+2} -фазы. С другой стороны, часть Q^3 -фазы начинает переходить в Q^4 -фазу (фазу кремнезема). При 800 °C длится некоторое увеличение фазы Q^0 за счет фазы Q^2 , но в целом происходит значительный переход Q^3 -фазы в Q^4 -фазу. С повышением температуры отжига до 900 °C значительных изменений не происходит, а при 1100 °C происходит значительное уменьшение фазы Q^4 , которая переходит в кристаллическую фазу Q^0 . Результаты метода МАЅ ЯМР хорошо согласуются с данными метода РФА.

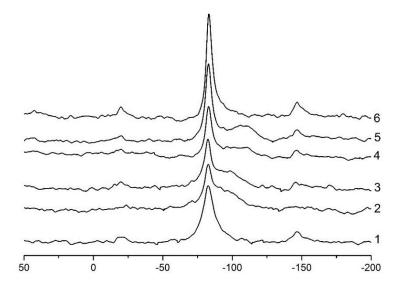


Рисунок 4 – Спектры MAS ЯМР 29 Si исходного образца 3 (1) и образца 1: исходного (2) и после отжига при T = 600 (3), 800 (4), 900 (5) и 1100 (6) $^{\circ}$ C

Выводы. 1. Цирконы Ястребецкого рудопроявления Украинского щита относятся к метамиктным цирконам (образец 1) и к цирконам со средней метамиктностью (образец 2).

- 2. Методом ядерного магнитного резонанса высокого разрешения (MAS ЯМР) показано, что в исходных цирконах отсутствует фаза кремнезема (фаза с индексом полимеризации Q^4). В цирконах со средней степенью метамиктизации также отсутствует фаза Q^3 .
 - 3. Результаты метода MAS ЯМР хорошо согласуются с данными метода РФА.

Исследование выполнено по проекту «Перспективы использования цирконовых руд как комплексного сырья на примере Азовского месторождения и Ястребецкого рудопроявления (Украинский щит)».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Гречанівський, О. Є. Радіаційна стійкість природних та штучних мінеральних матриць для довготривалої та екологічно-безпечної утилізації високоактивних радіоактивних відходів / О. Є. Гречанівський. Київ : Логос, 2012. 128 с.
- 2. Физические модели, методы исследования и свойства метамиктных цирконов / А. Н. Пономаренко [и др.] // Минерал. журн. 2009. Т. 29. С. 45–58.
- 3. Radiation Effects in Zircon / R. C. Ewing [et al.] // Rev. Miner. Geochem. $2003.-Vol.\ 53.-P.\ 387-425.$
- 4. Grechanovsky, A. E. Molecular dynamics study of self-radiation damage in mineral matrices / A. E. Grechanovsky, V. S. Urusov, N. N. Eremin // Journal of Structural Chemistry. − 2016. − Vol. 57, № 6. − P. 1284–1304.

УДК 550.08.01

В. Н. ГУБИН, Т. В. АРХИПЕНКО

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: vngubin@mail.ru; arkhipminsk@rambler.ru

ГЕОИНДИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КОСМОСТРУКТУРНЫХ КРИТЕРИЕВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

При прогнозировании зональных и локальных объектов нефтегазонакопления на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и геологогеофизической информации осуществляется геоиндикационное дешифрирование космоструктурных критериев нефтегазоносности — систем линейных, кольцевых и блоковых структур осадочного чехла. Для Припятского прогиба, расположенного на западе Русской плиты, типичен платформенный режим развития земной коры и формирования ее поверхности. Главнейшие геодинамические черты новейшего этапа нашли выражение в современном рельефе в виде различного вида деформаций, вызванных тектоническими напряжениями, а также гляциодинамическими процессами, обусловленными плейстоценовыми оледенениями. В рассматриваемом регионе особое внимание уделено разработке методики геоиндикационного дешифрирования космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности, прежде всего новейшей активизации и степени проявления на земной поверхности и космических снимках (КС) структурных форм осадочного чехла, контролирующих размещение нефтеперспективных объектов.

При геоиндикационном дешифрировании космоструктурных критериев нефтегазоносности Припятского прогиба использовались КС с пространственным разрешением от 30 до нескольких метров, полученные в различные периоды времени со спутников Landsat, ALOS и IKONOS, а также с Белорусского космического аппарата (БКА). Инновации в геоиндикационном дешифрировании связаны с БКА, оптико-электронная съемочная система которого позволяет в панхроматическом режиме получать КС с разрешением объектов на земной поверхности 2,1 м, а в мультиспектральном — с пространственным разрешением 10,5 м.

Геоиндикационное дешифрирование космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности базируется на выявлении и идентификации ландшафтных индикаторов (геоиндикаторов) проявлений новейшей активизации разломной тектоники, блоковых, блоково-пликативных и пликативных форм осадочного чехла, фиксируемых на КС в виде линейных и кольцевых структур [1-5]. При этом устанавливаются корреляционные связи между ландшафтными особенностями земной поверхности, прежде всего современным рельефом, и новейшей активизацией структурных элементов осадочного чехла. В основе метода лежит теоретическое положение о взаимосвязи природных компонентов земной поверхности с тектоно-геодинамическим режимом эволюции Земли в позднеолигоцен-четвертичное время. Чем выше степень унаследованности структур осадочного чехла нефтегазоносных бассейнов к неотектоническому структурному плану, тем более информативен геоиндикационный метод дешифрирования космоструктурных критериев прогноза нефтеперспективных объектов. Комплексный подход к изучению механизма проявления структурных элементов осадочного чехла учитывает многофакторность рассматриваемой проблемы. Погребенные структуры отразились в природных компонентах земной поверхности благодаря их унаследованному развитию и новейшей активизации. На механизм проявления структур оказали влияние дифференцированные позднеолигоцен-четвертичные напряжения и деформации земной коры (эндогенные и ротационные), неоднородности геофизического поля, активизация геохимических процессов, а также гляциодинамические явления. Анализ космоструктурных критериев нефтегазоносности на основе данных ДЗЗ из космоса предполагает использование всей совокупности общих и частных приемов камерального и полевого геоиндикационного дешифрирования КС. Технологическая схема дешифрирования космоструктурных критериев построена по принципу сетевого планирования, что позволяет определить последовательность отдельных операций и оптимизировать весь дешифровочный процесс.

Определяющим фактором отражения в геоиндикационных признаках и на КС элементов тектоники, контролирующих распределение объектов нефтегазонакопления, является активизация дифференцированных тектонических движений в позднеолигоцен-четвертичное время. На характер отражения структурных элементов в геоиндикаторах повлияли геохимические процессы, вызванные непрерывной вертикальной миграцией газово-жидких компонентов (флюидов) с различных глубин земной коры и мантии [4]. Физико-химическое преобразование вещества происходит непрерывно на различных структурных уровнях. Неодинаковая проницаемость земной коры, обусловленная структурными особенностями, способствует появлению различий в геохимической обстановке. Особенно интенсивны газовые, водные и тепловые потоки в зонах разломов, где формируются определенные гидрогеохимические и гидродинамические условия, отличающиеся от смежных участков. Так, по результатам профильной геохимической съемки в пределах Припятского прогиба аномальное распределение газовых, биохимических и литохимических показателей согласуется с зонами Речицко-Вишанского, Червонослободско-Малодушинского и других разломов, активных на неотектоническом этапе. Подобные аномалии сопряжены также с участками повышенной мезотрещиноватости осадочной толщи, выявленными по КС над некоторыми локальными поднятиями прогиба.

Определяющую роль в геоиндикационном дешифрировании космоструктурных критериев нефтегазоносности играют геоморфологические индикаторы, объединяющие различные категории рельефа земной поверхности, формирующие основной рисунок изображения линейных и кольцевых структур, а также гляциотектонических объектов на КС. В геоморфологической группе индикаторов космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности ведущую роль играют особенности морфологии речных долин и озерных котловин. Системы рек и озер являются индикаторами разломной тектоники, поскольку гидрографическая сеть закладывалась и формировалась в ослабленных тектонических зонах осадочного чехла. В Припятском прогибе дизъюнктивные структуры дешифрируются по прямолинейной ориентировке отрезков гидросети, резким изменениям направления и коленообразным изгибом русел рек, а также по линейно вытянутым системам прирусловых валов и старичных понижений.

Важное значение имеют гляцигенные индикаторы. Они представляют собой ледниковые деформации горных пород плейстоценового возраста: гляциодислокации, ложбины ледникового выпахивания и размыва, большей частью выраженные в рельефе земной поверхности и на КС.

Геоиндикационное дешифрирование на основе геоботанических индикаторов заключается в изучении по КС структуры растительного покрова. Растительность является косвенным геоиндикатором, так как влияние на нее эндогенных процессов опосредовано путем перестройки рельефа, почв и изменения залегания уровня грунтовых вод. Линейная конфигурация контуров растительных сообществ во многих случаях тяготеет

к зонам Северо-Припятского, Речицко-Вишанского, Чернослободско-Малодушинского и других разломов, кольцевая и эллипсовидная — к сводам локальных положительных структур: Ново-Дубровской, Дроздовской, Петриковской и др. Геоботанические индикаторы структурных элементов в гумидных регионах, к которым относится территория Припятского прогиба, к настоящему времени изучены слабо, так как большинство исследований проведено применительно к аридным областям. Возможности анализа растительного покрова при геоиндикационном дешифрировании космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности ограничены в пределах техногенно измененных территорий в результате осушительной мелиорации и сельскохозяйственного освоения земель. При анализе геоботанических геоиндикаторов следует обратить внимание на сочетание растительных сообществ, почвенного покрова и морфологии рельефа земной поверхности.

На КС рассматриваемые геоиндикаторы опознаются по линейным и кольцевым ландшафтным аномалиям, выраженным ступенчатым изменением рисунка и тона космоизображения. Значительная протяженность дешифрируемых структур, их выраженность в различных сочетаниях геоиндикаторов и принадлежность к протяженным системам с закономерной ориентировкой позволяют судить о достоверности выделенных линеаментов и кольцевых структур, являющихся космоструктурными критериями выделения нефтеперспективных объектов.

При геоиндикационном дешифрировании космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности следует обратить внимание на блоковые структуры, являющиеся показателями новейшей активизации блоковых и блоково-пликативных форм в нефтеперспективной толще осадочного чехла.

Рассмотренный комплекс ландшафтных индикаторов космоструктурных критериев следует использовать при прогнозировании зональных и локальных объектов нефтегазонакопления на основе данных ДЗЗ из космоса и геолого-геофизических материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса / под ред. В. Г. Бондура. М.: Науч. мир, 2012. 558 с.
- 2. Гридин, В. И. Системно-аэрокосмическое изучение нефтегазоносных территорий / В. И. Гридин, А. Н. Дмитриевский. М. : Наука, 1994. 288 с.
- 3. Губин, В. Н. Оценка перспектив нефтегазоносности Припятского палеорифта на основе структурно-тектонического анализа космической информации [Электронный ресурс] / В. Н. Губин // Геоматика. 2018. Режим доступа: http://geomatica.ru/clauses/kosmo-monitoring.
- 4. Тимурзиев, А. И. Методы и технологии оценки перспектив нефтегазоносности территорий на основе комплексного анализа потенциальных полей, данных сейсморазведки, топогеодезической и космической съемки [Электронный ресурс] / А. И. Тимурзиев, С. А. Шумейкин, А. С. Шумейкин // Глубинная нефть : электрон. журн. − 2014. − Т. 2, № 3. − С. 307–340. − Режим доступа: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-2-3-2014_Timurziev-Shumeikin_2-3-2014.pdf.
- 5. Трофимов, Д. М. Дистанционные методы в нефтегазовой геологии / Д. М. Трофимов. М. : Инфра-Инженерия, 2018. 388 с.

УДК 553.072

А. И. ГУСЕВ

Россия, Бийск, АГГПУ имени В. М. Шукшина

E-mail: anzerg@mail.ru

МИНЕРАГЕНИЯ ДЕЛЮНО-ЮСТЫДСКОГО ТРОГА АЛТАЯ

Делюно-Юстыдский трог расположен в западной части Алтае-Саянской складчатой области, относится к числу наложенных юнитов на Алтайские, Западно-Саянские и Монгольские структуры и связан с функционированием плюмтектоники. Трог в отличие от соседних тектонических блоков характеризуется повышенной мощностью земной коры (57–60 км), базальтового слоя (33–36 км) и пониженной – гранитнометаморфического слоя (18–19 км) и средней его плотности (2,74 г/см³). Формирование трога как отрицательной структуры, испытывавшей растяжение, происходило от раннего девона до раннего мела.

Наиболее крупные и перспективные рудные объекты Делюно-Юстыдского трога образуют магмо-рудно-метасоматические системы (MPMC), в которых проявлено мантийно-коровое взаимодействие, выявляемое преимущественно на основе изучения геохимии магматических, рудных и метасоматических образований как единых взаимно связанных и взаимообусловленных структурно-вещественных очаговых комплексов.

Становление MPMC Делюно-Юстыдского трога в тесном единстве с условиями их генерации показало сложные сценарии их эволюции, связанные с мантийно-коровыми процессами и аномальными параметрами флюидного режима. Последние в значительной степени определяли и промышленную ценность той или иной системы.

Ранее считалось, что профилирующим оруденением в троге являются кобальтовое и серебро-сурьмяное оруденение [1; 2]. В последнее десятилетие обнаружены новые типы эпитермального золотосеребряного, медно-молибден-золото-порфирового, редкоземельного оруденения [3; 4].

Не отрицая важной роли статистического подхода в выявлении закономерностей размещения и локализации рудных полезных ископаемых, следует признать, что в конечном итоге надежной базой научного прогноза и поисков может служить генетическая основа и комплексность изучения сложных процессов МРМС. Этому направлению при изучении описанных систем и было уделено первостепенное значение. Для всех МРМС в той или иной степени раскрыты термодинамические и физико-химические особенности разнометалльных систем с составлением общих схем развития магматизма и парагенетически с ними связанных металлов с расшифровкой особенностей флюидного режима (температур, давлений, фугитивностей серы, воды, углекислоты, селена, теллура и других показателей). Для некоторых магматических образований определены абсолютные возраста методом SHRIMP II по циркону, а также изотопов стронция, неодима и свинца.

Впервые обращено внимание на значительное развитие в пределах Делюно-Юстыдского трога и его обрамлении эпитермального оруденения: золотосеребряного, свинцово-цинкового, золотортутного. Оценены перспективы высокосернистых и промежуточносернистых золотосеребряных проявлений и месторождений с учетом их зонального строения и связей с медно-золото-порфировым, ртутно-серебряным и золотортутным оруденением в единых зональных долгоживущих структурах. Проявление таких сложных зональных структур обнаружено в пределах Тыдтугемской, Южно-Коксаирской, Отсаларской систем. Такие перспективные участки прогнозируются и в других местах проявления вулканоплутонических комплексов аксайской, талдудюргунской и других вулканогенно-осадочных свит. На продолжении описанных перспективных проявлений и месторождений совмещенных эпитермальных и порфировых объектов в соседней Туве также сформированы своеобразные кластеры эпитермального и золото-медно-молибден-порфирового типа [5].

Установлено, что золотогенерирующий магматизм в указанных MPMC Делюно-Юстыдского трога относится к шошонитовой серии. По данным Р. Силлитоу [6], около 20 % крупных золоторудных месторождений ассоциированы с шошонитовыми и щелочными породами, которые превышают 3 % объема циркум-тихоокеанских изверженных пород. Он считает ассоциацию золотых месторождений и калиевых изверженных пород одним из четырех критериев, благоприятствующих образованию порфировых и эпитермальных золотообогащенных месторождений мирового класса в Циркум-Тихоокеанском регионе и связывает эту ассоциацию с частичным плавлением литосферного слэба в мантии, где происходит окисление сульфидов и высвобождение золота [6]. В отличие от активно-континентальных окраин в Делюно-Юстыдском прогибе, кроме эпитермального золотосеребряного и медно-молибден-золото-порфирового оруденения, проявлено и ртутно-серебряное и золотортутное, которые совмещены пространственно, образуя своебразное семейство комплексных руд порфирово-эпитермальных золото-медно-ртутно-серебряных.

Изучены некоторые MPMC сложного состава и на редкоземельное оруденение, имеющие стратегическое значение, сопутствующее основному медному и кобальтовому составам: Каракульской, Уландрыкской, Рудного Лога. Выявлено более широкое распространение редкоземельного оруденения во всех проявлениях и месторождениях Делюно-Юстыдского трога, имеющих спекуляритовую минерализацию. Редкоземельная минерализация в комплексных железо-медно-редкоземельных месторождениях и проявлениях представлена монацитом и редкоземельным апатитом. При этом монацит частично замещался вторичными минералами редких земель: рабдофаном, хлоротилом, лантанитом, синхизитом и кальциоансилитом. На некоторых объектах проявлена кора выветривания, где концентрации редких земель значительно выше, чем в эндогенных рудах.

На этапе D_3 – C_1 в структурах трога формировались рапакивиподобные анорогенные граниты юстыдского комплекса, в парагенетической связи с которыми формировались объекты грейзенового олововольфрамового состава: Юстыдское на Алтае, Балыктыкское в юго-западной Туве, характеризующиеся повышенными концентрациями редких земель.

Оцененные прогнозные ресурсы металлов (Co, Cu, Au, Ag, Mo, Ce, Y) различных категорий (P_1 – P_3) в Делюно-Юстыдском троге достаточно высоки и позволяют рекомендовать перспективные MPMC для последующего доизучения с вовлечением их в эксплуатацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Борисенко, А. С. Условия образования гидротермальных кобальтовых месторождений / А. С. Борисенко, В. И. Лебедев, В. Г. Тюлькин. Новосибирск : Наука, 1984.-172 с.
- 2. Борисенко, А. С. Серебро-сурьмяная рудная формация. Ч. 1. Геология, минералогия, эндогенная зональность оруденения / А. С. Борисенко, А. А. Оболенский, Н. П. Бедарев. Новосибирск: Наука, 1992. 235 с.

- 3. Гусев, А. И. Минерагения и полезные ископаемые Республики Алтай / А. И. Гусев. Бийск : Изд-во АГАО, 2010. 385 с.
- 4. Гусев, А. И. Магмо-рудно-метасоматические системы Юстыдского прогиба Алтая / А. И. Гусев. Бийск : АГГПУ, 2020. 257 с.
- 5. Кужугет, Р. В. Алдан-Маадырский золоторудный узел (Западная Тува): особенности геолого-структурного строения и химического состава золота / Р. В. Кужугет, А. А. Монгуш // Вестн. Том. гос. ун-та. 2013. № 369. С. 188–192.
- 6. Sillitoe, R. H. Some metallogenic features of gold and copper deposits related to alkaline rocks and consequences for exploration / R. H. Sillitoe // Miner. Deposita. 2002. Vol. 37. P. 4–13.

УДК 550.36

В. И. ЗУЙ

Беларусь, Минск, БГУ E-mail: zui@bsu.by

ГЕОТЕРМИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Основная часть территории Минской области расположена в пределах Белорусской антеклизы, и только небольшая территория на юге простирается в пределы Припятского прогиба и на востоке — Оршанской впадины. Глубина скважин, в которых зарегистрированы термограммы, варьирует от 50 м (скважины водоснабжения) до 1000–2000 м в Припятском прогибе.

Распределение изученных скважин в Минской области и в прилегающих участках соседних областей приведено на рисунке 1. Термограммы немногих глубоких скважин до 1–2 км зарегистрированы в окрестности г. Солигорска. Расположение изученных скважин неравномерное по территории Минской области.

Схема распределения температуры на глубине «нейтрального» слоя, ниже которой не ощущаются ее сезонные колебания, распространяющиеся вглубь с земной поверхности, приведена на рисунке 2.

В границах Минской области температура «нейтрального слоя» изменяется от 6,5 до 8,5 °C, здесь имеется ряд геотермических аномалий. Отметим, что в центральной и северной частях с фундаментом докембрийского возраста преобладает температура 7–7,5 °C, по мере приближения к Припятскому прогибу она повышается до 8–8,5 °C.

Глубина залегания «нейтрального» слоя зависит от геологического строения участков территории, связи между водоносными горизонтами, условий их питания, рельефа местности и темпов отбора поземных вод. Так, в окрестностях г. Минска, окруженного более чем 10 водозаборами, эта глубина превышает 90 м. Ниже нейтрального слоя температура монотонно нарастает с глубиной. Карта ее распределения на глубине 100 м приведена на рисунке 3.

Аномалия низких значений температуры менее 8 °C выделяется северовосточнее Минска, а также в треугольнике между городами Старые Дороги — Марьина Горка — Бобруйск. В центрально-западной части региона она простирается в пределы Гродненской области.

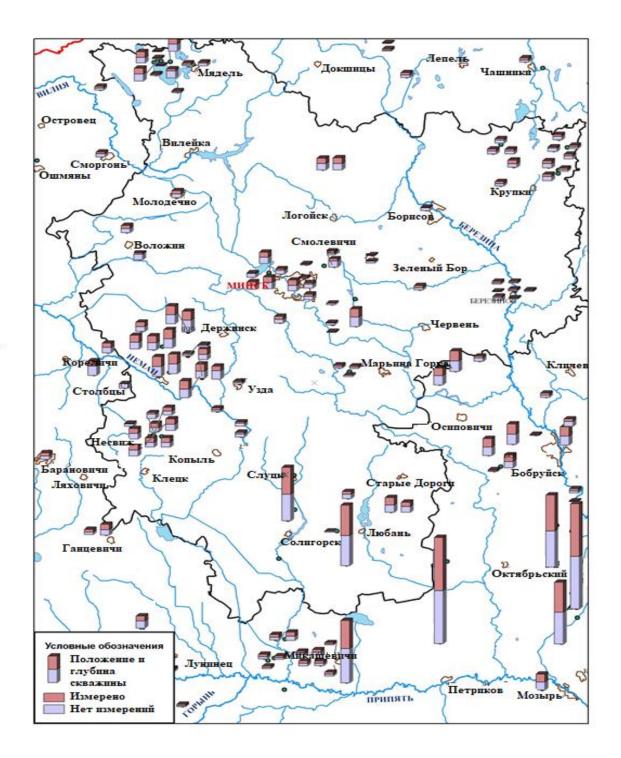


Рисунок 1 — Схема геотермической изученности территории Минской области и ее обрамления. Вертикальные полоски — положение изученных скважин, соотношение серого и коричневого цветов отражают условно соотношение их глубины и интервалов регистрации термограммы [1 с изм.]

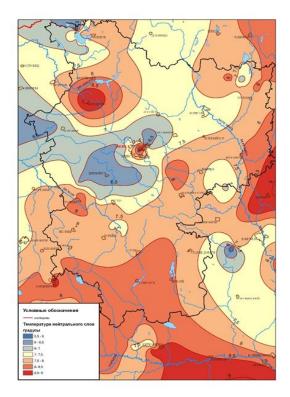


Рисунок 2 — Предварительная схема распределения температуры на поверхности «нейтрального» слоя для Минской области [1 с изм.]

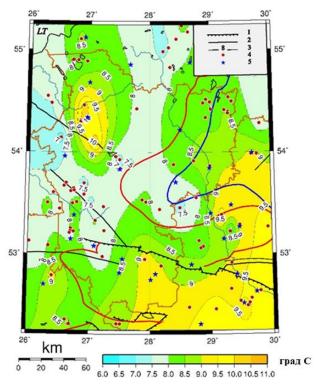


Рисунок 3 — Предварительная карта распределения температуры на глубине 100 м в пределах Минской области. Обозначения: разломы 1 — суперрегиональные, 2 — региональные, 3 — изотермы, °C, 4 — изученные скважин; 5 — населенные пункты [2; 3 с изм.]

Распределение температуры на глубине 200 м показано на рисунке 4. Контрастность поля увеличивается с глубиной. На картах для глубин 100 м и 200 м изолинии даны черным цветом; красными и синей жирными линиями обозначены границы Белорусской антеклизы и Оршанской впадины соответственно; коричневыми линиями — границы областей; северная граница Припятского прогиба и Микашевичско-Житковичский выступ обозначены жирными линиями черного цвета; красные кружки — изученные скважины, звездочки — населенные пункты.

На Белорусской антеклизе мощность платформенного чехла сокращается, и глубина скважин, в которых зарегистрированы термограммы, составляет первые сотни метров, что осложняет прогноз плотности извлекаемых геотермальных ресурсов в более глубоких горизонтах [4].

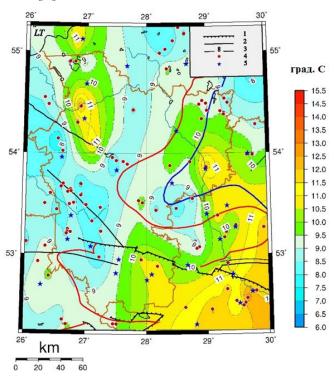


Рисунок 4 – Распределение температуры на глубине 200 м [2; 3 с изм.]

Глубины 100 м и 200 м относятся к зоне активного водообмена. Здесь важную роль играет циркуляция подземных вод [4]. Вследствие нисходящей фильтрации подземных вод происходит охлаждение верхней части платформенного чехла, наоборот, в зонах разгрузки подземных вод в долинах рек и озерных котловинах восходящая фильтрация приводит к «подогреву» верхней части осадочной толщи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Павловская, О. А. Применение ГИС для моделирования особенностей распределения температуры в пределах нейтрального слоя Минской области / О. А. Павловская, В. И. Зуй // ГИС-технологии в науках о Земле. Материалы конкурса ГИСпроектов студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь, проведенных в рамках празднования Международного дня ГИС-2011, 16 нояб. 2011 г. / отв. ред. Д. М. Курлович. Минск, 2012. С. 35–39.
- 2. Зуй, В. И. Тепловое поле платформенного чехла Беларуси / В. И. Зуй. Минск : Экономпресс, 2013. 256 с.

- 3. Геотермический атлас Беларуси / под общ. ред. В. И. Зуя. Минск : Нац. б-ка Беларуси, 2018.-89 с.
- 4. Зуй, В. И. Основы геотермии : пособие / В. И. Зуй. Минск : Изд-во БГУ, $2018.-287~\mathrm{c}.$

УДК 551.32:551.79(477)

А. А. КОМЛЕВ 1 , С. Ю. БОРТНИК 1,2 , О. А. КОВТОНЮК 1 , Т. Н. ЛАВРУК 1 , Н. М. ПОГОРИЛЬЧУК 1 , Ю. Н. ФИЛОНЕНКО 3

¹Украина, Киев, КНУ имени Тараса Шевченко

²Poland, Yan Kochanowski University of Kielce

³Украина, Нежин, НГУ имени Н. В. Гоголя

E-mail: morpha2007@ukr.net; bs_7@ukr.net; kovtonyuko@i.ua; lavrukt@ukr.net; georada@ukr.net; filonenkojurij@gmail.com

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И ГЕОДИНАМИКА ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ СРЕДНЕГО ПРИДНЕПРОВЬЯ В СРЕДНЕ- И ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ (НЕКОТОРЫЕ ДИСКУССИОННЫЕ ВОПРОСЫ)

В настоящее время отдельные исследователи, рассматривая важные вопросы геологии и геоморфологии территории Среднего Приднепровья Украины в средне- и позднечетвертичное время, не учитывают геологические, геофизические, палеогеографические, палеогеоморфологические данные, а также некоторые новые факты и данные других территорий.

Левобережье бассейна Среднего Днепра занимает Приднепровскую низменность, расположенную в пределах Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ). На сложное строение и активную геодинамику ДДВ (начиная с палеозоя) указывают результаты геологических, геофизических, палеогеографических, палеогеоморфологических, геоморфологических работ многих исследователей. Они прямо или косвенно могут повлиять на решение важных вопросов четвертичной геологии, палеогеографии, геоморфологии, имеющих дискуссионный характер.

Развитие рельефа и средне-позднеплейстоценовую палеогеографию территории гидрографического бассейна левобережья Среднего Днепра некоторые исследователи (А. Матошко, Ю. Чугунный, А. Карпенко, В. Пазинич) связывают с прямым и косвенным действием днепровского ледника. На их взгляд, это очень хорошо проявляется в перестройках гидрографической сети территории. По их мнению, ледниковые языки плотно заполняли долины Днепра, Десны, Сейма, других рек. Это меняло положение их русел. Ледник выжимал компенсационные валы, создавал дамбы, перед которыми возникали приледниковые водные бассейны. Это приводило к подъему базиса эрозии и меняло ход эрозионно-аккумулятивных процессов в руслах, долинах, в бассейне. Это вызывало внутридолинные, внутрисистемные, межсистемные перестройки структуры гидрографической системы. В этой модели развития гляциоизостазия играла важную, но не главную роль. Они приводят примеры перестроек типа перехватов. В пределах гидрографического бассейна левобережья Среднего Днепра чаще всего перехваты типа столкновения, возникающие в процессе саморазвития системы (эволюционный путь), и типа верховий и боковые, вызываемые внешними факторами (катастрофический путь).

Внешними факторами перестроек гидрографической сети в среднем и позднем плейстоцене левобережья Среднего Днепра они считают только покровные ледники и озерные бассейны, возникающие перед ними, в том числе т. н. гляциоизостатические проточные озера. По их мнению, это подтверждают и геологические данные (например, залегание днепровской морены прямо на озерных отложениях). Колебания уровня озер изменяли базисы эрозии и процессы морфолитогенеза (эрозию, транзит, аккумуляцию) в гидрографическом бассейне. А его переполнение талыми водами и рыхлыми отложениями создавали подпоры и запруды в долинах, что могло приводить и к переливам через водоразделы в соседние бассейны.

Другим внешним фактором, который был способен вызывать перестройки гидрографической сети в бассейне Днепра в среднем и позднем плейстоцене, называют гляциоизостазию, действовавшую одновременно с ледником (компенсационные валы перед его краем) и после его исчезновения. При этом они ссылаются на теоретические работы, выполненные по материалам зон питания покровных материковых оледенений (Балтийский, Канадский щиты), где мощность ледников составляла километры. На наш взгляд, такая изостатическая модель не может быть применима для левобережья Среднего Днепра, где существовали только отдельные выводные ледниковые язычки, толщина которых была десятки метров. Вряд ли они могли создавать изостатические валы перед ледником высотою даже несколько метров, чтобы создавать условия для образования приледниковых озерных бассейнов. Но, чтобы показать реальность действия механизма изостазии (уже после схода ледника), они указывают на ныне поднятые озерные отложения на Украинском щите на десятки метров, которые перед тем могли накапливаться в долине Днепра.

Здесь также необходимо отметить, что в районах Канадского и Балтийского щитов, которые перекрывались ледниками, некоторых районах Восточно-Европейской платформы (Эстония, Поволжье) после схода последнего ледника до сих пор отмечаются локальные сейсмические толчки, возможно, гляциоизостатической природы. В то же время на карте эпицентров землетрясений Украины в бассейне Днепра случаи землетрясений не отмечены. Необходимо также отметить, что не все геологи и геоморфологи, рассматривающие внешние причины перестроек в гидрографическом бассейне левобережья Среднего Днепра, называют тектонику, а это противоречит многим известным фактам.

ДДВ выражается и в рельефе относительно мало контрастной поверхности Приднепровской низменности. Геологические, геофизические, палеогеографические, палеогеоморфологические данные показывают, что ДДВ – очень активная геодинамическая структура. В ее строении выделяются два структурных элемента – собственно ДДВ и авлакоген. Предыстория ДДВ начиналась в рифее, когда случился раскол Сарматского щита и возник авлакоген, разделивший Украинский щит (УЩ) и Воронежскую антеклизу (ВА). Авлакоген продолжал увеличиваться, и в опускания вовлекались все новые прилегающие участки. Так формировалась ДДЗ.

Тектоническая эволюция авлакогена и собственно ДДЗ в дальнейшем определили основные черты палеогеографии этой территории. В ордовике-карбоне здесь существовала большая полигенная аккумулятивная равнина. С северо-запада на юго-восток ее пересекала палеодолина, заканчивавшаяся крупной палеодельтою. Развитая в карбоне тропическая растительность давала много органического материала, преобразованного впоследствии в угольные залежи Донецкого бассейна. В девоне и перми здесь преобладал аридный климат, в озерах и лагунах равнины накапливалась каменная соль. В перме-триасе ДДВ была изолирована, а в самосадочных озерных бассейнах накапли-

валась соль. С ранней юры (тоара) ДДВ периодически соединялась проливами с морями, которые находились на юге и юго-востоке ее. В маастрихте здесь было поднятие, которое прорезалось узким проливом. Это сохранялось в раннем и среднем эоцене, а в позднем эоцене-олигоцене уже существовала широкая связь с южными морями. В тортоне море отошло из ДДВ далеко на юг, но периодически проникало в ее юго-западную часть (до широты нынешнего Запорожья).

В палеозое и мезозое в ДДВ периодически проникали моря с севера и северовостока. В продолжении неотектонического (неоген-четвертичного) этапа в ДДВ происходят кардинальные орогидрографические перестройки, связанные со все большим смещением ее оси с востока на запад. В течение четвертичного периода происходит «перекос» экспонированной поверхности в ДДВ. В результате этого долина Днепра перманентно смещается в сторону УЩ и в отдельных местах проникла на его территорию.

Авлакоген. Это до сих пор активный геодинамический элемент ДДВ, что подтверждается развитой над ним орогидрографией. На это указывают специфические изгибы русел рек, одиночные холмы, образованные субтектоническими процессами (соляная тектоника) и локальными тектоническими структурами. По геологогеофизическим данным, фундамент в авлакогене разбит на тектонические блоки системами диагональных и ортогональных тектонических нарушений. Генеральное направление авлакогена также четко выражено в орогидрографии его юго-восточной и северозападной частей. В центральной части его пересекает вкрест полоса северо-восток-югозападного направления. К ней приурочены долины Ворсклы, Псла, Хорола, Сулы, наблюдаются погребенные гипсометрические уступы, флексуры, антиклинальные структуры палеозойских пород, солянокупольные структуры. Необходимо отметить, что при пересечении краев авлакогена (особенно юго-западного) долины этих рек резко изменяют свое направление и совпадают с генеральным (Депай, Хорол, Оржица, Орель). В этой зоне в долинах рек наблюдаются перехваты, а в погребенном рельефе – градиентные участки, ступени, инверсии погребенного и экспонированного рельефов, высокий тепловой поток. Некоторые исследователи выделяют трансрегиональную Северо-Украинскую горстово-грабеновую зону (СУГГЗ) тектономагматической активизации ортогональной системы разломов в мезозое-кайнозое, которая пересекает широтно ДДВ. Для нее характерны субмеридиональные и субширотные простирания орогидрографических элементов. СУГГЗ пересекают долины Днепра и Десны. В пределах СУГГЗ расположен Чернобыльско-Чистогаловские гляциодислокации, Каневские «горы», Мошногорский кряж, гора Пивиха. По мнению исследователей, они являются гляциодислокациями днепровского ледника. Необходимо отметить, что все они расположены в переходной зоне УЩ, его северо-восточного склона и ДДВ. Здесь в рельефе поверхности фундамента развита лестница ступеней, а в нем системы тектонических трещин, сложная мозаика магматических и метаморфических комплексов пород.

О геодинамической активности территории свидетельствуют и другие данные. Например, геофизические траверсы Восточно-Европейской платформы показывают в переходной зоне поднятия в кровле астеносферы.

В Антарктиде, Гренландии под ледниковыми щитами выявлено множество подледных озер. Возможно, это объясняет некоторые геологические данные в области днепровского ледника территории Украины (залегание морены на озерных отложениях) и доказывает вероятность существования подледных озер во время наступления материковых ледников.

В. М. Тимофеев отмечает характер включения крупных обломков в рыхлой массе в днепровской морене в пределах Житомирского Полесья (они «плюхались» в нее,

а не облекались). По его мнению, это могло происходить в холодном водном бассейне, где плавали льдины, в которые были включены обломки и которые падали на дно. Другие полученные нами данные прямо указывают на отсутствие экзарации днепровского ледника подстилающей поверхности на участках развития россыпей, что подтверждает мнение, что экзарация мягким льдом физически невозможна. Вспомним: до появления гляциолизма, в четвертичной геологии главной была дрифтовая теория.

Важную информацию дают наблюдения ледниковых покровов других планет. Например, обращает на себя внимание сезонная динамика ледникового покрова Марса, который в протяжении марсианского года то испаряется, то снова образуется. Популярной становится идея существования эмбриональных (местных) центров оледенения, которые могли возникать в пределах территории Украины, Беларуси и других районах.

УДК 551.8.022+553.49.068(477)

А. А. КОМЛЕВ¹, С. Ю. БОРТНИК^{1,2}, Е. А. РЕМЕЗОВА³, С. П. ВАСИЛЕНКО³, Р. А. СПИЦЯ⁴, С. В. ЖИЛКИН⁴

- 1Украина, Киев, КНУ имени Тараса Шевченко
- ²Poland, Yan Kochanowski University of Kielce
- ³Украина, Киев, Институт геологических наук НАН Украины
- ⁴Украина, Киев, Институт географии НАН Украины

E-mail: morpha2007@ukr.net; bs_7@ukr.net; titania2305@i.ua; svetlyk@gmail.com; spytsyaroman@ukr.net; morfo75@ukr.net

УКРАИНСКАЯ СУБПРОВИНЦИЯ ТИТАНОВЫХ И ТИТАН-ЦИРКОНИЕВЫХ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ)

На территории Украины расположены крупные титановые и титан-циркониевые россыпные месторождения мирового значения, которые образуют Украинскую субпровинцию титановых и титаново-циркониевых россыпных месторождений (УСТТЦРР) и являются частью россыпной провинции Восточной Европы. УСТТЦРР охватывает Украинский щит (УЩ), Воронежскую антеклизу (ВА), их склоны, прилегающие к Днепровско-Донецкой впадине (ДДВ). УСТТЦРР начала осваиваться в послевоенные годы. Тогда были открыты важные для страны крупные промышленные месторождения. Это способствовало проведению на значительной площади УЩ и ВА прогнозных и поисковых работ, накоплению большого фактического материала. Эти данные обобщались, составлялись различные классификации, схемы районирования. По их результатам в пределах УСТТЦРР ныне выделены 4 россыпные зоны, 13 россыпных районов, 34 россыпные поля, а также группы и отдельные месторождения. В настоящее время они в разной мере изучены. Наиболее перспективной среди них считается Днепровская россыпная зона, которая включает 7 россыпных площадей и 20 россыпных полей [1].

УСТТЦРР, кроме практического значения, имеет и важное научное и методическое значение для развития палеогеографии, палеогеоморфологии, геоморфосистемного и неотектонического анализов. В 1950–1990 гг. выходят важные научные и научнометодические работы Ю. Бурмина, М. Вадимова, М. Веклича, А. Виноградова, Е. Дудровича, М. Дядченко, И. Ф. Злобенко, В. Кондрачука, А. Комлева, Ю. Кошика, Ю. Мухина, В. Овчаренко, Ю. Полканова, Г. Проскурина, А. Ремезовой, И. Романова,

В. Тарасенко, В. Тимофеева, М. Рубана, А. Хатунцевой, С. Цимбала, С. Швайберова и других исследователей. В них рассматривались структурно-тектонические, палеогеографические, палеогеоморфологические условия формирования россыпей, их вещественный состав, вмещающие их осадочные породы, физические и химические особенности отдельных минералов россыпей. Их результаты использовались при проведении генетических, динамических, исторических реконструкций геоморфосистем, изучения неотектонических структур и др., что позволяло повысить эффективность поисковых работ титановых и титан-циркониевых россыпных (и коренных) месторождений.

Изучение УСТТЦРР прямо и косвенно влияет на развитие научных теорий, например, в геоморфологии. Так, в значительной мере благодаря УСТТЦРР, на кафедре землеведения и геоморфологии КНУ имени Тараса Шевченко было разработано морфохронодинамическое направление изучения морфосистемы Земли, морфохронодинамический метод поисков полезных ископаемых, прогнозирования миграции и накопления в литосфере техногенных загрязняющих веществ, представляющие научное и практическое применение морфохронодинамической концепции геоморфологии [2; 3]. Морфохронодинамическая концепция системно интегрирует методы геологии, геофизики, палеогеографии, палеогеоморфологии, гидрогеологии, геоморфологии, картографии, математического и геоинформационного моделирования для решения этих задач [2; 3]. В данном методическом комплексе могут применяться и данные гранулометрического и вещественного состава отложений, в частности, для решения общих и частных задач, возникающих при прогнозировании и поисках различных полезных ископаемых.

Так, при проведении прогнозно-поисковых работ титановых месторождений в пределах Иршанского россыпного поля решались общие задачи: *стратиграфические* (возрастные) корреляции; *генетическая* диагностика континентальных и морских отложений; *реконструкции фациальных условий* и *палеогеографических* элементов; оценка интенсивности *гипергенных процессов*. Для этого использовались разные количественные показатели (коэффициенты): минералогические, гранулометрические, гранулометрии монофракции ильменита и химического состава ильменита.

При решении указанных задач определялись возможности использованных минералогических коэффициентов: *петрофондовых* (циркон/рутил, циркон/гранат, циркон/турмалин, турмалин/рутил, циркон/дистен + ставролит), *тектонических* (циркон/ильменит лейкоксенизований, циркон/слюда, рудные/турмалин) рудные/слюда, кварц/слюда), *седиментационных* (циркон/пироксен + амфибол + эпидот, кварц/полевой шпат), *палеогеографических* (лейкоксен/ильменит, лейкоксен/ильменит лейкоксенизований, интегральный палеогеографический коэффициент). Также изучались соотношения в отложениях минералов, которые в гипергенных условиях *устойчивы*, *неустойчивы* и *диагенетические*, и *выход тяжелой фракции* минералов.

Анализировался гранулометрический состав вмещающих россыпи отложений, который выражался коэффициентами и статистическими параметрами, характеризующими эмпирический полигон распределения (ЭПР) осадков. Они вычислялись по данным весовых и количественных анализов. Эти показатели характеризуют меры: расположения (средний размер, мода, среднее), рассеивания (сортированность, среднее квадратичное отклонение, вариации), отклонения от нормального закона распределения (асимметрия, эксцесс). Определялась эффективность использования гранулометрических коэффициентов монофракции ильменита и химический состав ильменита. Коэффициенты и статистические параметры гранулометрии монофракции ильменита также определялись по данным весовых и количественных анализов, характеризующих меры расположения (средний размер, мода, среднее), рассеивания (сортировка, среднее квад-

ратичное отклонение, вариации), отклонения от нормального закона распределения (асимметрия, эксцесс). Химический состав ильменита выражался коэффициентами окисления, сохранения, выщелачивания, тиоризации.

Коэффициенты гранулометрического и вещественного состава определялись для вмещающих, подстилающих и перекрывающих россыпные тела отложений на 16 россыпных и перспективных участках Иршанского россыпного поля Приднепровской зоны УСТТЦРР. Они были использованы при составлении палеогеоморфологических карт крупных масштабов для 9 участков времени накопления вмещающих россыпи отложений полтавской свиты верхнего олигоцена-среднего миоцена. Для региональных и локальных стратиграфических корреляций минералогические коэффициенты не всегда давали четкий результат (кроме палеогеографических коэффициентов). Это относится и к гранулометрическим показателям. Был получен результат, что практически все минералогические и гранулометрические коэффициенты могут быть использованы для генетических и фациальных (морфодинамических) реконструкций континентальных отложений. Для генетических реконструкций морских отложений могут быть применимы гранулометрические коэффициенты в целом и монофракции ильменита. Для разделения континентальных и морских отложений могут использоваться все коэффициенты химического состава ильменита, также соотношение устойчивых, неустойчивых и диагенетических минералов. Возможности петрофондовых и палеогеографических минералогических коэффициентов здесь остаются невыясненными, а гранулометрические коэффициенты не дают положительного результата. Для реконструкции палеогеографических элементов подходят минералогические петрофондовые и палеогеографические коэффициенты, соотношения устойчивых, неустойчивых и диагенетических минералов, а также гранулометрические коэффициенты монофракции ильменита и химического состава ильменита. Последние вместе с палеогеографическими и минералогическими коэффициентами могут использоваться для определения интенсивности процессов гипергенеза.

В настоящее время УСТТЦРР достаточно всесторонне исследована с применением комплексов различных методов. Накопленный фактический материал стал основой монографий и статей. Вместе с тем остается достаточно невыясненных вопросов, относящихся к геологии и условиям формирования коренных и россыпных титановых и титан-циркониевых месторождений, требующих изучения и интерпретаций в свете новых научных идей, методологии, новых методов и технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Геологія і корисні копалини України : атлас. Київ, 2001. 168 с.
- 2. Комлев, А. А. Мезокайнозойский долинный морфолитогенез северо-западной части Украинского щита и его влияние на образование россыпей : автореф. дис. ... канд. геогр. наук / А. А. Комлев. Киев, 1988. 24 с.
- 3. Комлєв, О. О. Історико-динамічні басейнові геоморфосистеми геоморфологічних формацій Українського щита : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук / О. О. Комлєв. Київ, 2005.-37 с.

УДК 551.734:549:553.4(476)

О. Ф. КУЗЬМЕНКОВА, А. Г. ЛАПЦЕВИЧ

Беларусь, Минск, НПЦ по геологии

E-mail: kuzmenkovaof@mail.ru; allaptsevich@gmail.com

РАЗРЕЗ ПОЗДНЕДЕВОНСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ ПРИВОЛЬЕ (СЕВЕРО-ПРИПЯТСКОЕ ПЛЕЧО, БЕЛАРУСЬ)

В 2020 г. в юго-восточной части Азделинского палеовулкана [1] пробурена параметрическая скважина Приволье с целью вскрыть вулканогенную толщу позднего девона Припятско-Днепрово-Донецкой магматической провинции (ПДОМ) на востоке Северо-Припятского плеча на полную мощность и оценить ее минерагенический потенциал. В разрезе скважины выявлены породы трех магматических комплексов [2] (рисунок).

В интервале глубин 542,7–544,8 м (мощность 2,1 м) в основании толщи морских карбонатно-терригенных отложений речицкой свиты вскрыты туфы ультраосновного-основного состава, постепенно сменяющиеся вверх по разрезу туфомергелями. Породы несогласно залегают на закарстованной поверхности доломитов семилукского горизонта и принадлежат к единому трансгрессивно-регрессивному циклу осадконакопления. Маломощную пачку туфов выделяют в михальковскую свиту [3], что, видимо, нецелесообразно [2]. Туфы синхронны первому (жлобинскому) этапу магматизма ПДОМ, проявившемуся в 100 км на северо-запад в пределах Жлобинской седловины в виде поля трубок взрыва, сложенных породами одноименного магматического комплекса щелочно-ультрамафитовой формации (карбонатит-кимберлит-нефелинитовой). Не исключено, что источником пеплового материала могли также послужить области базитового-ультрабазитового вулканизма смежных структур — Днепровского сегмента Припятско-Днепровского палеорифта и Воронежского кристаллического массива, удаленных на 100 и более километров на юго-восток.

В интервале глубин 336,9—417,3 м (мощность 80,4 м) вскрыты породы уваровичского магматического комплекса, сформировавшегося в течение второго (уваровичского) этапа магматизма ПДОМ в поздневоронежское время. Породы принадлежат к щелочно-мафитовой формации (базальтоидов и фонолитов) [4]. В разрезе скважины осадочно-вулканогенная толща водноотложенных горизонтально слоистых туфов, туффитов и туфодоломитов уваровичской свиты (377,1—417,3 м, мощность 40,2 м) согласно залегает на доломитах нижневоронежской стреличесвской свиты с увеличением вулканокластической компоненты вверх по разрезу, что указывает на постепенное нарастание вулканической активности в условиях подводных извержений. Выше (336,9–377,1 м, мощность 40,2 м) залегает субвулканическое тело (силл) умеренно щелочных амфиболовых трахидолеритов. Породы содержат 20—25 % порфировых вкрапленников (1–5 мм) роговой обманки, в меньшей степени авгита и калиево-натриевого полевого шпата.

Трахидолериты содержат 45,87-49,72 % SiO₂, 5,22-6,89 % Na₂O + K₂O и 2,29–2,59 % TiO₂; имеют K-Na тип щелочности (Na₂O/K₂O = 1,11–1,51) и умеренную глиноземистость (0,66–0,77). Σ P3Э составляет 310,0 г/т при высокой степени их фракционирования (La/Yb_n = 31,0). Породы схожи с низкотитанистыми амфиболовыми трахибазальтами Азделинского палеовулкана, вскрытыми скважинами 58, 87, 88. В нижней части силла (362,0–377,1 м) трахидолериты пронизаны жилами равномерно тонкозернистых сливных доломитовых карбонатитов уваровичского гипабиссального комплекса.

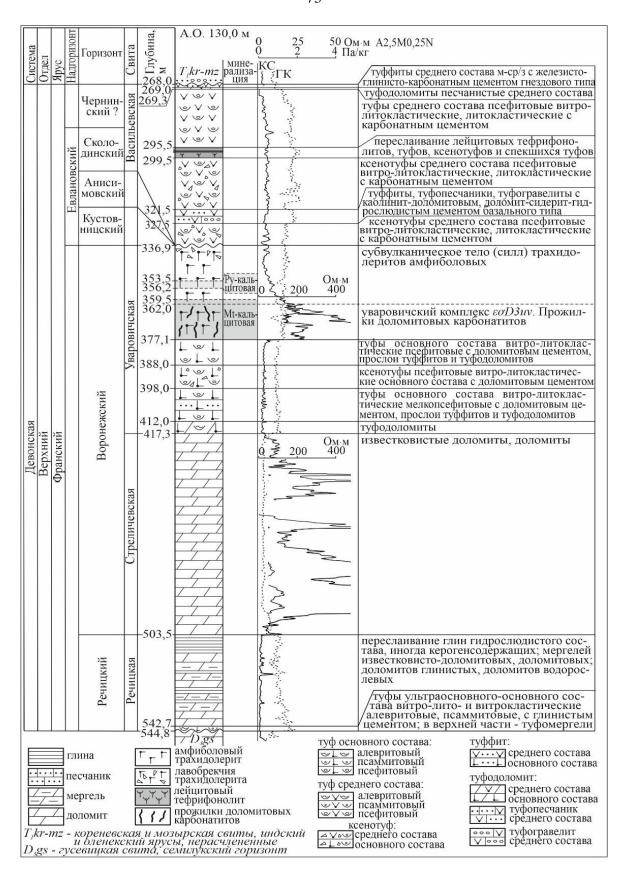


Рисунок – Разрез вулканогенной толщи позднего девона параметрической скважины Приволье (д. Приволье, Гомельский район)

Жилы (26,71 % MgO) кремового, охристого, зеленого цвета мощностью до 3–4 см; извилистые, ветвящиеся, с раздувами и включают фрагменты вмещающей породы. Помимо доломита, карбонатиты содержат 5–7 % породообразующих (авгит, полевой шпат, ильменит) и акцессорных (апатит) минералов. Содержание Σ P3Э (378,8 г/т) невысокое при умеренной степени их фракционирования (La/Ybn = 16,4). Спектр распределения малых элементов на PM-спайдерграммах схож с трахидолеритами, что указывает на геохимическую общность этих пород, но в области крупноионных литофильных элементов (Ba) и высокозарядных элементов (Zr, Hf, Ti, Nb, Ta) наблюдаются минимумы.

В интервале глубин 268,0-336,9 м (мощность 68,9 м) вскрыты породы припятского магматического комплекса щелочно-мафическо-салической формации (трахиандезитов), сформировавшегося в течение третьего (припятского) этапа магматизма ПДОМ в сколодинское (сколодинско-чернинское?) время. Вулканогенная толща васильевской свиты сложена водноотложенными псефитовыми туфами и ксенотуфами с карбонатным цементом. В составе литокласт доминируют трахиандезиты и сиенитпорфиры, в малом количестве – трахидолериты и тефрифонолиты. В верхней и нижней части толщи присутствуют туффиты, туфодоломиты, туфопесчаники и туфогравелиты с плохо сортированным терригенным материалом. В интервале 295,5-299,5 м (мощность 4,0 м) туфы содержат три маломощных (до 2,4 м) потока глинизированных лейцитовых тефрифонолитов. Породы комковатые, пятнисто окрашены в лилово-бурый и сиренево-зеленовато-серый цвет; содержат до 10 % вкрапленников (размером до 2 мм) калиевого полевого шпата и глинизированных темноцветных минералов (амфибола, оливина?). Основная масса сложена микролитами лейцита, нефелина, калиевонатриевого полевого шпата, измененного темноцветного минерала, титаномагнетита. Породы содержат 51,48-55,71 % SiO₂ и 10,03-13,89 % Na₂O + K₂O, имеют К-й тип щелочности (Na2O/K2O = 0.03-0.23) и высокую глиноземистость (0.71-0.8). Тефрифонолиты и трахидолериты имеют схожий спектр распределения малых элементов на РМ-спайдерграммах (минимумы U, Sr, Ti и максимумы Nd, Nb, Ta), что указывает на геохимическое родство их расплавов. Однако первые отличаются положительной аномалией К и отрицательной Sr; они беднее малыми элементами; $\Sigma P39 = 266.3 \text{ г/т}$, с более высокой степенью фракционирования РЗЭ (La/Ybn = 40,2).

В трахидолеритах выявлены два интервала рудной минерализации.

- 1. На глубине 359,5–377,1 м (мощность 17,6 м) развита магнетит-кальцитовая постмагматическая минерализация в виде маломощных (до первых сантиметров) субвертикальных прожилков белого цвета. Магнетит (до 10 % от объема породы) образует порошковатые выделения (до 0,6 мм) и участвует в псевдоморфозах по вкрапленникам роговой обманки; содержит примесь: V_2O_5 0,12–1,24 %, NiO 0,32–0,86 % и CuO 0,20–0,30 %. По данным спектрального анализа и ICP-MS штуфных проб значимых концентраций этих элементов не выявлено. Суммарное содержание рудных минералов (титаномагнетита и ильменита магматической генерации и магнетита постмагматической генерации) составляет 20–25 %; содержание $Fe_2O_{306щ}$ в породах по данным химанализа штуфных проб \leq 19 %. Минерализация является убогой и не имеет промышленного значения.
- 2. Пирит-кальцитовая гидротермальная минерализация наиболее поздняя, развита в виде белых нитевидных субвертикальных прожилков, наиболее обильно в интервале 353,5—356,2 м (мощность 2,7 м), где прожилки и гнезда достигают размера 2—3 см. Пирит образует порошковатые выделения. Штуфные пробы с глубины 354,0 м и 407,0 м, по данным спектрального анализа, показали ураганное содержание Cu 3000 г/т. Промышленного значения минерализация не имеет и является убогой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Михайлов, Н. Д. Петрографические особенности магматических образований Гомельской структурной перемычки / Н. Д. Михайлов, А. Г. Лапцевич // Літасфера. 2011. № 1 (34). C. 94–102.
- 2. Кузьменкова, О. Ф. Верхнедевонские магматические комплексы юго-восточной Беларуси / О. Ф. Кузьменкова, А. Г. Лапцевич, А. А. Носова // Докл. НАНБ. 2020.-T.64, № 5.-C.599-608.
- 3. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объяснит. записка / под. ред. С. А. Кручек [и др.]. Минск : $\Gamma\Pi$ «БелНИГРИ», 2010.-282 с.
- 4. Верхнедевонские вулканогенные образования района Уваровичей / Н. В. Веретенников [и др.] // Докл. НАНБ. 2001. Т. 45, № 1. С. 100–103.

УДК 551.7(577.5)

В. С. КУРИЛЕНКО

Украина, Киев, Институт геологических наук НАН Украины E-mail: vskgeo@ukr.net

ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Введение. С самого начала зарождения нефтегазовой науки обозначились два направления — неорганического и органического происхождения углеводородов (УВ). По линии неорганического происхождения выдвинуто несколько гипотез, но они не получили широкой поддержки.

Большинство геологов-нефтяников — сторонники органического происхождения УВ. Благодаря трудам многих ученых эта концепция оформилась в «осадочномиграционную теорию» (ОМТ) нефтегазообразования. Использование этой теории позволило обеспечить растущие потребности мирового хозяйства энергетическим и химическим сырьем, развить специализированные отрасли нефтегазовой науки. Однако доминирующее положение ОМТ наложило определенные методические ограничения на поисково-разведочные работы, тем самым вызвав кризис нефтегазовой геологии.

Вместе с тем открывались «нетрадиционные» промышленные скопления УВ в метаморфизованных и магматических породах, накапливались факты о нефтегазоносности сверхбольших глубин, что использовалось сторонниками мантийного происхождения УВ для подтверждения своей концепции. Трудами ряда ученых-геологов сложились представления о мантийных плюмах, «трубах дегазации» Земли и их влиянии на нефтегазоносность. Происходит смена парадигмы о происхождении УВ и пересмотр теоретических основ генезиса УВ. В связи с этим стало уделяться повышенное внимание глубинным разломам как возможным каналам поступления УВ из коромантийных очагов.

Целью данной работы является изучение влияния глубинных (коромантийных) разломов на нефтегазоносность как одной из причин неравномерного распределения УВ в Днепровско-Донецкой впадине (ДДВ).

Объект исследования — Днепровский и Донецкий грабены, входящие в систему Припятско-Днепровско-Донецкого палеорифта, получившего основное развитие в поздне-

девонско-раннекаменноугольное время. В триасовый период Днепровский и отчасти Донецкий грабены вошли в синеклизный этап развития, что привело к образованию ДДВ.

Материалы и методы исследования. В основу исследования положены работы многих украинских геологов и нефтяников [1; 2]. Видный тектонист и геолог-нефтяник В.К. Гавриш выделил три типа нарушений в кристаллическом фундаменте и осадочном чехле ДДВ: 1) дорифтовые разломы архейско-протерозойского заложения; 2) рифтовые позднедевонско-нижнекаменноугольные разломы; 3) послерифтовые сбросовые каменноугольно-меловые разрывы, а также нарушения, вызванные течением солей [3].

Дорифтовые разломы — это системы параллельных разноранговых нарушений, занимающих полосу шириной 25–30 км и проявляющихся в верхней мантии и литосфере. На рисунке показаны глубинные разломы [3]: коромантийные архейско-протерозойского заложения и позднедевонско-мезозойской активизации — Болтышско-Обоянский (EO) и Томаковско-Купянский (E); протерозойского заложения — Смеловско-Холмский (E), Криворожско-Комаричский (E) и Орехово-Харьковский (E); глубинные разломы неясного генезиса и проблематичного выделения — Ингулецко-Брянский (E), Овручско-Лебединский (E), Верховцевско-Льговский (E), Баштанско-Белгородский (E), Жмеринско-Старобельский (E) и Мангусско-Губкинский (E). Эти нарушения имеют в плане площадь, что дало нам возможность использовать этот численный показатель для оценки нефтегазовой продуктивности участков ДДВ над разломами и вне разломов и провести сравнительный анализ.

К дорифтовым относятся также разломы погребённого т. н. «рифейского грабена» северо-западного простирания, представляющего собой узкую (шириной около 30 км в ДДВ и до 60 км под Донбассом) глубокую впадину, заполненную рифейсковендскими осадками мощностью более 10 км [4].

Рифтовые разломы различают краевые и внутририфтовые. Краевые разломы Барановичско-Астраханский (БА) и Припятско-Манычский (ПМ) являются рифтоформирующими и ограничивают Днепровский и Донецкий грабены с севера и юга. Краевые разломы трассируются уверенно и надежно почти повсеместно, внутририфтовые – как правило, неоднозначно и субъективно [4].

Тектоническое районирование ДДВ. В основу районирования положена система дорифтовых глубинных разломов, секущих палеорифт поперек его простирания, и рифтовых продольных (рисунок). Четыре поперечных разлома — Тетеревско-Брянский \Box — структурные элементы западного сегмента, не показанные на рисунке), CX, EX ВО и EX — делят ДДВ на три сегмента: северо-западный , центральный и юго-восточный. Каждый сегмент делится глубинными разломами Тикичско-Гомельским \Box , EX ИБ и EX На седловины (с запада на восток) Брагинско-Лоевскую \Box , Удайскую и Псёлско-Ворсклянскую и депрессии Нежинскую \Box , Лохвицкую и Карловскую. В результате образовалась сложная ступенчатая структура с общим погружением фундамента на юго-восток.

При продольном районировании выделены зоны осевая, северная и южная приосевые, северная и южная прибортовые. Их границы в основном совпадают с прибортовыми и внутририфтовыми разломопарами и приосевыми разломами. Северный и Южный борта ДДВ есть, по сути, ее продольные зоны.

Нефтегазоносность ДДВ. Промышленно-нефтегазоносной является практически вся территория ДДВ, за исключением северо-западного сегмента и Южного борта, где пока не открыто значимых скоплений УВ. Согласно атласу [2], в ДДВ расположено 184 месторождения с начальными извлекаемыми запасами 2648,6 млн т УВ в нефтяном эквиваленте (н. э.), что составляет 89,8 % от общего количества месторождений и 77,7 % от общих запасов ДДВ.

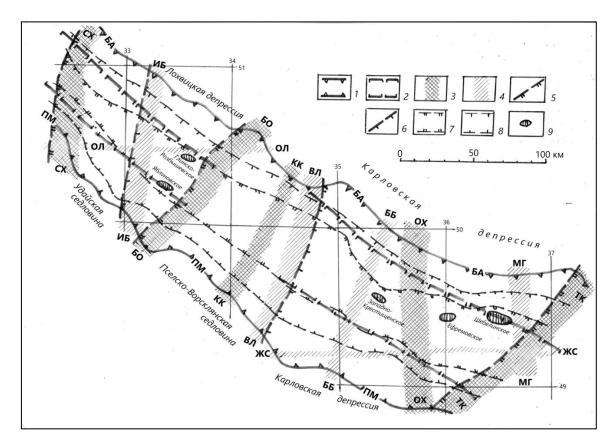


Рисунок – Тектоническая схема Днепровско-Донецкой впадины (показаны ее центральный и юго-восточный нефтегазоносные сегменты (по [3]): 1 – границы палеозойского Днепровско-Донецкого грабена, 2 – границы «рифейского грабена», 3 – дорифтовые коромантийные разломы архейско-протерозойского заложения, 4 – дорифтовые глубинные разломы неясного генезиса и проблематичного выделения, 5 – границы между сегментами грабена, 6 – границы между седловинами и депрессиями, 7 – границы осевой продольной зоны, 8 – границы между приосевыми и прибортовыми продольными зонами, 9 – гигантские и крупнейшие нефтегазоконденсатные месторождения. Буквенные обозначения разломов даны в тексте

В таблице показаны данные о площадях земель в пределах и вне зон разломов, количестве месторождений, начальных извлекаемых запасов УВ и удельные показатели. Изучая таблицу, приходим к выводу, что наиболее высокая плотность запасов осевой зоны. Здесь безусловно влияние двух гигантских (Шебелинского с извлекаемыми запасами 658,3 млн т н. э. и Западно-Крестищенского – 348,4 млн т н. э.) и крупнейших (Яблуновского – 117,6 млн т н. э., Ефремовского – 112,6 млн т н. э. и Глинско-Розбышевского – 112,3 млн т н. э.) месторождений ДДВ, содержащих 51,2 % общих запасов УВ. Эти месторождения расположены в приосевой продольной и поперечных депрессионных зонах и вне зон дорифтовых разломов. Иными словами, эти месторождения приурочены к максимальным толщинам осадочного чехла, включающим комплекс «рифейского грабена».

Вероятность открытия новых крупных месторождений при достигнутой степени изученности ДДВ очень низкая, во всяком случае до глубин 5–6 км. Проверим влияние упомянутых пяти месторождений на значения плотности, для чего исключим из расчетов их запасы. Средние значения плотности на депрессионных участках и продольной

тектонической зоны резко упали до сопоставимого уровня со значениями на землях над разломами. В общем же произошла существенная нивелировка значений плотности.

Tr ~		U	1
Таолина —	Сопоставление	показателеи не	ефтегазоносности
тиолици	Comociabilitie	110 Rusu 1 Csi Cii 110	φ i ci asomocnioci in

	Площадь, тыс. км ²	Количество месторождений	Запасы, млн т н. э.	Плотность, тыс. т/км ²	Удельные запасы, млн т/м-ние
ВСЕГО	48,50	184/179	2648,6/1299,4	54,7/26,8	14,4/7,3
в т. ч. над разломами	17,23	66	501,9	29,1	7,6
вне разло-	31,27	118/113	2146,7/797,5	68,6/25,5	18,2/7,1
MOB					
Осевая про-	17,55	61/57	1670,1/320,9	95,2/37,6	27,4/5,6
дольная зона	,		, ,	, ,	, ,
в т. ч. над	6,15	20	211,6	34,4	10,6
разломами	0,13	20	211,0	5 1, 1	10,0
вне разло-	11,40	41/36	1458,5/109,3	127,9/9,6	35,6/3,0
MOB					

Примечание — В строках «ВСЕГО», «Осевая продольная зона» и «вне разломов» показаны дробные числа: в числителе — общие цифры, в знаменателе — без данных по пяти крупнейшим месторождениям.

Обсуждение результатов. Сторонники абиогенного (мантийного) происхождения нефти и газа считают связь месторождений УВ с глубинными разломами очевидной и особо не нуждающейся в аргументации.

Иная точка зрения у сторонников органического происхождения УВ. Б. П. Кабышев считал, что приуроченность скоплений УВ к зонам глубинных разломов обусловлена влиянием структурного фактора: в зонах разломов происходит более интенсивное складкообразование, что ведет к увеличению числа и размеров структурных ловушек и накоплению в них большего количества УВ по сравнению со смежными тектонически «спокойными» площадями [4].

В. К. Гавриш считал, что поперечные дорифейские разломы определили геотектоническое строение ДДВ, а продольные рифтообразующие повлияли на распределение УВ и формирование месторождений. В дополнение к этому добавим, что основным фактором формирования осадочного чехла ДДВ и распределения УВ является свойство верхнедевонских солей «течь» под влиянием своих специфичных свойств, гравитационных, геотектонических и других факторов. Галогенные отложения маскируют глубинные разломы, не дают им четко проявиться в надсолевой толще и на дневной поверхности, стоят на пути вертикальной миграции флюидных потоков.

Четкая связь между расположением месторождений УВ и продольными разломами наблюдается лишь на коротком (всего 150 км) участке *ПМ* разлома на Зачепиловско-Левенцовском валу от Лиманского до Левенцовского месторождений Руденковско-Пролетарского нефтегазоносного района [1; 2].

Заключение. В результате проведенного исследования установлено слабое влияние глубинных разломов на нефтегазоносность ДДВ. Более существенна роль максимальных толщин осадочного чехла, приуроченных к осевой и поперечным депрессионным зонам. Требуется целенаправленное изучение 10-километровой осадочной толщи «рифейского грабена», возможно главного источника УВ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Атлас геологического строения и нефтегазоносности Днепровско-Донецкой впадины / ред. Ю. А. Арсирий. Киев : УкрНИГРИ, 1984. 190 с.
- 2. Атлас родовищ нафти і газу України, Східний нафтогазоносний регіон. Т. 1–3 / ред. М. М. Іванюта [та ін.]. Львів : УНГА, 1998. 1424 с.
- 3. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие / В. К. Гавриш [и др.] ; отв. ред. В. К. Гавриш. Киев : Наук. думка, 1989. 208 с.
- 4. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Нефтегазоносность / Б. П. Кабышев [и др.] ; отв. ред. П. Ф. Шпак. Киев : Наук. думка, 1989.-204 с.

УДК 552.08(375)

В. Г. ЛЕВАШКЕВИЧ¹, В. П. САМОДУРОВ², С. Е. ШПАК³

¹Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

²Беларусь, Минск, БГУ

³Беларусь, Минск, ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»

E-mail: levashk@presidium.bas-net.by; siarhei.shpak@btg.by

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБУГСКОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ БРЕСТСКОЙ ВПАДИНЫ

В настоящее время в отложениях кембрийской системы в пределах Прибугской структуры Брестской впадины эксплуатируется Прибугское подземное хранилище газа (ПХГ). С целью эффективной эксплуатации ПХГ важной задачей является выявление особенностей изменения количественных параметров горных пород в основном по мощности отложений на примере данных лабораторных комплексных исследований керна, отобранного из глубоких скважин фонда хранилища.

1. Геолого-петрофизическая характеристика отложений рытской свиты (ровенский горизонт)

Порода сложена глинами и глинистыми алевритами. Алевриты полевошпатово-кварцевые, с глинистым цементом.

Наиболее резко породы выделяются по повышенному содержанию окислов железа, алюминия и магния. По содержанию фосфора эта порода ближе к котлинским отложениям протерозоя, чем к отложениям кембрия.

Установлено, что основным минералообразующим элементом породы рытской свиты является каолинит с подчиненным содержанием гидрослюды. Образцы породы указывают на повышенное содержание (до 30 %) глинистой фракции (менее 0,002 мм). Каолинит преобладает (80–90 %) по отношению к гидрослюде (10–20 %). Повышенная глинистость породы обусловливает ее низкую проницаемость. Размер кластических зерен 0,05–0,1 мм. Свободное поровое пространство отсутствует.

Порода имеет весьма низкую пористость (в среднем 5,5 %), повышенную глинистость (более 30 %) и низкую проницаемость – меньше 0,3 мД.

Внутри горизонта прослеживаются прослои и линзы песчаников, в различной степени заглинизированные. Пористость песчаных прослоев меняется от 15 до 19 %.

Высокая остаточная водонасыщенность породы свидетельствует, что большая часть пор даже при высоких температурных нагрузках на образец не участвует в процессе фильтрации. Такие породы не являются коллектором, они также характеризуются невысокими флюидоупорными свойствами [1; 2].

2. Геолого-петрофизическая характеристика отложений страдечской свиты. Песчаная пачка \mathcal{E}_1 str₂₋₁

Страдечский пласт $\mathcal{C}_1 str_{2\text{-}I}$ по данным минералогических исследований представлен в основном песчаниками с редкими маломощными прослоями алевролитов и глин. Глинистость пород, по данным гранулометрического состава, составляет 4–5 %. Низкое содержание глинистых минералов, особенно гидрослюды, обусловливает высокую проницаемость пород.

Песчаники пласта $\mathfrak{C}_1 str_{2-I}$ характеризуются высоким содержанием кварца (до 85 %) и низкими значениями химических параметров ($\mathfrak{K}_2\mathcal{O}$, $\mathfrak{A}_1\mathcal{O}_3$) Последние имеют тесную связь с наличием глинистых компонентов в породе.

Как правило, значения проницаемости по напластованию (вкрест оси керна) превышают приведенные данные проницаемости вдоль оси керна до 2 раз, отражая ориентированность пор по напластованию образований.

Повышенные значения эффективной пористости до 18,5 % характерны для центральной части структуры и ее северо-восточной периклинали, несколько меньше (до 15 %) — на юго-западе. На крыльях структуры и в привзбросовой части эффективная пористость снижается до 10 %. Проницаемость меняется от 10 мД до 3,36 Д.

Глинисто-алевритовая пачка \mathfrak{C}_{1} str_{2-II} страдечского горизонта

Непосредственно над пластом C_1str_2 -I залегает пласт (от 1,7 до 21 м) практически непроницаемых глин. Отложения C_1str_2 -I представлены ритмичным чередованием глинистых пропластков с преимущественно песчаными образованиями пород. Выделяется три глинистых пропластка и два песчаных мощностью от 2 до 15 м.

Характерно преобладание среди глинистых минералов гидрослюд с примесью каолинита. Вторичные изменения пород выражаются в начальной стадии аргиллитизации глин.

Породы представлены в основном глинами аргиллитоподобными зеленоватосерого цвета, слюдистыми, тонко-грубослоистыми, с раковистым изломом. Глины, как правило, некарбонатные, с различной степенью хлоритизации основного материала.

Отложения $C_1 str_{2-II}$ с относительно низкой проницаемостью по оси керна – до 1 мД по газу. Глины имеют общую пористость 8–12,2 %. По данным экспериментальных определений, установленная абсолютная газопроницаемость глинистых отложений пачки $C_1 str_{2-II}$ в основном колеблется от 4,15 · 10^{-4} до 1,0 · 10^{-3} мД.

В нижней и верхней частях глинистой пачки \mathfrak{C}_1 выделяются два относительно выдержанных по простиранию пропластка глинистых песчаников. По данным лабораторных исследований, образцы песчаников из нижнего песчаного прослоя имеют открытую пористость 12–17,3 %, а эффективную – 10,3–10,5 %. Проницаемость их по вертикали 0,02–0,08 Д, а по горизонтали – 0,01–0,3 Д.

Пласт \mathcal{E}_{1} страдечской свиты

Верхняя пачка песчаников страдечской свиты нижнего кембрия (пласт $\mathfrak{C}_1 str_{3-I}$) залегает непосредственно над заглинизированным пластом $\mathfrak{C}_1 str_{2-II}$. Общая мощность пачки $\mathfrak{C}_1 str_{3-I}$ варьирует в пределах от 5 до 20 м в центральной заразломной части структуры. Эффективная мощность (за вычетом заглинизированных прослоев) 3–12 м.

Песчаники пласта \mathcal{E}_{1} str_{3-I} серые, разнозернистые, преимущественно среднемелкозернистые, в основном кварцевые, иногда глауконито-кварцевые. Отсортированность песчаников хорошая.

Анализы керна показали, что образцы проницаемых песчаников имеют открытую пористость 13–19,5 %, эффективную — 13–19 %, проницаемость по вертикали от тысячных долей до 0,47 $\rm Д$, а по горизонтали — от 0,35 до 0,88 $\rm Д$.

Установлено, что пласт \mathfrak{C}_{1} обладает низкими коллекторскими свойствами и неоднороден. Среднее значение гидропроводности страдечского контрольного горизонта составило 350 д.см/сПз. Коэффициент проницаемости — 0,03—0,91 Дарси.

Глинистый пласт \mathcal{E}_{1} str_{3-II} страдечской свиты

Пласт \mathcal{E}_{1} str_{3-и} хорошо выдержан по мощности и простиранию и является надежным региональным флюидоупором для всех горизонтов страдечской свиты. Мощность этой пачки в своде структуры в основном в пределах 30 м с тенденцией увеличения общей мощности на погружение до 39–46 м.

Глины преимущественно серые и зеленовато-серые с синеватым оттенком, алевритистые, с линзовидными прослоями тонкозернистых песчаников и алевролитов. Анализ показывает, что практически все исследуемые образцы пород имеют высокое (до 30 %, а отдельные до 60 %) содержание глинистой фракции, меньше $0,002 \, \text{мм}$ – глины.

Отмечается полное отсутствие хлоридов, весьма низкое содержание сульфатов. Содержание окиси алюминия Al_2O_3 практически для всех образцов достигает 20~% и более, что связано с каолинитами глинистых прослоев. Содержания железа и окиси калия, окиси кремния и железа соответствуют друг другу на одинаковых глубинах.

При микрошлифовом анализе отмечено, что алеврито-глинистая порода пласта C_1str_3 -n прошла катагенетическое преобразование в матричном и поровом пространствах, что привело к увеличению пор в местах наиболее полного скопления алевритовых зерен и, как следствие, способствовало оттоку поровой воды. Катагенетическое преобразование обусловлено процессом погружения осадков на глубину, воздействия давления и температуры на уплотнение, что вызвало дегидратацию отложений и возрастание емкостных свойств породы. Этому могло способствовать удаление адсорбционной воды, аргиллизация пород, способствующие повышению общей пористости. В алеврито-глинистых породах C_1str_3 -n развивалась ленточная пористость вдоль напластования. Именно она определяет и общую пористость образцов. Исследования показали, что такие отложения имеют весьма низкую проницаемость в крест напластования и повышенную в 8-10 раз – вдоль.

Отложения пачки \mathfrak{C}_1 str₃₋₁₁ состоят главным образом из каолинита с незначительным присутствием гидрослюды.

В составе глинистых минералов наряду с иллитом (65 %) и каолинитом (9 %) отмечено значительное содержание разбухающего иллит-смектитового минерала — 16 %. Образец глины из этого интервала характеризуется как наилучший из всех изученных образцов глин Прибугского ПХГ с точки зрения экранирующих свойств. Этот образец имеет самый низкий структурный коэффициент — 0,05 — и максимальное содержание разбухающих минералов, которое определяется отношением разбухающих глинистых минералов к неразбухающим — 0,21.

Пласт $C_1 str_{3-II}$ страдечского горизонта имеет абсолютную газопроницаемость, которая в основном колеблется от $1.74 \cdot 10^{-4}$ до $6.5 \cdot 10^{-3}$ мД.

В алеврито-глинистых породах основной покрышки хранилища развита ленточная пористость вдоль напластования. Именно она определяет и общую пористость образцов. Исследования показали, что такие отложения имеют весьма низкую проницаемость в крест напластования и повышенную в 8–10 раз – вдоль.

3. Геолого-петрофизическая характеристика отложений спановской свиты

В пределах структуры спановские отложения залегают на породах страдечской свиты и представлены песчаными образованиями [3]. Мощность свиты 106–148 м.

В теле отложений выявлено до трех пропластков алеврито-глинистых пород с весьма низкими коллекторскими свойствами, являющихся локальным экраном в пределах структуры. Они формируют маломощные (до 2 м) пропластки пород с пониженным содержанием кварца и повышенным содержанием окиси калия, железа, магния, алюминия, характерных для глинистых пород.

По данным химического анализа, основным минералом является кварц. Характер изменения значений окислов железа, калия, алюминия, магния и натрия в целом соответствует друг другу по всей мощности отложений. Их повышенные содержания связаны с присутствием глинистых минералов и могут являться дополнительным критерием выделения разностей пород по фильтрационно-емкостным параметрам [4].

В отличие от песчаников страдечских отложений [3], исследованные породы характеризуются весьма низким содержанием карбонатов, что является благоприятным фактором для сохранения высокой пористости и проницаемости всего разреза спановских отложений. Для всех исследуемых образцов пород характерно низкое содержание сульфатов (до 0.02%), фосфатов (0.04%) и хлоридов (0.005%) и незначительное содержание оксида натрия (0.1%).

Данные гранулометрического состава хорошо согласуются с данными химического анализа и показывают принадлежность изучаемых пород к песчаникам и алевролитам.

В рассматриваемых образцах песчаников преобладает капиллярная пористость. Поры в слабопористых песчаниках в основном изолированные тетраэдрические и ромбоэдрические мелкокапиллярные, в пористых — мелко- и крупнокапиллярные изолированные и чаще сообщающиеся.

Особенностью изучаемых пород является достаточно равномерное распределения пор, что указывает на преобладание гомогенных структур порового пространства. Следует отметить, что в данных породах, в отличие от изученных пород-коллекторов страдечских отложений [3], отсутствуют локальные области и участки с пониженной пористостью, так как глинистый и вторичный карбонатный цемент не характерен для них. Наоборот, в отдельных образцах отмечаются локальные области с повышенной пористостью. Этот эффект связан с реликтовой структурой исходных песчаных пород. По-видимому, реликтовые структуры повышенной пористости связаны с органогенными остатками, преобразованными и разложившимися в процессах эпигенеза, но способствующими сохранению повышенной пористости в местах их локализации.

Отличием спановских отложений от аналогичных пород страдечских отложений является значительно меньшая вариация гидродинамических и емкостных характеристик. Общая пористость составляет в среднем 23 %, открытая 15–18 %, а проницаемость по азоту – 600 мД. При этом проницаемость по азоту и воде часто сопоставимы, что свидетельствует о высокой степени чистоты порового пространства пород.

Отмечается тенденция роста с глубиной проницаемости пород для газа от 250 мД в кровле отложений до 550 мД в подошве и для воды от 200 мД до 500 мД. Это связано с преобладанием более глинистых пород в верхней половине отложений по отношению к нижней.

4. Геолого-петрофизическая характеристика отложений бугской, величковичской, ставской (ε_1 bg+vl+ ε_2 st) свит

Над спановским пластом-коллектором залегает нижняя пачка бугской свиты среднего кембрия \mathfrak{C}_1bg_I и в целом представляется флюидоупором для спановского пласта-коллектора.

Мощность пород бугской свиты составляет в среднем 45–55 м и мало изменяется в пределах всей структуры. Мощность пласта ε_1bg_1 – 12–16 м, ε_1bg_2 – 33–39 м, ε_1vl – 14–16 м.

В основании бугской песчаной пачки неповсеместно прослеживается пласт плотных, пластичных глин (0,5–7 м).

Нижняя песчаная пачка бугской свиты отделена от ставской свиты величковичскими плотными глинами и глинистыми алевролитами с редкими прослоями песчаников мощностью 25–52 м. Эта глинистая пачка является верхним водоупором для нижней водоносной части бугской свиты и нижним – для верхней части. По данным аналитических исследований керна и интерпретации ГИС, глины практически непроницаемы для газа.

Исследуемые породы в целом являются зрелыми мелкозернистыми, редко разнозернистыми кварцевыми образованиями (содержание кварца 55–80 %). В теле отложений отмечается наличие пород (песчаника) с повышенным содержанием кварца (до 80 %) и пониженными значениями глинообразующих минералов (K_2O , Fe_2O_3 , Al_2O_3), причем содержание глины составляет 0,01 %.

Породы бугских отложений по данным химического состава пород выделяются повышенным содержанием Al₂O₃ и высокой глинистостью. В глинистой фракции преобладает гидрослюда, причем в породе гидрослюда превышает каолин. Гидрослюда – устойчивый минерал, сформированный на позднем этапе катагенеза, способствует пониженным характеристикам проницаемости.

По вертикали породы характеризуются в основном мономинеральным составом с преобладанием кварца. Судя по содержанию алюминия, как компонента, входящего в глины, и содержанию глинистости пород, бугские отложения должны иметь весьма низкую проницаемость, что и подтверждается результатами лабораторных исследований, для которых проницаемость составляет десятитысячные доли мД (0,0004–0,0006 мД).

5. Геолого-петрофизическая характеристика отложений орлинской свиты (ϵ_2 orl)

Мощность орлинских отложений слабо изменяется по площади и составляет в среднем $60–70~\mathrm{M}$.

По составу минералообразующих компонентов породы следует, что песчаники орлинских отложений характеризуются высоким содержанием кварца и низкими значениями практически всех остальных химических параметров, что и определяет фильтрационно-емкостные свойства песчаников. Общая пористость песчаников в среднем 18 %, открытая — 15 %, что обусловливает высокую проницаемость породы — 450 мД по газу. Это связано с отсутствием цемента в большей части пор. Зерна окатанные, сортированные. Контакты их точечные и линейные без вдавливания, растворения и регенерации. Поры множественные, равномерно распределенные, сверхкапиллярные сообщающиеся и редко капиллярные изолированные. Все эти параметры способствуют повышению проницаемости.

Орлинские отложения характеризуются преимущественно мономинеральным составом пород с преобладанием кварца и являются высокопористыми и хорошо проницаемыми песчаниками. Они могут быть с успехом использованы в качестве объекта (емкости) для хранения газа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шпак, С. Е. Геологическое строение и емкостные свойства нижнекембрийских отложений Прибугской локальной структуры и сопредельных территорий Подлясско-Брестской впадины / С. Е. Шпак, Я. Г. Грибик // Літасфера. — 2018. — № 2. — С. 34—53.

- 2. Левашкевич, В. Г. Вещественный состав и физические свойства горных пород нижнего кембрия и верхнего протерозоя Прибугской структуры Подлясско-Брестской впадины / В. Г. Левашкевич // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. -2017. -№ 1. C. 89-98.
- 3. Зиновенко, Γ . В. Балтийская серия нижнего кембрия Прибугского поднятия и основные закономерности ее строения / Γ . В. Зиновенко, Т. В. Воскобойникова // Літасфера. 2007. № 2 (27). С. 115–120.
- 4. Котельников, Д. Д. Глинистые минералы осадочных пород / Д. Д. Котельников, А. И. Конюхов. М. : Недра, 1986. 247 с.

УДК 551.79

Г. И. ЛИТВИНЮК

Беларусь, Минск, БГУ E-mail: LitvinHi@bsu.by

МЕЖЛЕДНИКОВЫЕ ПАЛЕОВОДОЕМЫ Г. ГРОДНО

Помимо давно известных в литературе и хорошо изученных обнажений, таких как Румловка в парке Румлево, Пышки на западной окраине города, Понемунь на восточной окраине и классическое обнажение Колодежный Ров в овраге на правом берегу Немана, в 2021 г. при изучении инженерно-геологического строения территории под строительство и реконструкцию различных промышленных объектов было вскрыто несколько погребенных палеоводоемов муравинского возраста.

При проведении буровых работ, связанных с установкой парового котла на Северной мини-ТЭЦ, в скважинах № 1, 4 в суглинках, супесях и песках в интервале глубин 5,4-7,1 м был вскрыт торф черный, темно-коричневый, среднеразложившийся мощностью 4,0-5,8 м, залегающий на песках желто-бурых, пылеватых, водонасыщенных и суглинках бурых, красно-бурых моренных с включением гравия и гальки до 5 % сожского возраста. Перекрыты данные отложения довольно мощной толщей поозерских и техногенных отложений. На палеокарпологический анализ из скважины № 4 было отобрано три небольших по объему образца породы в интервале глубин 5,5-6,4 м, представленных гиттиями каменистыми, черными с обломками древесины. После обработки образцов в лабораторных условиях была выявлена небольшая по своему составу флора межледникового типа, содержащая характерные элементы оптимума муравинского межледниковья. Общее количество выявленных таксонов составляет 27 форм (таблица 1), из которых наиболее характерными и теплолюбивыми являются Najas marina, представленная многочисленными обломками семян, а также единичные обломки и фрагменты плодов и семян Stratiotes, Carpinus, Corylus, Tilia, Nuphar, Ceratophyllum, что не позволяет определить их видовую принадлежность. Подобный набор теплолюбивых форм и достаточная свежесть остатков позволяют с полной уверенностью отнести их к последнему теплому временному отрезку. Также следует отметить присутствие в составе флоры нескольких форм довольно прохладных условий местообитания. Это единичные экземпляры Potamogeton praelongus, P. pectinatus, P. filiformis, P. vaginatus и одна мегаспора Selaginella selaginoides. Полученные результаты не противоречат геологическим условиям залегания отложений, что свидетельствует об их надежности.

Таблица 1 – Состав семенной флоры скважины № 4

Номера образцов и глубина отбора Растение	Образец 3 6,2-6,4 м	Образец 2 5,9-6,2 м	Образец 1 5,5–5,9 м
Chara sp.	1	30	
Selaginella selaginoides (L.) Link		1	
Typha sp.		2	
Potamogeton praelongus Wulf.	1		
P. pectinatus L.	2	2	5
P. gramineus L.	3	4	
P. filiformis Pers.	2	1	1
P. vaginatus Turcz.	1		1
P. rutilus Wolfg.	5	10	7
Najas marina L.	ОМН	МН	МН
Stratiotes sp.	+		+
Scirpus sp.	+		
Eleocharis e gr. palustris (L.) Roem. et Schult.	1	1	4
Cladium mariscus (L.) Pohl	1	3	
Carex sp.	4	9	14
Carpinus sp.		+	+
Corylus sp.		+	
Alnus cf. incana (L.) Moench	3	7	2
Urtica dioica L.	1		1
Chenopodium sp.		+	2
Nuphar sp.		+	
Ceratophyllum demersum L.		1	2
Ranunculus sceleratus L.	4	1	4
Batrachium sp.	1		1
Tilia sp.		+	+
Myriophyllum sp.	2	4	1
Hippuris vulgaris L.		1	1

Примечание – омн – очень много остатков, мн – много, + единичные обломки.

При изучении инженерно-геологических условий на строительство мебельной фабрики на территории СЭЗ «Гродноинвест» в пробуренных трех скважинах под насыпными грунтами были вскрыты алевриты серые тонкие с небольшой примесью песка и вкраплениями растительных остатков. Подстилаются эти отложения песками мелкозернистыми и моренными супесями и суглинками сожского возраста. На палеокарпологический анализ для определения возраста отложений были переданы три небольших образца породы, отобранных из скважин № 11 и 20. После их обработки была выявлена небольшая по своему составу семенная флора, насчитывающая 29 видов ископаемых растений (таблица 2).

Наиболее богатой она оказалась в скважине 20 (гл. 3,8–4,0 м). Ее основу составляют виды водных и водно-болотных условий местообитания. Количество выявленных остатков каждого вида незначительно, что, по-видимому, связано с небольшим объемом породы. Многие виды представлены в виде обломков плодов и семян, это результат

шнекового бурения. Из наиболее характерных видов, свидетельствующих о возрасте отложений и условиях их формирования, следует отметить присутствие остатков Caulinia flexilis, Najas cf. marina, Scirpus lacustris, Nuphar sp., Potamogeton natans, что говорит о достаточно теплых климатических условиях, соответствующих практически оптимуму межледниковья.

Таблица 2 – Состав семенной флоры скважин № 11 и 20

Номера образцов и глубина	Скв. 20	Скв. 11	Скв. ?
отбора	образец 2	образец 4	образец 1
Растение	3,8–4,0 м	8,2-8,4 м	ооризец 1
Chara sp.	5		
Selaginella selaginoides (L.) Link	8	2	
S. tetraedra Wieliczk.	1		
Pinus sp.	+		
Typha sp.	2		
Sparganium cf. microcarpum (Neum.) Raunk.	+		
Potamogeton natans L.	2		
P. obtusifolius Mert et Koch	1		
P. rutilus Wolfg.	1		
Najas cf. marina L.	2+		
Caulinia flexilis Willd.	3+		
Scirpus lacustris L.	10+		
Eleocharis e gr. palustris (L.) Roem. et Schult.	7		
Carex s/gen Vignea	58	3	2
Carex s/gen Carex	1	OM	2
Betula cf. alba L.		3	
Urtica dioica L.		11	
Chenopodium sp.		1	
Moehringia trinervia (L.) Clairv.	+		
Nuphar sp.	+		
Ranunculus sceleratus L.	1	10	
R. flammula L.	2		
Thalictrum sp.		+	
Rubus idaeus L.	+	+	2
Potentilla anserina L.		2	
Cicuta virosa L.		1	
Menyanthes trifoliata L.	1		1
Ajuga reptans L.	+		
Carduus sp.		1	

Примечание – омн – очень много остатков, мн – много, + единичные обломки.

Следует также отметить, что основу флоры скважины № 20 составляют виды водных и водно-болотных условий местообитания, в то время как фрагментарная флора соседней скважины № 11 состоит в основном из видов прибрежных и открытых пространств. Это такие наземные формы, как Carex s/gen Carex, $Urtica\ dioica$, Chenopodium sp., $Cicuta\ virosa$, здесь же присутствует большое количество остатков какой-то угнетенной $Betula\ cf.\ alba$. В целом если эти флоры происходят из отложений, залегающих

в одном интервале, то их можно считать одновозрастными и отнести к последнему теплому отрезку времени, отражающему оптимальные фазы муравинского межледниковья. Выявленные семенные флоры фрагментарны, но легко узнаваемы и сопоставимы с такими хорошо изученными флорами из обнажений, как Румловка [1; 2] и Пышки [1; 3; 4], одновозрастным которым и являются.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Величкевич, Ф. Ю. Плейстоценовые флоры ледниковых областей Восточно-Европейской равнины / Ф. Ю. Величкевич. – Минск : Наука и техника, 1982. – 239 с.
- 2. Литвинюк, Γ . И. Муравинские флоры Понеманья / Γ . И. Литвинюк // Литология, геохимия и стратиграфия континентальных кайнозойских отложений Белоруссии. Минск : Наука и техника, 1988. С. 176–180.
- 3. Шалабода, В. Л. Палеабатанічная характарыстыка муравінскіх адкладаў в. Пышкі ля Гродна / В. Л. Шалабода, Т. В. Якубоўская // Даследаванні антрапагену Беларусі. Мінск : Навука і тэхніка, 1978. С. 150—157.
- 4. Litviniuk, G. I. New data on seed flora from the Pyshki section / G. I. Litviniuk // Field symposium on Quaternary geology and geodynamics in Belarus. Minsk, 2002. P. 40–42.

УДК 550.8:553.98(476)

А. М. ЛОПАТИН

Беларусь, Гомель, РУП ПО «Белоруснефть», БелНИПИнефть E-mail: a.lopatin@beloil.by

КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ 2D-СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА ШЕЛКОВИЧСКОЙ ПЛОЩАДИ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКА МАЛОАМПЛИТУДНЫХ СТРУКТУР В ДЕВОНСКОМ ПОДСОЛЕВОМ КОМПЛЕКСЕ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Наиболее крупные подсолевые нефтяные месторождения Припятского прогиба локализованы на гребне структуры второго порядка — Речицко-Вишанской тектонической ступени. Ее гребневая часть и подножье, примыкающее к краевому разлому, ограничивающему Припятский прогиб, имеют достаточно плотное покрытие 3D-сейсмическими съемками. Структурная терраса тектонической ступени, залегающая преимущественно моноклинально, менее изучена геофизическими методами. Поисковый интерес могут представлять малоамплитудные (до 50 м) ловушки структурного типа на Шелковичском участке.

Шелковичская подсолевая структура была выявлена в 1984—1985 гг. сейсморазведочными работами 2D. Интерес к Шелковичскому участку связан прежде всего с притоком нефти, полученным при опробовании семилукских отложений (франский ярус верхнего отдела девона) в скважине № 8 Шелковичская, а также в связи с выпотами и выделениями нефти в керне, отобранном из воронежского горизонта (франский ярус верхнего отдела девона) в скважине № 9 Шелковичская.

Стоит отметить, что скважина № 9 Шелковичская, пробуренная в 2002—2003 гг., была закончена аварийно, не вскрыв нефтеперспективные семилукские отложения, в связи с прихватом бурильного инструмента. По результатам интерпретации 2004 г., скважина оказалась в неоптимальных условиях.

В ходе камеральных работ было увязано и обработано 17 сейсмических профилей 2D разных лет общей протяженностью 150 пог. км. Сейсмостратиграфическая привязка скважин к сейсмическим разрезам выполнена по материалам 2D-профилей, материалам ГИС и ВСП путем одномерного моделирования синтетических трасс и сопоставления их с реальными трассами временных разрезов в скважинах № 2, 4 Боровиковские, № 8 Шелковичская, № 13 Первомайская (рисунок 1).

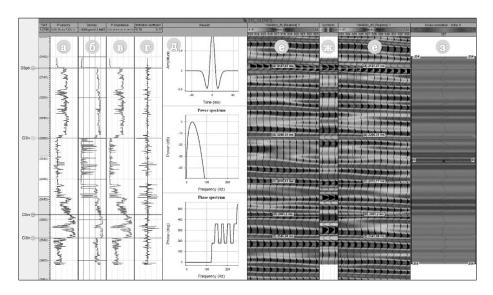


Рисунок 1 — Стратиграфическая привязка, определение формы сейсмического импульса и расчет синтетической сейсмограммы:

а) кривая скорости продольной волны (V_p) ; б) кривая плотности; в) кривая акустического импеданса; г) коэффициенты отражения; д) оценка формы импульса; е) фрагмент профиля 2Д вдоль ствола скважины № 13 Первомайская; ж) синтетическая сейсмограмма; 3) кросс-корреляция

По результатам проведенного одномерного моделирования коэффициент корреляции между сейсмическими и синтетическими трассами является неплохим и находится в интервале 0,61–0,73.

Согласно стратиграфической привязке, корреляция сейсмических данных проведена по четырем основным отражающим сейсмическим горизонтам — 3D, 2D, 2Dп и 1Dt, соответствующим кровле галитовой, межсолевой толщ, подошве межсолевой толщи, а также кровле подсолевого терригенного комплекса. Корреляция проводилась во временной и глубинной областях, до и после миграционных преобразований. Дополнительно осуществлялась корреляция по поверхности кристаллического фундамента (сейсмический горизонт II) ввиду хорошей прослеживаемости на сейсмических разрезах по всей площади. Данные корреляции использовались для более уверенных структурных построений отложений подсолевого терригенного комплекса (рисунок 2).

Для выделения и трассирования разрывных нарушений на исследуемой площади, помимо стандартной методики, которая базируется на обнаружении признаков нарушений на сейсмическом материале, применялся атрибутный анализ 2Д-сейсмических профилей.

По материалам съемки 2D на Шелковичском участке детализировано строение подсолевых отложений по сейсмическому горизонту 1Dт, отождествляемому с кровлей ланского горизонта: изучено структурное строение Шелковичского участка, уточнены

границы и конфигурация подсолевых блоков. Разрывными нарушениями, условно обозначенными буквами от «а» до «е», подсолевые отложения на исследуемой площади разбиты на блоковые тектонические элементы (рисунок 3). Уточнены рельеф поверхности межсолевой и галитовой толщ.

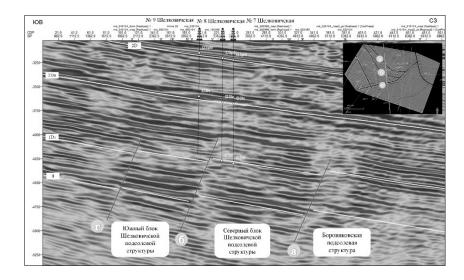


Рисунок 2 — Фрагмент глубинного динамического разреза. Профиль 310999. Шелковичский участок

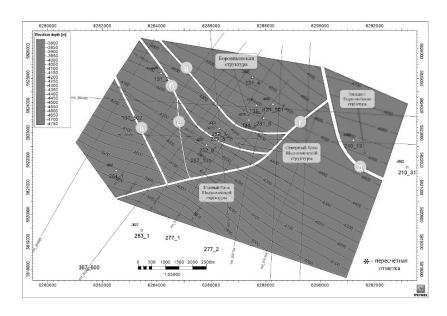


Рисунок 3 — Структурная карта сейсмического горизонта 1Dт (кровля подсолевого терригенного комплекса, ланский горизонт)

Южный блок Шелковичской подсолевой структуры представляет поисковый интерес, так как абсолютные отметки поверхности подсолевых терригенных отложений в его вершине выше, чем абсолютные отметки Северного блока Шелковичской структуры, в которой был получен приток нефти. С целью опоискования и выяснения перспектив этого блока было рекомендовано бурение скважины № 10р Шелковичская (рисунок 4).

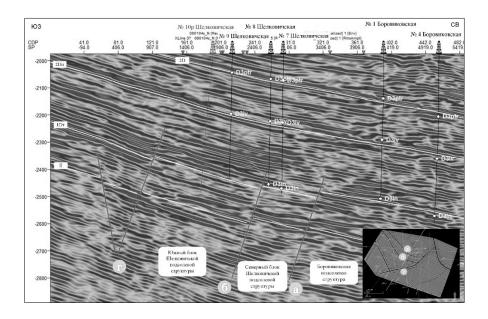


Рисунок 4 — Фрагмент временного динамического разреза. Профиль 030104. Шелковичский участок

Комплексная переобработка и переинтерпретация накопленного сейсмического материала 2D разных лет до постановки 3D-сейсмической съемки позволяет сокращать временные и финансовые затраты. Успешным примером данного подхода служит Макановичская площадь, где в 2017–2018 гг. выполнены полевые работы по методике 2D, затем выполнена комплексная обработка и интерпретация уже имеющихся и отработанных профилей. По итогам работ рекомендована к бурению поисковая скважина, которая в конце 2019 г. стала открывательницей Гарцевского нефтяного месторождения. В 2020 г. на Макановичской площади (Гарцевское месторождение) поставлена 3D-сейсмическая съемка.

На данный момент скважина № 10 Шелковичская находится в бурении. По результатам будет принято решение о постановке трехмерных сейсморазведочных работ на данном участке.

УДК 550.8.053

А. Н. МАЕВСКАЯ, М. А. БОГДАСАРОВ, Т. А. ШЕЛЕСТ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: maevskaya.anna@inbox.ru; bogdasarov73@mail.ru; tashelest@mail.ru

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

В результате непрерывного роста объемов и скорости накопления информации в различных областях человеческой деятельности высокую актуальность приобретает проблема «больших данных» (big data) [1; 2]. Традиционно их принято разделять на две категории: 1) данные, получаемые в результате проведения научных наблюдений и экспериментов; 2) данные, получаемые из социальной сферы (социальные сети, интернет, экономика). Отдельную категорию составляют геопространственные данные, которые

могут быть представлены тремя формами – растровые данные (геоизображения), векторные данные (точки, линии, многоугольники), графические данные [3; 4].

К настоящему времени сложилось множество подходов в сфере анализа и обработки данных большого объема, в основе которых лежит инструментарий, заимствованный из статистики и информатики. Выбор того или иного метода применительно к обработке конкретного набора данных зависит от их природы, структуры и области дальнейшего использования. В качестве средства для работы с «большими данными», их анализа и отображения все чаще выступают географические информационные системы. Это обусловлено тем, что значительная часть получаемой информации в различных сферах является геопространственной. В связи с вышесказанным актуальность приобретает разработка алгоритмов обработки «больших данных» применительно к решению конкретных задач, возникающих в различных научных направлениях.

В данной работе представлен опыт разработки структуры алгоритма обработки материалов, полученных по результатам геологических изысканий, проводимых в разное время на территории Брестской области, предоставленных государственным научным учреждением «Институт природопользования НАН Беларуси» и государственным предприятием «Научно-производственный центр по геологии». Имеющиеся данные отражают информацию о строении кайнозойских отложений территории региона и включают около 5000 скважин.

Как видно из рисунка, в структуре алгоритма выделяется четыре блока, которые соответствуют четырем этапам, последовательное выполнение которых позволяет провести обработку данных геологического бурения и построить качественную картографическую модель. Рассмотрим более подробно особенности структуры разработанного алгоритма.

Алгоритм разработан на основе двух типовых структур – следования (линейная) и ветвления. Первые три блока представлены в виде линейной структуры, где все операции располагаются последовательно друг за другом и выполняются один раз в том порядке, в котором они указаны.

На *первом (подготовительном) этапе* осуществляется подготовка данных к последующему моделированию. Для этого к выполнению предусмотрено два последовательных шага:

- 1. Проведение инвентаризационных работ. С учетом того, что представленная в базе данных (формат Microsoft Access) информация включает несколько связанных между собой таблиц (назначение скважин, цели работ, литология, стратиграфия, скважины), первый шаг направлен на отбор необходимых сведений из исходной базы данных и создание на ее основе сводной инвентаризационной таблицы, содержащей отобранные наиболее необходимые для последующего построения карт сведения.
- 2. Проектирование базы данных в ГИС путем импорта созданной инвентаризационной таблицы в ГИС-оболочку с использованием функции автоматического создания точечного слоя.

На *втором этапе* производится поиск аномальных значений в исходных данных (выбросы в данных), которые в дальнейшем могут искажать картографируемое явление. Данный этап также состоит из двух шагов:

- 1. Анализ исходных данных с целью обнаружения «выбросов», для которого могут быть использованы разные методы статистики и геостатистики. Применительно к имеющемуся набору данных авторы предлагают для выявления «выбросов использовать метод кригинга (kriging).
 - 2. Удаление скважин с некорректными значениями из слоя.

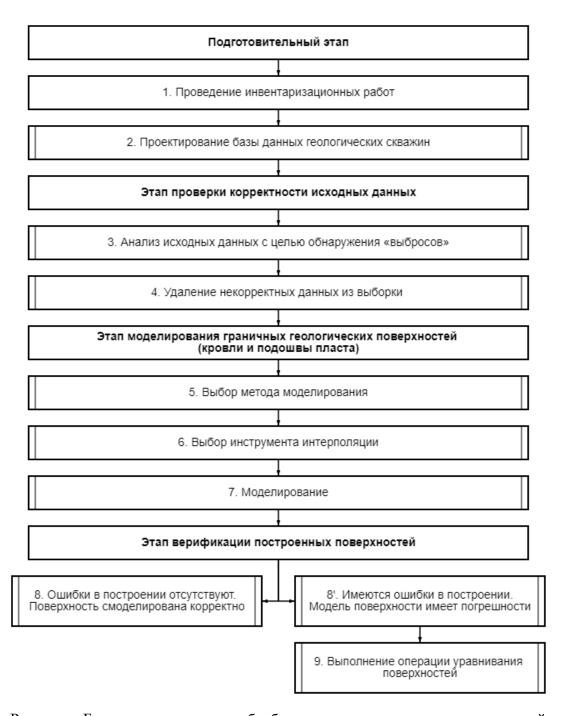


Рисунок – Блок-схема алгоритма обработки данных геологических изысканий

Третий этап направлен на создание структурных грид-моделей подошвы и кровли пластов и состоит из трех шагов.

- 1. Первый шаг направлен на выбор метода моделирования построение от более крупных стратиграфических подразделений к наименьшим или построение от наименьших стратиграфических подразделений («горизонт») к крупным («система»).
 - 2. В рамках второго шага выполняется подбор инструмента интерполяции.
- 3. На третьем шаге с учетом выбранного метода и инструмента интерполяции проводится моделирование, результатом которого являются растровые поверхности кровли и подошвы стратиграфических горизонтов.

На *четвертом (завершающем) этапе* осуществляется проверка качества созданных моделей. Здесь алгоритм принимает структуру ветвления с двумя вариантами действий:

- 1. Ошибки в построении отсутствуют, следовательно, модель корректна.
- 2. Имеются ошибки в построении, т. е. модель некорректна и требуется проведение операции уравнивания.

Таким образом, представлен механизм создания структуры алгоритма обработки данных, получаемых в результате геологических изысканий. Все шаги в алгоритме могут быть реализованы в программной среде ArcGIS 10.5 с возможностью автоматизации выполнения отдельных процессов.

Представленный в данной работе алгоритм позволяет:

- повысить эффективность обработки значительных объемов геологической информации, выявлять существующие закономерности в данных и учитывать их при построении картографических моделей;
- реализовывать разносторонний качественный и количественный анализ пространственных геологических данных, выполнить их качественную географическую визуализацию;
- повысить качество создаваемых цифровых геологических карт за счет разработанного и реализованного в нем алгоритма уравнивания поверхностей, позволяющего минимизировать ошибки, возникающие в ходе моделирования.

Разработанный алгоритм применяется в ходе проведения практических занятий по теме «Моделирование природных процессов» в рамках курса «Географические информационные системы» в Брестском государственном техническом университете и позволяет студентам усовершенствовать навыки работы в области применения настольного ГИС-пакета ArcGIS 10.5 для целей геостатистической обработки пространственных данных при картографическом моделировании геологической среды, освоить методики и технологии процессов построения растровых моделей в ГИС с использованием банков пространственно-координированной информации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь в рамках выполнения задания «Разработка геолого-информационной модели кайнозойских отложений территории Брестской и Гродненской областей как основы для прогнозирования новых наиболее доступных месторождений минерального сырья» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Przulj, N. Network analytics in the age of big data / N. Przulj, N. Malod-Dognin // Science. 2016. Vol. 353, iss. 6295. P. 123–124.
- 2. Корнев, М. С. История понятия большие данные (big data): словари, научная и деловая периодика / М. С. Корнев // Вестн. РГГУ. Сер.: Литературоведение, языкознание, культурология. -2018. -№ 4. C. 81–85.
- 3. Significance and Challenges of Big Data Research / H. Jin [et al.] // Big Data Research. -2015. No. 2. P. 59-64.
- 4. Lee, J. Geospatial Big Data: Challenges and Opportunities / J. Lee, M. Kang // Big Data Research. -2015. No. 2. P. 74-81.

УДК 550.8.053

А. Н. МАЕВСКАЯ¹, Н. Н. ШЕШКО², О. И. ГРЯДУНОВА¹

¹Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

²Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: maevskaya.anna@inbox.ru; optimum@tut.by; gryadunova@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ARCGIS

Современный уровень создания геологических карт сопряжен с применением геоинформационных систем (ГИС), которые позволяют: вводить, хранить и оперативно обрабатывать большие массивы разнообразной геологической информации с образованием геолого-картографических баз данных; на основе комплексирования информации и современных методов анализа получать новую информацию; оперативно отражать и корректировать фактическую ситуацию на электронных картах.

Одним из актуальных и разрабатываемых на современном этапе вопросов является проблематика автоматизации процесса составления геологических карт с использованием средств ГИС. На возможность применения компьютерных технологий в практике построения цифровых геологических карт сложилось две противоположные точки зрения. Согласно первой, компьютер может применяться только как средство оформления геологической карты, составленной по традиционной технологии и оформленной на бумаге. Согласно второй, карты могут быть составлены сугубо автоматически.

Современные исследователи говорят о том, что истина находится посередине, так как, с одной стороны, практически невозможно вручную качественно обработать огромный объем информации, поэтому нельзя отказываться от ее автоматизированной обработки. С другой стороны, составление карт является достаточно творческим процессом, который не может быть полностью формализован [1].

Наиболее широко практика автоматизированного построения геологических карт применяется в решении задач создания структурных и палеоструктурных карт, так как именно их составление легче поддается автоматизации и последующему построению в компьютерной среде [2].

В данной работе авторами с использованием модуля ГИС ArcGIS 10.5 Model Builder разработан набор инструментов «Структурно-геологическое ГИС-карто= графирование» для ArcToolbox, позволяющий автоматизировать процесс создания структурных геологических карт на основе скважинных данных. Исходной информацией для апробирования созданных моделей послужили результаты буровой изученности территории Брестской области, отражающие сведения о строении кайнозойских отложений региона.

Ниже более подробно рассмотрим функционал инструментов, входящих в набор, который в перспективе может быть расширен путем включения в него новых геоинформационных моделей.

Инструмент «Search for outliers» (рисунок 1) — предназначен для выполнения предварительного анализа исходных данных с целью обнаружения выбросов в них, т. е. опорных точек, которые сильно выбиваются из последовательности, не вписываются в модель по какой-либо причине. В основу работы инструмента заложен способ

обнаружения ошибок методом kriging. В ходе работы инструмента производятся следующие операции:

- построение растровой модели поверхности на основе показателей абсолютных отметок подошвы слоя;
- извлечение данных из полученного растра в исходную таблицу атрибутов с использованием инструмента «Extract»;
- расчет показателей ошибки между проинтерполированным значением и значением в исходной точке с использованием калькулятора поля.

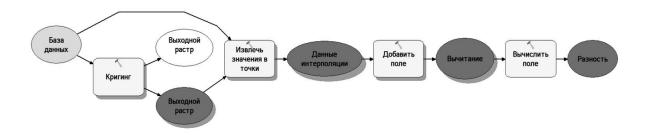


Рисунок 1 – Геоинформационная модель, предназначенная для поиска «выбросов» в исходных данных

Таким образом, инструмент позволяет исключить ошибки, полученные в результате измерений или вызванные некорректным вводом данных, и в конечном итоге построить более качественную интерполяционную модель (без искажений).

Инструмент «Data preparation and surface modelling» (рисунок 2) предназначен для подготовки данных к моделированию и создания на их основе растровых поверхностей, отражающих особенности строения подошвы и кровли отложений. Инструмент позволяет выполнять объединение стратиграфических подразделений, представленных в исходной базе данных, осуществлять выборку слоев из базы данных, создавать grid-модели кровли и подошвы пластов.

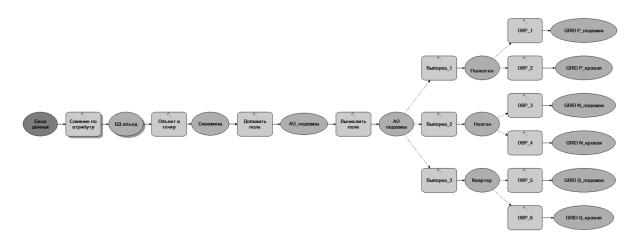


Рисунок 2 – Геоинформационная модель создания grid-поверхностей кровли и подошвы пластов

Инструмент «Grid model post-processing» предназначен для проверки корректности построенных интерполяционных моделей (рисунок 3).



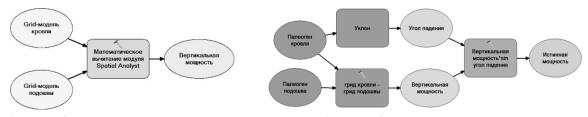
Рисунок 3 — Геоинформационная модель верификации качества моделей поверхностей стратиграфических горизонтов

В ходе работы инструмента выполняются следующие процессы:

- переклассификация растровых поверхностей, смоделированных изначально с одинаковым разрешением растра (Spatial Analyst Reclassify Reclasiffy) по значениям ячеек кровля, подошва;
- вычитание перекласифицированных растров с использованием инструмента Мар Algebra;
- обработка растра со значением «no data» функцией isNull с целью установления отсутствующих в растре значений;
- уравнивание (усреднение) поверхностей с ошибками инструментом Con (Conditional);
- преобразование растровой поверхности в векторный формат путем построения изогипс.

Инструмент «Vertical reservoir thickness» предназначен для вычисления вертикальной мощности пласта – расстояние по вертикали между кровлей и подошвой пласта. Расчет производится с использованием инструмента «Алгебра карт» (рисунок 4, *a*).

Инструмент «True reservoir thickness» предназначен для вычисления истинной мощности пласта, которая представляет собой кратчайшее расстояние между подошвой и кровлей пласта. Для ее расчета в инструмент включены растры кровли и подошвы пласта, растр вертикальной мощности. В ходе работы инструмента дополнительно производится вычисление угла падения слоя (рисунок $4, \delta$).



а) геоинформационная модель построения grid-модели вертикальной мощности стратиграфического горизонта

б) геоинформационная модель построения grid-модели истинной мощности стратиграфического горизонта

Рисунок 4 – Набор инструментов вычисления мощности стратиграфических горизонтов

Разработанный набор инструментов успешно апробирован на примере создания комплекта структурных геологических карт кайнозойских отложений Брестской области. Реализованный с его использованием цифровой картографический материал имеет высокоточную пространственную привязку и может оперативно изменяться с учетом новейших литературных данных, сведений инженерно-геологических изысканий, что позволит значительно упростить процедуру картирования геологических отложений по материалам буровой изученности.

Представленные геоинформационные модели применяются в курсе «ГИСтехнологии» в БрГУ имени А. С. Пушкина при чтении лекции и выполнении практической работы по теме «Встроенные модули ArcGIS for Desktop Basic (ArcView) и их применение в ГИС-анализе», а также в курсе «Геоинформатика» в рамках лекции «Работа с модулями» как наглядный пример использования модуля «Model Builder» для автоматизации процесса построения растровых и векторных поверхностей и выполнения различных операций с ними.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь в рамках выполнения задания «Разработка геолого-информационной модели кайнозойских отложений территории Брестской и Гродненской областей как основы для прогнозирования новых наиболее доступных месторождений минерального сырья» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Миронов, О. К. Геоинформационные технологии для составления крупномасштабных геологических карт г. Москвы / О. К. Миронов // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. -2011. № 3. С. 198-214.
- 2. Автоматизация процесса создания структурных и палеоструктурных карт в среде ArcGIS 9.x [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kpfu.ru/content_print?p_cid=76079. Дата доступа: 18.04.2021.

УДК 502.64

А. Г. МАЦУКА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: anna.matsuka@mail.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ РОССИИ

Геологические памятники природы — это природные образования, связанные с геологическим строением и различными геологическими процессами; всевозможные обнажения или выходы горных пород и редких минералов на дневную поверхность.

На территории Оренбургской области России насчитывается 314 геологических памятников природы, которые включают в себя 214 действующих, 10 предлагаемых и 90 упраздненных. Среди официально зарегистрированных геологических памятников природы область занимает первое место в регионе [1; 2]. В структуре геологических памятников природы Оренбургской области преобладают памятники комплексного типа (43 %) (рисунок).

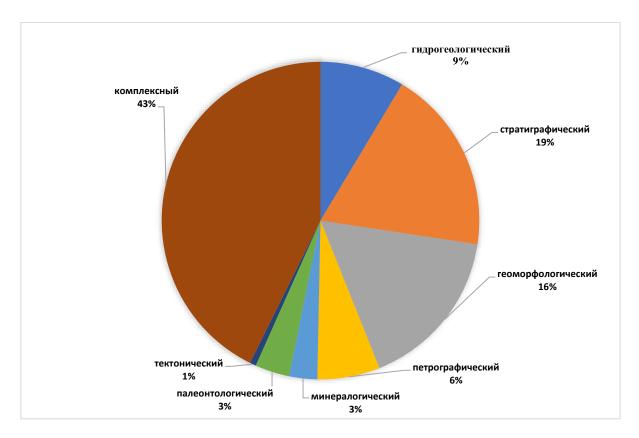


Рисунок – Структура геологических памятников природы Оренбургской области

Из многообразия геологических памятников природы Оренбургской области самыми привлекательными, на наш взгляд, являются следующие:

- 1. Долина слез комплексный памятник природы, представляет собой эрозионную форму на пестром геологическом субстрате с чередованием известняковых и вулканогенных толш.
- 2. Уртазымские скалы комплексный памятник природы известняковый правобережный обрыв над приустьевой частью р. Большой Уртазымки высотой до 30 м. Обрыв содержит отложения нижнего карбона.
- 3. Букобайские яры комплексный памятник природы. Три крупных обрыва находятся на правом берегу ручья Букобай. Поверхность яров образована косой слоистой толщей песчаников, где просматривается множество овальных песчаниковых карнизов, которые состоят из глины различных пестрых цветов. В отложениях яров были найдены кости древних позвоночных.
- 4. Абрамовский родник гидрогеологический памятник природы, представляет собой выход подземных вод из красноцветных отложений (конгломератов и песчаников) нижнего триаса у подножия крутого склона. Вода вытекает из горизонтально забитой в склон железной трубы. В карьере отмечены проявления доломита и кальцита.
- 5. Обрыв Сверчки стратиграфический памятник природы. Обрывом вскрыт мощный (до 10 м) четвертичный конус выноса лога, отложения которого представлены неяснослоистыми суглинками с прослоями супесей, песка и гравия. Разрез является опорным для изучения четвертичных отложений.
- 6. Блявтамакский вулкан петрографический памятник природы реликты древней (среднедевонской) вулканической постройки. Вскрыты жерловые накопления (липаритовые порфириты) и околожерловые (бомбово-глыбовые туфы), лавы андезито-

вых порфиритов и базальтов. Жерловые штоки липаритовых порфиритов образуют остов (каркас) красивых и высоких останцов, нависающих над поймой Курагана.

- 7. Гора Вишневая геоморфологический памятник природы холмистый увал в системе гор Джильтау, сложенный вулканомиктовыми, т. е. состоящими из обломков вулканических пород, терригенными породами: песчаниками, алевролитами, гравелитами. Породы имеют окраску зеленоватых тонов, также встречаются прожилки молочно-белого кварца.
- 8. Святой родник в Кузлах гидрогеологический памятник природы. Представляет собой мощный выход подземных вод из карбонатных отложений верхнеказанского подъяруса верхней перми. Над родником обнажены плитчатые желтовато-светло-серые доломиты этого яруса.
- 9. Логачёвский карьер геоморфологический памятник природы. Овраги карьера выработаны в лессовидных желтовато-светло-бурых суглинках, где наблюдается проявление овражной эрозии.
- 10. Камсакское ущелье комплексный памятник природы. Ущелье представляет собой левобережный обрыв с красивыми скальными отторженцами столбами высотой до 10 м. Скалы сложены девонскими вулканическими породами основного состава, которые метаморфизованы до темно-зеленых хлорит-амфиболовых сланцев.
- 11. Шапка Мономаха комплексный памятник природы. Представляет собой интереснейший рифовый массив, образовавшийся в море кембрийского периода. Сохранилась фауна этого периода, представленная археоциатами (морскими кубками) [1; 3].

На территории Оренбургской области содержатся самые интересные и уникальные природные образования, которые различаются между собой как по количественным, так и по качественным характеристикам. Геологические памятники природы создают музеи под открытым небом и привлекают человека своей неповторимой красотой, уникальностью, доставляя эстетическое удовольствие. Естественные обнажения горных пород содержат палеонтологические, тектонические, минералогические, стратиграфические и гидрогеологические особенности.

Несмотря на это, территория рассматриваемой области включает 90 упраздненных геологических памятников, что говорит о бережном отношении и особой охране к остальным памятникам природы, так как именно они являются важным элементом ландшафта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Горбатовский, В. В. Геологические памятники природы России: Приволжский и Уральский федеральные округа / В. В. Горбатовский, С. А. Семилеткин. М. : ИП Филимонов М. В., 2013.-352 с.
- 2. Геологические памятники природы России / А. М. Карпунин [и др.] ; под ред. В. П. Орлова. М. : Лориен, 2008. 166 с.
- 3. Уникальные геологические объекты России [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.geomem.ru/. Дата доступа: 25.05.2021.

УДК 551.3.051:553.631/.632(476.2-37Петриков)

Т. А. МЕЛЕЖ

Беларусь, Гомель ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: tatyana.melezh@ mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ ЭВАПОРИТОВОЙ ФОРМАЦИИПЕТРИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Мощное соленакопление в Припятском прогибе характерно для позднего девона. В его пределах формировались две хлоридные (галогенные) формации – франская галитовая (евлановско-домановичская) и фаменская калиеносно-галитовая (лебедянско-стрешинская). Общей чертой их является наличие терригенных, карбонатных и сульфатных пород, содержание которых иногда достигает 48–90 %.

Толщи эвапоритов на Петриковском месторождении приурочены к девонским отложениям. Отложения девона представлены средним (наровский надгоризонт, полоцкий (старооскольский) горизонт) и верхним (франский и фаменский ярусы) отделами. В их составе выделяются следующие структурно-литологические толщи (рисунок) [2]:

- подсолевая терригенная структурно-литологическая толща;
- подсолевая карбонатная структурно-литологическая толща;
- нижняя соленосная структурно-литологическая толща;
- межсолевая структурно-литологическая толща;
- верхняя соленосная структурно-литологическая толща;
- надсолевая глинисто-мергелистая структурно-литологическая толща.

Подсолевая терригенная толща среднего девона включает образования наровского надгоризонта (D_2nr) , полоцкого (старооскольского) горизонта (D_2plc) , ланского надгоризонта (D_2-D_3ln) , которые представлены в основном глинами, доломитами, мергелями, реже алевролитами и песчаниками. Мощность толщи составляет от 179 до 270 м.

Подсолевая карбонатная толща верхнедевонских отложений представлена породами саргаевского (D_3sr) , семилукского (D_3sm) , воронежского (D_3vr) горизонтов и евлановского (D_3ev) надгоризонта. Толща сложена известняками, доломитами, мергелями доломитовыми, в меньшей степени ангидритами. Мощность толщи изменяется от 161 до 165 м.

Нижняя соленосная толща представлена породами чернинского ($D_3\check{c}rn$) (ливенского) горизонта верхнедевонского отдела. Глубина залегания кровли толщи изменяется от 1879 до 2448 м.

Литологически отложения представлены преимущественно каменной солью с прослоями глин, мергелей, доломитов, сульфатно-карбонатных пород, известняков. Мощность нижней соленосной толщи изменяется от 76 до 196 м.

Межсолевая толща относится к задонскому $(D_{3}zd)$ и елецкому $(D_{3}el)$ надгоризонтам верхнедевонской системы и вскрыта скважинами на глубинах от 1685 до 2185 м. Образования толщи представлены глинами, мергелями и известняками, в верхней и нижней части разреза встречаются прослои каменной соли. Мощность межсолевой толщи изменяется от 194 до 263 м.

Верхняя соленосная толща. В пределах Петриковского месторождения имеет широкое площадное развитие. Глубина залегания поверхности верхнесоленосных отложений изменяется от 465,60 до 749,50 м. Мощность толщи составляет от 1199 до 1605 м.

Акротема	Эонотема	Эратема	Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Свита	Слои	Индекс	Толща	Подтолща	Литологи- ческая колонка	Мощность	Описание пород
		кая	Четвер- тичная						Q				5,8-68	Песок полевошпатовый, линзы, прослои глин
		зойс	Нео- геновая						N			**********	0-32,2	Песок кварцевый, глина плотная
		Кайнозойская	Палео-						₽			$rac{\sim}{\sim} rac{\sim}{ m F} \sim$	16,6- 77,6	Песок глауконитово-кварцевый, в средней части прослой алевролита
			Меловая	верхний	Туронс- кий				K ₂ t				39,0- 79,4	Мел писчий
		ая	Мел	вер	снома нский				K ₂ s			X X	0,5- 17.8	Пески кварцевые, неравномерно глинистые, песчаники кварцевые
		йск		зерх	∑ ≖				J ₃ 0			хх	0-64,1	Известняки, в кровле песчаники
		3.0	кая		Келлове йский				J_2k			XX	26.0	Песчаник, пески кварцевые,
		e 3 0	Юрская	средний									26,0- 90,5	участками глинистые Глина неизвестковистая.
		M	-	cb	Батекий				J_2bt			939999999		Пески кварцевые, участками глинистые
			11						T			GEORGI	0-114,5	Пески кварцевые, глинистые
			Перм ская						P ₂			X X	0-30,7	Пески и песчаники
			(аменно тольная	шжий	Визей ский Турией ский				C_1v			ХХ	0-95,9 0-54,6	Переслаивание песчаников и алевролитов Глины известковые и пестроцветные
	ая					Старобинский		Старобинские	D ₃ stb	Надсолевая глинисто-мергелистая	Глинисто-мергелистая (сланценосная)		135,3- 232,7	Мергели доломитистые и глины аргилли- топодобные, с прослоями доломита, известняка, алевролита и прожилками кальцита.
	зойск					инский		те Любанские	D ₃ lub	Над глинисто	Сульфатно-карбонатно- глиниства (гипсониствая)		26,6- 145,07	Переслаивание глины аргиллитоподобной и мергеля, с прослоями доломитов, сульфатно-карбонатной породы и прожилками гипса
	анеро				енский	Стреп		ле Осовець	D ₃ os	ная	Глинисто-галитовая (калиеносная)			
	Ф	Я		й	Фам	Оресский		Найдо- Шатил- вские ковские	D ₃ sht	Верхняя соленосная	Глинисто (калие		61,0- 1030	Соль каменная, с прослоями сильвинита, карналлит-сильвин-талитовой породы, глины аргиллитоподобной, ангидрита
		кая	5	рхний				ė.	D _i zl	Верхі	зая	00000		
		ойс	еконска	вер		Лебедянский		Боричев-Зале ские ские	D ₃ brč		Галитовая		797.0	Соль каменная с прослоями ангидритов, доломитов, известняков и глины аргиллитоподобной
		e 0 3	3 0 1			Елец- кий			D ₃ el	вая				
		Пале	Лет			Задонс- Е кий			D ₃ zd	Межсопевая	3		194.0 - 263.0	Глины, мергели, известняки. В верхней части встречаются прослои соли каменной
					ий	Чернинский			D ₃ črn	Нижняя соленосная			76.0 - 196.0	Соль каменная с прослоями глин, мергелей, доломитов, сульфатно-карбонатных пород, известняков
					нс	Евла			D ₃ ev	ая				
					Франс	Воро- нежкий			D_3vr	олев				
					Ф	Саргае Семи- вский луксий			D ₃ sm D ₃ sr	Подсолевая карбонатная			161.5 - 165.0	Известняки, доломиты, мергели доломитовые, реже ангидриты
					1500	Ланс Са кий вс			$D_{2-3}ln$	ая				учения при
				средний	Эйфель Живетс ский кий	Наров-Поло Л. ский цкий ки			$D_2 plc$ $D_2 pr$	Подсолевая терригенная			179.0 -	Глины, доломиты, мергели доломитовые,
роте-	Верхиепро-			້ວ	33.	Над	Пинская		PR ₂	T.		<u></u>	270.0	реже алевролиты и песчаники Песчаники пестроцветные, алевролиты,
II Bos	Ben						Пв		2					туффиты, туффогенные песчаники
Архейско- протерозойская									AR+PR,			+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +		Граниты, гранодиориты, диориты

Рисунок – Стратиграфическая колонка

В стратиграфическом отношении образования верхней соленосной толщи соответствуют отложениям лебедянского (D_3lb) , оресского (D_3or) и стрешинского (D_3stn) горизонтов фаменского яруса верхнего девона. Стратиграфической границей между любанскими и осовецкими слоями стрешинского горизонта является 10–30 см прослоя глины монтмориллонитовой светло-зеленой.

Верхняя соленосная толща разделяется на две подтолщи: нижнюю – галитовую и верхнюю – глинисто-галитовую (калиеносную).

Галитовая подтолща сложена относительно чистой каменной солью, содержащей пачки несоляных пород. Каменная соль преимущественно среднекрупнозернистая, белого и серовато-белого, реже серого, желтоватого и оранжевого цветов. Примесь глинистого, сульфатного и карбонатного материалов незначительная. Сезонные прослои несоляных пород, сложенных ангидритами, доломитами, известняками и глиной аргиллитоподобной, часто деформированы и разорваны. Мощность соляных пачек изменяется от 20 до 200 м. Мощность прослоев пород глинисто-карбонатно-сульфатного состава достигает 23 м. Среди несоляных пород встречаются пласты мощностью до 8 м тонкослоистой глинисто-известковой битуминозной породы.

Глинисто-галитовая (калиеносная) подтолща отличается от галитовой подтолщи наличием калийных солей, загрязненностью каменной соли, более низкой соленасыщенностью и глинисто-карбонатным составом несоляных пород. Калийные горизонты на Петриковском месторождении приурочены к отложениям осовецких слоев стрешинского горизонта верхнего девона и шатилковских слоев оресского горизонта. Литологически породы представлены неравномерным чередованием пачек соли каменной и глинисто-карбонатных пород.

Надсолевая глинисто-мергелистая толща (ГМТ) перекрывает отложения верхней соленосной толщи, завершая тем самым разрез девона исследуемого участка. Глубина залегания ее кровли колеблется от 210 до 445 м. Литологически глинисто-мергелистая толща сложена в основном глинами аргиллитоподобными, мергелями с маломощными прослоями доломитов известняков, сульфатно-карбонатных пород и алевролитов. По характеру слагающих ее пород глинисто-мергелистая толща разделяется на две подтолщи: гипсоносную (сульфатно-карбонатно-глинистую) и сланценосную (глинисто-мергелистую).

Гипсоносная (сульфатно-карбонатно-глинистая) подтолща представлена неравномерным чередованием глин аргиллитоподобных темно-серых, серых, массивных, известковистых и мергелей темно-серых, слоистых, неравномерно доломитистых, часто сапропелевых, с прослоями доломитов, сульфатно-карбонатной породы и большого количества разнонаправленных прожилков гипса волокнистого мощностью от 2-5 до 20 см. Верхняя граница отложений гипсоносной подтолщи проводится по появлению в разрезе первого прожилка гипса волокнистого секущего или располагающегося по наслоению пород. По возрасту отложения гипсоносной подтолщи относятся к любанским (D_3lub) и часто к осовецким (D_3os) слоям стрешинского горизонта верхнего девона.

В целом на территории Припятского прогиба аридные климатические условия и связанные с ними эвапоритовые отложения имели широкое распространение, о чем свидетельствуют регионально выдержанные толщи гипсов, каменной и калийной соли. Аридные климатические условия и связанные с ними эвапоритовые отложения имели широкое распространение в геологическом прошлом на территории Беларуси, об этом свидетельствуют регионально выдержанные среднедевонские (эйфель) витебсконаровские гипсоносные толщи, верхнедевонские елецко-ливенско-домановичские и средне-верхнефаменские лебедянско-оресские эвапоритовые толщи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Айзберг, Р. Е. Формации платформенного чехла Беларуси / Р. Е. Айзберг, Л. Ф. Ажгиревич, Т. А. Старчик // Литосфера. -2002. -№ 1 (16). C. 5-18.
- 2. Разработка исходных данных и основных технологических решений. Геологическая часть. Петриковское месторождение : техн. отчет. Договор № 58-12. Минск : Белгорхимпром, 2013. 182 с.

УДК 551.79

В. Л. МОЛЯРЕНКО

Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: molyarenko-vova@bk.ru

ИЗУЧЕННОСТЬ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Характерные особенности тектоники и неотектоники, рельеф Гомельского региона имели огромное влияние на характер динамики ледниковых покровов, ледниковый морфогенез, а также их накопление.

В пределах Гомельской области практически повсеместно залегают четвертичные отложения. Мощность их составляет от 20 до 60 м, увеличиваясь на некоторых участках до 140 и более метров. Литологическое разнообразие отложений позволяет рассматривать их в качестве ресурсной базы для поисков и разведки полезных ископаемых.

Наиболее древние *брестские* доледниковые отложения встречаются довольно редко. Залегают они в понижениях доантропогеновой поверхности и на территории Гомельской области. К ним относят озерные глины, вскрытые возле г. Добруша в долине р. Ипуть. Осадки *налибокского* межледниковья распространены в центральной, северо-восточной частях территории Гомельской области. Они представлены озерными, озерно-аллювиальными, аллювиальными суглинками, супесями, глинами и водноледниковыми песками. Мощность отложений колеблется от нескольких сантиметров до 66 м в районе г.п. Лельчицы.

Березинский ледник почти повсеместно перекрывал территорию Гомельской области. Отложения в западной и восточной частях имеют площадное распространение, а на остальной территории сохранились частично, так как впоследствии были размыты. Березинская морена представлена серыми и зеленовато-серыми суглинками и супесями с линзами песков. Встречается большое количество палеоген-неогеновых отторженцев. Часто наблюдаются гляциодислокации. Мощность березинских отложений колеблется в пределах 5–10 м. Наиболее типичным является разрез у д. Переделки Лоевского района.

Отложения *александрийского* межледнековья распространены повсеместно и отсутствуют только в юго-западной части области. Это болотные, аллювиальные, озерные, водно-ледниковые образования, которые представлены серыми, темно-серыми гумусированными суглинками, супесями, глинами, торфами, песками и песчано-гравийным материалом. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 20 м. Часто отложения александрийского возраста вскрываются в долинах рек Днепр, Березина, Сож.

Ледниковые отложения припятского оледенения *днепровского* возраста распространены на территории Гомельской области повсеместно. Ледниковый покров продвигался по долине Днепра на юг территории области. Днепровская морена распространена по всей территории и отсутствует на юге и юго-западе области, имеет сложное строение и представлена коричневато-серыми, серыми и красно-бурыми валунными

супесями и суглинками с прослоями песка, песчано-гравийно-галечного материала, пылеватых однородных супесей и суглинков. Для днепровской морены характерно наличие крупных глыбовых отторженцев меловых, палеогеновых, неогеновых и нижнеантропогеновых пород, а на востоке области девонских и меловых. Мощность днепровской морены составляет 10–20 м, а в пределах Мозырской возвышенности более 25 м.

Отложения сожской стадии встречаются на севере и северо-западе области. В дальнейшем территория Гомельской области не покрывалась ледниками. В последующие этапы геологического развития в пределах Гомельской области шел процесс осадконакопления водно-ледниковых, озерных, аллювиальных, болотных, эоловых, делювиальных отложений.

Цель данной работы заключается в анализе современного состояния изученности четвертичных отложений территории Гомельской области.

Результаты исследований. В данной работе ставятся следующие задачи: 1) проанализировать основные этапы изученности четвертичных отложений на территории Гомельской области; 2) определить основные направления дальнейшего изучения четвертичных отложений.

В изучении четвертичных отложений Гомельской области выделяются три исторических этапа. Каждый из этапов отличается по своей направленности и характеру проводимых исследований.

Первый этап. Геологическое изучение всей территории Беларуси и Гомельской области в частности в этот период затрагивало в основном только четвертичные отложения. Исследованиями отложений занимались энтузиасты, а большинство знаний было получено в ходе строительных и мелиоративных работ. Во второй половине XIX в. ведется мелкомасштабная геологическая съемка, бурятся неглубокие скважины для водоснабжения, дающие геологический материал, проводятся геологические исследования в том числе и четвертичных отложений вдоль трассы Киево-Брестской железной дороги. Объем сведений о недрах Беларуси в то время был невелик. Был заложен фундамент дальнейшего изучения четвертичных отложений территории. Уже в дореволюционные годы минеральные ресурсы Беларуси были сильно востребованы. Работало небольшое количество предприятий по производству кирпича и гончарных изделий из четвертичных глин и суглинков. Писчий мел добывался из отторженцев, обжигался в напольных печах на известь и частично отмучивался для бумажной и стекольной промышленности. Работал цементный завод на отторженцах мела, завод по обжигу девонских доломитов, заводы гончарных изделий и черепицы, изразцовый завод. Собирались валуны для строительных целей, использовались подземные воды, торф, болотные железные руды. Масштабный проект мелиорации болот Белорусского Полесья связан с именем геодезиста Иосифа Жилинского. За 25 лет работы Западной экспедиции под его руководством мелиорацией были затронуты более 2,5 млн га Полесья, накоплен обширный опыт масштабных земляных работ, что в значительной мере способствовало развитию знаний о четвертичных отложениях. Был собран и обобщен огромный материал по геологическим и физико-географическим условиям Полесской низменности. Дальнейшие исследования по изучению Полесья были прерваны из-за Первой мировой войны.

На втором этапе важность изучения геологического строения территории Беларуси и поиск месторождений полезных ископаемых возрастает. Активные работы выполняются крупнейшими геологами того времени Н. Ф. Блиодухо, Ф. В. Лингерсгаузен и др. Впервые были составлены геологические карты дочетвертичных и четвертичных отложений, а также полезных ископаемых Беларуси. Одним из создателей советской школы исследователей четвертичного периода стал Г. Ф. Мирчинк. Впервые он приме-

нил комплексный метод изучения явлений четвертичного периода и наметил принципы их расчленения. В 1923 г. составил первую карту четвертичных отложений Европейской части СССР. Детально изучил геологические условия нахождения ряда палеолитических стоянок, обосновал схему стратиграфии и распространения четвертичных отложений Европы. Исследования довоенного периода позволили открыть более 300 месторождений полезных ископаемых, а также сформулировать представления о Припятском прогибе — главном источнике полезных ископаемых Беларуси. Итоги геологических исследований данного этапа были подведены в монографии «Геология СССР. Т. III. Белорусская ССР», выпущенной в 1947 г. Огромную работу по изучению четвертичных отложений на территории Гомельской области провели Н. Ф. Блиодухо, Г. В. Богомолов, С. С. Маляревич, М. М. Цапенко и др. Исследования прерваны в связи с началом Второй мировой войны

Третий этап изучения четвертичных отложений на территории Гомельской области характеризуется комплексностью и системным подходом исследований. В их основу были положены материалы глубокого бурения, геологической съемки, геологопоисковых и геологоразведочных работ. Стали применяться физические и химические методы изучения вещества. Территория всей Беларуси, в том числе и Гомельской области, была покрыта геологической съемкой масштаба 1:200000. Были описаны современные геологические процессы, разработана генетическая классификация рельефа [1].

Немалую роль в изучении геологии четвертичных отложений внесли ведущие ученые, такие как Г. И. Горецкий, А. С. Махнач, К. И. Лукашев, А. В. Матвеев, Э. А. Левков, Ф. Ю. Величкевич и др. Были разработаны новые стратиграфические схемы и классификации четвертичных отложений, применялись новые методы исследований, составлялись карты четвертичных отложений Беларуси. На территории Гомельской области изучением четвертичных отложений занимались Институт геохимии и геофизики АН БССР, БелНИИГРИ, отраслевые и проектные институты, Гомельский государственный университет и другие организации.

Накопленный материал по изучению четвертичных отложений Гомельской области позволяет в настоящее время создать серию крупномасштабных картографических моделей четвертичных отложений на различных участках региона в рамках единой геоинформационной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Махнач, А. А. Введение в геологию Беларуси / А. А. Махнач ; науч. ред. А. В. Матвеев. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2004.-198 с.

УДК 551.736.3(470.51)

В. А. ОБАТНИН

Россия, Ижевск, УдГУ E-mail: vobatnin@mail.ru

УТОЧНЕНИЕ СТРАТИГРАФИИ СРЕДНЕЙ ПЕРМИ В ОКРЕСТНОСТЯХ Д. ФЕРТИКИ ВОТКИНСКОГО РАЙОНА УДМУРТИИ ПО ДАННЫМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Деревня Фертики располагается на востоке Удмуртской Республики, на территории Воткинского района. С физико-географической точки зрения окрестности деревни

приурочены к междуречью Камы (с расположенным на ней Воткинским водохранилищем) и ее правого притока Сивы. Абсолютные высоты этой территории изменяются от 66 м (место впадения Сивы в Каму) до 230 м. С поверхности вся территория сложена среднепермскими терригенно-карбонатными породами, залегающими в виде субгоризонтальных слоев.

Активное изучение геологических особенностей данной территории связано с расположением в Фертиках одноименной базы практик Удмуртского государственного университета. Однако теоретическое сопровождение всех работ осложняется расположением деревни почти точно на границе листов О-39 и О-40 государственной геологической карты. Они, как и листы более крупного масштаба на данную территорию, О-39-XXX и О-40-XXV, создавались разными специалистами в разное время, поэтому на стыке листов не совпадает ни возраст обозначенных свит, ни их высотные отметки (таблицы 1 и 2).

Целью работы является объединение информации со смежных листов геологической карты и создание на основе полученных данных предварительного авторского варианта карты дочетвертичных образований исследуемой территории.

Таблица 1 – Стратиграфия среднепермских поверхностных отложений в районе д. Фертики по данным листа O-39-XXX

		Абсолют-	Абсолют-	Азимут	
Ярус	Свита	ная высота	ная высота	падения	Характеристика пород
		подошвы, м	кровли, м	пластов	
	Белохолуниц-			СВ	Оба ритма: песчаники с
	кая (нижняя	80–85	До 200		линзами конгломератов,
Vpycym	подсвита,				выше – алевролиты и
Уржум- ский	2 ритма)				глины
СКИИ		55			Песчаники с линзами кон-
	Ильинская	(предпо-	80–85	CB	гломератов, выше – алев-
		лагаемая)			ролиты с линзами глин

Таблица 2 – Стратиграфия среднепермских поверхностных отложений в районе д. Фертики по данным листа O-40-XXV

		Абсолют-	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			
Ярус	Свита	ная высота	ная высота	падения	Характеристика пород	
		подошвы, м	кровли, м	пластов		
	Балохолушин				Песчаники с линзами кон-	
	Белохолуниц-	200–205	До 230	CB	гломератов, выше – алев-	
	кая				ролиты и глины	
Уржум-			200–205	ЮЗ	Песчаники и конгломера-	
ский	Ильинская	120–135			ты, выше – алевролиты с	
					линзами глин	
	Максимовская	менее 60	120–135	ЮЗ	Песчаники, выше -	
	Максимовская	менее оо	120-133	103	алевролиты и глины	
Казан-	Белебеевская		До 80	Ю3, СВ	Переслаивание глин, алев-	
ский	БСЛСОССВСКАЯ	_	до 80	Ю5, СВ	ролитов и песчаников	

Как видно из таблиц, все свиты имеют схожее строение, что не позволяет идентифицировать каждую из них в разрезе. Исключением является белебеевская свита, опознаваемая как по частому чередованию пород разного состава, так и по значительной мощности до 200 м. Высотные отметки кровли свиты на смежных листах геологической карты не совпадают, но на листе О-39-XXX они показаны предположительно, поэтому на авторской карте границы свиты были проведены по данным листа О-40-XXV. Согласно этому листу, белебеевская свита выходит на дневную поверхность повсеместно в долине Камы к югу от исследуемого участка, а также изолированным массивом в долине р. Сива к северу от Фертиков. Это, а также диаметрально противоположное падение пластов в разных частях территории указывают на существование здесь пологого структурного понижения, представленного отрицательной брахиформой, с центром в 2–4 км к юго-западу от деревни (рисунок).

По данным листа O-40-XXV, выше белебеевской свиты до высоты 120–135 м залегает максимовская свита. Однако на листе O-39-XXX обозначена граница между свитами на высотах 80–85 м. Было предположено, что максимовская свита ограничивается этими высотами, а выше залегает следующая по разрезу ильинская свита. Кровля максимовской свиты на авторской карте в пределах листа O-40-XXV была предварительно проведена с учетом направления падения пластов, на высотах 90–95 м. Существование границы свит на этих высотах косвенно подтверждает структурная терраса, расположенная к юго-западу от Фертиков (урочище Красная Глинка), абсолютная отметка бровки которой составляет около 95 м.

Из-за того что одна из свит на листе O-40-XXV не была обозначена, относительный возраст вышележащих свит должен быть сдвинут на один шаг вверх, и свиту с абсолютными отметками 120–200 м можно определить как нижнюю подсвиту белохолуницкой свиты. Согласно данным листа O-39-XXX, подсвита состоит из двух ритмов, имеющих идентичное строение (в основании – песчаники с линзами конгломератов, выше – переслоение алевролитов и глин). Граница между этими ритмами на картах не показана, однако к северу от д. Фертики, в стенке оврага на высоте 155 м обнажается граница между алевролитами и вышележащими конгломератами и песчаниками. Было предположено, что это и есть искомая граница ритмов. На авторской карте эта граница была предварительно проведена с учетом азимута падения слоев на высотах от 155 до 170 м.

Самая верхняя свита на данной территории, с отметками кровли 200–205 м, вероятнее всего, является следующей по разрезу верхней подсвитой белохолуницкой свиты.

Таким образом, в ходе работы были получены общие представления о стратиграфии территории в окрестностях д. Фертики. Созданная на основе этих представлений предварительная версия авторской карты поможет студентам-геологам при прохождении учебной практики. В то же время результаты полевых исследований студентов и преподавателей университета позволят значительно уточнить и дополнить информацию на создаваемой карте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Государственная геологическая карта Российской Федерации, карта дочетвертичных образований, лист О-(38),39 / под ред. Г. Ф. Ивановой, Н. П. Пежемской. СПб. : С.-Петерб. картогр. ф-ка «ВСЕГЕИ», 1999.
- 2. Государственная геологическая карта Российской Федерации, карта доплиоценовых образований, лист О-40 / под ред. Г. Ф. Ивановой, И. В. Котельниковой. Картогр. ф-ка «ВСЕГЕИ», 2015.

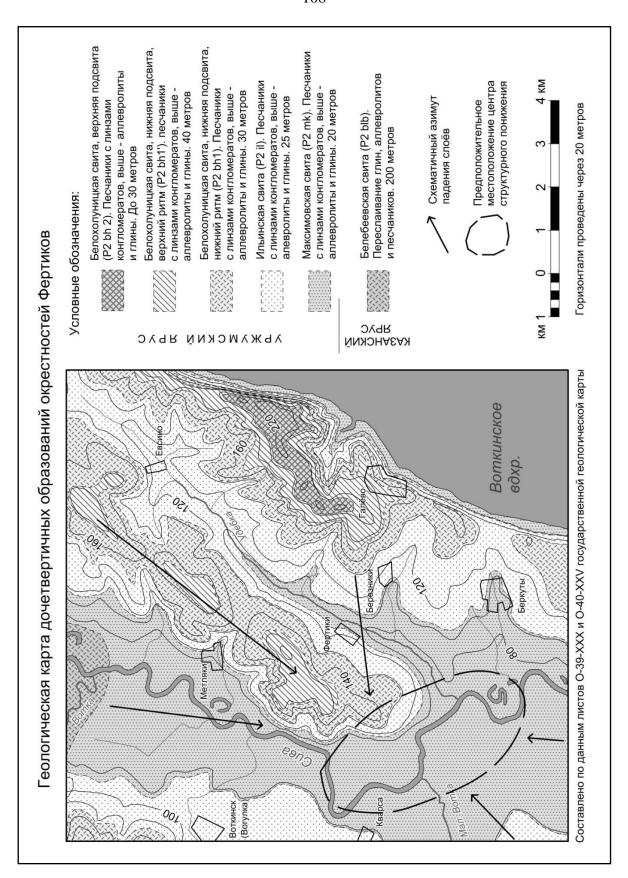


Рисунок – Предварительная версия авторской карты

- 3. Геологическая карта дочетвертичных отложений междуречья Ижа и Сивы (лист O-39-XXX) / под ред. Е. Н. Уланова, В. Н. Вострякова. Горьковская геологоразведочная партия, 1973.
- 4. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба $1:200\ 000$, геологическая карта и карта полезных ископаемых дочетвертичных образований, лист O-40-XXV / сост.: В. М. Бабенышев, Г. И. Волкова; под ред. Г. Г. Морозова. ФГУП «Геокарта Пермь», 2004.

УДК 551.734+56(476-17)

В. Ю. ОБУХОВСКАЯ, Т. Ф. САЧЕНКО, С. А. КРУЧЕК

Беларусь, Минск, филиал «Институт геологии» НПЦ по геологии E-mail: Veronikaobukhovskaya@yandex.ru; kruchek37@gmail.com

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ СЕВЕРО-ПОЛОЦКАЯ 1 (ЛАТВИЙСКАЯ СЕДЛОВИНА)

Как известно, параметрические скважины имеют важное значение как для изучения глубинного геологического строения исследуемых территорий, так и определения их перспектив на полезные ископаемые. С такой целью и была пробурена в 2018–2019 гг. параметрическая скважина Северо-Полоцкая 1, расположенная севернее г. Полоцка в Россонском районе Витебской области, в 2,1 км на юго-запад от д. Мошница, или 3,23 км на северо-восток от моста через р. Дрисса. В тектоническом отношении эта территория соответствует белорусской части Латвийской седловины (рисунок) [1]. Скважина приурочена к региональному геолого-геофизическому профилю Бобруйск – Полоцк – граница России [2].

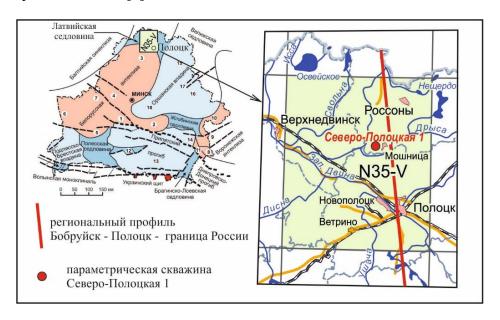


Рисунок – Карта-схема расположения опорной параметрической скважины Северо-Полоцкая 1. На врезке – карта тектонического районирования Беларуси по Р. Г. Гарецкому, Р. Е. Айзбергу (2001) с дополнениями. Составила П. О. Сахарук

Скважина вскрыла аномально большой мощности (127,8 м) аккумуляции четвертичной системы, а также отложения девонской (210,9 м), кембрийской (167 м) и вендской (254,1 м) систем и в инт. 759,8-774,2 м образования кристаллического фундамента. Из них объектом наших исследований явились отложения девонской системы палеозойской эратемы фанерозойской эонотемы, которые вскрыты в этой скважине в инт. 127,8-338,7 м (мощность 210,9 м) и представлены в объеме верхнеэмсского подъяруса эмсского яруса нижнего девона и эйфельского и живетского ярусов среднего девона с выделением в их составе согласно [3; 4] региональных (надгоризонт, горизонт, слои) и местных (серия, свита, пачка) стратонов. Отложения девонской системы с большим перерывом в осадконакоплении, трансгрессивно, залегают на породах кембрийской системы палеозойской эратемы, а перекрываются также с крупным стратиграфическим несогласием образованиями четвертичной системы (квартера) кайнозойской эратемы. Ниже приводится очень краткая биостратиграфическая характеристика девонских отложений. Она основывается на результатах изучения в первую очередь миоспор и акритарх В. Ю. Обуховской, беззамковых брахиопод (лингул), конхострак (эстерий) Т. Ф. Саченко, а также учитывались определения ихтиофауны, представленные доцентом БНТУ Д. П. Плаксом [5] в научнопроизводственном отчете «Корреляция стратиграфических подразделений дочетвертичных отложений, выявленных при проведении параметрического бурения» 2020 г. [6] отдела стратиграфии и тектоники филиала «Институт геологии» ГП «НПЦ по геологии». Стратиграфическое расчленение скважины выполнено С. А. Кручеком. В разрезе скважины согласно [3; 4] выделены снизу вверх следующие стратиграфические подразделения.

Нижний отдел (D₁), эмсский ярус (D₁е), верхний подъярус (D₁е₂). Витебский горизонт (D_1 vt), *древятская свита* (D_1 drv). Лепельские слои (D_1 lp). Залегающие ниже обольские слои в разрезе горизонта не установлены. Лепельские слои выделены в инт. 329,8-338,7 м (8,9 м). Они имеют сокращенную мощность и представлены толщей мергелей зеленых и зеленовато-серых, доломитовых и доломитов, в подошве с примесью терригенного материала. В мергелях присутствуют прослои с обломками рыб и беззамковых брахиопод, а в доломите бежево-сером, пелитоморфном в инт. 332,8-333,0 м (0,2 м) обнаружена органогенная постройка, сложенная корковыми строматолитами. Миоспоры установлены в разрезе только на гл. 336,2 м, где встречены единичные ранне- и среднедевонские виды: Calyptosporites velatus (Eisenack) Richardson, Dibolisporites capitellatus (Tschibr.) Archang. Здесь же присутствуют редкие сколекодонты. Возраст отложений лепельских слоев устанавливается более надежно на основе определения беззамковых брахиопод и остатков ихтиофауны. Из первых на глубине 338,3 м определен характерный для резекненской свиты нижнего девона Прибалтики вид лингулы Laima latgalica Gravitis [7]. Здесь же, в инт. 332,6-337 м, обнаружены фрагменты комплекса ихтиофауны, среди которого установлен зональный вид Laliacanthus singularis Kar.-Tal., а также сопутствующие ему виды: Rhadinacanthus primarius Valiuk., Psammolepis cf. toriensis (Mark-Kurik) и др., присутствие которых соответствует лепельским слоям витебского горизонта [5; 8].

Средний отдел (D₂), эйфельский ярус (D₂ef). Адровский горизонт (*свита*) (D₂ad), который выделен в инт. 327,6–329,8 м (2,2 м). Он сложен песчаником светло-серым, кварцевым, в основном на карбонатном цементе, в подошве разнозернистым, с примесью зерен гравийной размерности, с подчиненными прослоями мергелей серых с зеленоватым оттенком и доломитов. На глубине 329,7 м в песчанике светло-сером присутствует большое количество оолитов. Здесь же, в инт. 229,6–329,7 м, выделены

остатки ихтиофауны следующих видов: *Cheiracanthus* sp., *C.* cf. *splendens* Gross, *Laliacanthus singularis* Kar.-Tal., *Cheirolepis* cf. *gracilis* Gross, близкие по составу комплексу ихтиофауны для подстилающих отложений – витебского горизонта, однако по положению в разрезе они относятся и к адровскому горизонту [5]. На глубине 329,3 м присутствуют единичные миоспоры ранне-среднедевонского возраста *Dibolisporites triangulatus* Tiwari et Schaarschmidt.

Средний отдел (D_2). Эйфельский ярус (D_2 ef). Наровский надгоризонт (cepus) (D_2 nr). Освейский горизонт (cepus) (D_2 os).

Горизонт выделен в инт. 316,0–327,6 м (11,6 м), отложения которого представлены двумя пачками: нижней – карбонатно-сульфатной и верхней – доломитовомергельной.

Нижняя — карбонатно-сульфатная — пачка, являющаяся репером в скв. Северо-Полоцкая 1, выделяется в инт. 323,5—327,6 м (4,1 м). Она сложена глинистодоломитовыми породами, в которых наблюдаются прослои и разноориентированные прожилки белого и серого гипса (селенита). Палеонтологические остатки в пачке не выявлены.

Верхняя – доломитово-мергельная – пачка также хорошо выделяется в разрезе скважины в инт. 316,0–323,5 м (7,5 м). Она сложена ритмичным переслаиванием пород: мергелей серых, доломитов светло-серых и глин темно-серых с элементами слоистости. В керне субпараллельно слоистости отмечаются трещины, выполненные гипсом (селенитом), и гнезда сульфидов. На глубине 317,3 м определены остатки ихтиофауны, состоящие из фрагментов чешуй *Osteolepididae* gen. indet., *Sarcopterygii* indet., имеющих широкий диапазон стратиграфического распространения [5]. Здесь также выделен обедненный комплекс миоспор с присутствием в нем видов *Rhabdosporites langii* (Eisenack) Richardson var. *antiquus* V. Obuch. var. nov, *Rhabdosporites facetus* (Archang.) Archang., *Sinuosisporis flavus* Archang., *Camarozonotrilets glaber* Kedo и *C*. aff. *giveticus* Kedo и акритарх родов *Leiosphaeridia* и *Psophosphaera*, который является в значительной мере смешанным, освейско-городокским. Однако, учитывая его положение в разрезе скважины, возраст вмещающих отложений принимается авторами статьи как освейский (D20s) [3].

Средний отдел (D₂). Эйфельский ярус (D₂ef). Наровский надгоризонт (cepus) (D₂nr). Городокский горизонт (cepus) (D₂gr).

Горизонт выделен в инт. 264,0-316,0 м (52 м), в разрезе которого выделяются три пачки: нижняя — доломитово-мергельная, средняя — доломитовая, верхняя — глинисто-мергельная.

Нижняя – доломитово-мергельная – пачка установлена в инт. 298,3–316,0 м (17,7 м). Она сложена переслаиванием мергелей и подчиненно глин. Мергели серые и пестро окрашенные, массивные, доломитовые, грубоплитчатые, с прослоями глин доломитовых (мощность до 1–2 см) и доломитов светло-серых, пелитоморфных (мощность до 10–15 см). Отмечаются темные разности пород, с рассеянным ОВ. В доломитах наблюдаются вертикальные трещинки, заполненные корками розового и оранжевого гипса. На глубине 305,5 м обнаружен детрит рыб и лингул, а на глубинах 304 м и 313,7 м выделены обедненные палинокомплексы со следующими видами миоспор: *Perotrilites meonacanthus* (Naum.) Archang. var. *rugosus* Kedo, *Apiculiretusispora aculeolata* (Tschibr.) Archang. и акритархами-лейосферами, указывающими на среднедевонский возраст вмещающих пород [3].

Средняя – доломитовая – пачка, являющаяся также региональным реперным уровнем, выделяется в инт. 281,0–298,3 м (17,3 м). Она представляет сероцветную

доломитовых пород (пелитоморфных, в разной степени глинистых, кристаллических), местами кавернозных с подчиненными прослоями мергелей серых, зеленовато-серых, реже глин. Ближе к кровле в мергелях отмечается пестроцветность, а в кровле пачки в мергелях обнаружены оолиты. Среди доломитов присутствуют прослои мощностью до 5 см глин керогенсодержащих, обогащенные органическим веществом. В основании пачки залегает маломощный (2 см) песчаник серый, кварцевополевошпатовый, средне-мелкозернистый, на карбонатном цементе. В породах пачки присутствуют остатки рыб, которые в инт. 282,1–285,7 м представлены фрагментами видов Pycnolepis splendens (Eichw.), Asterolepis sp. и др., имеющих широкий стратиграфический диапазон распространения, но по положению в разрезе позволяющих отнести вмещающие отложения к городокскому горизонту [5; 7; 8]. Более точно городокский возраст пачки подтвержден данными палинологического анализа. Здесь миоспоры и акритархи определены в интервалах 286,8-287,7 м и 285,2-285,7 м. Несмотря на некоторую обедненность их комплексов, в их составе присутствуют Rhabdosporites langii (Eisenack) Richardson, Ancyrospora sp., Perotrilites meonacanthus (Naum.) Archang. var. rugosus Kedo и др., появляющиеся с низов городокского горизонта, вместе с многочисленными толсто- и тонкостеннми крупными и мелкими лейосферами. На глубине 285,2 м определен и вид-индекс городокского горизонта Grandispora naumovii (миоспоровая зона Grandispora naumovii (Kedo) McGregor, лона Grandispora naumovii) [3; 9].

Верхняя – глинисто-мергельная – пачка выделяется в инт. 264,0–281,0 м (17,0 м). В подошве пачки залегают мергели зелено-серые, доломитовые, с глубины 272,8 м их сменяют мергели пестроцветные (реперные яшмовидные), в которых присутствуют подчиненные прослои доломитов. В породах пачки присутствуют остатки ихтиофауны, беззамковых брахиопод, конхострак, миоспор, определения которых в комплексе подтверждают городокский возраст вмещающих отложений. Рыбные остатки определены в инт. 269,5–278,2 м. Все они имеют широкую стратиграфическую привязку [5]. Более точный возраст отложений основывается на определении беззамковых брахиопод и миоспор. На глубине 269,5 м присутствуют отпечатки раковин конхострак Estheria sp. и остатки в большом количестве брахиопод (лингул), определенных в наровском горизонте Прибалтики как Bicarinatina borchi Gravitis [7]. В Беларуси данный вид характерен для верхней части городокского горизонта наровского надгоризонта эйфельского яруса [9]. Что касается данных спорово-пыльцевого анализа, то в этой пачке в инт. 272,1-275,6 м определен обедненный комплекс миоспор, в котором присутствуют виды-индексы Grandispora cf. naumovii (Kedo) McGregor, Rhabdosporites langii (Eisenack) Richardson, и характерный вид R. langii (Eisenack) Richardson var. antiquus V. Obuchovskaya var. nov., а также акритархи родов Leiosphaeridia, Psophosphaera и Gorgonisphaeridium. Данный комплекс миоспор и акритарх подтверждает городокский возраст верхней пачки этого горизонта [9].

Средний отдел (D_2). Эйфельский ярус (D_2 ef). Наровский надгоризонт (серия) (D_2 nr). Костюковичский горизонт (D_2 ks), *браславская свита* (D_2 brs). Свита выделена в инт. 203,0,0-264,0 м (61,0 м), имеет большую мощность и состоит из двух крупных ритмично построенных пачек: нижней — карбонатно-глинистой и верхней — терригенной.

Нижняя — карбонатно-глинистая — пачка выделяется в инт. 246,5-264,0 м (17,5 м). Она начинается доломитом (мощность 4 м) светло-серым, пелитоморфным, массивным, слабо кавернозно-трещиноватым, однородным по цвету, с редкими пятнышками окисления, с крупнобугристыми поверхностями в оточении темных

глинистых пленок, с прослоями мелкощебенчатой, зеленовато-серой глины. В ее составе на глубиине 260,0 м обнаружены единичные раковины лингулид, определенные как *Bicarinatina* ex. gr. *bicarinata* (Kutorga). Этот вид беззамковых брахиопод характерен именно для отложений костюковичского горизонта наровского надгоризонта [3; 4]. Выше залегают разноокрашенные пестроцветные глины, по напластованию которых отмечаются отпечатки растительных остатков. Кроме того, в инт. 252,1–254 м в разрезе пачки обнаружен комплекс остатков ихтиофауны, представленный бесчелюстными и рыбами с зональным видом по акантодам *Nostolepis kernavensis* Valiuk, также подтверждающим костюковичский возраст вмещающих отложений [3–5; 7; 8].

Верхняя - терригенная - пачка свиты является самой мощной и интересной в стратиграфическом плане. Она выделена в инт. 203,0-246,5 м (43,5 м) и представляет собой разрез ритмичного переслаивания песчаников и алевролитов серых, снизу вверх до глубины 231 м – пестроцветных, в разной степени слюдистых. Песчаники в основном мелкозернистые на глинистом, реже – на слабокарбонатном цементе. В инт. 216,3-227,3 м пески светло-серые, мелко- и тонкозернистые с пропластками глин. Отмечено несколько уровней с обугленными растительными остатками в интервалах 231,0-231,5 м - в песчанике глинистом, 222,5-224,0 м - в глине опесчаненной, 211,5-216,3 м - в песчанике кварцевом, где они образуют скопления до 4 см мощностью, и в кровле пачки в инт. 203,0-205,3 м в глине алевритистой. В инт. 231,0-231,5 м выявлен комплекс ихтиофауны, который, по заключению Д. П. Плакса [5], на основании присутствия в этом интервале характерной ихтиофауны с зональным видом Diplacanthus gravis Valiuk. соответствует полоцкому горизонту. Исходя из присутствия в этом же комплексе таких таксонов, как Tartuosteus cf. maximus Mark-Kurik и Karksilepis parva Märss, можно предположить здесь столинские слои полоцкого горизонта [5]. Такой вывод вызывает сомнение, так как в образцах, взятых на споровопыльцевой анализ, выше интервала с ихтиофауной были выявлены комплексы миоспор зоны Rhabdosporites langii, местной лоны Rhabdosporites langii – Chelinospora timanica, характеризующие возраст вмещающих их отложений как костюковичский. Эти хорошо наполненные как в видовом, так и в численном отношении миоспоровые комплексы выделены на глубинах 227,9 м, 227,4 м, 224,0 м, 222,5 м, 217,0 м, 211,6 м и 205,3 м. На основании присутствия в породах указанных глубин зональных видов Rhabdosporites langii (Eisenack) Richardson, Chelinospora timanica (Nam.) Loboziak et Streel, C. ligurata Allen, Retispora archaeolepidophyta (Kedo) McGregor et Camfield var. microreticulata (Kedo) var. nov., Verrucosisporites scurrus (Naum.) McGregor et Camfield, V. flexibilis Turnau, Raistrickia aratra Allen, Convolutispora tegula Allen [9] вмещающие отложения терригенной пачки браславской свиты (D2brs) еще следует относить к эйфельскому ярусу, костюковичскому горизонту (D2ks), а не к столинским слоям полоцкого горизонта живетского яруса [5]. Наряду с миоспорами в образцах пород присутствуют акритархи родов Leiosphaeridia (сферические) и Gorgonisphaeridium (мелкошиповатые), а также на глубине 224 м единичные сколекодонты, указывающие на нормальноморские условия седиментации. Не исключено, что верхнюю терригенную пачку браславской свиты следует сопоставлять с арукюласким горизонтом (свитой) Прибалтики [7]. Этот вопрос еще требует дополнительного изучения.

Выше залегают отложения, относящиеся к среднему отделу (D_2) , живетскому ярусу (D_2g) , полоцкому горизонту (cвите) (D_2plc) . Горизонт (cвита) в инт. 127,8-203,0 м $(75,2\,\mathrm{M})$ сложен толщей ритмичного переслаивания песков, алевролитов и глин. Цвет пород изменяется от серого до бурого с лиловыми пятнами и кирпичного для глин. Из органических остатков в этой толще обнаружена только редкая органика

водорослевой природы, а также разрушенные и неопределимые до рода оболочки миоспор. В составе горизонта выделены *горынские* (D_2 grn – инт. 127,8–148,6 м, 25,8 м), *столинские* (D_2 stl – инт. 148,6–177,2 м, 28,6 м) и *морочские* (D_2 mr – инт. 127,8–148,6 м) *слои*, возраст которых из-за отсутствия определимых палеонтологических остатков датируется условно по положению в разрезе и по корреляции с разрезами сопредельных территорий.

Отложения убортского горизонта (*свиты*) живетского яруса в разрезе скв. Северо-Полоцкая 1 отсутствуют вследствие размыва во время предкайнозойского перерыва в осадконакоплении и ледниковых экзараций в четвертичное время.

В заключение отметим, что параметрическая скважина Северо-Полоцкая 1 является важным опорным биостратиграфическим разрезом как всего ее платформенного чехла, так и девонских отложений в частности. Ее разрез будет использован при проведении глубинного геологического картирования и поисков полезных ископаемых, главным образом пресных и минеральных вод, на исследуемой территории как Латвийской седловины, так и сопредельных районов Вилейского погребенного выступа и Оршанской впадины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Геология Беларуси / под ред. А. С. Махнача, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева. Минск : ИГН НАН Беларуси, 2001. 815 с.
- 2. О дальнейшем региональном геологическом изучении территории Беларуси / А. А. Махнач [и др.] // Природ. ресурсы. 2010. № 2. С. 5–14.
- 3. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объясн. записка / С. А. Кручек [и др.]. Минск : БелНИГРИ, 2010. 282 с. + прил. из 15 стратигр. схем.
- 4. Об утверждении Стратиграфической схемы Республики Беларусь [Электронный ресурс] : постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 23 янв. 2017 г., № 8. Режим доступа: https://bii.by/tx.dll?d=362296.
- 5. Плакс, Д. П. Стратиграфическое расчленение средне- и нижнедевонских отложений параметрической скважины Северо-Полоцкая 1 на основе палеонтологических данных / Д. П. Плакс. Минск: БНТУ, 2020. 5 с. + 4 прил. и 3 фототабл.
- 6. Корреляция стратиграфических подразделений дочетвертичных отложений, выявленных при проведении параметрического бурения / С. А. Кручек [и др.]. Минск: Фил. «Ин-т геологии», 2020.
- 7. Девон и карбон Прибалтики / В. С. Сорокин [и др.]. Рига : Зинатне, $1981.-502~\mathrm{c}.$
- 8. Valiukevičius, J. Acanthodian biostratigraphy and interregional correlations of the Devonian of the Baltic States, Belarus, Ukraine and Russia / J. Valiukevičius, S. Kruchek // Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project). 2000. Vol. 223. P. 271–289.
- 9. Обуховская, В. Ю. Палинологическая характеристика эмсских-эйфельских отложений Беларуси и проблема их корреляции / В. Ю. Обуховская // Проблемы современной палинологии : материалы XIII Рос. палинол. конф. Т. 1. Сыктывкар : ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. С. 197–198.

УДК 550.8.053(476)

М. П. ОНОШКО, В. А. КРОШИНСКИЙ, М. А. ПОДРУЖАЯ

Беларусь, Минск, НПЦ по геологии

E-mail: onoshko_m44@mail.ru; kron0151@gmail.com; m.podruzhaya@yandex.by

СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ ГОРИЗОНТОВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Для хранения геологической информации, для скорого доступа к ней на основе места расположения, для создания на базе этих данных высококачественных карт разного использования подходят ГИС-технологии [1]. ГИС управляет визуализацией объектов карты, позволяя работать с теми из них, которые в данный момент интересуют исследователя. При этом осуществляется переход от сложных, часто перегруженных карт к серии взаимоувязанных карт специализированных объектов, что позволяет эффективно использовать и анализировать полученную информацию.

Целью нашей работы было изучение состава, мощности и характера поверхности березинского, припятского и поозерского погребенных горизонтов четвертичных отложений Республики Беларусь на основе интерпретации данных о геологическом строении отложений четвертичной системы и составление с помощью GIS-технологий комплекта структурно-геологических мелкомасштабных карт (масштаб 1:500 000) этих горизонтов.

Изучен и проанализирован архивный материал буровых скважин, пробуренных в разное время специалистами РУП «Белгеология» по всей территории Беларуси. Авторами также использовались литературные источники и опубликованные карты территории Беларуси: дочетвертичных и четвертичных отложений, тектоническая, геоморфологическая, ландшафтная.

В итоге по изученным буровым скважинам по березинскому, припятскому, его двум подгоризонтам (днепровскому, сожскому) и поозерскому горизонтам составлены общие картосхемы фактического материала и картосхемы скважин по генетическим типам. По архивным геологическим материалам бурения скважин на территории Беларуси отложения березинского горизонта изучены в 4550 скважинах, припятского, включая отдельно изучение сожского и днепровского подгоризонтов, – в 8310 и поозерского – в 1879.

По разработанной методике построения структурно-геологических карт в GIS [2] созданы структурно-геологические карты погребенных горизонтов — березинского припятского, двух подгоризонтов (днепровского и сожского) припятского горизонта и поозерского (рисунок 1—4). Карты построены с помощью программного пакета ArcGIS. В основу их создания легла подготовленная база данных по буровым скважинам с их атрибутивной информацией. Атрибутивная таблица базы данных буровых скважин включает в себя следующие показатели: номер скважины, абсолютную отметку устья скважины (м), глубину самой скважины (м) и глубину подошвы описываемого слоя (м), возраст описываемых отложений слоя (стратиграфия), литологический состав отложений, пункт привязки к населенному пункту, привязка географическая — широта и долгота в градусах, минутах и секундах, административный район, где заложена буровая скважина.

Полученный в ходе разработки цифровой картографический материал имеет высокоточную пространственную привязку и может оперативно изменяться с учетом

новейших литературных данных, сведений инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, что позволит значительно упростить задачи геологического картирования четвертичных отложений Беларуси. Для примера приводим картосхемы распространения по территории Беларуси отложений березинского, поозерского горизонтов и сожского подгоризонта (рисунок 1–3).

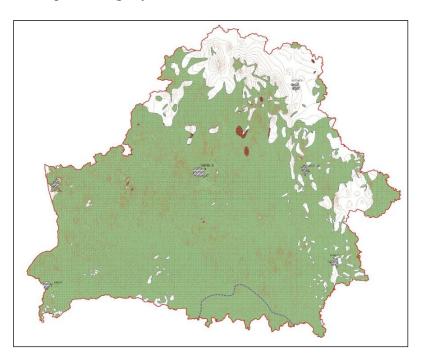


Рисунок 1 — Схема распространения отложений березинского горизонта на территории Беларуси

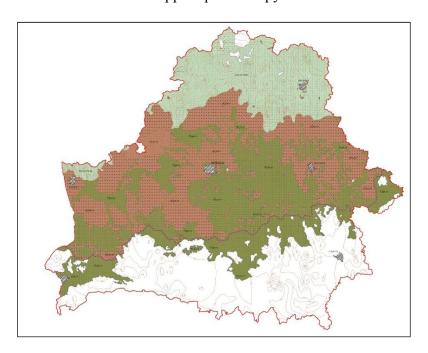


Рисунок 2 — Схема распространения отложений сожского подгоризонта припятского горизонта на территории Беларуси

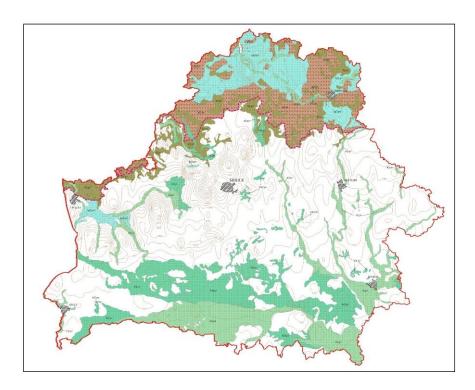


Рисунок 3 — Схема распространения отложений поозерского горизонта на территории Беларуси

Анализ фактического материала показал присутствие в толще четвертичных отложений фациально-генетических комплексов — ледникового (моренного), водноледникового (флювиогляциального и озерно-ледникового) — и межледниковых отложений (аллювиальных, озерных, лессовидных, болотных).

Строение толщ отложений различного возраста однотипно, залегают одни и те же генетические типы отложений и их фации. В некоторых стратиграфических подразделениях отдельные генетические типы ледниковых комплексов отсутствуют; они выклиниваются или залегают фрагментарно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Наумова, В. В. Концепция создания региональных геологических ГИС (на примере ГИС «Минеральные ресурсы, минералогенезис и тектоника Северо-Восточной Азии» : автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук : 25.00.35 / В. В. Наумова. Иркутск, 2004. 48 с.
- 2. Крошинский, В. А. Геологическое картирование северного участка Минской возвышенности на основе ГИС-технологий / В. А. Крошинский // Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых : сб. материалов Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. К. И. Лукашёва, Минск, 23–25 мая 2017 г. : в 2 ч. / БГУ ; редкол.: О. В. Лукашев (отв. ред.) [и др.]. Минск, 2017. Ч. 1 : Геология и полезные ископаемые. Четвертичная геология. Инженерная геология. С. 36–38.

UDK 551.89

A. ORŁOWSKA¹, L. MARKS², J. RYCHEL², Ł. NOWACKI², Ł. ZBUCKI³, M. BAHDASARAU⁴, M. HRACHANIK⁴, A. HRADUNOVA⁴

¹Poland, Lublin, Maria Curie-Skłodowska University

²Poland, Warsaw, Geological Institute-Polish Research Institute

³Poland, Biała Podlaska, Pope John Paul 2nd State School of Higher Education

⁴Belarus, Brest, Brest State University

E-mail: anna.j.orlowska@gmail.com

LITHOFACIES ANALYSIS OF SELECTED GLACIGENIC DEPOSITS IN THE BREST POLESYE REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS AS A TOOL FOR RECOGNITION OF ICE-SHEET DYNAMICS

Introduction. Examination of glacigenic deposits with usage of lithofacies analysis is the best tool for recognition of ice-sheet dynamics. It was commonly verified by many Quaternary scientists, especially in central Europe [4; 9–12]. Lately, it started to be used also for recognition of glacigenic deposits in eastern part of Europe [5]. This work is another example of verifying ice-sheet dynamics by examination of glacigenic sediments wth usage of lithofacies analysis in eastern part of Europe, i.e. the Brest Polesye region of Belarus. Its results are necessary for further research on correlation of ice-sheet extents and stratigraphy of eastern, central and western Europe. For now, they will be helpful for establishing a common palaeogeography and stratigraphy of the Middle Pleistocene in Belarus, Poland and Ukraine cross-border area.

Methods. Sedimentological analysis was conducted for documented sedimentary profiles of glacigenic deposits of three examined sites in Belarus. This involved examination of: sedimentary features of deposits (texture and structure, scale, geometry and contacts between sedimentary units). All collected geomorphological and geological data, recorded in sedimentary logs and photographic documentation, were subjected to lithofacies analysis. According to its principles, a three-step division of sedimentary units was used: 1) lithofacies — an individual layer of deposits; 2) lithofacies association — a set of lithofacies with comparable features and frequencies and 3) lithofacies unit — a set of associations with comparable lithological characteristics. Lithofacies and lithofacies associations were marked using the lithofacies code proposed by Miall (1977), modified by Zieliński and Pisarska-Jamroży (2012).

Results. Site Orekhovo

The examined outcrop is located within gently wavy plain at the height of 162 m a.s.l. in front of the gently-inclined substratum bump. The sedimentological profile from the bottom to the top includes:

- 1) sandy and sandy-gravelly deposits with massive or horizontal stratification of the unit Or-U1, represented by SGm,Sh lithofacies association;
- 2) massive sandy or silty-sandy deposits of the unit Or-U2, documented by Sm,TSm lithofacies association;
- 3) massive and stratified sandy massive diamictons of the unit Or-U3, recorded by $Dm(m_1)$ and DSs lithofacies associations.

Sequence of the documented deposits reflects deposition in various sedimentary environments: 1) Deposits of the unit Or-U1 represent glaciofluvial environment. They developed within sedimentation of cyclic waxing (SGm) and waning (Sh) sheetfloods. They are characteristic of widespread floodplains of braided rivers, building sandurs [3; 16].

- 2) Deposits of the unit Or-U2 developed in glaciolacustrine sedimentary environment within stagnant, shallow waters. The sequence of Sm TSm is an example of shallowing small reservoirs by deposition of fast sheetfloods (Sm) and after waning velocity of waterflows deposition from suspension in long-term, calm stagnant waters when material supply ceased [1].
- 3) Diamicton of the unit Or-U3 represents the glacigenic sedimentary environment with typical sediment which is a subglacial melt-out till [2]. Its characteristic alternating sequence of $Dm(m_1)$ and DSs deposits developed in alternating processes of a) subglacial melting of the bottom ice enriched with mineral material $Dm(m_1)$ and b) subglacial waterflows during ice decoupling from the ice substratum DSs (cf. [7]; [8]).

Site Obrovo

Studied sediments occured in the outcrop within a small hummock towering over a vast flat plain at the height of 142 m a.s.l. Within sedimentological profile, the following sediments were documented:

- 1) massive gravelly-sandy and sandy-gravelly layers of the unit Ob-U1, represented by the GSm,SGm lithofacies association;
- 2) horizontal with ripple-cross laminated sandy deposits of the unit Ob-U2, represented by the Sh,(Sr) lithofacies association;
- 3) massive or horizontally-stratified sandy silts and silty sands of the unit Ob-U3, represented by the STm,TSh lithofacies association;
- 4) massive sandy diamiction with stratified massive sands of the unit Ob-U4, represented by the DSm(m₁),Sm lithofacies association.

Sequence of the documented deposits is an evidence of two various sedimentary environments:

- 1) glaciofluvial expressed by three units: Ob-U1, Ob-U2 and Ob-U3, representing an environment of sedimentological fan deposited by sheetfloods (GSm, SGm and Sh), flooded by ephemeric stagnant waters (STm,TSh), with periodically undulating flowing (Sr) [15];
- 2) glacigenic evidenced by the unit Ob-U4, which developed from processes of slow gravitational flow tills documented by DSm(m₁) lithofacies association, sometimes interrupted by glaciofluvial fast sheetfloods (Sm) [14].

Site Yozefiny

Glacigenic sediments were examined in the outcrop of gently wavy plain, located in front of distinct ridges, recording an ice-sheet extent, at the height of 156 m a.s.l. The sedimentological profile presents following sediments:

- 1) sandy gravels, gravelly sands and coarse-grained sands with trough cross-stratification of the unit Y-U1, represented by the GSt,SGt and SGt,St lithofacies associations; the width of cross-stratified troughs reaches about 1 m and azimuth of their cross-stratified surfaces occurs within the range about 155°;
- 2) massive sandy gravels, gravelly sands and coarse-grained massive and horizontal sands of the unit Y-U2, represented by the GSm,Sh, GSh,Sm and SGm,Sm lithofacies associations, inserted in erosional channels of the unit Y-U1;
- 3) massive sandy diamicton and diamictic sands of the unit Y-U3, represented by DSm,Sm lithofacies association.

Sequence of the documented deposits reflects deposition in one sedimentary environments with different subenvironmets:

1) Deposits of the unit Y-U1 are the evidence of erosional-and-depositional processes of deep channel formation (GSt,SGt and SGt,St) developed in glaciofluvial environment of proglacial braided river flowing into SE direction [16];

- 2) Deposits of the unit Y-U2, inserted in erosional channels of the unit J-U, document a subenvironment of proglacial, proximal, shallow, flat-bed trough (GSm,Sh, GSh,Sm and SGm,Sm) of the braided river [16];
- 3) Deposits of the unit Y-U3 are a record of gravitational flow tills (DSm), intermittent periodically by sheetfloods (Sm), developed from ice-melting masses of the ice-front [14].

Conclusions. Documented with usage of lithofacies analysis glacigenic deposits and their sedimentary environments are a record of typical glacigenic landforms, which are the evidence of differentiated ice-sheet dynamics:

- till plain in the site Ariekhovo, which reflects a transgressive ice-sheet dynamics;
- kame in the site Obrovo, documenting an areal recession of the ice-front;
- sandur plain in the site Yozefiny, which is a record of stationary ice-front.

Researches were conducted within project OPUS no. 2017/27/B/ST10/00165 financed by National Centre for Science of Poland.

REFERENCES

- 1. Brodzikowski, K. Glacigenic sediments / K. Brodzikowski, A. J. Van Loon // Developments in Sedimentology. 1991. Vol. 49.
- 2. Subglacial till: formation, sedimentary characteristics and classification / D. J. A. Evans [et al.] // Earth Science Reviews. 2006. Vol. 78. P. 115–176.
- 3. Fraser, G. S. Late Wisconsinian proglacial sedimentation along the West Chicago moraine in NE Illinois / G. S. Fraser, J. C. Cobb // Journal of Sedimentary Petrology. 1982. Vol. 52. P. 473–491.
- 4. Godlewska, A. Dynamika lądolodu warty w strefie marginalnej na międzyrzeczu Krzny i Bugu w świetle analizy litofacjalnej / A. Godlewska. Lublin : Wyd. UMCS, 2014.
- 5. Middle Pleistocene deposits at Rechitsa, western Belarus, and their input to MS 12-6 stratigraphy in central Europe / L. Marks [et al.] // Quaternary International. -2020. Vol. 553. P. 34–52.
- 6. Miall, A. D. A review of braided river depositional environment / A. D. Miall // Earth Sciences Reviews. 1977. Vol. 13. P. 1–62.
- 7. Piotrowski, J. A. Response of sediments to ice-sheet loading in northwestern Germany; effective stress and glacier-bed stability / J. A. Piotrowski, A. M. Kraus // Journal of Glaciology. 1997. Vol. 145. P. 495–502.
- 8. Piotrowski, J. A. Subglacial conditions under the last ice sheet in northwest Germany: ice bed separation and enhanced basal sliding? / J. A. Piotrowski, S. Tulaczyk // Quaternary Science Reviews. 1999. Vol. 18. P. 73–751.
- 9. Terpiłowski, S. Kemy jako wskaźnik deglacjacji Niziny Podlaskiej podczas zlodowacenia Warty / S. Terpiłowski. Lublin : Wyd. UMCS, 2008. 107 s.
- 10. Wysota W., Stratygrafia i środowiska sedymentacji zlodowacenia Wisły w południowej części dolnego Powiśla / W. Wysota. Toruń : Wyd. UMK, 2002. 144 s.
- 11. Zieliński, T. Moreny Polski północno-wschodniej osady i warunki sedymentacji / T. Zieliński // Prace Naukowe UŚ. 1992. № 1325. 95 s.
- 12. Zieliński, T. Sandry Polski północno-wschodniej osady i warunki sedymentacji / T. Zieliński // Prace Naukowe UŚ. 1993. № 1398. 96 s.
- 13. Zieliński, T. Jakie cechy litologiczne warto kodować, a jakie nie? / T. Zieliński, M. Pisarska-Jamroży // Przegląd Geologiczny. 2012. Vol. 60. P. 387–397.
- 14. Zieliński, T. Characteristics and genesis of moraine-derived flowtill varieties / T. Zieliński, A. J. Van Loon // Sedimentary Geology. 1996. Vol. 101. P. 119–143.

15. Zieliński, T. Subaerial terminoglacial fans I: a semi-quantitative sedimentological analysis of the proximal environment / T. Zieliński, A. J. Van Loon // Geol. Mijnbouw. – 1999. – Vol. 77. – P. 1–15.

16. Zieliński, T. Pleistocene sandur deposits represent braidplains, not alluvial fans / T. Zieliński, A. J. Van Loon // Boreas. – 2003. – Vol. 32. – P. 590–611.

УДК 567; 551.733.3(476)

Д. П. ПЛАКС

Беларусь, Минск, БНТУ E-mail: agnatha@mail.ru

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОСТАТКОВ ИХТИОФАУНЫ В СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ

В результате многолетних целенаправленных поисков остатков позвоночных в силурийских отложениях на территории Беларуси автору данной статьи впервые удалось установить присутствие их практически на всех стратиграфических уровнях действующей стратиграфической схемы силурийских отложений Беларуси 2010 г. [1]. Так, древнейшие находки остатков силурийской ихтиофауны на территории Беларуси были обнаружены в пределах Подлясско-Брестской впадины в разрезе скважины \mathbb{N} 45 (Прибугская площадь), вскрывшей отложения зельвянского горизонта (свиты) теличского яруса лландоверийского отдела нижнего силура. В этих отложениях, представленных мергелями и глинистыми мергелями, были найдены единичные чешуи телодонтов Loganellia sp. и L. scotica (Тraquair). Совместно с ними в этих породах также были обнаружены многочисленные створки остракод, раковины тентакулитов, брахиопод, панцири трилобитов, небольшие веточки мшанок.

На территории северо-западной части Белорусской антеклизы самые ранние находки остатков силурийской ихтиофауны были обнаружены в отложениях ячёнской свиты шейнвудского яруса венлокского отдела нижнего силура, вскрытых скважинами Давтюны 3к и Литвяны 3к. В глинистых известняках этих отложений были найдены редкие чешуи телодонтов Loganellia sp. и L. cf. sulcata Märss, Wilson et Thorsteinsson. Наряду с ними в этих отложениях также были выявлены немногочисленные сколекодонты Oenonites sp., O. cf. eichwaldi Eriksson, O.? sp., Atraktoprion sp., Protarabellites sp., Mochtyella? sp. и конодонты Panderodus sp., Kockelella sp. [2].

Гораздо более многочисленные находки разрозненных чешуй телодонтов Loganellia sp., L. grossi Fredholm, L. einari Märss, Oeselia mosaica Märss и Thelodus sp. на территории северо-западной части Белорусской антеклизы были найдены в глинистых мергелях и мергелеподобных глинах островецкой свиты гомерского яруса венлокского отдела нижнего силура, вскрытых четырьмя скважинами: Островец 1, Островец 7ц, Островец 73 и Островец 195. Помимо указанных телодонтов, в отложениях этого возраста также были обнаружены многочисленные акритархи Lophosphaeridium citrinum Down., L. baculatum N. Umn., L. plicatula N. Umn., L. crassum (Naum.) N. Umn., L. rotundum (Naum.) Pisk., Leiosphaeridia sp., L. cerina Tim., L. plicata (Naum.), L. minutissima (Naum.) Pisk., L. eisenackia (Tim.) Tim., L. atrata (Naum.) Pisk., L. rarorugosa (Naum.) Pisk., L. flavum (Andr.) Pisk., L. tenuissima Eis., Leiopsophosphaera sp., L. minutissima (Naum.) N. Umn., Leiomarginata sp., L. minuta N. Umn., Latoporata sp., L. crispata (Tim.)

N. Umn., Thachysphaeridium sp., T. minutissimum (N. Umn.) N. Umn., T. plicatum Pisk., Multiplicisphaeridium frondis (Cr. et Diez.) Kir., M. ramusculosum var. insolitum (Cr. et Diez.) Kir., M. forquillum (Cr. et Diez.) Kir., Baltisphaeridium sp., B. minor (Naum.) N. Umn., B. crassum (Naum.) N. Umn., B. oligofurcatum (Eis.) Down. et Sar., B. microspinosum (Eis.) Down., B. nanum (Deff.) Kir., B. longispinosum (Eis.) N. Umn. var. parvum (Eis.) Down., B. longispinosum (Eis.) N. Umn. var. paucispinosum Down., B. listeri Kir., Visbysphaera gotlandica (Eis.) Kir., Peteinosphaeridium ramusculosum (Deff.) Pisk., P. arbusculiferum (Down.) N. Umn., P. robertinum (Cr.) Pisk., Veryhachium sp., V. trispinosum (Eis.) Deunff., Micrhystridium sp., M. robustum Down., M. stellatum Deff., M. parincospicuum Deff., M. nannacanthum Deff., Cymatiosphaera heloderma Cr. et Diez., Zonosphaeridium sp., Z. absolutum Tim., Ammonidium sp., A. microcladum (Down.) Lister, Hispanaediscus sp., H. wenlockensis Burgess et Rich., Dictyotidium sp., D. faviforme Schultz, единичные сколекодонты Kalloprion sp., Oenonites sp., O. ? sp., редкие брахиоподы Skenidioides sp., единичные мшанки Helopora cf. fragilis Hall и редкие конодонты Ozarkodina excavata (Branson et Mehl) [3–7].

В отложениях верхнего силура Беларуси систематический состав ихтиофауны становится разнообразней и немного богаче. Помимо находок дискретных чешуй телодонтов, установлены также изолированные чешуи и плавниковые шипы акантодов, а также разрозненные чешуи актиноптеригий. Так, на территории Подлясско-Брестской впадины в разрезе скважины № 201 (Вычулковская площадь) в мергелях русиловского горизонта (свиты) лудфордского яруса лудловского отдела верхнего силура были обнаружены единичные чешуи телодонтов Thelodus parvidens Agassiz, две чешуи Acanthodii gen. et sp. indet. и редкие чешуи актиноптеригий Andreolepis hedei Gross [8]. Совместно с ихтиофауной в этих мергелях были найдены также многочисленные членики стеблей криноидей, единичные обломки раковин брахиопод отрядов Lingulida и Orthida, конодонты Panderodus unicostatus (Branson et Mehl), P. simplex (Branson et Mehl), Pseudooneotodus beckmanni (Bischoff et Sanneman), Paltodus multicostatus Branson et Mehl, Ozarkodina sp., O. exavata exavata (Branson et Mehl) и Oulodus sp. [8]. В мергельных отложениях леснянского горизонта (свиты) лудфордского яруса лудловского отдела верхнего силура этой же скважины были установлены не очень многочисленные чешуи акантодов Gomphonchus sp. и G. sandelensis (Pander), а также акритархи, сколекодонты, мелкие обломки раковин брахиопод, известковые склериты Holothuroidea, конодонты Panderodus sp., P. unicostatus (Branson et Mehl), Ozarkodina sp. [8]. В скважине Ратайчицы 12, пробуренной также на территории Подлясско-Брестской впадины, в глинистых известняках верхней части леснянского горизонта лудфордского яруса лудловского отдела верхнего силура были обнаружены редкие чешуи телодонтов Thelodus admirabilis Märss и мелкие остатки различных беспозвоночных животных (створки остракод, мелкие фрагменты раковин брахиопод, членики стеблей криноидей и др.).

Наиболее многочисленные находки скелетных элементов позвоночных на территории страны выявлены в отложениях пржидольского отдела верхнего силура. Так, на территории Волынской моноклинали в скважине Комаровка 913/10 в глинистых мергелях гущинской свиты пржидольского отдела были определены чешуи позвоночных *Thelodus* sp., *T. parvidens* Agassiz, *Loganellia cuneata* Gross, *Nostolepis gracilis* Gross. Наряду с ними в породах этих отложений также были установлены единичные сколекодонты, мелкие пиритизированные обломки раковин цефалопод отряда Orthoceratida, многочисленные акритархи *Peteinosphaeridium* sp., *Zonosphaeridium absolutum* Tim., *Dictyotidium* sp., *Alveosphaera locellata* Kir., *Tasmanites cavernosum* (Andr.) Pisk., *T. fimbriatum* (Andr.) Pisk., *T. kaljoi* Tim., *T. medium* (Eis.) Pisk., *Veryhachium* sp.,

V. rhomboidium Down., V. europaeum Stock. et Well., Veryhachium valiente Cramer, Leiosphaeridia cerina Tim., L. microrugosa (Naum.), L. plicata (Naum.) Pisk., L. eisenackia (Tim.) Tim., Multiplicisphaeridium pilaris Cramer var. typicum (Cramer) Kir., Leiofusa sp., L. rhikne Loeblich. и миоспоры Tholisporites chulus (Cramer) McGregor var. nanus Rich. et Lister, T. chulus (Cramer) McGregor var. chulus Cramer, Retusotriletes simplex Naum., R. maculatus McGregor et Camfield, Ambitisporites avitus Hoffmeister, Scabratisporites minor (Naum.) McGregor, Punctatisporites dilutus Hoffmeister [9]. В этой же скважине в глинистых мергелях и алевролитах томашовской свиты пржидольского отдела были обнаружены многочисленные разрозненные чешуи Nostolepis sp., N. striata Pander, N. paravolborthi Valiukevičius, N. ? sp., Cheiracanthoides sp., Gomphonchus sp., G. cf. volborthi (Rohon), G. sandelensis (Pander), G. cf. sandelensis (Pander), Gomphonchoporus hoppei (Gross), Poracanthodes sp., Ischnacanthiformes gen. et sp. indet., Acanthodii gen. et sp. indet., мелкие обломки плавниковых шипов Acanthodii gen. indet., единичные пластинки Tylodus deltoides Rohon. Помимо ихтиофауны, в отложениях этого возраста также были найдены редкие пиритизированные трубочки червей Spirorbis sp., немногочисленные сколекодонты, единичные остракоды, немногочисленные фрагменты раковин брахиопод Dayia minor Bouček, сравнительно многочисленные небольшие обломки раковин цефалопод отряда Orthoceratida, редкие раковины тентакулитов, частые обломки стеблей криноидей, мелкие фрагменты граптолитов, многочисленные акритархи Tasmanites kaljoi Tim., T. fimbriatum (Andr.) Pisk., T. medium (Eis.) Pisk., T. cavernosum (Andr.) Pisk., Zonosphaeridium absolutum Tim., Z. actinomorphum Tim., Veryhachium sp., V. europaeum Stock. et Well., V. rhomboidium Down., V. downiei Stock. et Will., Leiosphaeridia sp., L. cerina Tim., L. microrugosa (Naum.), L. plicata (Naum.) Pisk., L. eisenackia (Tim.) Tim., L. tenuissima (Eis.), Baltisphaeridium brevispinosum Pisk. var. granuliferum Down., Multiplicisphaeridium carallinum (Eis.) Kir., M. pilaris Cramer var. typicum (Cramer) Kir., Diexallophasis denticulata (Stock. et Will.) Loeblich., D. denticulata Kir. var. wolynica Kir., Leiofusa sp., L. cantabrica Cramer, L. rugosa N. Umn. и различные миоспоры Synorisporites papillensis McGregor, T. chulus (Cramer) McGregor var. nanus Rich. et Lister, T. chulus (Cramer) McGregor var. chulus Cramer, Retusotriletes simplex Naum., R. concinnus Kedo, R. warringtonii Rich. et Lister, R. maculatus McGregor et Camfield, Deltoidospora priddyi (Berry) McGregor, Amicosporites splendidus Cramer, Punctatisporites sp., P. dilutus Hoffmeister [9].

Согласно литературным данным известно, что на территории Подлясско-Брестской впадины в глинистых мергелях кустинского горизонта (свиты) пржидольского отдела были найдены чешуи телодонтов (Thelodonti), неопределимые до рода и вида, а также чешуи акантодов рода Gomphonchus [10]. Недавно автором было начато растворение пород из верхнесилурийской части разреза скважины Ратайчицы 12, которая была пробурена в прошлом столетии в пределах Подлясско-Брестской впадины. Первичные исследования позволили обнаружить в глинистых известняках мухавецкого горизонта (савитичская свита) чешуи Nostolepis sp., Nostovicina cf. multicostata (Vieth), редкие остракоды, единичные мелкие фрагментарные и целые раковины брахиопод, многочисленные членики стеблей криноидей, единичные веточки мшанок, немногочисленные фрагменты конодонтов, а в мергелях кустинского горизонта (свиты) -Gomphonchoporus чешуи **Nostolepis** sp., Gomphonchus sp., hoppei (Gross), Ischnacanthiformes gen. et sp. indet., Acanthodii gen. et sp. indet., редкие микрогастроподы, членики криноидей и единичные конодонты. В настоящее время растворение пород из верхнесилурийской части разреза этой скважины еще продолжается. Таким образом, это, возможно, позволит найти больше мироостатков позвоночных в этой части разреза и тем самым существенно пополнить их таксономический состав.

В заключение стоит отметить, что целенаправленный поиск и всестороннее изучение силурийской ихтиофауны на территории Беларуси способствует широкому использованию ее в определении возраста отдельных стратиграфических подразделений и проведении межрегиональных корреляций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Пушкин, В. И. Силурийская система / В. И. Пушкин // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объясн. записка. Минск : ГП «БелНИГРИ», 2010. С. 93–98.
- 2. Плакс, Д. П. Новые местные стратиграфические подразделения верхнего силура и среднего девона северо-западной части Белорусской антеклизы / Д. П. Плакс, С. А. Кручек, В. Ю. Обуховская // Літасфера. 2016. № 1 (44). С. 3–25.
- 3. Плакс, Д. П. Позвоночные силура Беларуси / Д. П. Плакс // Эволюция органического мира и биотические кризисы : материалы LVI сессии Палеонтологического общества при РАН, Санкт-Петербург, 6–10 апр. 2010 г. СПб., 2010. С. 130–131.
- 4. К вопросу о девонских отложениях северо-западной части Белорусской антеклизы / С. А. Кручек [и др.] // Проблемы региональной геологии Беларуси : IV унив. геол. чтения, посвящ. 15-летию каф. динамической геологии БГУ, Минск, 2–3 апр. 2010 г. / редкол.: Э. А. Высоцкий [и др.]. Минск : БГУ, 2010. С. 42–44.
- 5. Plax, D. P. Thelodonts (AGNATHA) from the Lower Silurian (Wenlock) deposits of the northwest of Belarus / D. P. Plax, T. Märss // Lithosphere. $-2011. N_2 1 (34). P. 69-81.$
- 6. Кручек, С. А. О силурийских отложениях Островецкой площадки северозападной части Белорусской антеклизы / С. А. Кручек, Д. П. Плакс, В. Ю. Обуховская // Літасфера. -2014. -№ 2 (41). -С. 27–39.
- 7. Кручек, С. А. К вопросу о силурийских отложениях Островецкой площадки Белорусской АЭС / С. А. Кручек, Д. П. Плакс, В. Ю. Обуховская // Современное состояние и актуальные направления геологического изучения и комплексного освоения ресурсов недр стран СНГ: материалы междунар. науч.-практ. конф. в рамках XVII сес. Межправительств. совета стран Содружества Независимых Государств по разведке, использованию и охране недр, Минск, 13–15 нояб. 2013 г. Минск, 2014. С. 53–61.
- 8. Плакс, Д. П. О находках агнат и рыб в силурийских отложениях Подлясско-Брестской впадины (Беларусь) / Д. П. Плакс // Актуальные проблемы современной геологии, геохимии и географии : материалы междунар. науч.-практ. конф., Брест, 28–30 сент. 2011 г. : в 2 ч. / Брест. гос. ун-т ; редкол.: М. А. Богдасаров [и др.]. Брест, 2011. Ч. 1 : Геология, геохимия. С. 159–161.
- 9. Литолого-стратиграфическая характеристика домеловых отложений платформенного чехла юго-западной Беларуси (по результатам изучения скважины Комаровка 91з/10) / Д. П. Плакс [и др.] // Літасфера. 2012. № 2 (37). С. 3—21.
- 10. Kruchek, S. Vertebrate microremains from the Lower Devonian (Lochkovian) deposits of Belarus / S. Kruchek, J. Valiukevičius, T. Marss // The Third Baltic Stratigraphical Conference (Abstrats). Tartu, 1996. P. 34.

УДК 567.31; 551.763.3(476.7)

Д. П. ПЛАКС, И. В. БРИГАС

Беларусь, Минск, БНТУ E-mail: agnatha@mail.ru

НАХОДКИ ОСТАТКОВ ХРЯЩЕВЫХ РЫБ В ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВБЛИЗИ Д. ХОТИНОВО ЛЮБАНСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Отложения верхнего отдела меловой системы широко распространены на территории Беларуси, покрывая сплошным чехлом юг, восток и запад страны [1]. Однако кое-где в этих границах они отсутствуют относительно небольшими по площади участками. Отсутствие верхнемеловых отложений на этих участках обусловлено, вероятно, тем, что последние в позднемеловое время представляли собой области поднятий и размывов. Помимо этих участков, отсутствие верхнемеловых отложений отмечается иногда и в отдельных пунктах, в пределах некоторых площадей, представляющих собой обычно области развития древних долин, где разрез верхнемеловых отложений и их мощности, как правило, сильно сокращены.

Залегают верхнемеловые отложения на территории Беларуси на различной глубине и в основном вскрываются скважинами. Местами в восточных и юго-восточных районах республики они выходят на дневную поверхность, в западных и центральных районах известны также в виде отторженцев, залегающих в четвертичных отложениях на небольшой глубине. Отторженцевые отложения верхнего мела установлены во многих местах на территории Беларуси. Они представляют собой месторождения мела и мергельных пород. Некоторые из них уже давно отработаны, но некоторые еще по сей день активно разрабатываются открытым способом, а именно карьерами. В этих карьерах любители-палеонтологи нередко находят очень интересные палеонтологические материалы.

Несколько лет назад двумя исследователями Д. А. Степаненко и Ю. В. Заикой были обследованы в палеонтологическом отношении меловые карьеры «Хотиново», которые представляют собой группу из трех карьеров, два из которых отработанные, а один является действующим. Расположены эти карьеры вблизи д. Хотиново Любанского района Минской области. В одном из выработанных карьеров, помимо обнаруженных достаточно многочисленных остатков беспозвоночных животных, они нашли несколько разрозненных зубов акул и один фрагмент плавникового шипа хрящевой рыбы. Присутствие же остатков хрящевых рыб в верхнемеловых отложениях на территории Беларуси известно достаточно давно, а именно с первой половины XX столетия [2]. В некоторых литературных источниках, посвященных изучению меловых отложений Беларуси, иногда упоминаются находки скелетных элементов хрящевых рыб в комплексе с другими органическими остатками [1-5]. Однако приводятся они там обычно без определений, т. е. конкретных латинских наименований. В последнее время Д. П. Плаксом с соавторами были опубликованы две небольшие работы по находкам зубов позднемеловых акул на территории Беларуси, в которых приведены идентификации некоторых из них [6; 7]. В статье Д. П. Плакса, А. С. Яковлева и А. К. Григоревич, изданной в 2018 г. [7], упоминаются также находки трех зубов акул из рассматриваемого карьера. Так, согласно опубликованным и некоторым новым данным, в верхнемеловых отложениях карьера «Хотиново», представляющих собой достаточно крупный отторженец, были обнаружены изолированные зубы акул *Scapanorhynchus* sp., *Cretoxyrhina* sp., *Cretoxyrhina* cf. *mantelli* (Agassiz), Anacoracidae gen. et sp. indet., Lamniformes indet., фрагмент плавникового шипа Chondrichthyes indet. (рисунок), микроскопические чешуи хрящевых рыб и один фрагментарный зуб, вероятно, рептилии.

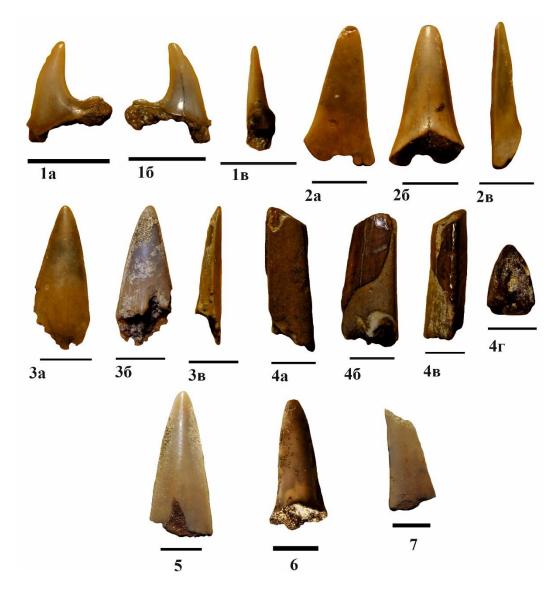


Рисунок – Новые находки зубов и плавникового шипа хрящевых рыб, найденных в верхнемеловых отложениях в одном из отработанных карьеров «Хотиново». Длина масштабного отрезка 5 мм

Фигура 1 – *Cretoxyrhina* sp., верхний боковой зуб: а – вид с лабиальной стороны; б – вид с лингвальной стороны; в – вид сбоку. Фигура 2 – *Cretoxyrhina* cf. *mantelli* (Agassiz), коронка переднего зуба: а – вид с лабиальной стороны; б – вид с лингвальной стороны; в – вид сбоку. Фигура 3 – Lamniformes indet., коронка зуба: а – вид с лабиальной стороны; б – вид с лингвальной стороны; в – вид сбоку. Фигура 4 – Chondrichthyes indet., фрагмент плавникового шипа: а, б и в – вид с разных сторон, г – поперечное сечение шипа. Фигура 5 – Lamniformes indet., коронка зуба: вид с лабиальной стороны. Фигура 6 – Lamniformes indet., коронка зуба: вид с лингвальной стороны. Фигура 7 – Lamniformes indet., коронка зуба: вид с лабиальной стороны

Наряду с остатками позвоночных в этих отложениях были также найдены губки, серпулиды, остракоды, отпечаток фрагмента карапакса рака, раковины двустворчатых и брюхоногих моллюсков, ростры белемнитов, отпечатки и обломки раковин аммонитов, раковины брахиопод, членики стеблей криноидей, панцири и иглы морских ежей.

Сохранность большинства найденных ископаемых остатков беспозвоночных животных достаточно хорошая, в то время как сохранность зубов и плавникового шипа хрящевых рыб в основном более-менее удовлетворительная. Зубы несколько окатанные и преимущественно обломанные. Плавниковый шип — фрагментарный и окатанный. Найдены они все отдельно друг от друга. Указанные признаки могут являться свидетельством их механической транспортировки. Степень фоссилизации зубов разная. Внутреннее строение зубов и шипа сохранилось неплохо. Цвет зубов различный — светло-кремовый, светло-оранжевый, светло-серый, темно-коричневый. Цвет фрагмента плавникового шипа — темно-коричневый. Подобное захоронение органических остатков могло образоваться в относительно мелководных морских условиях.

В завершение стоит отметить, что организация в будущем целенаправленных и масштабных поисков ископаемых органических остатков в меловых отложениях рассматриваемого карьера позволит найти там гораздо больше интересных палеонтологических объектов, среди которых, несомненно, могут быть обнаружены разнообразные зубы, позвонки и плавниковые шипы хрящевых рыб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Акимец, В. С. Меловая система / В. С. Акимец, Л. А. Каримова // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объясн. записка. Минск : ГП «БелНИГРИ», 2010. С. 152–165.
- 2. Бліодухо, М. Т. Матар'ялы па геолёгічнаму вывучэньню вадазабору ракі Сажа ў межах Беларусі / М. Т. Бліодухо // Матар'ялы да геолёгічнага і глебазнаўчага вывучэньня Беларусі. Менск : Выд. Беларус. Акад. навук, 1931. С. 9–40.
- 3. Акимец, В. С. Стратиграфия и фораминиферы верхнемеловых отложений Белоруссии / В. С. Акимец // Палеонтология и стратиграфия БССР. Минск : Изд-во АН Белорус. ССР, 1961. Сб. III. С. 3–245.
- 4. Дерюго, Г. В. Меловая система / Г. В. Дерюго, Г. И. Илькевич // Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.]. Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2001. С. 291–300.
- 5. Стратиграфические и палеонтологические исследования в Белоруссии / В. К. Голубцов [и др.]. Минск : Наука и техника, 1978. 248 с.
- 6. Плакс, Д. П. О находках мезозойской и палеогеновой ихтиофауны на территории Беларуси / Д. П. Плакс, А. К. Григоревич // Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения акад. К. И. Лукашева (1907–1987), Минск, 23–25 мая 2017 г. : в 2 ч. / отв. ред. О. В. Лукашев ; редкол.: А. Ф. Санько [и др.]. Минск : Право и экономика, 2017. Ч. 1. С. 61–63.
- 7. Плакс, Д. П. Предварительные данные о находках зубов хрящевых рыб в верхнемеловых отложениях Беларуси / Д. П. Плакс, А. С. Яковлев, А. К. Григоревич // Літасфера. 2018. N 2018. 2

JOANNA RYCHEL, ŁUKASZ NOWACKI

Polska, Warszawa, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy E-mail: joanna.rychel@pgi.gov.pl; lukasz.nowacki@pgi.gov.pl

BUDOWA GEOLOGICZNA I UKSZTAŁTOWANIE PODŁOŻA OSADÓW CZWARTORZĘDU NA OBSZARZE ZACHODNIEGO POLESIA (POGRANI-CZE POLSKO-BIAŁORUSKO-UKRAIŃSKIE)

Powierzchnia podłoża osadów czwartorzędu obszaru zachodniego Polesia w rejonie Włodawy (pogranicze polsko-białorusko-ukraińskie) wykazuje nachylenie ku północy i podnosi się w kierunku południowym. Charakteryzuje się zróżnicowanym ukształtowaniem, odznaczającym się obecnością licznych elewacji i depresji, co ma niewątpliwy związek z tektoniką. Badany obszar podlegał denudacji oraz blokowym ruchom podłoża u schyłku fazy laramijskiej (kreda/paleocen) orogenezy alpejskiej, po ustąpieniu morza górnokredowego. Dowodem wpływu tektoniki są znaczne różnice w głębokościach nawierconych skał kredowych w blisko położonych otworach, np. we Włodawie [4]. Kierunki uskoków nawiązują do kierunków tektoniki podłoża paleozoicznego, przeważają kierunki NE-SW oraz poprzeczne do nich NW–SE. Obniżenia powierzchni podczwartorzędowej mają zróżnicowany wiek i genezę mogą to być kopalne doliny rzeczne [5], obniżenia pochodzenia krasowego oraz zmienione erozyjnie rowy tektonicznie i strefy uskoków [4]. Po stronie polskiej najwyżej położone miejsca podłoża znajdują się w południowej części obszaru, w rejonie Józefowa (205,5 m n.p.m) i Łowczy (192,5 m n.p.m.) oraz Marianki (180 m n.p.m.). Po stronie białoruskiej najwyżej leżą osady kredy górnej w rejonie Czersk-Dąbek (135,0 m n.p.m). Po ukraińskiej stronie najwyżej wznosi się powierzchnia podłoża w rejonie Grochowiska (150,0 m n.p.m.). W południowej części obszaru utwory podłoża osadów czwartorzędu występują na powierzchni ternu. Największe obniżenie powierzchni podłoża osadów czwartorzędu stwierdzono na obszarze Białorusi na E od Stadierza (45,0 m n.p.m.) i w rejonie Hwoźnicy (55 m n.p.m.) oraz w Polsce, na W od Hanny (poniżej 54,5 m n.p.m.).

Najstarszymi utworami budującymi podłoże osadów plejstoceńskich są morskie skały węglanowe kredy górnej. Utwory santonu występują w północno-wschodniej części obszaru na terytorium Białorusi, na wschód od Stradiecza. Utwory kampanu rozpoznano na podstawie badań mikropaleontologicznych fauny otwornicowej. Występują na wysokości od około 55 do 110 m n.p.m. w postaci margli i kredy piszącej o miąższości ok. 50 m opisano w większości otworów na Białorusi oraz w obniżeniach podłoża po zachodniej stronie Bugu na obszarze Polski, w rejonie Zabłocia i Jabłecznej oraz w strefie tektonicznej uskoku Hanny. Mastrycht wykształcony jest głównie w postaci margli, wapieni marglistych, kredy piszącej i opok i leży na wysokości od 115 do 190 m n.p.m. Rozpoznany został na podstawie nanoplanktonu wapiennego (m.in. [1; 2]) a jego miąższość sięga 210 m (wiercenie w Sosnowicy). Utwory górnej kredy występują liczniej w postaci rozleglejszych wychodni w rejonie Zawadówki, Łysochy, Zagórza, Hańska, Starego Majdana, Petrykowa i Macoszyna Dużego na obszarze Polski oraz w okolicach Rogoźna na terytorium Białorusi.

Utwory paleogenu występują w postaci licznych różnej wielkości wychodni w polskiej części obszaru, w rejonie Huszczy, Wisznic, Sławatycz, Kostomłot, Kodenia, Hołowna i Różanki. Są to głównie piaski kwarcowo-glaukonitowe miejscami z fosforytami, iły, mułki i piaski z glaukonitem wykształcone w facjach morskich przejściowych i śródlądowych [6]. Występują też żwiry kwarcowe i zlepieńce z fosforytami i lidytami. Strop utworów paleogenu leży na wysokości od 86,5 m n.p.m. w rejonie Piszczaca do 169,5 m n.p.m. w rejonie Górek na południe od Sosnowicy.

Neogen reprezentowany jest przez utwory miocenu. Są to piaski kwarcowe i glaukonitowe oraz iły, mułki z wkładkami węgla brunatnego i lignitu miocenu wykształcone w facjach przybrzeżnych, słodkowodnych i lądowych [3] oraz iły opisywane wcześniej jako plioceńskie a obecnie zaliczane do górnego miocenu. Występują one w zachodniej części obszaru w rejonie Dębowej Kłody i Uhnina. Miąższość neogenu wynosi od 1,55 m i 9,0 m (rejon Hanny, Sajówki, Matioszówki) do 31,0 (Ortel Ksiażęcy) i 37,3 m. Strop utworów miocenu znajduje się na wysokości od 86,7 m n.p.m. w Ortelu Książęcym do ok. 160 m n.p.m. w Korolówce i Adampolu. Dwie niewielkie wychodnie piaskowców kwarcytowych paleogenu na powierzchni terenu występują w rejonie Rudki Łowieckiej oraz Macoszyna.

LISTA UŻYTEJ LITERATURY

- 1. Gawor-Biedowa, E. Orzeczenie mikropaleontologiczne dla prób kredy górnej obszaru arkusza Sosnówka / E. Gawor-Biedowa. Warszawa, 1994.
- 2. Gaździcka, E. Wyniki analizy nannoplanktonu wapiennego dla 5 prób z arkusza Sobibór / E. Gaździcka. Warszawa, 1996.
- 3. Janczyk-Kopikowa, Z. Analiza pyłkowa plejstoceńskich osadów z Kazanowa i Krępca / Z. Janczyk-Kopikowa. Biul. Inst. Geol., 1981.
- 4. Marszałek. Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 ark. Włodawa / Marszałek. Warszawa, 2000.
- 5. Mojski, J. E. Objaśnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. / J. E. Mojski, J. Trembaczowski. 1974.
- 6. Ziembińska-Tworzydło, M. Ekspertyza palinologiczna próbek z arkuszy Sobibór (717) i Włodawa (681) SMGP 1:50 000 / M. Ziembińska-Tworzydło. Warszawa, 1997.

УДК 551.583.7:551.79:561[476.6+474.5]

Т. Б. РЫЛОВА 1 , С. В. ДЕМИДОВА 2 , В. ШЕЙРЕНЕ 3 , Д. КИСЕЛЕНЕ 3 , А. В. ШИДЛОВСКАЯ 1

¹Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

²Беларусь, Минск, НПЦ по геологии

³Литва, Вильнюс, Центр исследований природы

E-mails: rylova_tatyana18@mail.ru; anne.shidlovska@gmail.com;

demidovasvet@ mail.ru; vaida.seiriene@gamtc.lt, dalia.kisieliene@gamtc.lt

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ МУРАВИНСКОГО/ МЯРКИНСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ НА ПРИГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ И ЛИТВЫ

В рамках международного проекта выполнены палеогеографические реконструкции для сопредельных регионов Беларуси и Литвы в муравинское/мяркинское межледниковье позднего плейстоцена (характер наземной растительности, температурные показатели климата, диатомовая флора и условия палеоводоемов ее обитания). Для этого использованы данные многолетних палинологических и диатомологических исследований. В основу работы положены региональные особенности палиностратиграфии и стратиграфического распределения диатомовой флоры в представительных разрезах муравинских отложений в пределах северо-западной Беларуси [1] и мяркинских отложений – на прилегающей к Беларуси территории Литвы.

На основании данных о составе палинофлоры и количественном содержании ее компонентов охарактеризованы фазы развития растительности муравинского/мяркинского межледниковья в исследуемом регионе, имевшие несомненное сходство. При этом, однако, выявлены и некоторые региональные различия. Они заключаются в следующем:

- в начальной фазе муравинского межледниковья (mr 1) в северо-западной части Беларуси участие в лесных ассоциациях ели сибирской было заметно меньшим, чем в соответствующей фазе мяркинского межледниковья (M 1) на территории Литвы; в виде примеси в лесах присутствовали вяз (*Ulmus laevis* Pall.) и дуб (*Quercus robur* L.), которые, по-видимому, пока не произрастали на территории Литвы;
- в фазе mr 2 на исследуемой территории Беларуси роль дуба черешчатого (*Quercus robur*), вяза гладкого (*Ulmus laevis*) и вяза полевого (*U. minor* Mill.) была более существенной, чем в приграничных районах Литвы в фазе M 2;
- присутствие в лесах ясеня (*Fraxinus excelsior* L.) отмечено только на белорусской территории (фазы mr 2 mr 7);
- в фазе mr 3 климатического оптимума межледниковья вяз (*Ulmus laevis*, *U. minor*) принимал большее участие в лесных сообществах на белорусской территории по сравнению с первой половиной фазы M 3a в Литве;
- в фазах mr 3 mr 7 и M 3а M 4 (первая половина) на обеих территориях в составе лесных ассоциаций присутствовал плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.);
- в фазах mr 4 mr 5 роль липы (*Tilia cordata* Mill., *T. platyphyllos* Scop., *T. tomentosa* Moench) в северо-западной части Беларуси была намного существеннее, чем на территории Литвы в фазах M 3a (вторая половина) M 3b;
- в фазах mr 5 mr 8 участие ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в составе лесов северо-западной Беларуси было заметно меньшим, чем в соответствующих фазах (М 3b первая половина фазы М 4) на территории Литвы;
- в фазе mr 6 роль граба (*Carpinus betulus* L.) и липы (*Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *T. tomentosa*) в лесных ассоциациях северо-западной Беларуси была более существенной, чем на территории Литвы (фаза М 3с);
- в фазе mr 8 граб (*Carpinus betulus*) принимал большее участие в лесах на белорусской территории, чем в Литве в первой половине фазы M 4.

Реконструкция палеотемпературных показателей с использованием метода «климатических ареалов» [2] для рассматриваемого интервала плейстоцена на территории северо-западной Беларуси и Литвы показала, что диапазоны летних и зимних температур в исследуемом регионе были очень близки (рисунок). В самых теплых фазах mr 4 Corylus - Quercus - Ulmus (+Hedera) и М 3а Quercus - Ulmus (вторая половина фазы – Corylus) климатического оптимума муравинского/мяркинского межледниковья июльские и январские палеотемпературы находились в одинаковом диапазоне: $t^{\circ}v_{II} = +18^{\circ}...+23$ °C (средняя +20.5 °C, что на 2.5 °C выше современной на белорусской части исследуемого региона); $t^{\circ}i_{I} = -4^{\circ}...+4$ °C (средняя 0 °C, на 4 °C выше современной в северо-западной части Беларуси). Однако большее участие термофильных пород на территории Беларуси на протяжении всего климатического оптимума межледниковья, а на территории Литвы – большая роль ели в начальной фазе, во второй половине климатического оптимума и в заключительных фазах межледниковья позволяют предполагать, что температурные показатели рассматриваемого межледникового интервала в северо-западной Беларуси были более высокими, чем в Литве.



Рисунок – Динамика палеотемпературных показателей на протяжении муравинского/ мяркинского межледниковья в северо-западной Беларуси и в Литве

Характеристика диатомовой флоры и условий ее развития в муравинских/ мяркинских озерах на приграничной территории Беларуси и Литвы получена на основании анализа состава доминирующих комплексов диатомей на определенных палиностратиграфических уровнях в межледниковых и перекрывающих их ледниковых отложениях верхнего плейстоцена. Выявлены виды диатомовых водорослей основных групп по местообитанию, получившие наибольшее развитие в водоемах на протяжении муравинского/мяркинского межледниковья и последующего поозерского/нямунаского раннеледниковья: Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen, A. granulata (O. Müller) Simonsen, A. italica (Ehrenberg) Simonsen, Cyclotella costei Druart et Straub, C. Kuetzingiana Thwaites, Stephanodiscus minitulus (Kützing) Cleve et Möller, S. rotula (Kützing) Hendey, Handmannia comta (Ehrenberg) Kociolek et Khursevich emend. Gencal, Staurosira construens Ehrenberg, Pseudostaurosira brevistriata (Grunow) Williams et Round, Staurosirella martyi (Héribaud) Morales et Manoylov, Staurosirella lapponica (Grunow) Williams et Round, S. pinnata (Ehrenberg) Williams et Round, Cymbella ehrenbergii Kützing, C. helvetica Kützing, Cocconeis placentula Ehrenberg, Epithemia adnata (Kützing) Brébisson, E. sorex Kützing, Navicula oblonga (Kützing) Kützing, N. radiosa Kützing, Amphora libyca (Беларусь), Cavinula scutelloides (W. Smith) Lange-Bertalot, Gyrosigma attenuatum (Kützing) Rabenhorst и др.

Реконструкция режима муравинских/мяркинских озер на территории северозападной Беларуси и восточной Литвы выполнена на основании анализа диатомовых палеосукцессий. Палеосукцессии диатомей разрезов Понемунь (Cyclotella → Cyclotella − Handmannia − Navicula → Cyclotella − Handmannia − Navicula → Cyclotella − Handmannia − Navicula → Cyclotella − Cymbella − Navicula → Cyclotella → Cyclotella − Handmannia − Navicula − Cyclotella → Aulacoseira − Navicula − Staurosira → Epithemia − Navicula − Cocconeis) и Владыки (Amphora − Fragilariaceae → Aulacoseira → Aulacoseira − Cyclotella − Stephanodiscus − Amphora → Amphora − Staurosira) отражают историю развития озер северо-запада Беларуси на протяжении второй половины опти-

мума и завершающих фаз муравинского межледниковья. За время существования палеоводоема Понемунь осадконакопление в нем проходило в условиях от относительно глубоководных олиготрофных к неглубоководным мезоэвтрофным. Палеоводоем Гродно изменился от среднеглубокого слабоолиготрофного к неглубокому зарастающему мезотрофному озеру, палеоводоем Владыки – от мелководного мезоэвтрофного к эвтрофному зарастающему среднеглубокому водоему. Палеосукцессии диатомей разрезов Йоненис (Cyclotella – Ellerbeckia – Staurosirella – Staurosira → Ellerbeckia – Staurosira – Cavinula – Aulacoseira → Staurosira – Cymbella – Amphora → Staurosira – Aulacoseira – Ellerbeckia – Cyclotella → Staurosira – Cavinula – Staurosirella) и Бикушкис (Aulacoseira → Cyclotella - Aulacoseira → Aulacoseira → Staurosira - Staurosirella → Aulacoseira – Cyclotella → Aulacoseira → Meridion – Staurosira – Staurosirella → Aulacoseira) свидетельствуют о переменчивом режиме озер в пределах долины Палео-Нямунаса на протяжении мяркинско-ранненямунаского интервала как в отношении гидрологических, так и экологических параметров. Судя по палеосукцессии, выделенной в разрезе Медининкай (Stauroneis – Gyrosigma – Navicula → Gyrosigma – Cymbella– Stauroneis – Staurosira), палеоводоем был неглубоким, проточным и достаточно прозрачным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Рылова, Т. Б. Стратиграфия муравинских отложений территории северозападной Беларуси и палеогеографические реконструкции по палеоботаническим данным / Т. Б. Рылова, С. В. Демидова, А. В. Шидловская // Літасфера. — 2020. — № 2 (53). — С. 50—68.
- 2. Гричук, В. П. Реконструкция климатических показателей раннего кайнозоя по палеофлористическим данным / В. П. Гричук, Э. М. Зеликсон, О. К. Борисова // Климаты Земли в геологическом прошлом. М., 1987. С. 69–77.

УДК 552.1(476-25)

А. Ф. САНЬКО, А. В. ДУБМАН

Беларусь, Минск, БГУ E-mail: sankoaf@tut.by

МУРАВИНСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «ПЕТРОВСКИЕ ВЕРФИ» В МИНСКЕ

При проведении УП «Геосервис» инженерно-геологических исследований для строительства жилого комплекса «Петровские верфи» в Минске на ул. Семашко серией скважин были вскрыты четвертичные отложения 20-метровой мощности. В толще этих отложений были выявлены светло-серые сапропелиты, содержащие включения из растительных остатков и раковин моллюсков. Приводим краткое описание геологического разреза скважины № 11 Петровские верфи, пробуренной в нижней части правобережного склона в долину р. Мышка.

- 1. Почвенно-растительный слой. Интервал глубин 0,0-0,2 м.
- 2. Супесь пылеватая, лессовидная, палево-серая, пластичная, в нижней части слоистая за счет тонких прослоек тонкозернистого песка. Интервал глубин 0,2–4,9 м.

- 3. Песок бурый, среднезернистый, плотный, с прослоями супеси, водонасыщенный. Интервал глубин 4,9–7,4 м.
- 4. Сапропелит светло-серый карбонатный, без слоистости, с включением растительных остатков и раковин моллюсков. Интервал глубин 7,4–8,4 м.
- 5. Песок буровато-желтый, крупнозернистый, средней плотности, с гравием и галькой до 10–15 %, водоносный. Интервал глубин 8,4–12,0 м.
- 6. Песок бурый, среднезернистый, в нижней части с прослойками крупнозернистого песка, средней плотности, водонасыщенный. Интервал глубин 12,0–20,0 м.

С целью стратиграфического расчленения отложений разреза и выявления условий их формирования нами выполнен малакофаунистический анализ сапропелитов (слой 4, скв. 11). Полный список таксонов приведен в таблице. В составе фауны присутствуют исключительно пресноводные моллюски. В таксономическом отношении преобладают озерные виды из 11-й экологической группы (8 таксонов, 243 экземпляра). Однако по количеству экземпляров (362) в ассоциации больше представителей 12-й экологической группы (речные моллюски). Такое распределение таксонов по экологическим группам является признаком того, что данная фауна населяла сильно проточный озерный водоем. На движение воды указывает также преобладание крышечек Віthynia tentaculata (Linnaeus) как удельно более тяжелых над их раковинами, заполненными воздухом и поэтому переносимыми течением прочь от мест гибели (Віthynia-индекс).

Таблица – Фауна моллюсков разреза Петровские верфи в Минске

Е	Таксон	Образец 1, глубина 7,8–8,0 м	Образец 2, глубина 8,0–8,2 м	Количество раковин в экологической группе
10.1	Valvata cristata Müller		3	3
11.2	Valvata piscinalis (Müller)	70	102	
11.3	Bithynia tentaculata (Linnaeus)	4	2	
11.3	Bithynia tentaculata (Linnaeus) – operculata	13	10	
11.14	Gyraulus albus (Müller)	3	2	243
11.17	Armiger crista Linnaeus		2	243
11.21	Pisidium henslowanum (Sheppard)	1		
11.26	Pisidium casertanum ponderosa Stelfox	10	9	
11.28	Pisidium moitessierianum Paladilhe	7	8	
12.4	Belgrandia marginata (Michaud)		2	
12.12	Unioiaceae	2	4	362
12.21	Pisidium amnicum (Müller)	1		302
12.27	Dreissena polymorpha (Pallas)	188	165	

О возрасте сапропелитов можно судить по присутствию в составе фауны моллюсков двух видов — *Belgrandia marginata* (Michaud) и *Dreissena polymorpha* (Pallas). Западноевропейский моллюск *Belgrandia marginata* (Michaud) проникал на территорию Беларуси с атлантического побережья Европы только один раз в четвертичном периоде — в оптимуме муравинского межледниковья [1], что и определяет возрастную

принадлежность сапропелитов. Оптимум муравинского межледниковья на территории Беларуси, судя по единственному случаю проникновения сюда *B. marginata* (Michaud), был самым теплым в плейстоцене. Раковина этого вида (рисунок) маленькая (до 2,2 мм в высоту), остроконическая, исчерченная поперечными линиями, в отложениях незаметная невооруженным глазом. На ее внешней стороне устья имеется характерное перстеневидное огрубение, параллельное его краю.

Dreissena polymorpha



Belgrandia marginata



Рисунок – Раковины (слой 4, скважина 11) пресноводных моллюсков, характерных представителей муравинского межледниковья в разрезе Петровские верфи в Минске

Находки раковин *Dreissena polymorpha* (Pallas) в разрезе Петровские верфи также служат показателем муравинского возраста сапропелитов. Основанием этого является положение о том, что в плейстоцене ареал этого вида расширялся на весь бассейн Палео-Днепра, включая его верховья, опять же только во время муравинского межледниковья. Дрейссена при этом была доминирующим видом пресноводной ассоциации моллюсков, что отражено в таблице по максимальному участию ее раковин в сапропелитах разреза Петровские верфи. В ходе поозерского оледенения вид отступал к югу, за пределы Беларуси. Лишь в голоцене с помощью человека вид смог восстановить свой прежний (муравинский) ареал. Обладая способностью прикрепляться к днищу водных транспортных средств, речная дрейссена в XIX в. появилась на территории Польши, в начале XX в. – в Швеции, а около 30 лет назад попала в Северную Америку. Ныне *Dreissena polymorpha* (Pallas) заселила водоемы и водотоки средней Европы [2].

Малакофауна разреза Петровские верфи в Минске однотипна с малакофауной недалеко расположенного разреза Петровщина в Минске [3]. В составе обеих этих фаун присутствуют виды *Belgrandia marginata* (Michaud) и *Dreissena polymorpha* (Pallas), поэтому нет сомнений в одновозрастности фаун и фауносодержащих отложений. Вопрос только в том, являются ли они осадками одного или разных водоемов. Оба разреза находятся в пределах современной долины р. Мышка. В то же время эта долина несоизмеримо глубокая для русла мелкой, пересыхающей реки, что свидетельствует о ее древнем заложении, возможно, в качестве ложбины стока талых ледниковых вод финальной фазы припятского оледенения при завершении формирования Минской

возвышенности. Что касается особенностей озерных осадков обоих разрезов, то они существенно отличаются друг от друга. Муравинские отложения разреза Петровщина состоят из сильно гумусированных отложений, включая гиттии и торф. В составе озерных осадков разреза Петровские верфи встречены лишь светло-серые сапропелиты. Различный литологический состав озерных отложений свидетельствует, скорее, о существовании в муравинское время на современном юго-западе Минска двух различных водоемов, связанных между собой древней рекой (Пра-Мышкой).

Бурением скважин на площади строительства жилого комплекса «Петровские верфи» установлено, что в геологическом строении разреза сапропелиты присутствуют лишь на пониженных участках современного рельефа, примыкающих к долине (ложбине) р. Мышки. На возвышенных участках они исчезают. Из этого нетрудно заключить, что в геоморфлогическом отношении строящийся в настоящее время жилой комплекс будет размещен на высоком берегу древнего муравинского озера. Часть строений, расположенных ближе к современной р. Мышка, будет находиться в пределах погребенной озерной котловины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Дрейссена: Dreissena polymorpha (Pall.) (Bivalvia, Dreissenidae): Систематика, экология, практическое значение / А. Ф. Алимов [и др.]; отв. ред. Я. И. Старобогатов; Рос. АН, Ин-т эволюц. морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова [и др.]. М.: Наука, 1994. 238 с.
- 2. Геология, геохимия и малакофауна отложений строящегося метро Петровщина в Минске / А. Ф. Санько [и др.] / Вес. БДПУ. Сер. 3. -2009. -№ 2. С. 67-72.
- 3. Sanko, A. Paleoclimatic and stratigraphic significance of Belgrandia marginata (Michaud) in Late Quaternary malacofauna of Belarus and Lithuania / A. Sanko, A. Gaigalas, Ya. Yelovicheva // Qurternary International. 2011. Bd. 241. P. 68–78.

УДК 551.781(476.2)

А. С. СОКОЛОВ

Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: alsokol@tut.by

ИЗУЧЕННОСТЬ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Отложения палеогена распространены на территории Гомельской области почти повсеместно, за исключением крайней северо-восточной части. Представлены все три отдела и все выделенные на территории Беларуси свиты этой системы.

Цель работы – проанализировать историю и современное состояние изученности палеогеновых отложений территории Гомельской области.

Первые работы, в которых описывались отложения палеогенового периода современной территории Беларуси в целом и Гомельской области в частности, появились в середине XIX в. Эти исследования носили фрагментарный, отрывочный характер. Например, в книге Р. Мурчисона, Э. Вернейля и А. Кайзерлинга «Геологическое описание европейской России и хребта Уральского» (1849) авторы, разделив третичную систему на три яруса — эоценовый, миоценовый и Азово-Каспийский, все отложения палеогена на территории Беларуси отнесли к эоценовому ярусу, показав на карте его

распространение в Гомельской области западнее р. Сож [1]. Однако уже в 1866 г. К. М. Милашевич пришел к выводу о сильном преувеличени указанными авторами площади распространения третичных отложений. Подчеркивая весьма слабую изученность геологического строения территории современной южной Беларуси, В. В. Докучаев писал в 1875 г., что Белорусское Полесье — терра инкогнита для геологов.

Тем не менее во второй половине XIX в. продолжали накапливаться данные по рассматриваемому вопросу. Н. А. Соколов в монографии ««Нижнетретичные отложения Южной России» (1893) предложил 4 стратиграфических подразделения, выделенные им по косвенным литологическим признакам (бучакский, киевский, харьковский и полтавский ярусы), которые использовались вплоть до 1950-х гг. [2]. Такими исследователями, как С. Н. Никитин (1878), А. П. Карпинский (1889, 1894), Н. А. Соколов (1893), А. Э. Гедройц (1895), П. Я. Армашевский (1897) и др., было установлено, что современная южная Беларусь в палеогене была покрыта морем, описаны выходы пород палеогена, распространение и генезис глауконитовых песков, описана буровая скважина, заложенная на территории Гомельского парка (по результатам ее изучения было высказано предположение о вскрытии отложений бучакского, киевского и харьковского ярусов) [3; 4]. Практически никакой информации о палеогеновых отложениях не было получено экспедицией И. И. Жилинского.

В первые два десятилетия XX в. вклад в изучении палеогена внесли Е. В. Оппоков (1905, 1906), предположивший, что кровля меловых отложений в Полесье понижается в юго-восточном направлении и перекрыта третичными отложениями, П. А. Тутковский (1916), выделивший полтавский и харьковский ярусы, Г. Ф. Мирчинк (1918), описавший ряд обнажений в долинах Днепра и Сожа, указавший на резкую границу между отложениями мела и третичными, отнеся к последним зеленовато-серые, глауконитово-кварцевые пески, опоковидные песчаники и опоки, А. М. Жирмундский (1919), опубликовавший описания разрезов и профилей, где он выделил отложения палеогена. Позже Г. Ф. Мирчинком (1933) были опубликованы описания разрезов буровых скважин в районе г. Гомеля и сопредельных территорий.

В 1930-е — 1940-е гг. описания палеогеновых отложений встречаются в работах С. С. Маляревича (1934), А. В. Красовского (1936), А. Г. Зайцева (1940), Н. Ф. Денисюка и др. В связи с тем что палеогеновые породы Беларуси весьма бедны палеонтологическими остатками, их расчленение во многом основывалось лишь на сопоставлении литологического состава пород отдельных горизонтов с фаунистически охарактеризованными отложениями ярусов третичной системы Украины. В частности, необходимо отметить таких украинских исследователей, работы которых послужили основанием для расчленения палеогена Беларуси, как М. Н. Клюшникова (1946, 1950), О. К. Каптаренко-Черноусова (1941, 1947), Г. И. Молявко (1958), Н. В. Пименова (1937, 1939, 1940) и др.

В 1950-е гг. палеонтологически был установлен возраст отложений киевской свиты в районе Лоева (Е. С. Липник, 1951), дан очерк истории изучения третичных отложений Беларуси, рассмотрены условия залегания палеогеновых и неогеновых отложений, принципы их стратиграфического расчленения, осуществлена реконструкция палеогеографической обстановки третичного периода (С. С. Маныкин, 1959; В. С. Акимец, В. К. Голубцов, С. С. Маныкин, И. В. Митянина, 1960).

В 1960-е гг., когда существенно возросло количество скважин, исследования палеогеновых отложений также получили заметный импульс. В этот период составлены литолого-палеогеографические карты всех отделов палеогена территории Беларуси (С. С. Маныкин, 1961), опубликованные в «Атласе литолого-палеогеографических карт

Русской платформы и ее геосинклинального обрамления» (масштаб 1:5 000 000), обнаружены прибрежные отложения киевской свиты к северу от Гомеля, залегающие в карманообразных углублениях в кровле мела (С. С. Маныкин, 1963), обнаружены палеоценовые отложения на юго-востоке Гомельской области (С. С. Манаков, А. Ф. Бурлак, 1965), уточнялся возраст отложений различных горизонтов, площади их распространения, мощности, состав. Накапливался материал по палеогеновым отложениям, полученный в ходе геологосъемочных работ Управлением геологии при СМ БССР, проведена работа по определению ископаемых спор, пыльцы, фауны фораминифер (А. В. Фурсенко, К. Б. Фурсенко, Е. С. Липник), что сделало возможным применение палеонтологических критериев выделения и расчленения разрезов [4].

Итог всем этим исследованиям и анализу накопившегося материала подвел С. С. Маныкин в монографии «Палеоген Беларуси» (1973), вышедшей уже после смерти автора. В ней он также разработал первую местную стратиграфическую схему палеогена Беларуси [5]. Стратиграфической основой схемы стала схема, принятая для территории Беларуси и Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) на Всесоюзном стратиграфическом совещании по палеогену (Баку, сентябрь 1955 г.). В 1974 г. В. К. Лукашев, В. А. Кузнецов, Л. И. Матрунчик рассмотрели фациальные изменения по латерали и вертикали для горизонтов морского палеогена в Центриклинали Припятско-Днепровской синеклизы, где присутствуют все выделенные в схеме горизонты [6].

В 1982 г. в качестве рабочей утверждена региональная стратиграфическая схема палеогена, подготовленная А. Ф. Бурлак [7]. В этой схеме впервые выделены страдубская и крупейская свиты, вычлененные из полтавской серии континентальных олигоцен-неогеновых отложений [7]. В последующие десятилетия данная схема продолжала совершенствоваться на основании изучения новых скважин и анализа существующих данных. Были существенно дополнены комплексы фораминифер, моллюсков, пыльцы, спор, диатомей, нанопланктона и мн. др. Это позволило осуществить корреляцию с общей шкалой, охарактеризовать континентальные отложения палеогена, уточнить палеонтологические характеристики, возраст, корреляцию со смежными регионами всех стратиграфических подразделений (Т. В. Якубовский, Т. Б. Рылова, А. Ф. Бурлак, К. И. Давыдик, Л. И. Мурашко, К. Н. Монкевич, Р. А. Зинова, В. Ю. Зосимович, А. А. Григялис, В. А. Вечера, Л. И. Матурнчик, Г. Ф. Плаксицкий и др.).

В 2005 г. предложена обновленная стратиграфическая схема палеогеновых отложений Беларуси (А. Ф. Бурлак, К. И. Давыдик, Л. И. Мурашко) и определены основные задачи дальнейших стратиграфических исследований отложений палеогеновой системы [7]. В схеме выделяются семь региональных горизонтов: комплекс морских палеогеновых отложений – пять горизонтов (сумской, каневский, бучакский, киевский и харьковский), континентальных – два горизонта (страдубский и крупейский). Все они присутствуют на территории Гомельской области.

В палеогене Беларуси установлены свидетельства эвстатических колебаний уровня моря, глобальных флуктуаций климата и эволюции флоры. Пригодность палеогеновых пород для палеомагнитных исследований, установленная Р. А. Зиновой, А. Н. Третяк и З. Е. Волок, позволяет надеяться на успешное в будущем применение магнитостратиграфического метода расчленения и корреляции палеогеновой толщи [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурчисон, Р. Геологическое описание Европейской России и хребта Уральского. В 2 ч. Ч. 1 / Р. Мурчисон, Э. Вернейл, А. Кайзерлинга; пер. с прим. и доп. А. Озерского. – СПб.: Тип. И. Глазунова и Ко, 1849. – 1141 с.

- 2. Мурашко, Л. И. Стратиграфическая схема палеогеновых отложений Беларуси [Электронный ресурс] / Л. И. Мурашко, А. Ф. Бурлак, К. И. Давыдик. Режим доступа: http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/15463/1/murashka01.pdf. Дата доступа: 14.03.2013.
- 3. Армашевский, П. Я. Заметка о буровой скважине в г. Гомеле / П. Я. Армашевский // Зап. Киев. о-ва естествоиспытателей. -1897.-T. 16, вып. 1.
- 4. Мурашко, Л. И. Методы идентификации морских палеогеновых отложений Беларуси при геологическом картировании / Л. И. Мурашко // Современные проблемы геологического картирования : материалы X унив. геол. чтений. Минск : Изд. центр БГУ, 2016. С. 122—124.
- 5. Маныкин, С. С. Палеоген Белоруссии / С. С. Маныкин ; под ред. В. С. Акимца. Минск : Наука и техника, 1973.-206 с.
- 6. Лукашев, В. К. Литогеохимические фации кайнозоя запада Русской платформы / В. К. Лукашев, В. А. Кузнецов, Л. И. Матрунчик ; под ред. К. И. Лукашева. Минск : Наука и техника, 1974. 259 с.
- 7. Бурлак, А. Ф. Стратиграфическая схема палеогеновых отложений Беларуси / А. Ф. Бурлак, К. И. Давыдик, Л. И. Мурашко // Літасфера. 2005. № 1 (22). С. 124–134.

УДК 550.383

А. Г. СТЕЛЬМАХ, Х. А. ТОЙЧИЕВ

Узбекистан, Ташкент, НУУз имени М. Улугбека

E-mail: stelmakhag@rambler.ru

РЕГИОНАЛЬНАЯ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА УЗБЕКИСТАНА

Под магнитостратиграфической шкалой следует понимать бинарную шкалу магнитной полярности, включающую инверсии и магнитозоны в их хронологической последовательности [1–4]. Если образцы горных пород, для которых определена магнитная полярность, датированы геофизическими методами, то такие шкалы называются магнитохронологическими. Границы подразделений магнитостратиграфической шкалы по своей природе планетарно изохронны, что предопределяет их особую ценность для доказательства одновозрастности отложений удаленных регионов и обоснования в палеонтологически «немых» толщах или разрезах с комплексом остатков организмов, отличным от стратотипического, местоположения границ общих стратиграфических подразделений.

Основной магнитостратиграфической единицей является магнитная зона или магнитозона, которая обычно определяется как интервал пород, характеризующийся определенной (нормальной или обратной) доминирующей магнитной полярностью. Интервал времени, соответствующий определенной зоне магнитной полярности, представляет собой магнитный хрон, который имеет типичную продолжительность от 10^5 до 10^7 лет. Субхроны – это более короткие интервалы противоположной полярности внутри хрона, а суперхроны – более длинные интервалы преимущественно нормальной, обратной или смешанной полярности.

Мелкомасштабные возмущения в записях магнитной полярности, которые могут представлять очень короткие события геомагнитной полярности, называются криптохронами.

Четыре последних магнитных хронона, которые простираются от голоцена до позднего миоцена, были названы в честь первых исследователей геомагнетизма. Это хрон нормальной Брюнес, обратной Матуяма, нормальной Гаусса и обратной полярности Гилберта. Каждый из них содержит характерные субхроны, такие как субхрон Олдувай, который находится в хроне Матуяма, в эпоху раннего плейстоцена. Эти и более ранние хроны теперь условно обозначены по соответствующему числу магнитных аномалий, распространяющихся по дну океана. К числу обычно добавляется буква п или г в зависимости от того, является ли доминирующая магнитная полярность нормальной или обратной. За буквой С (кайнозойская) стоит префикс, чтобы отличить временной интервал (например, хрон C21n) от соответствующего номера магнитной аномалии (например, аномалия 21).

Структуру палеомагнитной шкалы определяет характерное сочетание зон прямой (N) и обратной (R) намагниченности. После привязки магнитных 96 подразделений магнитостратиграфической шкалы к стандартной стратиграфической шкале первая превращается в особую систему мер, пригодную для сопоставления и корреляции геологических разрезов. Привязка магнитозон такой шкалы к линейным магнитным аномалиям или изотопным датировкам дает возможность определять длительность формирования основных стратиграфических подразделений даже при отсутствии для них радиологических датировок. Более всего оценены корреляционные возможности палеомагнитных зон и их способность сохранять эти свойства в породах различного генезиса и литологического состава.

Магнитная зона иногда может быть определена с точки зрения магнитной восприимчивости или некоторых других отличительных магнитных свойств породы вместо магнитной полярности. Магнитная восприимчивость по существу является минералогически контролируемым параметром, который отражает состав, концентрацию и размер зерен магнитных минералов в породе. Колебания восприимчивости могут отражать климатические, тектонические или другие факторы контроля седиментации, которые могут коррелироваться на местном, региональном или глобальном уровнях. Например, колебания восприимчивости в лессовых последовательностях и глубоких морских последовательностях были соотнесены со стадиями изотопов кислорода и углерода, отражая глобальные климатические изменения.

Международная магнитостратиграфическая шкала четвертичной системы была подготовлена и опубликована к XVIII конгрессу ИНКВА в Берне (Швейцария) в 2011 г., вновь прозвучала на 34-й сессии Международного геологического конгресса в 2012 г. (Брисбен, Австралия) и вошла в издание «The Geologic Time Scale 2012» под редакцией Ф. Градштейна и др.

Новая Международная магнитостратиграфическая шкала построена с нижней границей четвертичной системы на 2,58 млн лет, в которой ниже субзоны Олдувей выделено еще несколько экскурсов.

В новой версии этой шкалы в среднем плейстоцене выделены 4 новых экскурса Калабриен Ридж (CR0, CR1, CR2, CR3), в отличие от предыдущей, опубликованной к XXXIII МГК (Осло, Норвегия) в 2008 г., где в среднем плейстоцене был только один экскурс – Эмперор.

Рекомендованная МСК Общая магнитостратиграфическая шкала полярности четвертичного периода с 12 геомагнитными экскурсами в Брюнес и тремя в Матуяма, скоррелированная с Общей стратиграфической шкалой квартера (Россия) и с морскими изотопными стадиями, была опубликована в 2000 г. [4]. В связи с утверждением МСК в 2012 г. нижней границы четвертичной системы в основании гелазского яруса на уровне

2,58 млн лет обратная полярная ортозона Матуяма целиком, со всеми экскурсами, оказалась включенной в ОМШ квартера. Отметим, что нижний подраздел эоплейстоцена (E1) соотносится с гелазским, верхний подраздел эоплейстоцена (E2) – с калабрийским, нижний подраздел неоплейстоцена (H1) – с ионическим, верхний подраздел неоплейстоцена (H2) – с тарантским ярусами.

К концу 70-х и началу 80-х гг. XX в. в Узбекистане для изучения четвертичных толщ стали привлекать палеомагнитный метод. В результате палеомагнитных исследований четвертичных отложений впервые были выделены эоплейстоценовые образования на основе их обратной намагниченности. Было установлено, что выделяемые раннее границы стратиграфических подразделений — нанайский, ташкентский, голодностепский и сырдарьинский комплексы — относятся к прямой геомагнитной эпохе Брюнес, т. е. отложения этих комплексов имеют прямую намагниченность и не могут относиться к отложениям эоплейстопена.

На основе изученных разрезов Узбекистана составлена региональная магнитостратиграфическая шкала четвертичного периода Узбекистана [1]. В этой шкале временной объем четвертичной системы определен в 2,4 млн лет. При этом в разрезах платформенной и предорогенной зон нижняя граница четвертичной системы проходит под обратно намагниченными озерно-аллювиальными отложениями, сложенными главным образом алевролитами, мергелями и конгломератами; в разрезах орогенной зоны нижняя граница представлена верхней частью эоплейстоценовых отложений и проходит под толщей делювиальных лессово-почвенных отложений; в шкале геомагнитной полярности этот уровень соответствует рубежу 1,8 млн лет.

В эоплейстоценовых отложениях Узбекистана были зафиксированы отпечатки пяти кратковременных эпизодов прямой полярности, которые делят эоплейстоцен на шесть обратно намагниченных зон.

Эоплейстоцен-плейстоценовая граница на территории Узбекистана проводится в речных долинах под толщей аллювиальных конгломератов, а в предгорьях и междуречьях — в толще сложнопостроенных делювиальных и пролювиальных лессовопочвенных отложений. Рубеж от эоплейстоцена к плейстоцену соответствует началу эпохи прямой полярности геомагнитного поля — эпохи Брюнес. В отложениях плейстоцена установлены два обратных и столько же аномальных кратковременных отклонений геомагнитного поля.

Отложения голоцена намагничены по направлению современного магнитного поля Земли и относятся к верхней части эпохи Брюнес. По нашим исследованиям в этих отложениях зафиксированы три кратковременных отклонения геомагнитного поля — два обратных и один аномальный; граница между неоплейстоценовыми и голоценовыми отложениями (около 13 тыс. лет назад) проходит по подошве аллювиальных отложений второй надпойменной террасы, а в пролювиальных и делювиальных отложениях в толще лессовидных пород.

Таким образом, история геомагнитного поля четвертичного периода достаточно богата геомагнитными событиями, которые зафиксированы не только в разрезах четвертичных отложений зарубежных стран, но и на территории Узбекистана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Тойчиев, X. А. Геомагнитная шкала четвертичного периода : метод. пособие для студентов геол. направлений / X. А. Тойчиев, А. Г. Стельмах. Ташкент : НУУ3, $2021.-91\ c.$
 - 2. Шкала геологического времени / У. Б. Харланд [и др.]. М.: Мир, 1985. 140 с.

- 3. Храмов, А. Н. Палеомагнетизм / А. Н. Храмов, Л. Е. Шолпо. Л. : Недра, 1967.-252 с.
- 4. Шкатова, В. К. Предложения по структуре четвертичного периода в общей стратиграфической шкале / В. К. Шкатова // Регион. геология и металлогения. 2012. N 2012. — 2012. 2012. 2012. 2012. 2012. 2012. 2012. 2012. 2012. 2012. 2012. 2012. 2012.

УДК 551.734.5(476-12)

Т. В. СТРЕЛЬЧЕНКО, С. А. КРУЧЕК

Беларусь, Минск, филиал «Институт геологии» НПЦ по геологии E-mail: kruchek37@gmail.com

О КОНОДОНТАХ ФРАНСКОГО ЯРУСА ВЕРХНЕГО ДЕВОНА ЖЛОБИНСКОЙ СЕДЛОВИНЫ (БЕЛАРУСЬ)

В последние годы франские отложения Жлобинской седловины являлись объектом их интенсивного изучения в связи с выявлением различных полезных ископаемых, и в частности алмазов. Эффективность этих поисков во многом зависит от надежности выделения в разрезах скважин био- и литостратиграфических подразделений и промыслово-геофизических реперов. Достоверность и правомерность последних определяется в первую очередь надежностью их палеонтологического обоснования. Как показали исследования, проведенные во многих регионах мира, в том числе и на территории Припятского прогиба в Беларуси, для определения возраста пород разнофациальных морских отложений палеозоя, их детального расчленения и корреляции эффективно используются конодонты. Изучение этой важной для стратиграфии группы проблематичных органических остатков на территории Беларуси было начато в 1960-х гг. [1]. На первых порах объектом изучения являлись в основном конодонты из верхнедевонских отложений, широко развитых в Припятском прогибе. В краткой форме основные результаты этих исследований сводились в основном к выяснению условий захоронения и распространения конодонтовой фауны во франских отложениях. В частности, в карбонатных породах франского яруса прогиба были выявлены два комплекса конодонтов: нижне- и верхнефранский. В нижнефранском комплексе, установленном в породах саргаевского и семилукского (моисеевские и буйновичские слои) горизонтов преимущественно развиты стержневые и лопастные элементы родов – Ligonodina, Lonchonodina, Prioniodina, Bryontodus, Spathognathodus, а также представители плоских форм родов Nothognathella, Polygnathus и Icriodus [2]. Как правило, за исключением двух последних, все они имеют широкое вертикальное распространение. Верхнефранский (воронежский) комплекс конодонтов прогиба отличается от саргаевско-семилукского резким возрастанием роли плоских элементов родов Polygnathus и Palmatolepis, по которым В. Циглером разработана зональная схема верхнего девона [3; 4]. Присутствие в этой части разреза вида индекса Palmatolepis gigas semichatovae Ovnatanova позволяет коррелировать вмещающие отложения с зоной gigas стандартной конодонтовой шкалы Западной Европы. Было отмечено, что конодонты евлановского надгоризонта имеют угнетенный облик и плохую сохранность, а в отложениях чернинского (ливенского) горизонта конодонты не были обнаружены [1; 5]. Предварительные результаты изучения конодонтов из отложений франского яруса верхнего девона Припятского прогиба были использованы позже уже при изучении франских карбонатных пород Жлобинской седловины [6].

Так, в 1990-х гг. Т. В. Стрельченко были опробованы на конодонты 14 разрезов скважин на территории прогиба и седловины. Более информативными в этом отношении оказались франские отложения, вскрытые пятью скважинами (593, 556, 565, 506, 609) Жлобинской седловины, приуроченные к Лучинскому грабену (рисунок 1) [7]. Пробы отбирались из глинисто-карбонатных и карбонатных пород – глинистые известняки, мергели, известняки и доломиты – весом до 0,5 кг. Было отобрано около 70 образцов. При химической дезинтеграции применялись уксусный ангидрит для доломитов и уксусная кислота для известняков и мергелей. Составные элементы конодонтов были обнаружены приблизительно в 50 % обработанных проб. Подавляющее количество элементов конодонтоносителей приурочено к отложениям семилукского, воронежского и частично речицкого горизонтов.

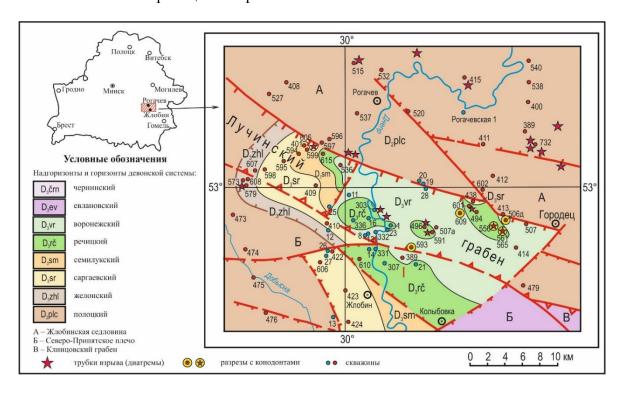


Рисунок 1 — Фрагмент геологической карты домезозойских (девонских) отложений Лучинского грабена Жлобинской седловины и сопредельных структур по [7] с упрощениями

В выявленных сообществах господствующее положение принадлежит таксонам рода *Polygnathus*. Однако определенное количество форм этого рода не получили точного видового определения. Затруднения в установлении видовой принадлежности обусловлены следующими факторами: своеобразием развития конодонтовых фаун в Жлобинском палеобассейне; недостаточной изученностью представителей рода *Polygnathus* данной части разреза; малочисленностью фактического материала.

Из пяти опробованных скважин седловины разрез скважины Жлобинская 593 выбран в качестве типового, так как наиболее полно охарактеризован миоспорами и конодонтами (рисунок 2) [8; 9]. Здесь в интервале 199,0–216,0 м в светло-буроватосерых разностях доломитов обнаружен достаточно богатый комплекс конодонтов. Он представлен таксонами рода *Polygnathus*, единично – рода *Ancyrodella* и *Icriodus*. В состав комплекса входят виды *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler, Bultink, *M.* cf. *jonsoni*

Klapper, Kuzmin et Ovnatanova, *P. pseudoxylus* Kononova, Borskov, Alekseev, *P. aff. pseudodecorosus* Ji et Ziegler, *P. aspelundi* Savage et Funai, *P. praepolitus* Ovnatanova et Kononova, *P. cf. evidens* Klapper et Lane, *P. pollocki* Druce, *P. alatus* Huddle, *P. aff. pollocki* Druce, *Polygnathus* sp., *Ancyrodella buckeyensis* Stauffer, *Icriodus* cf. *symmetricus* Branson et Mehl и другие элементы, имеющие широкий интервал стратиграфического распространения. Такое сообщество конодонтов указывает на формирование вмещающих отложений в относительно мелководном палеобассейне.

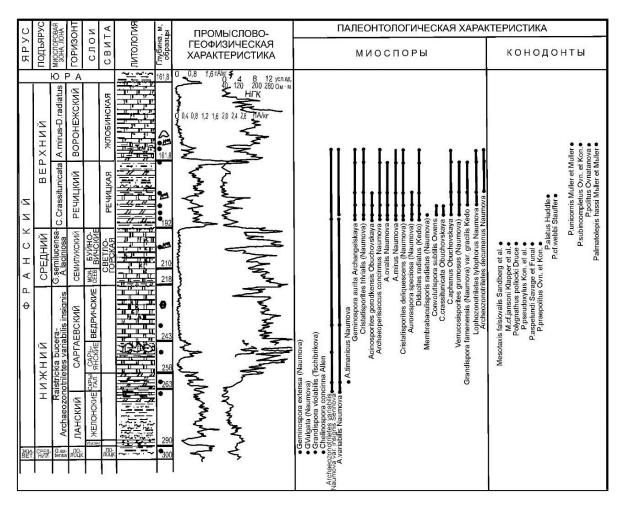


Рисунок 2 — Типовой разрез франских отложений Жлобинского поля диатрем (Еленецкий блок) в скважине 593 [8]

Формы, установленные в разрезе скважины Жлобинская 593, определены также в разрезе скважины Жлобинская 565, глубина 190,0 м — Mesotaxis jonsoni Klapper, Kuzmin et Ovnatanova, Polygnathus praepolitus Ovnatanova, Kononova, Polygnathus sp., Pandorinellina sp. и в скважине Жлобинская 506, глубина 176,0 м — Polygnathus cf. pollocki Druce (рисунок 1). Среди вышеперечисленных таксонов наибольшее стратиграфическое значение имеют виды Mesotaxis falsiovalis Sandberg, Ziegler et Bultynk — в Западной Европе и на территории Русской платформы известен из отложений конодонтовой зоны asymmetricus [10]; Polygnathus pollocki Druce в стратотипических разрезах Русской платформы встречен в отложениях семилукского горизонта, что соответствует middle — иррег asymmetricus [11]; Mesotaxis cf. jonsoni Klapper, Kuzmin et Ovnatanova также отмечается в данной части разреза.

Следовательно, присутствие таксонов P. pollocki Druce, M. cf. jonsoni, M. Falsiovalis позволяет относить вмещающие отложения седловины к семилукскому горизонту (D₃sm) и коррелировать их с одновозрастными отложениями других регионов.

Конодонты в отложениях речицкого горизонта (D₃rč) обнаружены в разрезах скважин Жлобинская 609, глубина 172,5 м, 235,0 м, 246,8 м, и Жлобинская 556, глубина 150,5 м (рисунок 1). Они представлены единичными формами рода *Polygnathus*, которые вследствие плохой сохранности не получили точного видового определения. В скважине Жлобинская 593 на глубине 177,5 м определены *Polygnathus* sp., *P.* cf. *webbi* Staufffer и *P. alatus* Huddle (рисунок 2). Названные формы имеют распространение в отложениях, соответствующих конодонтовым зонам *asymmetricus* – *gigas*.

Отложения воронежского горизонта (D3vr) содержат достаточно богатый и разнообразный комплекс конодонтов в разрезе скважиы Жлобинская 593, где в интервале 148,8–160,0 м (рисунок 2) из доломитизированных разностей пород определены следующие формы: Polygnathus unicornis Müller et Müller, P. subincompletus Ovnatanova et Kononova, P. politus Ovnatanova, P. aff. sustralis Druce, P. pseudoxylus Kononova, Barskov, Alekseev, Palmatolepis hassi Müller et Müller и др. Сходный комплекс обнаружен в разрезе скважины Жлобинская 609, глубина 158,5 м, где в доломитизированных разностях известняка обнаружены Polygnathus subincompletus Ovnatanova et Kononova, P. churkini Savage et Funai, P. cf. unicornis Müller et Müller, P. aff. maximovae Ovnatanova et Kuzmin, P. cf. aspelundi Savage et Funai. В разрезе Жлобинская 556 в интервале 138,4–142,0 м в серых и зеленовато-серых доломитизированных известняках выявлены Polygnathus sp., P. subincompletus Ovnatanova et Kononova, P. politus Ovnatanova, P. unicornis Müller et Müller, P. aff. komi Kuzmin et Ovnatanova, P. praepolitus Ovnatanova et Kononova, P. cf. incompletus Uyeno.

В целом этот выявленный воронежский комплекс конодонтов, как и в семилукских отложениях, представлен в подавляющем большинстве видами рода *Polygnathus*. Вместе с тем на этом уровне отмечаются немногочисленные находки пальматолеписных форм, которые являются индикатором, указывающим на углубление палеобассейна. По своему составу воронежский комплекс конодонтов в значительной степени обновлен и существенно отличается от семилукского. Отмечаются единичные таксоны, имеющие место в отложениях нижезалегающих семилукского и речицкого горизонтов – *P. praepolitus*, *P. pseudoxylus*, *P. alatus*. Присутствие в комплексе руководящих форм, контролирующих возраст вмещающих отложений – *P. unicornis* Müller et Müller, *P. churkini* Savage et Funai, *P.* aff. *komi* Kuzmin et Ovnatanova, *Palmatolepis hassi* Müller et Müller, позволяет однозначно относить воронежские отложения к конодонтовой зоне *gigas*.

Комплекс конодонтов из воронежского горизонта Жлобинской седловины в видовом отношении близок к комплексу из сирочайской и ухтинской свит, за исключением самой верхней части последней Южного Тимана [12]. Сходный комплекс описан из нижней подсвиты кочмесской свиты Дюсушевской зоны [13]. Подобный комплекс известен из отложений воронежского горизонта ЦДП [11]. Комплекс конодонтов зоны gigas также описан из отложений мендымского горизонта Волго-Уральской области и лыайольской, ветласянской и нижней части сирачойской свит Верхне-Печорского района [14].

Таким образом, комплекс конодонтов из воронежских отложений Жлобинской седловины Беларуси позволяет коррелировать вмещающие отложения с одновозрастными отложениями зоны gigas Восточно-Европейской платформы. Более полная характеристика конодонтовых комплексов образований франского яруса Припятского прогиба будет рассмотрена авторами в следующих публикациях.

В заключение отметим, что первые целенаправленные исследования конодонтовой фауны позволили выделить на Жлобинской седловине два достаточно представительных комплекса конодонтов, характеризующих стратиграфические интервалы франского яруса. Первый комплекс установлен в отложениях семилукского горизонта, соответствующий конодонтовой зоне asymmetricus. Второй комплекс выявлен в отложениях воронежского горизонта, отвечающий конодонтовой зоне gigas. Следовательно, результаты, полученные при изучении конодонтовой фауны из франских отложений Жлобинской седловины, подтверждают возраст выделенных выше стратиграфических подразделений новой схемы девонской системы Беларуси [15], позволяют проводить корреляцию вмещающих отложений с одновозрастными образованиями Восточно-Европейской платформы, а также их сопоставление со стандартной конодонтовой зональностью Западной Европы.

Авторы выражают глубокую благодарность научным сотрудникам института ВНИГНИ (г. Москва) Н. С. Овнатановой и особенно А. В. Кузьмину, а также Л. И. Кононовой (МГУ) за оказанную в свое время помощь при определении конодонтовой фауны, а сотруднице «Института геологии» государственного предприятия «НПЦ по геологии» П. О. Сахарук за помощь в подготовке статьи к печати.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Кручек, С. А. Конодонты девонских отложений Припятской впадины и их стратиграфическое значение. Отчет по теме 65 / С. А. Кручек. Минск : Ин-т геол. наук МГ СССР, 1968.-126 с.
- 2. Стратиграфические и палеонтологические исследования в Беларуси / В. К. Голубцов [и др.]. Минск : Наука и техника, 1978. 247 с.
- 3. Ziegler, W. Taxonomie und Phylogenie oberdevonischer Conodonten und ihr Stratigraphische Bedentung / W. Ziegler // Hess Landesant Bodenf. Abh. − 1962. − № 38. − 166 s.
- 5. Комплексы органических остатков девонских отложений Белоруссии / В. К. Голубцов [и др.] // Новые данные по стратиграфии Белоруссии. Минск : БелНИГРИ, 1981. С. 45–68.
- 6. Провести биостратиграфическое расчленение франских отложений Жлобинской седловины и Оршанской впадины с целью составления литолого-фациальных карт. Отчет по объекту 247/93. Кн. 1 / В. К. Голубцов [и др.]. Минск : БелНИГРИ, 1996. 153 с.
- 7. Геологическое строение Лучинского грабена Жлобинской седловины и сопредельных структур / В. И. Толстошеев [и др.] // Літасфера. 2017. № 1 (46). С. 77—97.
- 8. Кручек, С. А. Биостратиграфия и особенности строения девонских отложений Северо-Припятского плеча (Беларусь) / С. А. Кручек, Т. Г. Обуховская, Т. В. Стрельченко // Тезисы докладов Второго Международного симпозиума «Био- и секвенсстратиграфия нефтегазоносных бассейнов», Санкт-Петербург, 27–31 окт. 1997 г. СПб., 1997. С. 52–53.
- 9. Кручек, С. А. Стратиграфия и палинологическая характеристика франских отложений Жлобинского поля диатрем / С. А. Кручек, В. Ю. Обуховская // Літасфера. 2005. № 2(23). С. 22–32.
- 10. Определитель конодонтов девона и нижнего карбона / И. С. Барсков [и др.]. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1991. 183 с.

- 11. Аристов, В. А. Девонские конодонты Центрального девонского поля (Русская платформа) / В. А. Аристов. М. : Наука, 1988. 120 с.
- 12. Обуховская, Т. Г. Споры и конодонты из пограничных верхнефранских и нижнефаменских отложений Ухтинско-Тебукского района / Т. Г. Обуховская, А. В. Кузьмин // Палеонтологический метод в геологии. М. : ИГиРГИ, 1993. С. 35–51.
- 13. Деулин, Ю. В. Стратиграфия и конодонты верхнедевонских отложений Медынско-Нертейягинской антиклинальной зоны / Ю. В. Деулин // Палеонтологический метод в геологии. М. : ИГиРГИ, 1993. С. 52–62.
- 14. Халымбаджа, В. Г. Конодонты верхнего девона востока Русской платформы, Южного Тимана, Полярного Урала и их стратиграфическое значение / В. Г. Халымбаджа. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1981.-200 с.
- 15. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объясн. записка / под ред. С. А. Кручека [и др.]. Минск : БелНИГРИ, 2010.-282 с.+ прил. из 15 стратигр. схем.

УДК 551.735+551.24(476-12)

В. И. ТОЛСТОШЕЕВ, П. О. САХАРУК, С. А. КРУЧЕК

Беларусь, Минск, филиал «Институт геологии» НПЦ по геологии E-mail: polina.sakharuk@gmail.com; kruchek37@gmail.com

О ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ БРАГИНСКО-ЛОЕВСКОЙ ПЕРЕМЫЧКИ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

В статье приводятся новые, уточненные данные по стратиграфии и геологической карте пермских отложений, сформировавшихся на герцинском этапе тектонического развития юго-восточной части Беларуси. Эти образования, в отличие от предыдущих публикаций В. К. Голубцова [1–3] и К. Н. Монкевича [4], впервые рассматриваются отдельно для Брагинско-Лоевской перемычки и примыкающих к ней территорий.

На перемычке и сопредельных структурах пермские отложения залегают на размытой поверхности подстилающих каменноугольных и верхнедевонских пород и перекрываются образованиями выступовичской или кореневской свит индского яруса нижнего триаса. В их составе по био- и литостратиграфическим данным выделены отложения ассельского яруса (прудковская свита) и сакмарского яруса (свободская свита) нижнего (приуральского) отдела и северодвинского и вятского ярусов (дудичская свита) верхнего (татарского) отдела пермской системы [1–3]. Образования верхней части приуральского и всего биармийского отделов здесь отсутствуют вследствие крупного предверхнепермского (предтатарского или преддудичского) перерыва в осадконакоплении, длившегося более 30 млн лет и являющегося региональным седиментационным событием (рисунок 1).

Ниже приводится привязка указанных стратонов пермской системы исследуемой территории к новой геологической карте, построенной авторами работы (рисунок 2) как для Брагинско-Лоевской перемычки, так и для примыкающих к ней районов сопредельных структур. Следует отметить, что до нас такие карты впервые были построены В. К. Голубцовым [2; 3] и несколько позже К. Н. Монкевичем [4] с той лишь разницей, что наш вариант карты составлен с учетом современных представлений в части

как стратиграфии, так и тектоники. Среди большого количества показанных на карте скважин, пробуренных по пермским отложениям без подъема керна, можно выделить только отдельные типовые разрезы, в которых изучены палеонтологические остатки.

Международная стратиграфическая шкала (2020 г.)			Общая стратиграфическая шкала (2019 г.)			фи- сала		Местные стратиграфические подразделения						
Система	Отдел	Ярус	Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Ι	Ірипятский прогиб	Бр	Брагинско-Лоевская перемычка		Воронежская антеклиза (Гремячский погребенный выступ), Гомельская структурная перемычка	Северо-западная часть Днепровско- Донецкого прогиба	
							Св	ита, подсвита	(Свита, подсвита		Свита	Свита	
Пермская	Лопингский	6,152 Дансинский к	Пермская	Гатарский	Вятский	Нижний Верхний	Дудичская	Верхняя	~		1			
~~	» У	259 Вуча- 1622 пин- 1622 ский	$_{ m I}$	T	Северо-	Верхний	\ Ay	Нижняя		Дудичская		Дудичская		
		ПЕ	E_{λ}	ĮB.	EPX	HEI	I E P	мский п	EI	РЕРЫВ В О	C	АДКОНАКОПЛЕТ	чии	
Пермская	Приуральский	25. Саакмар- 100 ский 100 ски	Пермская	Приуральский	Саакмарский	~	дуд	ред- ричская олща Верхняя Средняя Нижняя					Краматорская	
Пер	дкидј	кий	Пер	dкиd	ий		KOB-	Верхняя	COB-				Славянская	
			Ассельский			Ассельский		Прудков- ская	Нижняя	Прудков-	Нижняя			Никитовская
		¥ 298,9			Ac								Картамышская	

Рисунок 1 — Региональная схема пермских отложений юго-востока Беларуси 2010 г. [5] с дополнениями авторов

Брагинско-Лоевская перемычка в тектоническом отношении состоит из крупного Брагинского мегавыступа, включающего (с юга на север) Кулажинский выступ, Дублинский горст, Алексеевскую ступень, Ручаевский грабен и Колпенский горст, а также Лоевской ступени (рисунок 2). Последняя граничит с территорией, ранее входившей в состав Лоевской седловины, которая по современным данным В. Н. Бескопыльного, Р. Е. Айзберга и Я. Г. Грибика (2011) относится к восточной части Речицко-Шатилковской ступени Припятского прогиба (ПП).

Как указано выше, в стратиграфическом плане согласно [5] в составе пермских отложений перемычки и примыкающих территорий выделяются отложения нижнего и верхнего отделов системы (рисунок 1). На построенной авторами геологической карте (рисунок 2) с целью повышения ее информативности оранжевым цветом показана площадь распространения верхнепермских (дудичских) отложений, а также условными линиями обозначены контуры залегающих под ними нижнепермских (прудковских), каменноугольных, верхнедевонских и архей-нижнепротерозойских (кристаллический фундамент) образований, выходящих на преддудичскую поверхность.

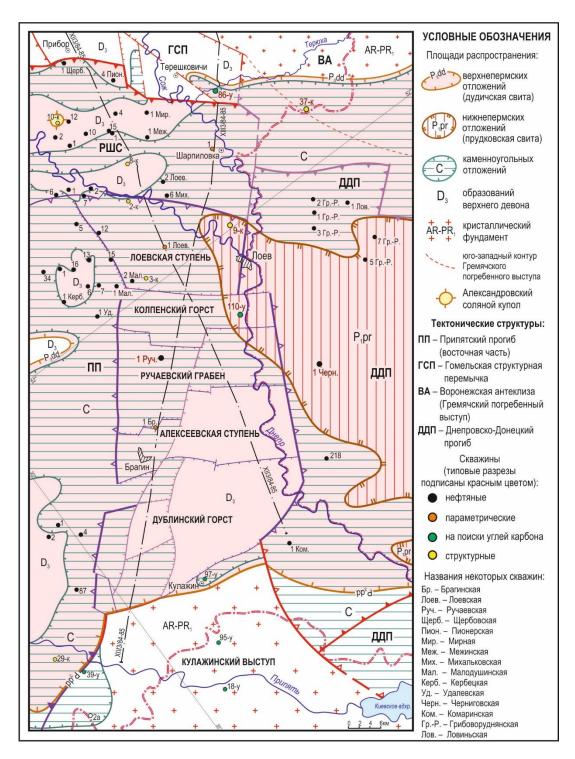


Рисунок 2 – Геологическая карта отложений пермской системы

Нижний отдел, ассельский ярус, прудковская свита. Отложения прудковской свиты, контур которой вдается в перемычку со стороны Днепровско-Донецкого прогиба (ДДП) (рисунок 2), установлены и палеонтологически обоснованы [1; 2] в типовых разрезах скважин, пробуренных в северной части Брагинско-Лоевской перемычки, относящихся к Лоевской ступени (скважина Абакумы 9-к) и к Колпенскому горсту (скважина Щитцы 110-у), а также к северо-западному центриклинальному замыканию

ДДП (скважина Черниговская 1-р). В восточной части ПП и южной части перемычки отложения прудковской свиты отсутствуют. Они выделены в центральных синклинальных зонах ПП в разрезах отдельных скважин: Южно-Домановичи 24-к, Гулевичи 22-с, Осташковичи 11-к и др. [1; 2]. Здесь прудковская свита отчетливо подразделяется на две подсвиты: нижнюю – бессульфатную и верхнюю – сульфатную. Из них на перемычке присутствуют отложения только нижней подсвиты. Они установлены в двух скважинах – Абакумы 9-к (инт. 674,0–700,0 м, мощность 26,0 м) на Лоевской ступени и Щитцы 110-у (инт. 784,0–815,0, мощность 31,0 м) на Колпенском горсте, а на северозападном центриклинальном замыкании ДДП присутствуют в скважине Черниговская 1-р (инт. 994,0–1012,0 м, мощность 18 м).

Нижняя подсвита прудковской свиты сложена пестроцветными (розовато-оранжевые, розовато-красные, розовато-лиловые оттенки) глинами, мергелями, известняками, с прослоями тонко-мелкозернистых песчаников. Для нее характерно ритмичное строение разреза, в котором четко выделяются две пачки: нижняя — мергельноглинисто-песчаная и верхняя — глинисто-известняковая. В породах верхней пачки встречаются остатки брахиопод, пелеципод, криноидей, остракод и др. В известняках глинисто-известняковой пачки скважины Щитцы 110-у (инт. 784,0–799,0 м) В. К. Голубцовым был определен комплекс фораминифер, который позволяет сопоставлять бессульфатную подсвиту прудковской свиты Брагинско-Лоевской перемычки с никитовской (известняково-доломитовой) свитой Донецкого бассейна [5].

Как указано выше, отложения верхней (сульфатной) подсвиты прудковской свиты отсутствуют на территории Брагинско-Лоевской перемычки из-за предверхнепермского (предтатарского или преддудичского) размыва (рисунок 1). Здесь на породах нижней подсвиты прудковской свиты нижней перми залегают образования дудичской свиты верхней перми. Отложения сульфатной подсвиты прудковской свиты присутствуют в ДДП в скважине Черниговская 1-р (инт. 963,0–994,0 м, мощность 31,0 м). Здесь подсвита сложена пестроцветными глинами с прослоями мергелей, известняков, доломитов, ангидритов, гипсов, разнозернистых песчаников с ангидрито-глинистым цементом и изредка гравелитов. Характерно ритмичное чередование пород. Органические остатки в породах подсвиты очень редки. В доломитах и доломитизированных известняках Черниговской скважины 1-р (инт. 963,0–975,1 м) встречены единичные плохой сохранности фораминиферы [2]. Сульфатная подсвита соответствует, видимо, нижней половине славянской свиты Донбасса [1].

Образования свободской свиты сакмарского яруса нижнего отвела на Брагинско-Лоевской перемычке отсутствуют, что и отражено на геологической карте (рисунок 2) Эта свита имеет ограниченное распространение только в ПП. Здесь она, по данным В. К. Голубцова [5], представлена мощной (до 785 м) толщей терригенно-соленосных пород, подразделяемой на три подсвиты (рисунок 1): нижнюю (соленосную, до 143 м), среднюю (терригенную, до 132 м) и верхнюю (соленосно-ангидритовотерригенную, до 520 м), установленные в центральной, глубоко погруженной части ПП (Свободская и Северо-Каменская синклинали Предсколодинской синклинальной зоны). Свободская свита по присутствию в разрезе ее нижней подсвиты карналлита, особенно кизерита и бишофита, в целом условно сопоставляется с краматорской свитой ДДП [5].

Верхний отмел, такий ярус, дудичская свита. Отложения дудичской свиты, в отличие от прудковской свиты нижнего отдела, широко распространены как на Брагинско-Лоевской перемычке, так и на примыкающих к ней территориях, что хорошо видно на составленной авторами геологической карте. Они представлены здесь глинами красно-бурыми, кирпично-красными, буровато-коричневыми, часто с голубовато-

серыми и белесыми пятнами («глазками»), плотными, в различной степени карбонатными, песчанистыми, слюдистыми, аргиллитоподобными, с прослоями красноцветных глинистых алевролитов и песчаников. В пределах площади распространения указанных отложений следует отметить их отсутствие в сводовой части соляного Александровского купола (рисунок 2).

Разрез свиты имеет четкое ритмичное строение. В ее подошве повсеместно залегает песчаник кварцевый, разнозернистый. В кровле отложения свиты также повсеместно перекрываются трансгрессивно (с размывом ее верхних пачек, местами и полностью) конгломератово-песчаными образованиями выступовичской и кореневской свит нижнего триаса [5]. Мощность отложений дудичской свиты на Брагинско-Лоевской перемычке в типовых разрезах изменяется от 7,0 (скважина Абакумы 9-к, Лоевская ступень) до 51,0 м (скважина Ручаевская 1-р, Ручаевский грабен).

Присутствуют отложения дудичской свиты и севернее перемычки, уже за пределами ПП, где они на геологической карте впервые показаны на юго-западном склоне Гремячского выступа Воронежской антеклизы, а также приурочены к небольшому участку на юге Гомельской структурной перемычки (рисунок 1, 2). Здесь они вскрыты в типовых разрезах: Терюха 86-у (инт. 673,8–695,3 м, мощность 21,5 м), Поддобрянка 37-к (инт. 757,5–772,0 м, мощность 14,5 м) и условно Ново-Белица 96-у (инт. 482,0–485,0 м, мощность 3 м) (за рамкой карты). Залегают отложения свиты в этих разрезах на породах башкирского яруса среднего карбона (скважина Поддобрянка 37-к), предположительно на песчаниках нижнего визе (скважина Терюха 86-у) или песчаноглинистых породах среднего девона (скважина Ново-Белица 96-у). В целом свита сложена глиной красно-бурой, с голубовато-серыми пятнами, алевритистой, слюдистой, некарбонатной, камнеподобной, в нижней части опесчаненной. Возраст дудичской свиты и здесь является дискуссионным. Из-за отсутствия палеонтологического обоснования ее отложения условно отнесены к верхнему (татарскому) отделу пермской системы.

Аналогом отложений дудичской свиты юго-востока Беларуси в ДДП является пересажская свита, которую украинские геологи выделяют в нижней части дроновской свиты и относят к нижнему триасу [6; 7]. Здесь данный вопрос авторами работы отдельно не рассматривался, поскольку, как уже отмечалось выше, в связи с отсутствием палеонтологической характеристики возраст образований дудичской свиты в ПП, как и пересажской свиты в ДДП, все еще остается дискуссионным. В разных публикациях одни исследователи (Ф. Е. Лапчик, В. С. Конищев) относят эти свиты к нижнему триасу, другие (В. К. Голубцов, К. Н. Монкевич) считают их верхнепермскими. Поэтому, пока условно, как и в предыдущей схеме 1981 г. и новой схеме 2010 г., авторы статьи относят отложения дудичской свиты к верхнему (татарскому) отделу пермской системы [6].

Результаты изучения пермских отложений Брагинско-Лоевской перемычки и примыкающих к ней тектонических структур будут использованы при проведении поисковых работ на полезные ископаемые и геоэкологическом картировании исследуемой территории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Геология Беларуси / под ред. А. С. Махнача [и др.]. Минск : ИГН НАН Беларуси, 2001. 815 с.
- 2. Геология СССР. Т. III. Белорусская ССР. Геологическое описание. М., 1971.-453 с.
- 3. Голубцов, В. К. Фации территории Белоруссии в палеозое и раннем мезозое / В. К. Голубцов, А. С. Махнач. Минск : Изд-во АН БССР, 1961. 182 с.

- 4. Монкевич, К. Н. Пермские и триасовые отложения Припятского прогиба / К. Н. Монкевич. Минск : Наука и техника, 1976. 102 с.
- 5. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объясн. записка / под ред. С. А. Кручека [и др.]. Минск : БелНИГРИ, 2010. 282 с. + прил. из 15 стратигр. схем.
- 6. Стратиграфические схемы фанерозойских образований Украины для геологических карт нового поколения. Пермская система. Киев, 1993.
- 7. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України у двох томах. Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / гол. ред. П. Ф. Гожик. Київ : ІГН НАН України ; Логос, 2013. 638 с.

УДК 553.2(575.1)

К. К. ХОШЖАНОВА, О. Т. РАЗИКОВ, Х. Х. ХАЛИЁРОВ

Узбекистан, Ташкент, НУУз имени М. Улугбека E-mail: kamila-kh@mail.ru

МЕТАЛЛОГЕНИЯ ОЛОВОВОЛЬФРАМОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЗАПАДНОМ УЗБЕКИСТАНЕ

В настоящее время Западный Узбекистан рассматривается как один из наиболее перспективных на золото, серебро, вольфрам, олово, ртуть и другие полезные ископаемые в Среднеазиатской рудной провинции. Здесь разведаны многочисленные месторождения и рудопроявления: пегматитово-редкометалльные, пегматитово-кварцево-полевошпатовые, грейзеново-редкометалльные, скарново-редкометалльные, скарново-олово-полиметаллические, скарново-свинцово-сурьмяные, гидротермально-золоторуднометасоматические, гидротермально-оловорудные, гидротермально-меднометалльные, гидротермально-ртутные и др. [1; 2]. Среди известных рудных проявлений района наибольший интерес представляют золоторудные, вольфрамовые, оловорудные, ртутные и редкометалльные месторождения.

Металлогения вольфрама (шеелита). Узбекистан в 70-е гг. ХХ в. по производству вольфрамовых руд занимал одно из ведущих мест. Промышленные вольфрамовые месторождения сосредоточены в пределах Западного Узбекистан (Ингичка, Лянгар, Койташ, Яхтон, Каратюбе и др.), среди которых в настоящее время многие месторождения полностью или частично отработаны. В пределах описываемого района значительные скопления вольфрамового оруденения сконцентрированы в скарновых зонах и рудообразование связано со скарнообразованием [3; 4].

Скарново-рудные месторождения и рудопроявления представлены известковыми и в незначительном количестве магнезиальными формациями.

Известковые скарновые формации по составу представлены пироксеновыми (геденбергет), пироксен-гранатовыми (гроссуляр-андрадит) и пироксен-гранат-волластанитовыми минеральными типами, размещающимися на контакте гранитоидов и мраморов. Кроме шеелита, в скарнах (Ингичка, Лянгар, Койташ, Яхтон, Каратюбе, Дарай-тут, Учмулла, Майзак, Ярмакчи, Гульджан, Тым, Мулла-Бурхан, Бузгулгряда и др.) содержатся пирротин, минералы олова (касситерит, станин, тиллит), галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, молебдинит и другие рудные минералы. В них отмечается повышенная концентрация элементов-примесей Au, Bi, Ag, Sn, Pb-Zn, Hg и др., что дает возможность рекомендовать к комплексному использованию руд.

Значительно меньшего масштаба, чем Ингичка, Койташ, Лянгар, Яхтон и др., является Чуюнское месторождение, а также промышленные и близкие к ним объекты с содержанием трехокиси вольфрама, отмеченные на отдельных участках контактовых скарновых тел. В рудопроявлениях Шар-шара, Рабанджан, Чангаллы, Бештал, Муллабурхана, Сарутау, Саутбай, Девона-сай ведущая роль из рудных минералов принадлежит халькопириту. Здесь же в скарнированных роговиках местами установлены высокие содержания золота, повышенные концентрации серебра и некоторых других элементов.

Все скарновые тела района пространственно связаны с гранитоидными интрузиями верхнего карбона — нижней перми (С₃-Р₁) и локализуются либо в непосредственном их контакте с карбонатными вмещающими породами, либо в зоне экзоконтакта [5; 6]. Наиболее благоприятной средой для образования шеелитоносных скарнов являются известняки, и в частности доломитовые известняки. В формировании скарновых тел следует различать два типа структур: рудовмешающие, с которыми непосредственно связано размещение скарнов, и рудоподводящие, вдоль которых рудоносные растворы поступают из очагов их зарождения к местам локализации.

Металлогения олова. В отличие от вольфрамового оруденения олово встречается в регионе в различных минеральных видах. Собственно оловорудных месторождений известно лишь несколько, но олово присутствует иногда в заметных количествах в месторождениях вольфрама и образует общий широкий фон рассеяния в различных типах интрузивных, а также постмагматических измененных породах. Так, на месторождении Чангаллы грейзенизированные гранодиориты сопровождения местами альбитизированных гранитоидов Ингичке констатировались высокими концентрациями шеелита.

В пределах региона слабо изучены грейзеновые, пегматитовые генетические типы руд и связанные с ними оловорудные редкометалльные, редкоземельные и другие минерализации.

Среди осадочно-метаморфических пород в пределах рассматриваемого региона широкое развитие имеют гидротермально-измененные дайки лапрофиров, диоритовых порфиров – гранодиорит-порфиров с рассеянной вкрапленностью касситерита, молебденита, шеелита, золота и других минералов. Однако промышленные скопления касситерита установлены только в измененных лапрофирах (Лапаса). По-видимому, дайки оказали осаждающее воздействие на олово, выпадающее из растворов, циркулировавших по трещинам в известняках.

В районе широко развитые кварцевые жилы, в которых содержится рассеянная вкрапленность касситерита, шеелита, пирита, халькопирита, галенита, сфалерита, молибденита и других минералов. Промышленные и перспективные скопления некоторых из них отмечаются в части кварцевых жил, размещенных среди гранитоидов Чангаллы, Алтын-Казган, Сулу-Кыз, Тарыкная, Курай (касситерит), Ингичка, Койташ, Яхтон, Каратюбе, Лянгар и др. (шеелит), Гуруляксая, Щущактау, Каратюбе (галенит).

Пиритизированные, окварцеванные и слабо окварцованные доломитовые породы местами несут оловянное, полиметаллическое и другие типы оруденения. Так, спорадические, но довольно крупные выделения касситерита установлены в измененных доломитах (Качкарлы, Кыз-Кургана, Кызил-Гура, Кальтасая и Лапаса). Пегматиты с незначительным содержанием касситерита отмечены в ряде жил Кетменчи, Кутчи, Карамечет и Беркут.

Основными рудовмещающими и рудоконтролирующими структурами на вышеназванных рудопроявлениях и месторождениях во всех случаях являются мелкие и крупные разрывные нарушения.

Таким образом, в пределах описываемого региона по данным предыдущих исследователей и по результатам наших работ можно выделить следующие оловорудные

формации: пегматитовую, касситерит-кварцевую, карбонатно-касситеритовую. К этой формации относятся месторождения Чангалы, Карнаб, Лопас, Алтын-Казган и Кермене, а также ряд мелких проявлений, связанных с кварцевыми жилами.

В последние годы проведена статистическая компьютерная обработка критериев и факторов с целью локального прогноза и в статистическом анализе использовано более 10 геологических факторов-критериев, составлена электронная прогнозная карта на золото, вольфрам, олово и другие полезные ископаемые.

Проведен компьютерный анализ факторов формирования и размещения благородных, редких и других металлов, в результате интерпретации построенных таблиц, диаграмм и специальных калькуляционных карт сочетание информативных признаков позволило количественно оценить степень влияния различных факторов.

Необходимо отметить, что формирование олововольфрамовых руд определяется сочетаниями магматических, литологических и структурных факторов и роли вмещающих пород в размещении оруденения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Ахмедов, Н. А. Геолого-промышленные типы месторождений золота, вольфрама, железа Западного Узбекистана, условия размещения и оценка их перспектив / Н. А. Ахмедов. Ташкент, 2014.
- 2. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан / под ред. Т. Ш. Шаякубова, Т. Н. Далимова. Ташкент : Университет, 1998. 723 с.
- 3. Баймухамедов Х. Н. Условия образования скарнов и руд Ингичка и Койташ / Х. Н. Баймухамедов, О. Т. Разыков // Узб. геол. журн. 1985. № 4. С. 3–6.
- 4. Карабаев, М. С. О скарнах и их взаимоотношении с вольфрамовым оруденением: обзор, определения и развитие вопроса в свете новых данных (на примере месторождений Западного Узбекистана) / М. С. Карабаев // Геология и минерал. ресурсы. 2019.- № 2.- C. 22-31.
- 5. Razikov, O. T. Metallogy of The Zeravshano-Alay Belt (South Tianshan) / O. T. Razikov, K. A. Akbarov, M. N. Zhuraev // The Amtrican Journal of applied Sciences. 2020. December 27. P. 44–49.
- 6. Razikov, O. T. Genetic Types Of Rare Mineral Gold Of Western Uzbekistan (Southern Tien-Shan) // The Amtrican Journal of applied Sciences. 2020. December 27. P. 61–67.

УДК 551.793

А. В. ШИДЛОВСКАЯ¹, Г. И. ЛИТВИНЮК²

¹Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

²Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: anne.shidlovska@gmail.com; geo@bsu.by

О ВОЗРАСТЕ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ, ВСКРЫТЫХ СКВАЖИНОЙ 2Р У Д. ЧЕРЕНКИ ЧАУССКОГО РАЙОНА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

В 2016–2018 гг. в рамках исследований структурно-вещественных комплексов территории листа N–36–XIX (Могилев) на площадях Быховская и Долгий Мох пробу-

рен ряд поисковых скважин. Они изучались сотрудниками филиала «Институт геологии» РУП «НПЦ по геологии» совместно с сотрудниками ГНУ «Институт природопользования» НАН Беларуси и Белорусского государственного университета.

Скважина 2P пробурена на площади Долгий Мох у д. Черенки Чаусского района Могилевской области на правом берегу р. Реста, где вскрыты отложения, краткое описание которых представлено в таблице.

Таблица – Литологический состав отложений, вскрытых скважиной 2Р у д. Черенки (описание выполнено Г. И. Литвинюком)

Литологический состав			
литологический состав	глубин, м		
1. Почвенно-растительный слой	0,0-0,5		
2. Суглинок красно-бурый, плотный, моренный, с редким гравием, в основании слоя лежат гальки кварцитовые диаметром 8–9 см	0,5–8,4		
3. Песок белесовато-белый, тонко- и мелкозернистый, однородный, неслоистый	8,4–22,3		
4. Супесь грязно-серая, тонкозернистая, слегка гумусированная, однородная	22,3–22,9		
5. Супесь грязно-серая с зеленоватым оттенком, тонкозернистая, слюдистая, пылеватая	22,9–23,1		
6. Супесь грязно-серая с зеленоватым оттенком, слюдистая, опесчаненная, с веточками растений	23,1–23,7		
7. Суглинок серый, слюдистый, опесчаненный	23,7–24,2		
8. Песок бежевый, тонкозернистый, кварцевый, пылеватый	24,2–31,6		
9. Песок грязно-серый, непромытый, со слабым зеленоватым оттенком	31,6–33,6		
10. Алевриты зеленовато-серые, тонкие, плотные, тяжелые, к подошве – сцементированные	33,6–53,3		

В 2019 г. из керна скважины 2Р были отобраны образцы для палинологических исследований. По результатам спорово-пыльцевого анализа построена диаграмма (рисунок). Общий состав спорово-пыльцевых спектров указывает на то, что данные отложения накопились в период межледниковья: пыльца древесных растений доминирует на протяжении всего изученного интервала, ее количество колеблется от 88,9 % до 99,7 %. На диаграмме выделены 4 локальные пыльцевые зоны **Ch2R-1-Ch2R-4** (**Ch** – д. Черенки, **2R** – номер скважины), которые могут быть сопоставлены с региональными зонами борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси [1].

Ch2R–1 L PAZ (глубина 23,2–23,3 м) представлена одним образцом, характерно преобладание пыльцы древесных пород (95,5 %), в частности хвойных: *Picea* (30,0 %), *Pinus* (37,1 %), *Larix* (17,1 %), а также участие пыльцы *Betula* sect. *Albae* (11,3 %). Среди пыльцы травянистых растений встречены *Artemisia*, Chenopodiaceae, Asteraceae, Poaceae.

Состав спектра данной пыльцевой зоны соответствует региональной пыльцевой зоне **bv 1** *Betula – Larix – Picea* борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси и отражает фазу развития хвойных (сосново-елово-лиственничных) лесов с примесью березы [2].

Ch2R-2 L PAZ (глубина 23,1–23,2 м) характеризуется преобладанием пыльцы *Pinus* (41,0 %) и *Betula* sect. *Albae* (34,9 %). Количество пыльцевых зерен *Picea* снижается до 8,1 %, а *Larix* – до 4,9 %. Среди пыльцы травянистых растений преобла-

дает пыльца Artemisia (6,2 %), встречаются Chenopodiaceae, Cyperaceae, Poaceae. Среди спор наибольшую роль играет Sphagnum (16,6 %), присутствуют Polypodiaceae, единично Bothryhium.

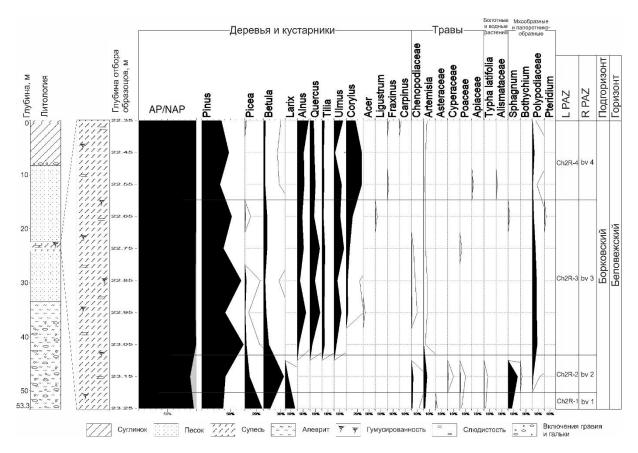


Рисунок – Спорово-пыльцевая диаграмма межледниковых отложений, вскрытых скважиной 2Р у д. Черенки (анализ выполнен А. В. Шидловской)

Данная локальная зона соответствует региональной спорово-пыльцевой зоне **bv** 2 *Pinus – Betula* борковского подгоризонта беловежского горизонта и отвечает фазе развития смешанных сосново-березовых лесов с примесью ели и лиственницы.

Ch2R–3 L PAZ (глубина 22,6–23,1 м) отличается появлением пыльцы широколиственных пород: *Quercus* (до 17,6 %), *Ulmus* (до 17,0 %), *Corylus* (до 11,1 %), *Tilia* (до 4,9 %) при общем доминировании пыльцы *Pinus* (от 72,5 % в нижней части интервала до 37,5 % в верхней). Присутствует пыльца *Picea* (до 2,7 %), *Betula* sect. *Albae* (до 8,9 %), *Alnus* (до 15,0 %), встречены пыльцевые зерна *Acer*, *Ligustrum*. Содержание пыльцы травянистых растений несущественно (до 1,7 %), споры представлены только Polypodiaceae (до 8,7 %).

Локальная зона **Ch2R–3** отвечает региональной пыльцевой зоне **bv** 3 *Quercus – Ulmus* борковского подгоризонта беловежского горизонта и отражает фазу развития смешанных хвойно-широколиственных (сосново-вязово-дубовых) и широколиственно-хвойных (дубово-вязово-сосновых) лесов с ольшаниками по пониженным и увлажненным местам рельефа.

Ch2R-4 L PAZ (глубина 22,4–23,6 м) характеризуется высоким содержанием пыльцы широколиственных пород в составе спектров: *Quercus* (до 9,4 %), *Ulmus*

(до 15,4 %), *Corylus* (до 27,0 %), *Tilia* (до 4,2 %). Единично представлена пыльца *Fraxinus* и *Carpinus*. Процентное содержание пыльцы *Pinus* уменьшается (от 47,1 до 33,8 %), отмечены единичные пыльцевые зерна *Picea*. Количество пыльцы *Alnus* возрастает до 19,6 %, а пыльцы *Betula* sect. *Albae* уменьшается по сравнению с предыдущей зоной до 2,4–3,0 %. Участие пыльцы трав несущественно, единично встречены *Artemisia*, Apiaceae, Alismataceae, а из спор – Polypodiaceae (до 3,7 %).

Данная локальная зона соответствует региональной пыльцевой зоне **bv 4** *Quercus – Ulmus – Corylus* борковского подгоризонта беловежского горизонта и отвечает фазе развития широколиственных дубово-вязовых и вязово-дубовых лесов со значительным участием лещины.

Следует отметить, что полученная спорово-пыльцевая диаграмма, отражающая начальные фазы межледниковья и первую половину климатического оптимума, наиболее сходна с диаграммами таких известных разрезов беловежского межледниковья, как скважина 1279 у д. Стригин и скважина 1474 у д. Голицы Березовского района Брестской области [3], скважина 13 у г. Красная Дуброва Речицкого района Гомельской области [4] и др.

На палеокарпологический анализ из скважины 2Р отобрано 5 образцов в интервале глубин 22,9–24,2 м. В результате выявлена немногочисленная флора, насчитывающая 28 видов древесных и травянистых растений, основу которой составляют хвойношироколиственные породы, представленные незначительным количеством, а чаще единичными экземплярами семян и хвои *Pinus* sp., *Picea* sp., *Larix* sp., среди которых преобладают остатки лиственницы и сосны. Из макроостатков широколиственных и мелколиственных пород встречаются немногочисленные плоды и семена *Acer* sp., *Alnus* sp. и *Betula albae* L. Группа травянистых растений более многочисленна и представлена несколькими видами *Potamogeton*, единичными семенами *Najas major* All., *Scirpus lacustris* L. и др. Из вымерших видов обнаружен один орешек *Carex paucifloroides* Wieliczk., наличие которого свидетельствует о древности отложений. Остальная часть флоры представлена видами умеренных условий местообитания с широким диапазоном встречаемости во флорах различного возраста.

Таким образом, выполненные палинологические исследования позволяют сделать вывод о том, что формирование отложений изученного интервала разреза скважины 2Р у д. Черенки Чаусского района Могилевской области происходило в первой половине беловежского межледниковья плейстоцена Беларуси. Данные палеокарпологических исследований подтверждают данный вывод.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объясн. записка / С. А. Кручек [и др.] Минск: ГП «БелНИГРИ», 2010. 282 с. + прил. из 15 стратигр. схем.
- 2. Рылова, Т. Б. Растительность и климат межледниковых интервалов плейстоцена Беларуси по данным палинологических исследований / Т. Б. Рылова, И. Е. Савченко // Літасфера. -2006. N
 m 1 (24). C. 12-26.
- 3. Березовский страторайон плейстоцена Белоруссии / Ф. Ю. Величкевич [и др.]. Минск, 1993. 146 с.
- 4. Махнач, Н. А. Стратиграфическое расчленение древнеозерных плейстоценовых отложений Речицкого Приднепровья / Н. А. Махнач, Т. Б. Рылова // Плейстоцен Речицкого Приднепровья Белоруссии. Минск, 1986. С. 56–75.

УДК 552.08(375)

С. Е. ШПАК¹, В. Г. ЛЕВАШКЕВИЧ²

¹Беларусь, Минск, ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» ²Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси E-mail: siarhei.shpak@btg.by; levashk@presidium.bas-net.by

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБУГСКОЙ СТРУКТУРЫ

В настоящее время в отложениях кембрийской системы в пределах Прибугской структуры Брестской впадины эксплуатируется Прибугское подземное хранилище газа (ПХГ). Целью работы является характеристика состава и физических свойств горных пород, в основном по мощности кембрийских отложений, на примере результатов лабораторных исследований керна, отобранного из глубоких скважин фонда хранилища. Рассмотрены результаты исследования наиболее характерных отложений структуры (породы рытской, страдечской, спановской, бугской и орлинской свит).

В подошве кембрийских отложений породы **рытской свиты** представлены глинами и глинистыми алевритами. Они выделяются повышенными содержаниями окислов железа, алюминия и магния. По содержанию фосфора эта порода ближе к котлинским отложениям протерозоя, чем к отложениям кембрия. Основным минералообразующим элементом породы свиты является каолинит, определяющий ее низкую пористость (меньше 5,5 %) и проницаемость (меньше 0,3 мД). Описание породы указывает, что свободное поровое пространство отсутствует.

Однако внутри горизонта установлено наличие прослоев и линз заглинизированных песчаников с пористостью до 19 %. Такие породы характеризуются высокой остаточной водонасыщенностью, а их поровое пространство не участвует в процессе фильтрации. Согласно [1; 2], такие породы не являются коллекторами, в то же время они не обладают высокими флюидоупорными свойствами.

Перекрывающие рытскую свиту породы **страдечских отложений** ритмично построены [3]. Расположенные в подошве отложений породы **первого ритма** (пласт C_{1} str_{2-I}) представлены в основном песчаниками (содержание кварца до 90 %) с редкими маломощными прослоями алевролитов и глин при низких значениях окислов калия и алюминия, определяющих низкую глинистость – 4–5 %.

В кровле отдельных скважин структуры установлено присутствие в контуре ПХГ интервалов пород мощностью до 2 м с повышенным содержанием окислов калия и алюминия, которые концентрируются преимущественно в гидрослюдах и калиевых полевых шпатах, характерных для пород-покрышек.

Характерным свойством пород свиты является повышенная до двух раз их проницаемость по напластованию, что имеет большое значение при оценке эксплуатационных характеристик газовой залежи. Такие породы могли быть организованы за счет перестройки матрицы коллектора и его цемента в ходе стадийных процессов геологического развития территории.

Открытая пористость пород 8,4–24,5 %, проницаемость 10–3,36 Д. Эффективная пористость — 6,1–22 %. Повышенные значения эффективной пористости характерны для центральной части структуры и ее северо-восточной периклинали, несколько меньше (до 15 %) — на юго-западе. На крыльях структуры и привзбросовой части пористость снижается до 10 %.

Верхняя глинисто-алевритовая пачка **первого ритма** (C_1str_2 -II) представлена ритмичным чередованием глинистых пропластков с преимущественно песчаными образованиями пород с относительно повышенными пористостью и проницаемостью. Выделяется три глинистых пропластка и два песчаных. Глинистые пропластки практически не проницаемы (проницаемость в крест напластования – до $1,0 \cdot 10^{-3}$ мД по газу).

Отложения **второго ритма** страдечской свиты в подошве представлены нижней пачкой песчаников ($\mathfrak{C}_1 str_{3-1}$) с прослоями и линзами алевролитов и иногда глин, которые перекрываются выдержанной по мощности и простиранию толщей (до 45 м) глин (покрышка).

Анализы керна показали, что образцы проницаемых песчаников имеют открытую пористость 13-19,5 %, эффективную -13-19 %, проницаемость по вертикали от тысячных долей до 0,47 Д, а по горизонтали - от 0,35 до 0,88 Д. По данным интерпретации ГИС, средняя по площади открытая пористость -17 %, а эффективная -14,2 %.

Страдечские отложения заканчиваются верхней **глинистой пачкой пород** ($\mathfrak{C}_1 str_{3-H}$) второго ритма. Глины преимущественно серые и зеленовато-серые с синеватым оттенком, алевритистые, с линзовидными прослоями тонкозернистых песчаников и алевролитов.

В исследуемых породах отмечается полное отсутствие хлоридов, весьма низкое содержание сульфатов. Содержание СаО достигает 10 % и более по отдельным образцам, что связано с вариацией содержания карбонатов. Содержание Al₂O₃ практически для всех образцов достигает 20 % и более, что связано с каолинитами глинистых прослоев. Увеличенное содержание Fe₂O₃ отмечается для образцов породы по всему разрезу, что обусловлено высокой глинистостью отложений. При этом содержания железа и окиси калия, окиси кремния и железа соответствуют друг другу на одинаковых глубинах.

Отмечено, что алевритоглинистая порода пласта прошла катагенетическое преобразование в матричном и поровом пространствах, что привело к увеличению пор в местах наиболее полного скопления алевритовых зерен и, как следствие, способствовало оттоку поровой воды. В таких породах развивалась ленточная пористость вдоль напластования. Исследования показали, что они имеют весьма низкую проницаемость в крест напластования и повышенную в 8–10 раз – вдоль [2].

На породах страдечской свиты залегают перспективные для создания ПХГ **спановские отложения**, представленные повсеместно песчаными образованиями. Мощность свиты до 150 м.

В теле отложений выявлено до трех пропластков алевритоглинистых пород с весьма низкими коллекторскими свойствами, являющимися локальным экраном в пределах структуры. Они формируют маломощные (до 2 м) пропластки пород с пониженным содержанием кварца и повышенным содержанием окиси калия, железа, магния, алюминия, характерных для глинистых пород. Кроме того, для таких образований характерно повышенное содержание мелкозернистой алевритовой фракции и глины, низкая проницаемость, высокая остаточная водонасыщенность.

В отличие от песчаников страдечских отложений, исследованные породы характеризуются весьма низким содержанием карбонатов, присутствующих в виде примесей (доли процента). Низкая концентрация карбонатов является благоприятным фактором для сохранения высокой пористости и проницаемости всего разреза спановских отложений. Для всех исследуемых образцов пород характерно также весьма низкое содержание сульфатов (до 0,02 %), фосфатов (0,04 %), хлоридов (0,005 %) и оксида натрия (0,1 %). Общая пористость составляет в среднем 23 %, открытая 15–18 %, а проницае-

мость по азоту – 600 мД. При этом проницаемость по азоту и воде часто сопоставимы, что свидетельствует о высокой степени чистоты порового пространства пород.

В целом спановские породы в большинстве образцов являются высококачественными коллекторами, пригодными для эффективной эксплуатации в условиях ПХГ. Однако в разрезе отложений имеются маломощные пропластки пород с повышенной глинистостью и весьма низкой проницаемостью, способные быть локальной покрышкой и удерживать значительные объемы газа в пределах структуры.

Над спановским пластом-коллектором залегают породы **бугской свиты** нижнего кембрия (C_1bg_I), которые в целом представляются флюидоупором для спановского пласта-коллектора. В теле бугской свиты неповсеместно прослеживается пласт плотных, пластичных глин мощностью 0.5-7 м, практически не проницаемых для газа.

Орлинские отложения (\mathcal{C}_2 orl) в пределах структуры представлены в основном песчаником с высоким содержанием кварца и низкими значениями практически всех остальных химических параметров, что и определяет их фильтрационно-емкостные свойства. Общая пористость песчаников – 18 %, открытая – 15 %, что обусловливает их высокую проницаемость – 450 мД по газу. Это связано с отсутствием цемента в большей части пор. Зерна окатанные, сортированные. Поры множественные, равномерно распределенные, сверхкапиллярные сообщающиеся и редко капиллярные изолированные. Все эти параметры способствуют повышению проницаемости. Отложения могут быть с успехом использованы в качестве объекта (емкости) для хранения газа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Шпак, С. Е. Геологическое строение и емкостные свойства нижнекембрийских отложений Прибугской локальной структуры и сопредельных территорий Подлясско-Брестской впадины / С. Е. Шпак, Я. Г. Грибик // Літасфера. 2018. № 2. С. 34—53.
- 2. Левашкевич, В. Г. Вещественный состав и физические свойства горных пород нижнего кембрия и верхнего протерозоя Прибугской структуры Подлясско-Брестской впадины / В. Г. Левашкевич // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. 2017. N 1. С. 89—98.
- 3. Зиновенко, Γ . В. Балтийская серия нижнего кембрия Прибугского поднятия и основные закономерности ее строения / Γ . В. Зиновенко, Т. В. Воскобойникова // Літасфера. 2007. \mathbb{N} 2 (27). С. 115–120.

УДК 551.7:551.734.5

А. С. ЯКОВЛЕВ

Беларусь, Минск, филиал «Институт геологии» НПЦ по геологии E-mail: Sephiroth1921@mail.ru

БРАХИОПОДЫ ИЗ НИЖНЕФРАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КАРЬЕРА ГРАЛЕВО

Введение. В период с 2017 по 2019 г. на северо-востоке Беларуси в карьере «Гралево», рядом с поселком Руба, проводился сбор образцов верхнедевонских брахиопод. Карьер (рисунок 1) расположен в 16 км севернее Витебска. Разработка залежей доломита в карьере ведется на уровне саргаевского и семилукского горизонтов. Породы представлены в основном светло-серыми и желтовато-серым доломитами, содержащими остатки раковин брахиопод.



Рисунок 1 – Карьер «Гралево»

Материалы и методики. Исследуемый материал был собран из пластов доломита, обнаженных в процессе разработки карьера, а также из доломитовых обломков. Некоторые обломки были подняты экскаватором из той части карьера, которая находилась под водой, на глубине примерно 17–20 м.

Далее образцы по мере возможности очищались от пустой породы при помощи грубой механической обработки молотком и зубилом. В случае когда образец раскалывался при обработке, его склеивали при помощи клея ПВА.

Таксономический состав и его краткое описание. Всего на территории карьера «Гралево» было обнаружено 47 экземпляров представителей семейства *Atrypidae* и 27 представителей семейства *Spirifidae*.

Краткое палеонтологическое описание таксонов девонских брахиопод приведено ниже. Весь изученный материал хранится в авторской коллекции (Минск, Беларусь).

Класс RHYNCHONELLATA Williams et al., 1996

Отряд ATRYPIDA Rzhonsnitskaia, 1960

Подотряд ATRYPIDINA Moore, 1952

Семейство ATRYPIDAE Gill, 1871

Род Pseudoatrypa COPPER, 1973

Pseudoatrypa cf. velikaya (Nalivkin, 1941).

Раковина среднего размера, округлая, сильно вздутая; неравностворчатой формы с ребрышками средней величины. Замочный край длинный и прямой. Брюшная створка вогнутая, со слабой выпуклостью в примакушечной области. Спинная створка сильновыгнутая (рисунок 2).



Рисунок 2 – Представители Pseudoatrypa velikaya Nal, найденные в карьере «Гралево»

Pseudoatrypa cf. uralica (Nalivkin, 1941)

Раковина среднего размера, округленно-прямоугольная, сильно вздутая и неравностворчатая. Грубая ребристость прерывается близко расположенными концентрическими линиями роста пластинок, скученными спереди; по бокам шлейфообразные пластинчатые образования, отогнутые назад. Брюшная створка очень плоская с углублением у лобного края. Спинная створка сильно вздутая и равномерно выпуклая (рисунок 3).

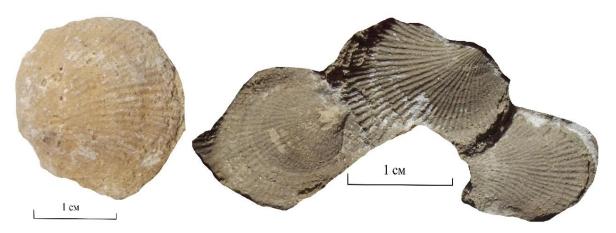


Рисунок 3 — Представители *Pseudoatrypa uralica* Nal., найденные в карьере «Гралево»

Pseudoatrypa sp.

Раковина среднего размера, округлая, сильно вздутая; присутствует грубая ребристость и концентрические волнообразные линии роста; ребра прерывистые, волнообразные в местах разрыва (рисунок 4).



Рисунок 4 – Представители *Pseudoatrypa* sp., найденные в карьере «Гралево»

Семейство SPIRIFERIDAE Termier & Termier, 1949 Подсемейство CYRTOSPIRIFERINAE Termier & Termier, 1949 Род *Cyrtospirifer* NALIVKIN in FREDERIKS, 1924 *Cyrtospirifer* aff. *schelonicus* Nalivkin, 1941

Раковина больших размеров. Брюшная створка выпуклая, почти пирамидальная. Синус резко ограниченный и довольно глубокий. Спинная створка умеренно выпуклая, с укороченной, высокой трапецией и оттянутыми острыми углами. Возвышение резко ограниченное, округленное, у лобного края приплюснутое. Складки довольно грубые, высокие, полукруглые. Следы нарастания слабо развитые, линейные и более резкие у лобного края (рисунок 5).



Рисунок 5 – Представители *Cyrtospirifer* aff. *schelonicus* (Nalivkin, 1941), найденные в карьере «Гралево»

Cyrtospirifer aff. tenticulum Verneuil.

Раковина небольшая, почти пирамидальная, с резко неравностворчатой, тонкоскладчатой формой. Замочный край длинный, совпадающий с наибольшей шириной раковины; углы замочного края острые. Боковые края слабо выпуклые. Брюшная створка сильно вздутая. Макушка острая, короткая, слабо загнутая. Боковые части створки слабо выпуклые, почти плоские. Спинная створка слабо вздутая, равномерно выпуклая. Возвышение узкое, низкое. Складки тонкие, низкие, округленные, тесно расположенные. Следы нарастания едва заметные, редкие, более ясные у лобного края (рисунок 6).

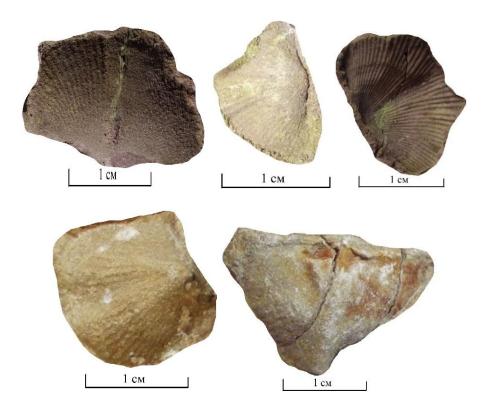


Рисунок 6 – Представители *Cyrtospirifer* aff. *tenticulum* (Verneuil), найденные в карьере «Гралево»

Cyrtospirifer sp.

Раковины поперечновытянутые, полукруглые. Замочный край прямой и длинный. Брюшная створка низкая, изогнутая. Синус, идущий от самой макушки, ясно выраженный. Макушка длинная, острая. Спинная створка более плоская. Возвышение, идущее от самой макушки, ясно ограниченное. Макушка небольшая, отчетливая (рисунок 7).

Выводы. В ходе сбора материала было обнаружено много представителей семейства ATRYPIDAE и SPIRIFERIDAE. В основном большая часть находок была сделана в северной части карьера «Гралево».

Найденные представители семейств брахиопод позволяют судить, что разработка залежей доломита ведется в слоях саргаевского и семилукского горизонтов. Однако в силу транзитности видов, которые удалось определить, сделать более точную датировку не представляется возможным.



Рисунок 7 – Представителеи Cyrtospirifer sp., найденные в карьере «Гралево»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Фауна главного девонского поля / М. А. Баталина [и др.]. Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1941. —372 с.
- 2. Цытленок, А. М. Биостратиграфическая характеристика карбонатных отложений верхнего девона северо-востока БССР / А. М. Цытленок // Материалы IV научной конференции молодых геологов. Минск: Полымя, 1971. С. 17–19.
- 3. Пушкин, В. И. Комплексы верхнедевонских брахиопод припятского прогиба / В. И. Пушкин // Литосфера. -2009. -№ 1 (30). C. 39–56.
- 4. Цытленок, А. М. Девонские брахиоподы северо-востока Белоруссии / А. М. Цытленок // Животный мир белорусского Поозерья. Минск : Изд-во БГУ, 1972.- Вып. 2.- С. 108-125.
- 5. The treatise on invertebrate paleontology. Part H. Revised. BRACHIOPODA. Vol. 4 (Rhynchonelliformea [part]) / R. C. Moor [et al.]. The Geological Society of America and the University of Kansas, 2002.
- 6. Иванова, Е. А. Наставления по сбору и изучению брахиопод / Е. А. Иванова, Т. Г. Сарычева. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1963. 82 с.

СЕКЦИЯ 2 ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

УДК 551.583

А. В. БОВКУНОВИЧ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина E-mail: banka252550@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗИМНЕГО СЕЗОНА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ В 2019–2021 ГГ.

В настоящее время отмечается повышенный интерес к исследованию изменения климата, причин изменения климата и их прогнозу. В 1989 г. начался очередной период потепления, который охарактеризовался резким повышением температуры зимой. Этот период потепления не имеет себе равных по продолжительности и интенсивности за весь период метеонаблюдений в Республике Беларусь и продолжается в настоящее время [1; 2]. В 2019–2020 гг. наблюдалась самая теплая зима в послевоенный период.

Цель исследования – выявление особенностей формирования зимнего сезона на территории Беларуси в 2019–2021 гг.

За границы зимы принимаются даты осеннего и весеннего устойчивого перехода средней суточной температуры через 0 °C. В Беларуси зима начинается в середине ноября (в среднем 13 ноября). В это время начинаются систематические вторжения холодных воздушных масс, появляется первый снежный покров, который может сходить и вновь образовываться, затяжные моросящие дожди чередуются с мокрым снегом. Интенсивно понижается температура воздуха [3].

Декабрь – наиболее теплый месяц зимы, хотя в это время минимальны и высота солнца над горизонтом, и величина приходящей солнечной радиации, и продолжительность солнечного сияния. Продолжает согревать воздух еще не остывшая подстилающая поверхность, часто свободная от снега. Больше тепла, чем в последующие месяцы, приносят воздушные массы, сформированные над медленно охлаждающейся водной поверхностью Атлантики [3].

Декабрь 2018 г. характеризовался неустойчивым температурным режимом, оттепельная погода чередовалась с непродолжительными похолоданиями, но в целом месяц выдался теплым. Средняя температура воздуха за месяц составила от -4 °C на северо-востоке до 0 °C на юго-западе, что на 1–2 °C выше климатической нормы. Самая низкая температура (-16,7 °C) отмечена в ночь на 20 декабря на метеостанции Костюковичи. Декабрь 2019 г. выдался аномально теплым и занял второе место в ранжированном ряду от самого теплого к самому холодному после декабря 2006 г. Из 10 самых теплых первых зимних месяцев 5 приходится на период 2010–2019 гг. Средняя за месяц температура воздуха составила от +1 °C на северо-востоке до +3 °C на юго-западе, что на 4-6 °C выше климатической нормы (рисунок). Самая низкая температура (-8,6 °C) зафиксирована в ночь на 2 декабря на метеостанции Горки. Самая высокая температура (+12,8 °C) наблюдалась 18 декабря на метеостанции Дрогичин. В связи с аномально теплой погодой в декабре устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в сторону понижения не осуществился, т. е. климатическая зима не наступила. В декабре 2020 г. преобладала теплая погода. Средняя температура воздуха за месяц составила –2...+1 °C, что на 2–3 °C выше климатической нормы. Самая низкая температура воздуха (-10.9 °C) отмечена ночью 8 декабря на метеостанциях Костюковичи и Езерище. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °C в сторону понижения (начало зимы в климатологии) на большей части территории страны осуществился в последних числах ноября — первой декаде декабря, что на 2-3 недели позже обычных сроков, а по крайнему юго-западу республики этот переход не осуществился.

Январь – наиболее холодный месяц зимы. По сравнению с предыдущим месяцем температура воздуха понижается еще на 2,5–3,0 °C. Несмотря на увеличение высоты солнца над горизонтом и увеличение суммарной солнечной радиации, радиационный баланс остается отрицательным и даже несколько уменьшается по сравнению с предыдущим месяцем, что связано с увеличением альбедо подстилающей поверхности, покрытой снежным покровом. Большую роль играет и изменение температуры приходящих воздушных масс. В январе и последующем феврале продолжает охлаждаться водная поверхность. Приходящие с Атлантики воздушные массы в январе имеют более низкую температуру, чем в предыдущем месяце. То же можно сказать и о холодных воздушных массах, приходящих с северо-востока и северо-запада. Формируясь в условиях полярной ночи или очень низкого стояния солнца над заснеженными территориями, они имеют более низкие температуры, чем в декабре [3].

Январь 2019 г. характеризовался неустойчивым температурным режимом, периоды морозной погоды чередовались с оттепелями. Средняя за месяц температура воздуха составила от -3 °C на юго-западе до -7 °C на северо-востоке страны, что в основном на 1 °C ниже климатической нормы. В январе 2020 г. наблюдалась очень теплая погода. Средняя за месяц температура воздуха составила от 0 °C по востоку страны до +2 °C по западу, что на 4-7 °C выше климатической нормы. Такой теплый январь за всю историю метеонаблюдений отмечался впервые. До этого температурный рекорд принадлежал январю 2007 г. со средней температурой +0,5 °C. Самая высокая дневная температура (+8,1 °C) отмечена 15 января на метеостанции Брест. Январь 2021 г. характеризовался преобладанием теплой с большим количеством осадков погодой и короткой, но интенсивной волной холода во второй декаде месяца. Средняя температура воздуха за месяц составила от -2 °C по юго-западу до -5,5 °C на северо-востоке, что в основном около климатической нормы.

Февраль в Беларуси по температурным условиям близок к январю. Радиационный баланс возрастает до положительных значений на юге республики и слабоотрицательных на севере. Однако это не приводит к заметному росту температуры воздуха. Она увеличивается в среднем лишь на 0,8 °C по сравнению с январской и изменяется по территории от −3,5 °C на юго-западе до −7,5 °C на востоке и северо-востоке. По-прежнему основным источником тепла являются воздушные массы, приходящие с Атлантики, и изотермы составляют с меридианом угол близкий к 45 °C. Южные районы республики начинают прогреваться солнцем более значительно, и в изотермах на юго-западе становится существенней широтная составляющая. В среднем по республике температура воздуха в феврале составляет 5,9 °C [3].

 Φ евраль 2019 г. выдался очень теплым и характеризовался недобором осадков. Средняя за месяц температура воздуха составила от -1 °C на северо-востоке до +2,5 °C на юго-западе страны, что на 4-5 °C выше климатической нормы. Таким теплым февраль в Беларуси бывает примерно раз в 12 лет. Φ евраль 2020 г. характеризовался преобладанием очень теплой погоды. Средняя температура воздуха за месяц составила 0...+3 °C, что выше климатической нормы на 5-7 °C. Такой теплый февраль отмечается второй раз за послевоенный период. Φ евраль 2021 г. характеризовался преобладанием

холодной погоды в первых двух декадах месяца и оттепельной погодой в третьей декаде. Средняя температура воздуха в феврале составила -3...-9 °C, что на 1-3 °C ниже климатической нормы. За период 1945-2021 гг. февраль с такой и более низкой температурой воздуха в среднем бывает раз в три года.

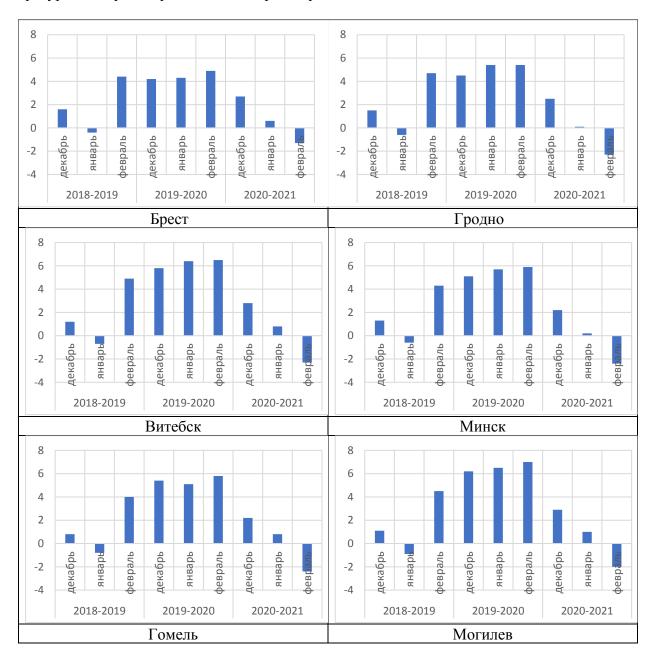


Рисунок – Отклонение температуры воздуха зимнего сезона от нормы, °С

Анализируя исследование, можно отметить, что средняя температура воздуха за зимний сезон 2018–2019 гг. составила -2,3 °C, что выше климатической нормы на 1,7 °C. Зимний сезон 2019–2020 гг. был аномально теплым, средняя температура по Беларуси составила +1,5 °C, что выше климатической нормы на 5,5 °C. Такой теплой зимы на территории Беларуси за всю историю метеонаблюдений не отмечалось ни разу. Средняя температура воздуха за зимний сезон 2020–2021 гг. составила -3,8 °C, что

выше климатической нормы на 0.2 °C. Температурный максимум в этом зимнем сезоне зафиксирован 25 февраля в г. Бресте (+15 °C), а температурный минимум – 19 февраля в г. Брагине (-29.4 °C).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Герменчук, М. Г. Изменения основных климатических параметров и повторяемость опасных гидрометеорологических явлений в Республике Беларусь / М. Г. Герменчук, В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // Материалы постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства / Центр систем. анализа и стратег. исслед. НАН Беларуси. Минск, 2010. С. 135–146.
- 2. Табальчук, Т. Г. Оценка пространственно-временных изменений температурного режима территории Беларуси с использованием данных суточного разрешения : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.03.08 / Т. Г. Табальчук ; ГНУ «Ин-т природопользования Нац. акад. наук Беларуси». Минск, 2020. 25 с.
- 3. Логинов, В. Ф. Климат Беларуси: пространственно-временные изменения и предпосылки регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. Минск: Беларус. навука, 2020. 315 с.

УДК 551.583(476)

Ю. А. БРОВКА

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси E-mail: brovka.yuliya@mail.ru

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА И ПОВТОРЯЕМОСТИ ЗАСУХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Для территории Беларуси, как и в целом для земного шара, отмечается тенденция к потеплению климата. С 1988–1989 гг. наблюдалось значительное повышение температуры в зимний сезон, а с конца 1990-х гг. – рост летних температур. Установлено и внутригодовое изменение количества осадков в Беларуси – их увеличение преимущественно в зимне-весенний период. Летом отмечается рост месячных сумм осадков в июле и уменьшение в июне и августе [1].

В условиях наблюдающегося потепления климата в Беларуси актуальным является изучение тепло-и влагообеспеченности территории, а также частоты возникновения экстремальных условий увлажнения. Значительный ущерб сельскохозяйственному производству наносят засухи из-за сложности их прогнозирования.

При оценке засушливости условий на территории Беларуси наиболее широкое практическое применение получил гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), который служит одним из используемых критериев атмосферной засухи.

Цель работы — выявить изменения пространственного распределения гидротермического коэффициента, а также повторяемости атмосферных засух на территории Беларуси с мая по сентябрь в период современного потепления климата (1989–2019 гг.) по сравнению с 1960–1988 гг.

В качестве исходных данных для ГТК использованы данные наблюдений за среднемесячной температурой воздуха и количеством осадков на 48 метеостанциях

Беларуси и 20 метеостанциях за ее пределами с 1960 по 2019 г. Для анализа изменений пространственного распределения ГТК на территории Беларуси в период потепления климата с помощью компьютерной программы в среде MALTAB методом кригинга выполнена интерполяция рассчитанных значений ГТК на метеостанциях Беларуси и приграничных метеостанциях. Получены карты пространственного изменения осредненного гидротермического коэффициента за период потепления климата (1989–2019 гг.) и предшествующий ему более прохладный период (1960–1988 гг.) в различные месяцы с мая по сентябрь.

В работе при пространственно-временном анализе ГТК использована градация, приведенная в [2], и следующие характеристики условий увлажнения территории: более 1,6 – влажные, 1,31-1,6 – оптимальные, 1,01-1,3 – слабозасушливые, 0,71-1,0 – засушливые условия, 0,40-0,7 – очень засушливые, 0,21-0,39 – сухие и 0,2 и менее – очень сухие. Для лесной зоны атмосферной засухой считаются условия увлажнения с ГТК $\leq 0,7$.

При анализе циркуляционных причин формирования засух на территории Беларуси использованы данные о продолжительности определенных элементарных циркуляционных механизмов по Б. Л. Дзердзеевскому в Северном полушарии в мае – сентябре с 1899 по 2019 г., предоставленные Институтом географии РАН (www.atmospheric-circulation.ru).

Пространственно-временные изменения ГТК на территории Беларуси. В мае в период потепления на большей части территории отмечается увеличение ГТК, особенно в восточном и юго-восточном регионах, где слабозасушливые условия сменяются оптимальными. Уменьшается ГТК до оптимальных значений на северо-западе и до более низких (слабозасушливые условия) — на крайнем западе и юго-западе Беларуси. Таким образом, в мае почти на всей территории отмечаются оптимальные условия увлажнения (ГТК = 1,31-1,6), переувлажнение в районе Новогрудской возвышенности, связанное с влиянием орографии на количество выпадающих осадков, и слабозасушливые условия в самых юго-западных районах.

В период потепления климата ГТК в июне значительно уменьшается по всей территории Беларуси, избыточное увлажнение сохраняется только на западе Витебской области. Слабозасушливые условия (ГТК = 1,1-1,3) формируются на небольших площадях на северо-западе и юго-востоке страны. Преобладают оптимальные условия увлажнения.

В июле увеличивается ГТК на большей части территории, за исключением северо-востока страны и локальных участков со слабозасушливыми условиями на юго-востоке и востоке. Избыточное увлажнение отмечается на значительной площади в северной, западной и южной частях Беларуси.

В августе в период 1989—2019 гг. наблюдается уменьшение ГТК на большей части территории (южнее 54° с. ш.): формируются слабозасушливые, а на юго-востоке (в районе Гомеля) засушливые (ГТК = 0,9-1) условия (рисунок). В предшествующий период такие значения ГТК (1,1-1,3) отмечались на небольшой площади на юге и юговостоке страны, на остальной территории – оптимальное увлажнение.

В период потепления климата в сентябре преимущественно для северной части и отдельных западных и восточных районов страны сохраняется избыточное увлажнение, однако площадь его распространения и значения ГТК уменьшаются. Увеличение увлажнения до оптимальных значений характерно для крайнего юго-запада и юго-восточной части Гомельской области; в период 1960–1988 гг. на этой территории отмечались слабозасушливые условия.

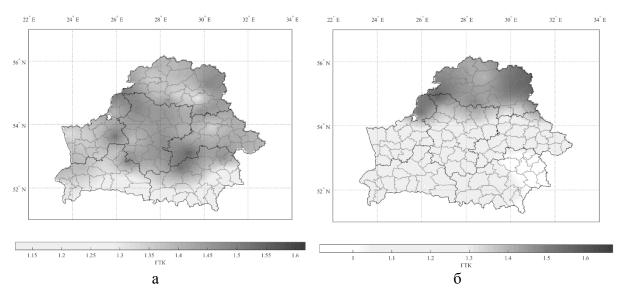


Рисунок – Пространственное изменение гидротермического коэффициента в августе в 1960–1988 гг. (а) и 1989–2019 гг. (б)

Выявлены следующие *особенности изменения повторяемости атмосферных* засух ($\Gamma TK \le 0.7$) в период потепления климата по сравнению с предыдущим периодом (1960–1988 гг.).

В мае преимущественно на метеостанциях в юго-западной, северо-западной частях страны значительно увеличивается повторяемость засух, снижение их повторяемости отмечено на востоке Беларуси и крайнем юго-востоке. Увеличение числа лет с засухами в июне наблюдается почти на всей территории Беларуси, за исключением северо-восточной и восточной частей и отдельных метеостанций в центре и на юге страны, где повторяемость засух мало изменяется или существенно уменьшается. В июле отмечается рост повторяемости засух на северо-западе и севере Беларуси, на отдельных метеостанциях в южной, центральной и восточной частях. В августе отмечается наибольшая повторяемость засух, а также ее значительный рост для большинства метеостанций во всех регионах, за исключением севера Беларуси. На метеостанции Житковичи число лет с засухой уменьшается. В сентябре отмечается увеличение повторяемости засух преимущественно на юго-западе и западе страны, крайнем севере и северо-востоке, а также заметное снижение повторяемости на востоке (метеостанция Костюковичи).

Возможные циркуляционные причины возникновения засух. Анализ пространственного распределения и циркуляционных условий формирования экстремальных засух на Европейской территории России в конце XX в., а также на юге Восточно-Европейской равнины (южнее 54° с. ш.) в начале XXI в. с использованием типизации циркуляции атмосферы Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому детально представлен в работах [3; 4].

На основании выполненного анализа динамических схем элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) С. С. Савиной и Л. В. Хмелевской [5] нами выявлены типы ЭЦМ, при которых восточная часть Европы, в том числе территория Беларуси, находится в области повышенного атмосферного давления. Засухи на территории Беларуси с мая по сентябрь могут быть связаны с арктическими вторжениями (блокирующими процессами) в Европейском секторе — (ЭЦМ 46, 10а, 10б), с отрогами Азорского антициклона (2в, 6, 7ал), стационарными антициклонами различного генезиса (2а, 3, 9а, 13л).

Выявлена тенденция к уменьшению числа дней с распространением на восток Азорского антициклона и с арктическими вторжениями в мае — сентябре на территорию Беларуси, особенно с 1960—1970 гг. Число дней со стационарными антициклонами в мае — сентябре устойчиво растет за счет увеличения с 1960-х гг. продолжительности ЭЦМ 13л, а с 1990-х гг. — ЭЦМ 2а, 3, 9а. При сохранении такой тенденции вероятность возникновения засух, связанных со стационарными антициклонами, может увеличиться.

Вопрос о циркуляционных причинах формирования атмосферных засух на территории Беларуси требует дальнейшего углубленного изучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. 2-е изд. Минск: Энциклопедикс, 2020. 264 с.
- 2. Агроклиматические ресурсы Белорусской ССР. Материалы гидрометеорологических наблюдений / под ред. М. А. Гольберга, В. И. Мельника. Минск, 1985. 451 с.
- 3. Засухи и динамика синоптических процессов на юге Восточно-Европейской равнины в начале XXI века / Е. А. Черенкова [и др.] // Аридные экосистемы. -2015. T. 21, № 2 (63). C. 5–15.
- 4. Кононова, Н. К. Характеристика экстремальных засух конца XX века / Н. К. Кононова // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2017. T. 3 (13), вып. 1. C. 35-65.
- 5. Кононова, Н. К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому / Н. К. Кононова. М. : Ин-т географии РАН, 2009. 370 с.

УДК 551.55(476-14)

А. А. ВОЛЧЕК 1 , А. В. ГРЕЧАНИК 2

¹Беларусь, Брест, БрГТУ

²Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: volchak@tyt.by; hrachanikA@tut.by

ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Введение. Белорусское Поозерье, занимающее северную часть Беларуси, отличается не только своими неповторимыми ландшафтами, но и своеобразными климатическими условиями, которые обусловлены большой пересеченностью и молодостью форм рельефа, мелкоконтурностью рельефа, неравномерностью прогревания склоновых поверхностей, что способствует возникновению конвективных потоков воздуха. Глубокий линейный врез речной долины Западной Двины и чашеобразное выравненной понижение Полоцкой низины определяют формирование ветрового режима региона, наиболее активно проявляющегося в теплый сезон. Эти факторы определяют актуальность изучения современного ветрового режима Поозерья в условиях изменяющегося климата.

Целью данной работы является оценка современных изменений скорости ветра на территории Белорусского Поозерья путем анализа временных рядов скорости ветра, осредненных за год за период инструментальных наблюдений.

Методика и объекты исследования. Исходным материалом для проведения исследования явились данные многолетних инструментальных наблюдений за скоростью ветра на метеорологических станциях Нарочь, Верхнедвинск, Витебск, Езерище, Лепель, Лынтупы, Полоцк, Сенно, Шарковщина Минского и Витебского областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период 1986—2015 гг. Данные метеорологические станции работают по программе станций ІІ разряда, измерение скорости ветра осуществляется по стандартной методике. Также в работе использованы данные справочников по климату СССР за период 1951—1965 гг. [1; 2].

В работе с использованием стандартных статистических методов определены значения коэффициентов вариации (C_v) , автокорреляции (r(1)), корреляции линейных трендов (r) и средний градиент скорости ветра $({}_{\! 4}V)$. Предварительно проведена оценка однородности временных рядов скорости ветра [3].

При статистическом анализе временных рядов использованы следующие методики: для выявлений тенденций изменений использовались хронологические графики колебаний и разностные интегральные кривые; для оценки различий в статистических параметрах использовался критерий Стьюдента и критерий Фишера. Полученное значение t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера сравнивалось с их критическим значением при заданном уровне значимости $\alpha = 5$ %. Если $t > t_{\alpha}$, принимается гипотеза статистического различия двух выборочных средних, а при $F > F_{\alpha}$ принимается гипотеза статистического различия в колебаниях рассматриваемых рядов [4]. В работе также использованы методы скользящих средних и интегральных кривых, которые широко используются для сглаживания временных рядов метеовеличин при исследовании закономерностей их колебаний [5].

Результаты и их обсуждение. В ходе анализа временных рядов величин среднегодовой скорости ветра по метеостанциям Белорусского Поозерья выявлена устойчивая тенденция снижения скорости ветра (таблица). Одной из причин уменьшения скорости ветра является рост интенсивности Северо-Атлантического колебания и увеличение повторяемости глубоких барических образований, проходящих через территорию Европы [6].

Таблица – Основные статистические параметры среднегодовых скоростей ветра за различные периоды осреднения

Матааатах	Период	Коэффициенты						
Метеостан-	осреднения,	V_{cp} ,	$C_{ m v}$	r(1)	r	$\Delta V \cdot M/c$	t-критерий;	
ция	годы	м/с	Cv			10 лет	F-критерий	
Hanayy	1951–1965	2,94	0,06	0,09	0,41	-0,7	t = 12,73;	
Нарочь	1986–2015	1,30	0,02	0,68	0,81	-0,19	F = 2,43	
D	1951–1965	3,18	0,03	0,29	0,47	-0,35	t = 2,96;	
Верхнедвинск	1986–2015	2,86	0,03	0,82	0,86	-0,31	F = 1,07	
Витебск	1951–1965	4,28	0,0	-0,05	0,51	-0,39	t = 16,35;	
Битеоск	1986–2015	2,42	0,08	0,84	0,85	-0,43	F = 0,50	
Ерорино	1956–1965	3,35	0,03	0,25	0,29	-0,33	t = 3,094;	
Езерище	1986–2015	2,92	0,07	0,89	0,76	-0,40	F = 0,60	
Потот	1951–1965	2,97	0,04	0,71	0,83	-0,65	t = 5,58;	
Лепель	1986–2015	2,37	0,04	0,75	0,77	-0,27	F = 1,29	
П	1951–1965	2,97	0,06	0,82	0,89	-0,89	t = 5,55 ;	
Лынтупы	1986–2015	2,26	0,04	0,76	0,71	-0,25	F = 2,09	

Продолжение таблицы

Пология	1951–1965	4,22	0,01	0,21	0,63	-0,51	t = 13,49;
Полоцк	1986–2015	2,52	0,06	0,85	0,93	-0,46	F = 0,71
Сенно	1951–1965	3,95	0,03	-0,01	0,40	0,33	t = 12,69;
	1986–2015	2,31	0,10	0,90	0,93	-0,51	F = 0,57
III	1951–1965	4,21	0,03	-0,03	0,39	0,31	t = 13,90;
Шарковщина	1986–2015	2,56	0,07	0,90	0,88	-0,42	F = 0,72

Примечание — Выделены статистически значимые коэффициенты корреляции. $t_{\text{кp}} = 1,68...1,81; F_{\text{kp}} = 0,42...2,80.$

Среднее значение скорости ветра на территории Поозерья за период 1986—2015 гг. составляет V_{cp} .= 2,4 м/с (рисунок). Максимальное среднегодовое значение скорости ветра наблюдалось на метеорологических станциях Витебск (1990 г.) и Езерище (2003 г.) и составило V_{max} = 3,5 м/с; минимальное среднегодовое значение наблюдались на метеорологической станции Сенно в 2014 и 2015 гг. и составило V_{min} = 1,6 м/с, размах колебаний составил $_{d}V$ = 1,9 м/с. Максимальный годовой порыв скорости ветра зафиксирован на метеорологической станции Езерище 15 июля 2000 г. и составил 31 м/с.

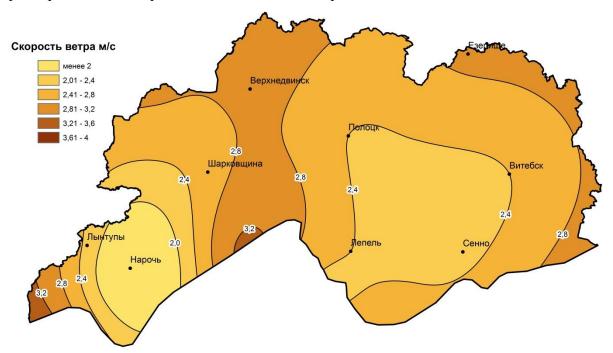


Рисунок – Средняя скорость ветра за период 1986–2015 гг.

Для всех метеорологических станций проводился сравнительный анализ полученной метеорологической информации с данными, представленными в более ранних климатических справочниках. Для оценки различий в скорости ветра использованы статистические критерии Стьюдента (оценка выборочных средних) и Фишера (оценка выборочных дисперсий). В результате анализа выборочных средних среднегодовых скоростей ветра за рассматриваемые интервалы статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha = 5$ % были установлены для всех исследуемых метеостанций. Статистически значимые различия коэффициентов вариации выявлены для метеорологических станций Витебск, Езерище, Лынтупы, Полоцк, Сенно, Шарковщина.

Годовой ход скорости ветра связан с годовым ходом интенсивности атмосферной циркуляции. В холодный период года из-за усиленной циклонической деятельности средние месячные скорости ветра больше, чем в теплый. Изменчивость средних месячных скоростей также больше в холодное полугодие. Сравнение двух исследуемых периодов показало, что внутригодовой ход среднемесячных скоростей ветра не претерпел изменений: наименьшие скорости характерны для июля – августа, наибольшие скорости характерны с ноября по февраль.

В ходе работы проанализирована повторяемость различных значений скорости ветра. Для Белорусского Поозерья наиболее характерны слабые ветры (2-5 м/c), их доля составляет 63.8% от всех ветров. Доля тихих ветров и штилевых условий составляет 32.0%, умеренных ветров – 4.1%. Сильные ветры со скоростью более 10 м/c составляют лишь сотые доли процента и чаще фиксируются на метеорологических станциях Шарковщина, Верхнедвинск, Езерище.

Выводы. В работе дан анализ изменений основных характеристик ветровых условий территории Белорусского Поозерья. Проведено сравнение характеристик скорости ветра за два периода — 1951—1965 и 1986—2015 гг. Выявлена устойчивая тенденция снижения среднегодовых скоростей ветра на всей исследуемой территории с 3,6 м/с до 2,4 м/с. Годовой ход скорости ветра не претерпел существенных изменений, отмечено увеличение доли тихих и слабых ветров, которая составляет 63,8 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Справочник по климату СССР: Белорусская ССР: Метеорологические данные за отдельные годы. Обнинск : ВНИИГМИ МИД, 1975. Ч. III, т. II : Скорость ветра. 1975. 473 с.
- 2. Справочник по климату СССР: Белорусская ССР: Метеорологические данные за отдельные годы. Обнинск : ВНИИГМИ МИД, 1975. Ч. III, т. I : Направление ветра. 1975. 593 с.
- 3. Волчек, А. А. Пространственно-временные колебания и оценка однородности временных рядов среднегодовой скорости ветра для территории Беларуси / А. А. Волчек, А. В. Гречаник // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. 2019. № 1. С. 76—84.
- 4. Бурлибаев, М. Ж. Колебания уровня воды озера Балхаш в условиях изменяющегося климата / М. Ж. Бурлибаев, А. А. Волчек, Д. М. Бурлибаева // Гидрометеорология и экология. 2017. №2. С. 46–65.
- 5. Логинов, В. Ф. Климатические исследования в институте / В. Ф. Логинов // Природопользование : сб. науч. тр. / Ин-т природопользования НАН Беларуси ; гл. ред. А. К. Карабанов. Минск, 2012. Вып. 22. С. 123–140.
- 6. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. Минск : ТетраСистемс, 2008. 496 с.

УДК 551.49(476)

О. И. ГРЯДУНОВА, Д. Н. СОЛОХА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина E-mail: gryadunova@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА БЕРЕЗИНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

В связи с изменением климата, увеличением антропогенной нагрузки на сами реки и их водосборы особую актуальность приобретает изучение ресурсов поверхностных вод Беларуси в современных условиях. Особое внимание необходимо уделить изучению вопросов внутригодового распределения речного стока (минимальных, максимальных расходов рек), высших и низших уровней воды в реках, так как анализ данных наблюдений гидрометеорологических станций в Беларуси выявил пространственно-временные изменения элементов климата, и в первую очередь температуры воздуха (увеличение на 0,5 °C каждые 10 лет) и количества атмосферных осадков (незначительное уменьшение). Среднегодовая температура воздуха за 1989–2020 гг. превысила климатическую норму на 1,3 °C [1].

Такие гидрологические характеристики рек, как расходы воды (максимальный, минимальный, среднегодовой), уровни воды (высшие и низшие), представляют большой практический интерес. Они учитываются при решении водохозяйственных задач: проектирование гидростанций для выработки энергии, водоснабжение городов, сельских населенных пунктов, водного транспорта; оценка увеличения выноса минеральных и органических веществ в реки-водоприемники, для расчетов сброса сточных вод и самоочищения воды в реках, определение возможности судоходства и лесосплава и особенно при решении важнейшей проблемы, связанной с мелиорацией земель. Максимальные и минимальные расходы могут выступать как стихийные явления и процессы, что крайне негативно воздействует на жизнь и деятельность человека.

Цель настоящей работы — оценка современной трансформации поверхностного и подземного стока р. Березина и ее притоков, обусловленных изменением климата, и выявление их региональных особенностей.

Анализ современных изменений годового, поверхностного стока р. Березина выполнен методом географического сравнения. Использованы данные по стоку за 1881—2020 гг. 11 гидрологических постов, действующих на четырех реках, с естественным или условно-естественным режимом. Привлеченные к анализу ряды наблюдений являются репрезентативными, поскольку их длина составляет более 80 лет и они содержат несколько фаз различной водности. Годовые значения подземного стока были определены как среднее арифметическое среднемесячного минимального зимнего и летне-осеннего расходов воды [1].

Для определения норм климатических показателей в условиях современных изменений климата Всемирная метеорологическая организация (ВМО) рекомендует использовать 30-летние периоды. При оценке изменений климата за базовый принят период с 1961 по 1990 г. Согласно рекомендациям ВМО, нормы климатических показателей каждые 10 лет должны быть рассчитаны заново. В работе были рассчитаны среднегодовые температуры, среднегодовое количество осадков, среднегодовой сток и подземный сток для следующих периодов: до 1960 г., 1961–1990 гг., 1991–2020 гг.

Березина — река в Беларуси, правый приток Днепра, бассейн Черного моря. Самая длинная по протяженности река, которая полностью протекает по территории Беларуси. Третий по длине правый приток Днепра после Припяти и Десны. Длина реки 613 км, площадь водосбора 24 500 км². Форма бассейна грушевидная. Наибольшая длина бассейна составляет 312,8 км, средняя ширина бассейна — 78,3 км, наибольшая ширина — 153 км. Коэффициент асимметрии водосбора составляет — 1,7 [2]. Особенности водного режима Березины следующие: высокие паводки поздней осенью и спад их в период ледостава; значительная природная зарегулированность стока; весеннее половодье обычно проходит одной, при затяжном таянии снегов — несколькими волнами.

Как уже отмечалось, за базовый период принят 1961–1990 гг., поэтому вначале осуществлено сравнение среднемноголетних значений годового стока с соответствующими величинами стока, рассчитанными за период до 1960 г. (таблица).

Таблица – Изменения стока	р. Березина в створах	к (Борисов	. Бобруйск)

	Период	д осредне	Изменения			
Параметры	до 1960 г.	1961-	1991–	характери-		
		1990 гг.	2020 гг.	стик стока		
Температура, °С	5,5	5,6	6,9	0,1	1,3	
Осадки, мм	665	648	649	-17	1	
Среднегодовой сток (Борисов), м ³ /с	37,2	34,6	35,0	-2,6	0,4	
Среднегодовой сток (Бобруйск), м ³ /с	114,9	117,6	116,1	2,7	-1,5	
Подземный сток (Борисов), м ³ /с	16,1	17,8	18,8	1,7	1	
Подземный сток (Бобруйск), м ³ /с	49,5	57,4	62,9	7,9	5,5	
Минимальный летне-осенний сток (Борисов), M^3/c	16,5	17,6	16,0	1,1	-1,6	
Минимальный летне-осенний сток (Бобруйск), M^3/c	53,2	59,5	57,7	6,3	-1,8	
Минимальный зимний сток (Борисов), m^3/c	15,8	18,0	21,8	2,2	3,8	
Минимальный зимний сток (Бобруйск), m^3/c	45,8	55,3	68,0	9,5	12,7	

Из таблицы видно, что температура в бассейне р. Березина растет, количество осадков уменьшается. Тенденции изменения среднегодового стока в верхнем и нижнем течении противоположны. В верхнем течении среднегодовой сток уменьшился по сравнению с периодом до 1960 г., а с 1991 по 2020 г. увеличился, но незначительно, в нижнем течении – наоборот.

Подземный сток на р. Березина увеличивается, особенно это проявляется в нижнем течении.

Минимальный летне-осенний сток увеличился с 1961 по 1990 г. по сравнению с предыдущим периодом, но с 1991 по 2020 г. стал уменьшаться, что может быть связано с повышением температуры воздуха в летний период, уменьшением количества осадков и увеличением числа засух. Минимальный зимний сток имеет тенденцию к постоянному увеличению, что связано с увеличением количества оттепелей и увеличением доли осадков в жидком виде.

Исследования, выполненные в различных регионах, показывают, что в условиях изменения климата в бассейнах рек изменился режим рек, изменились даты начала

и окончания фаз водного режима. Из рисунка видно, что самые большие половодья (более $150 \text{ m}^3/\text{c}$) по расходам воды приходятся на период до 1960 г. и наблюдались в 1922, 1928, 1932, 1947, 1951, 1953, 1956, 1958 гг. (за весь период наблюдений 8 половодий из 11).

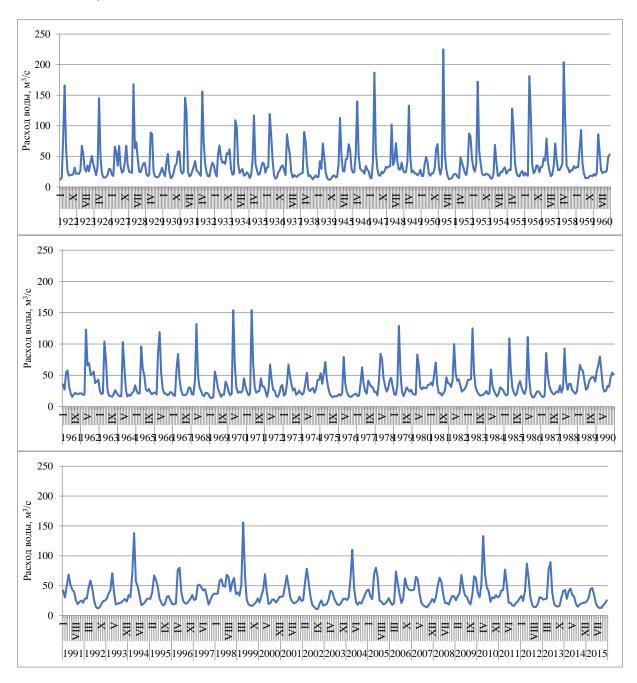


Рисунок – Гидрограф р. Березина створ г. Борисов

Паводки, в отличие от половодий, могут формироваться по несколько раз в году и на территории бассейна Березины бывают почти ежегодно. Высота паводков в среднем составляет 0,4–0,7 м над уровнем межени. В отдельные годы высота летних паводков может достигать до 4–7 м над меженным уровнем. Наибольшие дождевые паводки на р. Березина – г. Борисов были в 1927, 1937, 1952 и 1962 гг.

В результате выполненных исследований установлено, что поверхностный сток р. Березина уменьшился, а подземный сток увеличился. Для минимального стока в зимний период характерно увеличение, а в летне-осенний период — уменьшение. Расходы весеннего половодья уменьшились. Все это свидетельствует о том, что в связи с изменением климата уменьшилась неравномерность внутригодового распределения речного стока. Уменьшение весеннего половодья может вылиться в проблему наполнения водохранилищ во время весеннего половодья, если уровни воды небольшие и вода не будет выходить на пойму, то будут нарушаться естественные условия затопления и гнездования околоводных птиц. Уменьшение расходов летне-осеннего минимального стока может привести к обмелению и пересыханию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2006—2019 годы. Минск : Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактив. загрязнения и мониторингу окружающей среды, 2007—2020.
- 2. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў / маст.: Ю. А. Тарэеў, У. І. Цярэнцьеў. Мінск : БелЭн, 2007. 480 с.

УДК 551.79:561(476)

Я. К. ЕЛОВИЧЕВА

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: yelovicheva@yandex.ru

УНИКАЛЬНОСТЬ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ НА ПРОТЯЖЕНИИ ГЛЯЦИОПЛЕЙСТОЦЕНА

В процессе подготовки фундаментальной монографии по представительству геологических разрезов палинологической базы данных Беларуси на территории севера региона в пределах бассейна Западной Двины [1; 2] было установлено, что ее важной особенностью является наличие редких разрезов и отвечающих им типов диаграмм с несколькими климатическими оптимумами, а также органогенных толщ двух разновозрастных межледниковий (таблица).

Таблица – Представительство палинологически изученных геологических разрезов с двумя межледниковыми горизонтами в бассейне Западной Двины

Наименование разреза	Возраст отл	ожений,	Глубина	МИС	
тинменование разреза	число опти	имумов	залегания, м		
1. Горбашица (скв. 2)	mr igl	(2 опт.)	32,5–40,6	5	
	межледниковы	$e Q_1/Q_2$	132,2-138,8	15–19	
2. Почтари (скв. 1-п)	mr igl		28,65–38,5	5	
	sk igl		84,43-87,9	7	
3. Подкастельцы (скв. 15)	mr igl		23,2–27,6	5	
	a igl		137,5–151,0	11	
4. Болдовки (скв. 19)	mr igl	(2 опт.)	17,4–30,85	5	

Продолжение таблицы

5. Обухово (расч. 3)	sk igl	(2 опт.)	4,3–7,10	7
6. Мосар (скв. 9)	a igl	(2 опт.)	80,0-81,2	11
7. Несино (скв. 22)	a igl	(3 опт.)	117,5–133,0	11
8. Пушкари (скв. 25)	isk igl	(3 опт.)	60,4–66,6	13
	br gl		66,6–67,7	14
9. Полоцк (скв. 16)	ych gl		22,1-28,9	10
	a igl		28,9–44,9	11

В этом отношении территория Подвинья на Беларуси представляет собой большой интерес с позиции природного наследия в виде геологических разрезов с разнообразной характеристикой флоры и растительности за последние 800 тыс. лет, что существенно влияет на обновление стратиграфических схем региона.

Так, в разрезе **Горбашица (скважина 2)** отложения нижней части разреза характеризуют межледниковье раннего/среднего гляциоплейстоцена (Q-1-2), а верхней – муравинское (рисунок 1) с двумя климатическими оптимумами в соответствии с фазами развития растительности (mr-3 – mr-9-c) под влиянием изменения климата.

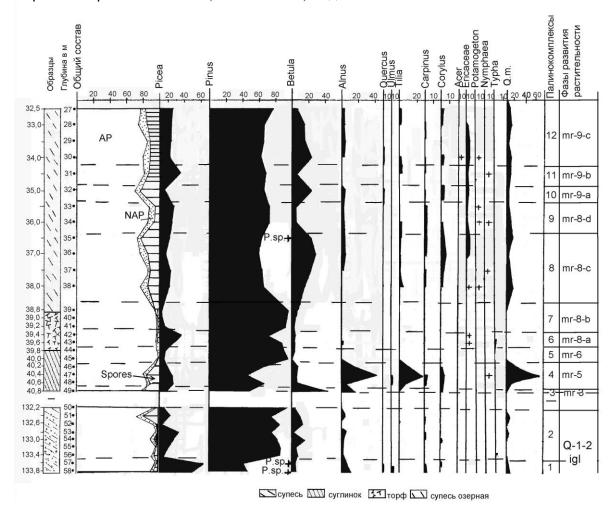


Рисунок 1 — Пыльцевая диаграмма отложений у д. Горбашица (скважина 2). Анализ Э. П. Кобец

В разрезе **Почтари (скважина 1-п)** также вскрыто два межледниковых горизонта: верхняя муравинская органогенная толща (фазы mr-1-mr-10 с двумя (ранним и средним) оптимумами; рисунок 2) и нижняя шкловская (фазы sk-1-sk-4; рисунок 3), разделенные мореной сожского оледенения.

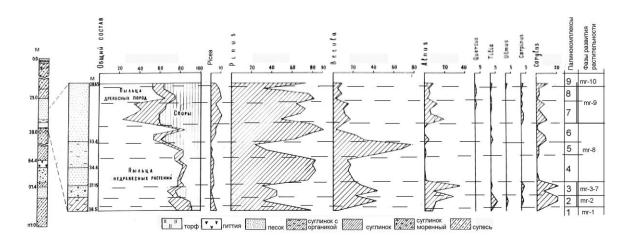


Рисунок 2 – Пыльцевая диаграмма отложений из верхней органогенной толщи у д. Почтари (скважина 1-п). Анализ Н. Ф. Тылиндус

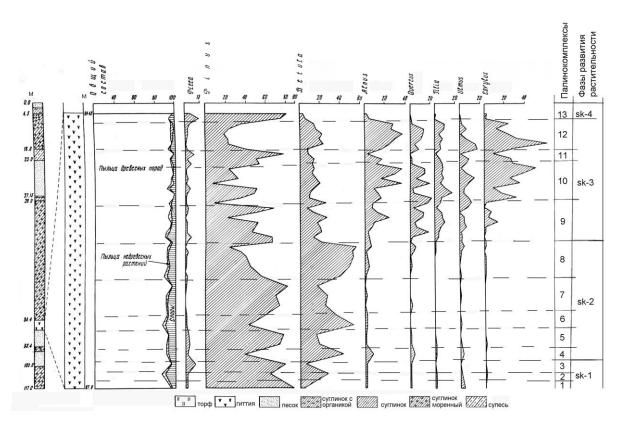


Рисунок 3 — Пыльцевая диаграмма отложений из нижней органогенной толщи у д. Почтари (скважина 1-п). Анализ Н. Ф. Тылиндус

Разрез **Подкастельцы** (скважина 15) представляет интерес по наличию двух органогенных слоев: нижнего, принадлежащего к александрийскому межледниковью

(рисунок 4) в соответствии с фазами развития растительности (a-4-а – a-7) под влиянием изменением климата, и верхнего, характеризующего начало муравинского межледниковья (рисунок 5), которые разделены слоями среднеплейстоценовых днепровской и сожской морен.

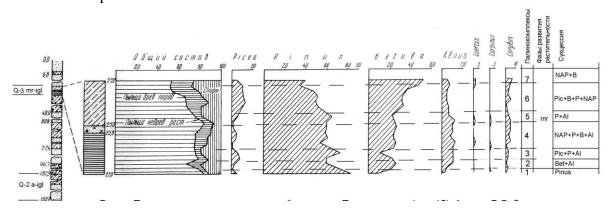


Рисунок 4 – Пыльцевая диаграмма отложений у д. Подкастельцы (скважина 15). Анализ Р. Д. Степанюк

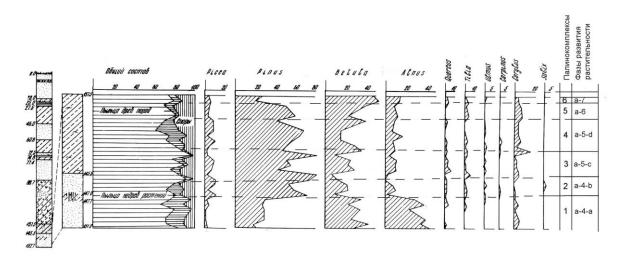


Рисунок 5 – Пыльцевая диаграмма отложений у д. Подкастельцы (скважина 15). Анализ Е. И. Шириной

Сложность палеогеографической обстановки межледниковий гляциоплейстоцена на севере региона подтверждается наличием на палинологических диаграммах двух оптимумов в муравинское межледниковье (Горбашица, Болдовки), двух оптимумов в шкловское (Обухово), двух (Мосар) и даже трех максимумов (Несино) в александрийское межледниковье, трех оптимумов в ишкольдское межледниковье (Пушкари) с интервалами межоптимальных похолоданий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еловичева, Я. К. Геологические разрезы гляциоплейстоцена и голоцена Беларуси [Электронный ресурс] : в 5 т. / Я. К. Еловичева, Е. Н. Дрозд. — Минск : БГУ, 2020. — Т. 2 : Бассейн Западной Двины. — 306 с. — Режим доступа: https://elib.bsu.by/handle/123456789/247963.

2. Еловичева, Я. К. Палинология Беларуси [Электронный ресурс] : в 4 ч. / Я. К. Еловичева. — Минск : БГУ, 2018. — 831 с. — Режим доступа: http://elib.bsu.by/handle/123456789/212051].

УДК 630.161.32

П. О. ЗАЙКО, С. А. ЛЫСЕНКО

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси E-mail: Polly LO@tut.by

МОДЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Территория Белорусского Полесья является одним из наиболее показательных регионов для исследования общемировых и региональных климатических изменений. Под действием естественных и антропогенных факторов в пределах данного региона произошли существенные изменения не только температурно-влажностного режима, но и структуры растительного покрова [1].

Немаловажное влияние на темпы климатических изменений в регионе оказала осушительная мелиорация, проводившаяся на территории Белорусского Полесья во второй половине прошлого столетия. Мелиорация привела к изменению теплофизических свойств подстилающей поверхности, уменьшению уровня грунтовых вод и изменению растительного покрова территории. Несмотря на работы по обводнению ранее осушенных территорий в 2000-х гг., на части территории Белорусского Полесья наблюдаются необратимые процессы – разрушение верхнего плодородного слоя почвы (бывший торф) и иссушение.

В связи с быстрыми и во многом нежелательными последствиями изменения климата и природной среды Полесья важное значение имеет прогнозирование агроклиматических условий в этом регионе при различных сценариях землепользования.

В данной работе проводятся попытки оценить влияние изменения структуры землепользования (облесение, обезлесивание, обводнение) на характеристики метеорологических полей на территории Белорусского Полесья в летний период (лето 2015 г.) с помощью численной модели прогноза атмосферных процессов WRF.

Авторами проводился ряд численных экспериментов по замене подстилающей поверхности модели на территории Белорусского Полесья: 1) облесение, 2) обезлесивание, 3) орошение [2].

Материалы и методы. Для моделирования метеорологических полей на территории Белорусского Полесья с различными сценариями землепользования использовалась численная модель прогноза атмосферных процессов WRF (Weather Research and Forecasting).

Модель WRF позволяет прогнозировать метеорологические поля с заблаговременностью от нескольких часов до нескольких лет (климатические прогнозы), учитывая не только изменения атмосферной циркуляции в пределах моделируемого региона, но и параметры подстилающей поверхности (типы землепользования, индекс листовой поверхности, доля растительного покрова, альбедо и др.).

В настоящее время в модели WRF существуют два набора данных о структуре землепользования: USGS, содержащий усовершенствованные данные радиометра высокого разрешения (AVHRR) (24 основных класса и 3 городских); MODIS, представляющий данные наблюдений спектрорадиометра среднего разрешения (20 классов). Максимальное пространственное разрешение обоих наборов – 15".

Авторами проводился ряд численных экспериментов, включающих моделирование метеорологических условий на территории Беларуси для летнего периода 2015 г. (1 апреля - 31 сентября) с пространственным разрешением 9 км, с заменой классов землепользования в регионе Белорусского Полесья. В качестве базовых использовались оба упомянутых класса землепользования: MODIS, USGS. Для каждого эксперимента проводились два расчета с оригинальным набором классов подстилающей поверхности и с заменами: 1) облесение (пахотные земли (MODIS) \rightarrow лес); 2) обезлесение (лес (MODIS) \rightarrow пахотные земли); 3) обводнение (пахотные земли с недостаточным увлажнением (USGS) \rightarrow орошаемые пахотные земли)).

В качестве начальных и граничных боковых условий для запуска модели WRF использовались данные реанализа ERA 5. В результате моделирования были получены прогнозы метеорологических полей через каждые 12 ч за период с 1 апреля по 31 сентябрь для территории Беларуси.

Для оценки влияния изменения типа землепользования проводился расчет среднего значения температуры воздуха на 2 м, потоков явной и скрытой теплоты, количества осадков и др. Отдельно проводилась оценка для ночного и дневного периодов.

Выбор лета 2015 г. обусловлен значительной изменчивостью его погодных условий, с наличием как жарких дней и засух (июнь, август), так и дней со значительным количеством конвективных осадков. Моделируемая область, в которой проводилась замена (Гомельское Полесье) в оригинальной структуре землепользования, представлена пахотными и лесными территориями (смешанные, хвойные леса).

В результате первого (облесение) и второго (обезлесение) численных экспериментов выявлено, что процессы облесения сельскохозяйственных земель привели к падению средней приземной температуры до -0.3 °C за летний период, а обезлесивание к росту до +0.2 °C.

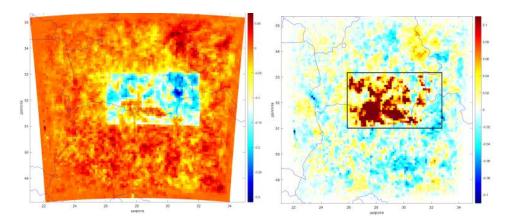


Рисунок 1 — Карта разницы средних приземных температур (°C) за период апрель — октябрь 2015 г., слева — «облесение», справа — «обезлесивание»

Максимальное падение температуры в эксперименте «облесения» наблюдается в районе, где активно идут процессы аридизации климата. Для «обезлесения», наобо-

рот, наблюдается рост температур, наиболее высокие значения характерны для территорий с густыми хвойными лесными массивами и заболоченных территорий. При анализе структуры изменения температуры по суткам и месяцам выявлено, что наличие дополнительных территорий с лесной растительностью уменьшило амплитуды среднемесячных и среднесуточных температур -0.4 °C и 5 °C соответственно, особенно для засушливых периодов. «Обезлесение» дало противоположный эффект.

Характер температурного режима для различных типов подстилающей поверхности (лес – пашня) обусловлен различиями радиационного и энергетического баланса территории и, как следствие, разницей в вертикальных потоках тепла, влаги и импульса. В процессе «облесения» произошло увеличение затрат внутренней энергии на испарение, при «обезлесении» – его сокращение.

Для третьего эксперимента («обводнение») с заменой засушливых пахотных территорий на орошаемые замена дала уменьшение средней приземной температуры до $0.7~^{\circ}$ С (июнь), за летний период $-0.4~^{\circ}$ С. В свою очередь, данный сценарий позволил смоделировать условия обводнения сельскохозяйственных территорий, испытывающих недостаток влаги в вегетационный период.

Оценка распределения количества осадков не дает таких однозначных результатов: для части территорий с увеличением обводненности возросло и количество осадков (до 10 %), но весьма неоднородно и локально. Для других территорий наблюдается процесс их незначительного сокращения. Наибольший эффект прослеживается для регионов, расположенных юго-восточнее заменяемых. В данном случае можно говорить об определенном блокировании и задержке конвективных осадков на облесенных и орошаемых территориях.

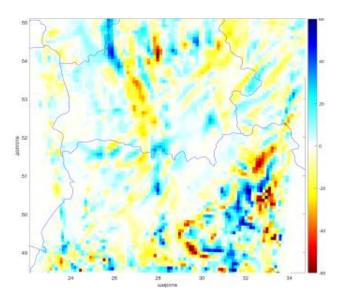


Рисунок 2 — Карта разницы среднего количества конвективных осадков (мм) за период апрель — октябрь 2015 г. при сценарии «обводнение»

В результате экспериментов выявлено, что в процессе «облесения» и «обводнения» (орошения) на засушливых территориях может наблюдаться незначительное снижение приземных температур до $0.3~^{\circ}$ С, при обезлесении – их повышении до $0.2~^{\circ}$ С. Для всех метеорологических полей наблюдаются изменения в пределах $6-7~^{\circ}$ % от средних значений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. 2-е изд. Минск: Энциклопедикс, 2020.-264 с.
- 2. Оценка влияния изменения лесистости центрального региона Восточно-Европейской равнины на летние погодные условия / А. В. Ольчев [и др.] // Фундам. и приклад. климатология. -2017.-T.4.-C.79-101.

УДК 551.5:631.559.2:633.1(476)

Г. А. КАМЫШЕНКО

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси E-mail: kamyshenka@tut.by

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В БЕЛАРУСИ

Растениеводство является наиболее климатозависимой отраслью сельского хозяйства, поскольку возделываемые культуры весь период вегетации открыты погодным влияниям, а производство рассредоточено на огромных площадях. Наблюдаемое потепление климата приводит к изменению плодородия почв и условий производственной деятельности в растениеводстве, что неизбежно влечет необходимость изменения сельскохозяйственной специализации. Изменение основных агроклиматических характеристик требует разработки соответствующих планомерных мер адаптации сельскохозяйственного производства, включающих структурную перестройку сельскохозяйственных угодий и пахотных земель, внедрение позднеспелых и, как правило, более урожайных сортов.

Выбор зерновых и зернобобовых культур в качестве предмета исследования обусловлен их доминированием в структуре посевных площадей Беларуси. Так, в 2019 г. их удельный вес в общей посевной площади составил 41,6 %, при этом наибольшие площади в структуре зерновых и зернобобовых культур были выделены под посевы пшеницы (11,8 %). В работе использованы материалы Республиканского гидрометеоцентра и Национального статистического комитета Республики Беларусь за 1960–2019 гг. В исследовании реализован алгоритм построения малопараметрических моделей урожайности сельскохозяйственных культур, учитывающий климатообусловленную составляющую продуктивности, подробно описанный в [1].

На рисунке 1 представлен график динамики изменчивости урожайности зерновых и зернобобовых культур с посевных площадей в Беларуси за период с 1960 по 2019 г. с полиномиальным трендом третьей степени. Трендовая составляющая, определяемая агротехническими факторами, характеризуется высоким коэффициентом детерминации, равным 0,77. На графике четко видна положительная динамика происходящих изменений.

Зерновые и зернобобовые культуры в Беларуси включают рожь, пшеницу, тритикале, ячмень, овес, гречиху, кукурузу на зерно, просо и прочие зерновые культуры, а также зернобобовые, среди которых вика, горох и др., поэтому оценки продуктивности всего комплекса указанных культур и их зависимости от изменяющихся агроклиматических показателей носят весьма обобщенный характер.

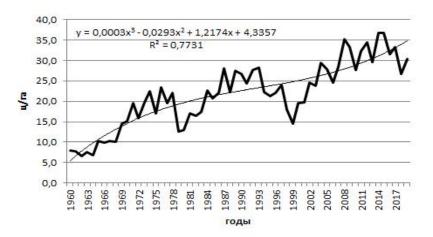


Рисунок 1 — Динамика изменчивости урожайности зерновых и зернобобовых культур в Беларуси за период с 1960 по 2019 г. с полиномиальным трендом

Анализ структуры посевных площадей, выделенных под зерновые и зернобобовые культуры, показал значительные изменения, произошедшие в последние годы, что обусловлено адаптацией растениеводства к изменяющимся погодно-климатическим условиям. Значительно увеличились в процентном отношении выделенные посевные площади под пшеницу (с 6,6 % в 2005 г. до 11,8 % в 2019 г.) и кукурузу на зерно (с 0,7 до 3,3 %), в меньшей степени это коснулось тритикале (с 6,7 до 7,8 %). Уменьшились в процентном отношении посевные площади, выделенные под посевы ржи, ячменя, овса.

Урожайность сельскохозяйственных культур представляется следующим образом:

$$Y(t) = Y_{TP}(t) + \Delta Y(t), \tag{1}$$

где Y(t) – расчетная урожайность культуры в календарном году, ц/га; $Y_{\text{тp}}(t)$ – трендовая составляющая расчетной урожайности культуры в календарном году, ц/га; $\Delta Y(t)$ – климатическая составляющая расчетной урожайности культуры в календарном году, ц/га.

Трендовая составляющая продуктивности исследуемых культур (в соответствии с графиком на рисунке 1) описывается следующей функцией:

$$Y_{TP}(t) = 0.0003t^3 - 0.0293t^2 + 1.2174t + 4.3357,$$
 (2)

где t – год по порядку (начало – 1960 г.).

Наиболее значимые отрицательные климатообусловленные отклонения урожайности зерновых и зернобобовых культур произошли в 1979, 1980, 1998–2001, 2018 и 2019 гг., особенно значительные потери пришлись на 1999 и 2018 гг. Следует отметить, что 1999 г. характеризуется наличием значительного количества дней с температурой, превышающей 25 °С и значением гидротермического коэффициента, равным 1,1 (82 засушливых дня), а также весенними заморозками. Урожайность зерновых и зернобобовых культур в этот год оказалась крайне низкой и составила в сельскохозяйственных организациях в среднем по республике 14,5 ц/га. По данным Белгидромета, на протяжении всего 2018 г., за исключением февраля и марта, наблюдались положительные аномалии температуры воздуха. В мае и июне по югу страны отмечалась почвенная засуха, кроме того, в этот период на территории республики в воздухе и на почве были заморозки, что также повлияло на урожайность сельскохозяйственных культур.

Анализ данных наиболее эффективен, когда их гистограмма близка к нормальному распределению. Временной ряд отклонений фактической урожайности от трендовой составляющей подчиняется нормальному закону распределения, что показано на построенной гистограмме (рисунок 2).

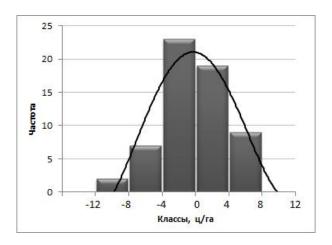


Рисунок 2 — Гистограмма распределения отклонений фактической урожайности зерновых и зернобобовых культур от тренда

Посредством выполнения регрессионного анализа значимой связи урожайности с атмосферными осадками не выявлено, установлена зависимость продуктивности культур от температурного режима территории, определяющими явились весенние температуры (март – апрель) (рисунок 3).

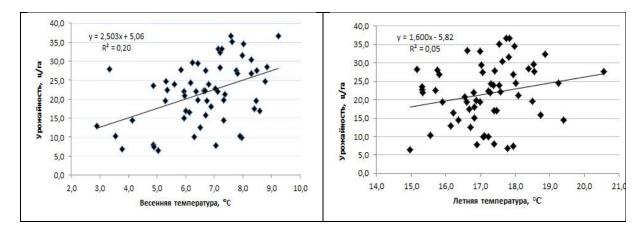


Рисунок 3 — Регрессионные модели зависимости урожайности зерновых и зернобобовых культур от температуры воздуха

Климатическую составляющую урожайности зерновых и зернобобовых культур рассчитаем по следующей регрессионной модели:

$$\Delta Y(t) = 0.344 \Delta T_3 - 0.733 \Delta T_4 - 0.386, \tag{3}$$

где ΔT_i — отклонение месячных значений температуры от климатической нормы, i — порядковый номер месяца в конкретный год, t — год по порядку.

Подставив результаты, полученные по уравнениям (2) и (3), в уравнение (1), получим расчетную урожайность зерновых и зернобобовых культур (рисунок 4).

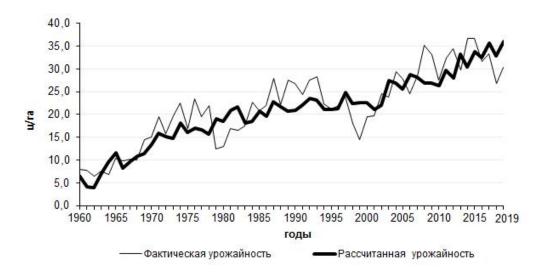


Рисунок 4 — Фактическая и рассчитанная динамика урожайности зерновых и зернобобовых культур в период с 1960 по 2019 г.

Построенная малопараметрическая модель является адекватной, о чем свидетельствует высокая корреляционная связь фактической и расчетной урожайности культур, коэффициент корреляции равен 0,88.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов, В. Ф. Оценка влияния климатических факторов на динамику урожайности основных сельскохозяйственных культур в Брестской области / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Ан. А. Волчек // Природ. Ресурсы. -2006. -№ 3. - C. 5-22.

УДК 504.7

Н. В. КЛЕБАНОВИЧ

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: N Klebanovich@inbox.ru

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

Последние 3—4 десятилетия в Беларуси происходит определенное потепление, о чем свидетельствуют метеорологические наблюдения. Оно оказалось самым мощным за всю историю инструментальных наблюдений; подавляющее число самых крупных среднегодовых температурных аномалий отмечено в последние 30 лет; за последние 40 лет средняя глобальная температура росла примерно втрое быстрее, чем за последние 100 лет [1]. Самым весомым аргументом обычно считают увеличение содержания парниковых газов в атмосфере.

Но нет четких доказательств того, что это потепление носит антропогенный характер. В течение геологической истории Земли ее климат подвергался сильным

колебаниям без антропогенного влияния, причем преобладали длительные отрезки времени с более теплым климатом по сравнению с современным. Даже в самый холодный отрезок кайнозоя, в олигоцене (25–37 млн лет назад), было на 2,8 °C теплее, чем сейчас [1].

Особый интерес представляет климатический оптимум голоцена — атлантический период (около 8,5–5,5 тыс. лет назад) [2]. В это время среднегодовые температуры воздуха в умеренных широтах Северного полушария были выше современных на 2–3 °C, а годовые суммы атмосферных осадков превышали современные значения на 75–100 мм.

Известны три основных направления антропогенного влияния на климатическую систему Земли: рост концентрации парниковых газов в атмосфере, изменение влагооборота над сушей и изменение распределения альбедо участков поверхности [2]. Современное глобальное потепление многие связывают с беспрецедентным ростом концентрации парниковых газов (главным образом, углекислого газа) в атмосфере, с аномальным усилением парникового эффекта и, как следствие, с ростом глобальной температуры с 1950-х гг. ХХ в.

Сельское хозяйство среди отраслей хозяйства сильнее всего зависит от климата. Его уязвимость, обусловленная воздействием опасных метеорологических явлений, в значительной мере определяет величину суммарного ущерба экономики страны. Климат выступает и как базовый для этого вида деятельности природный ресурс, и как фактор риска для производителей аграрной продукции.

Сельское хозяйство наиболее ярко ощущает на себе изменение климата в засушливых условиях. Так, У. Клайн [3] прогнозирует к 2080 г. увеличение на 5–15 % продуктивности по всей Европе (кроме Испании). На юго-востоке США планируется снижение 15–25 %, но на северо-востоке США, в более высоких широтах – адекватное увеличение продуктивности.

Агроклиматические условия на территории Беларуси достаточно благоприятны для развития сельского хозяйства. На территории Беларуси продолжительность вегетационного периода в пределах страны изменяется от 190 до 220 дней, сумма активных температур воздуха составляет 2200–2700 °C, годовая сумма осадков колеблется от 380 мм до 730 мм, что позволяет возделывать почти все культурные растения умеренных широт.

Главным недостатком нашего климата является неустойчивость погодных условий: их значительные колебания приводят к возникновению явлений, неблагоприятно отражающихся на развитии растений, вызывающих их повреждение или даже полную гибель. Это обусловливает колебания продуктивности сельского хозяйства в Беларуси как минимум на 20 %. Так, средний валовой сбор зерна в Беларуси в последние 25 лет составляет около 7 млн т, но в неблагоприятные по погодным условиям годы он снижается до 5,5 млн т (в 1999 г. даже до 3,5 млн т), а в благоприятные — возрастает до 9,5 млн т, как в 2014 г. Наблюдаемый рост теплообеспеченности сельскохозяйственных культур в целом явно способствует повышению продуктивности белорусских земель.

За последние 30 лет произошло значительное увеличение суммы активных температур, наблюдается устойчивая тенденция увеличения продолжительности беззаморозкового периода, вегетационного периода. Важно, что при этом не уменьшилось количество осадков, их достаточно, но нельзя не отметить неравномерность их выпадения. Недобор осадков отмечается главным образом в теплое время года в июне и особенно в августе, а майский – июньский недостаток влаги сильнее всего сказывается на продукционном процессе растений.

Теплообеспеченность сельскохозяйственных культур выросла настолько, что произошло изменение границ агроклиматических областей. Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая область.

Главные позитивные последствия потепления климата для сельского хозяйства Беларуси – повышение эффективности растениеводства и животноводства за счет увеличения продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода, более раннее наступление сроков сева яровых культур, ускорение созревания зерновых культур и сроков их уборки. Потепление открывает и новые возможности – расширение посевов пожнивных культур и появление условий для выращивания более требовательных к теплу культур: кукуруза на зерно, просо, сорго, бахчевые, подсолнечник, соя, виноград.

У глобального потепления есть негативные последствия: повысился риск повреждения озимых культур от вымокания, выпревания, вымерзания (при отсутствии снежного покрова). Из-за августовского дефицита влаги хуже формируется урожай поздних культур, особенно корнеклубнеплодов и капусты. Могут существенно снизить урожай и экстремальные климатические условия (засуха, заморозок, высокие и низкие температуры, градобитие, ливни и т. д.), но явления эти обычно не затрагивают обширных площадей. Наибольшую угрозу для сельского хозяйства Беларуси в условиях потепления предположительно представляют засухи.

Отдельно хочется остановиться на такой тенденции, как «ускорение естественного разложения органического вещества почвы при более высоких температурах воздуха и, как следствие, снижение ее плодородия» [1]. С этим утверждением трудно согласиться, скорее наоборот, должно улучшаться гумусонакопление, так как вырастет количество опада и появится сравнительно сухой и теплый отрезок во второй половине лета, когда замедлится разложение органического вещества и усилится полимеризация промежуточных продуктов разложения с образованием гумусовых веществ. Именно этот аспект обычно фигурирует в литературе как объяснение повышенной гумусированности черноземных почв.

- В Научно-практическом центре по земледелию НАН Беларуси разработаны основы оптимизации земледелия в условиях изменяющегося климата [1]. Основными являются, по нашему мнению, следующие мероприятия:
- выведение, районирование и возделывание новых урожайных сортов с более продолжительным сроком вегетации, расширение их разнообразия;
- оптимизация соотношения посевов озимых и яровых зерновых культур в пользу озимых;
- увеличение в структуре посевных площадей удельного веса более теплолюбивых и засухоустойчивых культур (кукурузы, сорго, сои и др.);
 - расширение посевных площадей пожнивных культур;
- расширение посадок овощных и плодово-ягодных культур в северных регионах вследствие смягчения зим.

Уже в последние годы произошли изменения в структуре посевных площадей: увеличились посевные площади кукурузы на зерно, преимущественно в Полесье, заметно выросли посевные площади рапса на семена, расширились посевы подсолнечника, овощного горошка, сахарной кукурузы, спаржевой фасоли, сои, появились плантации винограда и арбузов. Практически по всей Беларуси появилась возможность возделывать просо, сумма активных температур для возделывания которого составляет около 2300 °C.

Наиболее позитивные изменения предполагают в северной провинции Беларуси. В этом регионе не только удлинится вегетационный период и теплообеспеченность

произрастания культур, но и улучшится водно-воздушный режим многих почв. Сейчас на территории Витебщины заболоченные почвы доминируют над автоморфными, причем резко преобладают временно избыточно поверхностно-переувлажненные почвы, т. е. почвы со сравнительно небольшой степенью недостатка кислорода для оптимального роста растений, и достаточно даже небольшого потепления для существенного улучшения водно-воздушного режима. На севере Беларуси должен усилиться и процесс почвообразования в целом, при достаточной влагообеспеченности потепление интенсифицирует химические реакции в почве, т. е. почвообразование, или, другими словами, переход элементов питания из недоступных форм в доступные.

В Центральной провинции существенных изменений в плодородии почв не предвидится. На увеличение эффективного плодородия будет работать увеличение теплообеспеченности, но оно местами будет нивелироваться снижением влагообеспеченности из-за роста испарения.

Сложнее всего сделать прогноз по югу Беларуси. Усиление теплообеспеченности приведет к росту продуцируемой биомассы, соответственно можно предположить усиление накопления гумуса и биогенных элементов. Однако при усилении испарения повысится вероятность недостатка влаги для высоких урожаев культурных растений.

В длинном списке потенциальных проблем, связанных с глобальным потеплением, риски для мирового сельского хозяйства справедливо выделяются в числе наиболее значительных. Это справедливо для большей части мира, но для Беларуси плюсы от потепления перевешивают минусы, увеличивают вероятность формирования более высоких урожаев, причем и ряда нетрадиционных культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Изменение климата: последствия, смягчение, адаптация: учеб.-метод. комплекс / М. Ю. Бобрик [и др.]. Витебск: ВГУ им. П. М. Машерова, 2015. 424 с.
- 2. Adaptive water governance: assessing the institutional prescriptions of adaptive (co-)management from a governance perspective and defining a research agenda [Electronic resource] / D. Huitema [et al.] // Ecology and Society. 2009. Vol. 14, iss. 1. Mode of access: http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art26/.
- 3. Клайн, У. Р. Глобальное потепление и сельское хозяйство / У. Р. Клайн // Финансы и развитие. 2008. Март. С. 23–27.

УДК 581.9

B. C. MAPATKAHOBA

Россия, Ижевск, УдГУ

E-mail: varvara.mar@yandex.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ ПО ДАННЫМ СТАНЦИИ ИЖЕВСК ЗА 1961—2018 ГГ.

В последние 40 лет наблюдаются изменения в значениях температуры воздуха и количества осадков, рост частоты и интенсивности опасных природных процессов и явлений. На территории Приволжского федерального округа и Удмуртской Республики в частности наблюдается рост экстремальности температуры воздуха и повторяемость опасных явлений погоды [3; 4].

Согласно ряду проведенных МГЭИК исследований, при рассмотрении сценария роста температуры в зависимости от изменения объемов выбросов парниковых газов и экономического роста, демографического прироста населения Земли можно с высокой долей вероятности прогнозировать увеличение частоты засух в регионах, которые им подвержены [5]. Засуха — это метеорологическое явление, которое описывается временным понижением влажности среды к ее среднему состоянию, бывает атмосферная и почвенная [1]. Для атмосферных засух характерно сочетание положительной аномалии температуры воздуха и отрицательной аномалии количества осадков, для почвенных — долгое отсутствие осадков при высоких температуре и инсоляции, вызывающих повышенное испарение в поверхности почвы.

На территории Приволжья формирование условий для засух связано в основном с распространением на восток отрога Азорского максимума [3; 4] и вторжением сухих, быстро нагревающихся арктических воздушных масс на юг по его периферии.

Целью данной работы являлся анализ условий увлажнения на станции Ижевск как за вегетационный период, так и за отдельные его месяцы, оценка их динамики в условиях изменений климата планетарного масштаба.

Для определения условий засушливости и увлажненности рассчитывался индекс, предложенный Д. А. Педем [2], который учитывает отклонение от среднего уровня температуры воздуха и суммы осадков:

$$Ss = \frac{\Delta T}{\sigma T} - \frac{\Delta R}{\sigma R},$$

где S_s — значение индекса Педя, ΔT и ΔR — аномалии среднемесячных температур воздуха и количества осадков, а σT и σR — их среднеквадратичные отклонения.

В случае, если $S_S>2$, наблюдается засуха, при $1< S_S\leq 2$ — засушливые условия; при $-1\leq S_S<1$ — нормальные условия увлажнения; при $-2\leq S_S<-1$ — влажные условия; при $S_S<-2$ — избыточное увлажнение. Если значение индекса превышает 3, то засуха сильная; если $S_S\leq -3$, наблюдается сильное избыточное увлажнение.

Для анализа в работе применялись данные о среднемесячных температурах и количестве осадков на метеорологической станции Ижевск за период с 1961 по 2018 г. (таблица 1).

Таблица 1 — Частота встречаемости различных по интенсивности засух на станции Ижевск (1961–2018 гг.)

		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Засуха	Число лет	4	10	6	6	8
	%	7,0	17,0	10,0	10,0	14,0
Засушливые	Число лет	17	3	9	6	9
условия	%	29,0	5,0	15,5	10,0	15,5
Нормальные	Число лет	22	31	24	33	26
условия	%	38,0	53,0	41,0	57,0	45,0
Избыточное	Число лет	6	7	13	7	7
увлажнение	%	10,0	12,0	22,0	12,0	12,0
Сильное	Число лет	9	7	6	6	8
избыточное увлажнение	%	15,5	12,0	10,0	10,0	14,0

Как можно заметить, в целом для Ижевска характерно преобладание лет с нормальными условиями увлажнения. Самым засушливым месяцем вегетационного периода является май: 17 лет (29 %) из 58 с засушливыми условиями и 4 года (7 %) с засухой, 22 года (38 %) с нормальным увлажнением. Самым влажным месяцем является июль: 13 лет (22 %) с избыточным увлажнением и 6 лет (10 %) с сильным избыточным увлажнением при 24 годах (41 %) с нормальными условиями.

Наибольшее количество атмосферных засух наблюдалось в июне (10) и сентябре (8), а условий сильного избыточного увлажнения в мае (9) и также в сентябре (8).

Экстремальные значения индекса Педя за месяцы вегетационного периода отражены в таблице 2.

		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Максимум	значение	2,52	3,30	3,69	4,54	3,19
	год	2010	1989	1988	2016	1992
Минимум	значение	-3,42	-3,54	-3,25	-5,77	-5,58
	год	1999	2005	2015	1984	1973
Среднее значение		-0.004	-0.01	0.01	-0.007	-0.01

Таблица 2 – Экстремальные значения индекса Педя на станции Ижевск (1961–2018 гг.)

Максимальные значения индекса Педя, соответствующие наиболее сильным засухам, наблюдались в августе 2016 г., где они совпадают с 26-дневной волной аномальной жары [5], и в июле 1988 г. Минимальные значения наблюдались в августе 1984 г. и в сентябре 1973 г., когда частота прохождения циклонов была наибольшей. Также можно заметить, что все экстремумы сдвинуты на период активной фазы глобальных изменений климата.

Динамика индекса Педя за исследуемый период отражена на рисунке 1, а за период активного глобального потепления (1980–2018 гг.) на рисунке 2.

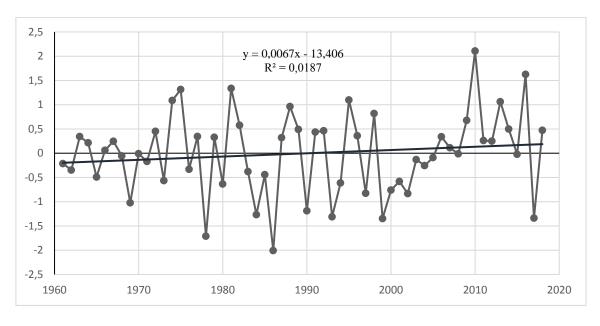


Рисунок 1 – Линейный тренд индекса Педя вегетационного периода за 1961–2018 гг. по данным станции Ижевск

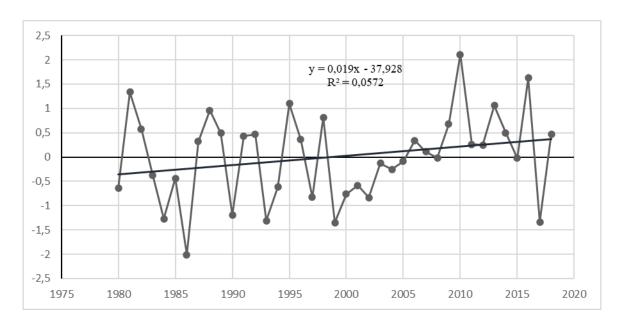


Рисунок 2 – Линейный тренд индекса Педя вегетационного периода за 1961–2018 гг. по данным станции Ижевск

В динамике значений этой величины за период с 1961 по 2018 г. не наблюдается статистически значимых линейных трендов. За период активной фазы глобального потепления наблюдается статистически значимый тренд к увеличению значений индекса Педя за вегетационный период.

Таким образом, за исследуемый период с наибольшей частотой встречаются условия нормального увлажнения. Самым засушливым месяцем вегетационного периода является май, самым влажным — июль. За период активной фазы глобального потепления динамика показателей увлажненности вегетационного периода обнаруживает устойчивую тенденцию к увеличению засушливости, что может привести к дополнительным рискам в сфере хозяйства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Акимов, В. А. Опасные гидрометеорологические явления на территории России / В. А. Акимов, Р. А. Дурнев, Ю. И. Соколов. М. : ФГУ ВНИИ ГОЧС, $2009.-316~\rm c.$
- 2. Педь, Д. А. О показателе засухи и избыточного увлажнения / Д. А. Педь // Тр. Гидрометцентра СССР. 1975. Вып. 156. С. 19—39.
- 3. Шумихина, А. В. Агроклиматические ресурсы тепла и влаги и их изменения на территории Удмуртской республики / А. В. Шумихина, В. С. Маратканова // Вестн. Удмурт. ун-та. Сер.: Биология. Науки о Земле. 2019. Т. 29, № 4. С. 560–565.
- 4. Черенкова, Е. А. Количественные оценки атмосферных засух в федеральных округах Европейской территории России / Е. А. Черенкова // Изв. РАН. Сер. геогр. $2013. N_2 6. C. 76$ –85.
- 5. Жара в Удмуртии побит температурный рекорд 1957 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.myudm.ru/news/2019-05-13/zhara-v-udmurtii-%E2%80%94-pobit-temperaturnyj-rekord-1957-goda-video. Дата доступа: 14.02.2021.

УДК 551.582.2

В. И. МЕЛЬНИК¹, В. М. ЯЦУХНО²

¹Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси ²Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: v.melnik2016@mail.ru; yatsukhno@bsu.by

ОЦЕНКА УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ И ИХ УЯЗВИМОСТЬ К ЗАСУХАМ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В РЕГИОНЕ

Введение. В условиях современного изменения климата становится актуальной проблема засух и засушливых явлений в Республике Беларусь. Особенно это касается территории Белорусского Полесья, где негативные последствия изменения климата (высокие температуры воздуха, увеличение повторяемости волн тепла, засух и др.) проявляются в большей мере. Отрицательное влияние засух на растениеводческую во многом обусловлено преобладанием в структуре сельскохозяйственных земель Полесского региона легких песчаных и рыхлых супесчаных почв и осушенных деградированных мелкозалежных торфяников, наиболее чувствительных к погодным условиям и климатическим изменениям. Поэтому в настоящее время становится важным и актуальным оценка пространственно-временных изменений почвенных засух для выработки конкретных рекомендаций по использованию наиболее уязвимых к засухам почв.

Целью исследования является оценка увлажнения почв сельскохозяйственных земель Белорусского Полесья по запасам продуктивной влаги в слое 0–20 см, продолжительности и повторяемости почвенных засух, а также уязвимости почв к засухам в условиях современного изменения климата.

Материалы и методы исследований. Исходными данными для выполнения работы явились данные Государственного климатического кадастра; запасы продуктивной влаги почвы в слое 0–20 см под сельскохозяйственными культурами на наблюдательных полевых участках государственной сети гидрометеорологических наблюдений Брестской и Гомельской областей за период 1989–2018 гг. Началом почвенной засухи считались запасы продуктивной влаги 10 мм и менее в слое 0–20 см.

Результаты и их обсуждение. Полесский регион отличается большей повторяемостью атмосферных и почвенных засух, что связано с более высоким температурным режимом, недостаточным увлажнением и более легкими по гранулометрическому составу почвами, занимающими в структуре сельскохозяйственных земель более 60 %. За последнее тридцатилетие наиболее обширные и интенсивные засухи, нанесшие наибольший ущерб сельскохозяйственному производству региона, отмечены в 1989, 1992, 1994, 1999, 2002, 2004, 2010, 2013, 2014, 2015, 2018 гг. Как показали исследования, до 2000 г. годовое количество осадков превышало годовую испаряемость на всей территории Беларуси, причем в северных регионах это превышение доходило до 300 мм. За период 2000–2019 гг. соотношение между осадками и испаряемостью поменялось кардинальным образом. В настоящее время отрицательный баланс (превышение испарения над осадками) наблюдается на всей территории Брестской и Гомельской областей, нулевой баланс — на юге Гродненской, Минской и Могилевской областей, а максимальное значение этого баланса в остальной части страны не превышает 150 мм.

На территории Белорусского Полесья за период потепления в целом наблюдается тенденция снижения запасов продуктивной влаги в верхнем слое почвы. Для расчета

повторяемости и продолжительности засух использованы данные влагозапасов всех участков, на которых проводилось определение влажности почвы. Наибольшая повторяемость почвенных засух отмечается на участках с песчаными и рыхлыми супесчаными почвами, подстилаемых песками в пунктах Брест, Ганцевичи, Дрогичин, Полесская, Пружаны, Гомель, Октябрь, Мозырь, Василевичи, Жлобин.

В период современного изменения климата наступление почвенных засух весной отмечается раньше, чем прежде. До периода потепления почвенные засухи в апреле в Брестской области не отмечались, а повторяемость их в Гомельской области не превышала 6 %. За 1989—2018 гг. повторяемость засух в Брестской области в апреле составила 20 %, в Гомельской области выросла до 27 %. Как показали исследования, такое явление вызвано более ранними весенними процессами на юге страны, характеризующимися более ранними датами схода снежного покрова, наступления мягкопластичного состояния почвы и уменьшением количества осадков в апреле. Наибольшая повторяемость почвенных засух наблюдается в июне (Брестская – 93 %, Гомельская – 87 %), июле (87 % в обеих областях) и августе (Брестская – 87 %, Гомельская – 93 %). В мае повторяемость засух за период потепления в Брестской области выросла в пять раз, в Гомельской – почти в два раза. В среднем за вегетационный период увеличение повторяемости засух составило 15 % в Гомельской области и 18 % – в Брестской.

За 1989–2018 гг. повторяемость сильных (почвенная засуха на протяжении трех декад подряд и более) засух в целом за вегетационный период (апрель – октябрь) составила 80 % в Брестской области и 77 % в Гомельской. Наиболее часто сильные засухи встречаются в июне – августе. Максимальная продолжительность сильных засух – 8 декад – зафиксирована в Гомеле (08.07.–18.09.2014), Бресте (18.07.–28.09.2003), Высоком (18.07.–28.09.2002 и 18.06.–28.08.2015); 7 декад – в Жлобине (18.07.–18.09.1994), Василевичах (18.05.–18.07.2013), Ганцевичах (28.06.–28.08.1994), Дрогичине (28.06.–28.08.1994), Ивацевичах (18.07.–18.09.2002), Полесской (18.07.–18.09.2002).

Проведенные исследования показали наличие цикличности в количестве почвенных засух на территории Белорусского Полесья с периодом 9–12 лет, которая может быть вызвана глобальными процессами в атмосфере. Исходя из цикличности количества почвенных засух, можно прогнозировать их уменьшение в вегетационный период 2019–2022 гг. и их максимальный рост примерно к 2025–2026 гг.

Начальной степенью повреждения сельскохозяйственных культур из-за засух считались запасы влаги в слое почвы 0–20 см менее влажности разрыва капиллярной связи (ВРК), используемые в дальнейшем для оценки степени уязвимости почв к засухам. Получены количественные показатели числа дней с влажностью почв в слое 0–20 см меньше ВРК, которые в дальнейшем были использованы в качестве критериев для оценки степени уязвимости почв Белорусского Полесья от засух и построения карт уязвимости почв к засухам. По количеству дней за вегетационный период с запасами влаги почв меньше величины ВРК в слое 0–20 см все исследуемые почвы были разделены на 4 группы: наиболее уязвимые – более 130 дней; сильноуязвимые – 91–130 дней; среднеуязвимые – 50–90 дней; слабоуязвимые – менее 50 дней. С учетом приведенных критериев на основании обобщения значительного объема данных наблюдений за влажностью почвы на наблюдательных участках пунктов гидрометеорологических наблюдений, расположенных на территории Белорусского Полесья, выполнена группировка основных почв по степени уязвимости к засухам.

Так, в Гомельской области из общей площади 1 296,1 тыс. га сельскохозяйственных земель наиболее уязвимые к засухам почвы занимают 168,2 тыс. га (13,0%), сильноуязвимые -280,0 тыс. га (21,6%), среднеуязвимые -366,1 тыс. га (28,2%),

слабоуязвимые — 482,2 тыс. га (37,2 %), в Брестской области соответственно 67,9 тыс. га (4,9 %); 325,9 тыс. га (24,0 %); 415,0 тыс. га (30,6 %); 549,5 тыс. га (40,5 %). С целью ранжирования их по масштабам, интенсивности и вероятности возможного проявления почвенных засух и принятия первоочередных мер по предотвращению их негативного воздействия, все 40 административных районов Полесского региона были объединены в три группы с высокой, средней и низкой долей уязвимых к засухам почв (рисунок).

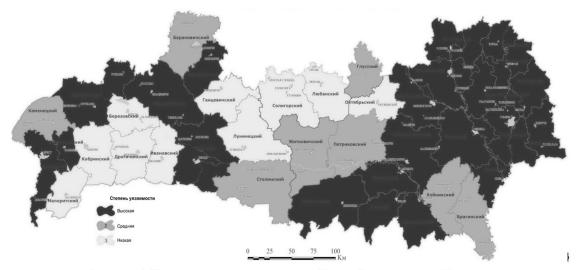


Рисунок 1 Карта административных районов Белорусского Полесья по соотношению (доли) площадей разной степени уязвимости почв сельскохозяйственных земель к засухам

Так, в первую группу вошли 22 административных района, в которых более 25 % площади сельскохозяйственных земель, сложенных почвами, наиболее уязвимыми и сильноуязвимыми к засухам. К этой группе относятся в Брестской области Брестский, Жабинковский, Пружанский, Ляховичский, Ивацевичский, Пинский районы, в Гомельской области Лельчицкий, Ельский, Наровлянский, Мозырьский, Калинковичский, Речицкий, Лоевский, Добрушский, Гомельский, Буда-Кошелевский, Ветковский, Светлогорский, Жлобинский, Рогачевский, Кормянский, Чечерский районы. Вторая группа включает 8 административных районов, в которых в почвенном покрове сельскохозяйственных земель до 40 % их площади занимают сильноуязвимые к засухам почвы и менее 10 % — наиболее уязвимые. В указанную группу вошли Каменецкий, Барановичский, Столинский, Житковичский, Петриковский, Хойникский, Брагинский и Глусский районы. В третью группу вошли 10 административных районов, где сельскохозяйственные земли на площади более 60 % составляют средне- и слабоуязвимые к засухам почвы (Малоритский, Кобринский, Дрогичинский, Ивановский, Березовский, Ганцевичский, Лунинецкий, Солигорский, Любанский и Октябрьский районы).

Выполненная группировка почв подтверждает, что в большинстве административных районов Белорусского Полесья сельскохозяйственные земли находятся в зоне значительного риска, обусловленного высокой вероятностью подверженности засухам и засушливыми явлениями обрабатываемых почв, что требует разработки программы долгосрочных мероприятий по адаптации и смягчению их негативных последствий.

УДК 551.578

О. П. МЕШИК, В. А. МОРОЗОВА, М. В. БОРУШКО

Беларусь, Брест, БрГТУ E-mail: omeshyk@gmail.com

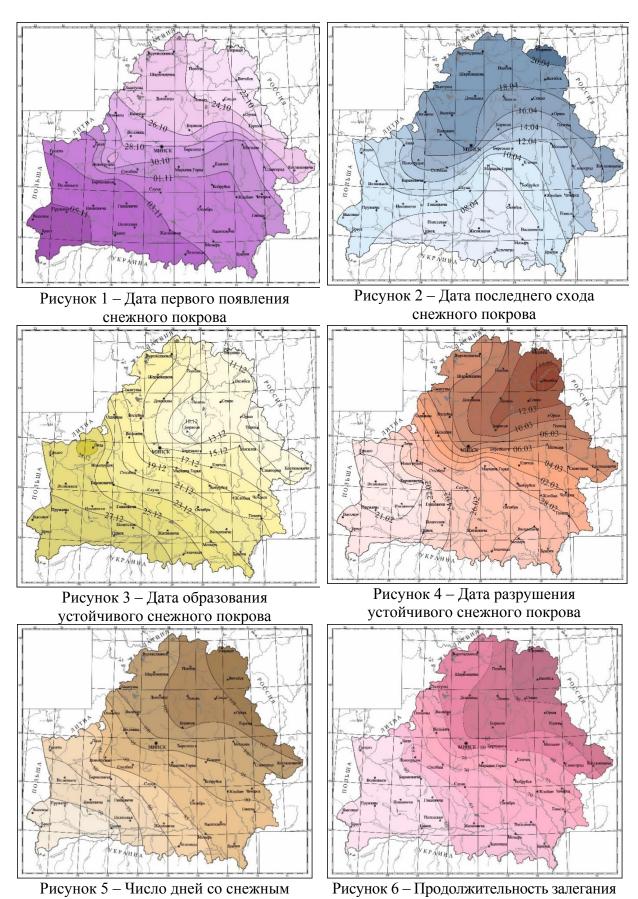
ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАЛЕГАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Объектом исследования в работе являются данные метеорологических наблюдений за период с 1990 по 2020 г., характеризующие даты первого появления, образования, разрушения, последнего схода снежного покрова, а также продолжительность его залегания [1]. Предмет исследования – количественные оценки и закономерности пространственно-временного распределения характеристик снежного покрова на территории Беларуси. Применяемые методы исследования включают методы статистической обработки экспериментальных данных, пространственно-временной анализ, аналитические расчеты, картографирование.

Для оценки пространственной изменчивости на территории Беларуси исследуемых характеристик снежного покрова нами выполнено их районирование (рисунки 1–6) за период осреднения 1990–2020 гг. Использована методика построения карт в изолиниях, апробированная нами ранее на картировании сильных снегопадов, метелей и их повторяемостей, запасов воды в снеге, плотностей и высоты залегания, используемых при нормировании снеговых нагрузок на конструкции зданий и сооружений [2; 3] и оценки параметров весеннего половодья [4; 5]. Режим снежного покрова рассматривался для регионов Беларуси [6], однако мало работ, характеризующих территорию Беларуси в целом, что делает настоящее исследование актуальным.

Средние даты появления снежного покрова за рассматриваемый период на территории Беларуси находятся в диапазоне 22.10.-06.11. (15 дней) и распределяются с северо-запада на юго-восток (рисунок 1). Самая ранняя дата первого появления снежного покрова зафиксирована 30.09.1997 в Витебске, самая поздняя 17.12.2001 в Бресте. Устойчивый снежный покров образуется через 45-55 дней после первых снегопадов, в течение этого периода наблюдается неустойчивая погода с многократным числом фазовых переходов. К 13.12-28.12 (средние даты образования устойчивого снежного покрова) земная поверхность выхолаживается, поступают холодные воздушные массы и происходит снегонакопление. В отдельные зимы устойчивый снежный покров не образовывается вообще. Для Бреста это происходит каждую вторую зиму, а для Витебска в 13 % лет. Число дней со снежным покровом также распределяется по направлению северо-восток – юго-запад, от 111 дней в Витебске до 67 – в Бресте (рисунок 5). Однако имеют место значительные отклонения по годам, например +73 дня и -40 дней в Минске, при среднем значении 99 дней. Наименьшее число дней со снежным покровом в рассматриваемом периоде – 11 в Бресте. Наибольшее число дней превысило 130 практически по всем метеостанциям в 1995-1996 гг. Как было сказано ранее, устойчивый снежный покров может не сформироваться, однако его средняя продолжительность составляет 58 (Брест, Гродно) – 92 (Витебск) дня.

Самая ранняя дата образования устойчивого снежного покрова зафиксирована в Витебске 08.11.1998, самая поздняя дата разрушения — в Гродно 15.04.2013. В отличие от средних дат, самые ранние и самые поздние даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова не имеют значительных территориальных различий и составляют 5–9 дней.



устойчивого снежного покрова, дней

покровом

Практический интерес представляет установление трансформаций характеристик снежного покрова в многолетнем периоде. В этой связи выполнено сравнение результатов, характеризующих изменчивость дат и продолжительность залегания снежного покрова за последнее тридцатилетие (1990–2020 гг.) по сравнению с периодом 1945–1990 гг. Результаты обобщений сведены в таблицу.

Таблица – Отклонения за период 1990–2020 гг. по отношению к 1945–1990 гг. характеристик залегания снежного покрова на территории Беларуси

Станция	Число дней со снежным	Число дней устойчиво- го снежно-	Отклонения дат				
			появле- ние	устойчивый снежный покров		сход снежно-	
	покровом	го покрова	снежного	образова-	разруше-	го по-	
	1	1	покрова	ние	ние	крова	
Витебск	-10	-17	-13	7	- 9	9	
Минск	-15	-17	-10	5	-11	8	
Гродно	-12	-15	-14	-1	-16	6	
Могилев	-20	-24	-5	8	-16	0	
Брест	-12	-10	-15	0	-11	10	
Гомель	-14	-19	-13	3	-15	12	

Как видно из таблицы, на всей территории Беларуси появление первого снежного покрова происходит раньше на 5–15 дней, а сход последнего снега до 12 дней позднее. В то же время число дней со снежным покровом сократилось на 10–20. Все это говорит о росте экстремальности климата и повторяемости опасных метеорологических явлений, что согласуется с общей теорией потепления климата. В зимний период снежный покров неустойчивый, происходит его многократное таяние и обратное формирование. Все это приводит к увеличению зимнего стока, что подтверждается проведенными научными исследованиями [4; 5]. Однако образование устойчивого снежного покрова, за исключением Бреста и Гродно, происходит на 3–8 дней позднее, а его разрушение на 9–16 дней раньше на всей исследуемой территории. Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова сократилась в Беларуси на 10–24 дня и составляет в среднем 58 дней в Бресте и Гродно, является самой большой – 92 дня – в Витебске.

Наблюдается четкая тенденция сокращения продолжительности залегания устойчивого снежного покрова в последнее тридцатилетие. Однако первое появление снежного покрова случается на 5–15 дней раньше – 22.10.–06.11. Сход снежного покрова происходит позднее до 12 дней, средняя дата последнего схода – 09.04.–19.04. С одной стороны, это свидетельствует о явном потеплении климата в зимний период и интенсивном снеготаянии, с другой стороны, первый снег мы сейчас можем наблюдать уже в сентябре, а последний еще в мае, что говорит о росте экстремальности режима снежного покрова исследуемой территории.

Построенные карты (рисунки 1–6) могут использоваться в учебном процессе при подготовке специалистов-геоэкологов, при оценке параметров дружности весеннего половодья, в ходе нормирования снеговых нагрузок на конструкции зданий и сооружений, оценки климатических рисков при ведении сельскохозяйственного производства, в системе жилищно-коммунального хозяйства при планировании снегоуборки и др.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Климатический кадастр Республики Беларусь : метеорол. ежемесячник. Минск : Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактив. загрязнения и мониторингу окружающей среды, 1979–2020.
- 2. Валуев, В. Е. Изученность и статистические оценки снегозапасов / В. Е. Валуев, О. П. Мешик // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. -2013. -№ 2 : Водохоз. строительство, теплоэнергетика и геоэкология. -C. 8-11.
- 3. Meshyk, Aleh. Mapping the Characteristics of Snow Cover in Belarus [Electronic resource] / Aleh Meshyk, Viktoryia Marozava, Maryna Barushka // 2020 International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2020), Brest, Belarus, October 29–30, 2020 // E3S Web Conf. 2020. Vol. 212. Mode of access: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201013.
- 4. Meshyk, A. Snow as a contributor to spring flooding in Belarus [Electronic resource] / A. Meshyk, M. Barushka & V. Marozava // Environmental Science and Pollution Research. -2021. Vol. 28, No 15. P. 18826–18836. Mode of access: https://doi.org/10.1007/s11356-020-09638-8.
- 5. Мешик, О. П. Роль снежного покрова в формировании весеннего половодья на реках Беларуси / О. П. Мешик, В. А. Морозова, М. В. Борушко // Мелиорация. 2020. N = 4 (94). C. 35-40.
- 6. Шелест, Т. А. Изменения характеристик снежного покрова Брестской области в современных условиях потепления климата / Т. А. Шелест, И. В. Шваюк // Природные и культурные памятники и основные проблемы состояния окружающей среды Беларуси и сопредельных стран : межвуз. сб. науч. работ студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей геогр. фак. БГУ и БрГУ им. А. С. Пушкина, фак. экол. медицины МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, биол. фак. ВитГУ : в 2 ч. / БГУ [и др.] ; науч. ред. Я. К. Еловичева. Минск : БГУ, 2019. С. 560–569.

УДК 528.8.041.5;504.32

Е. А. ПРОКОПЧИК 1 , Т. В. ШЛЕНДЕР 1,2 , Н. В. ЖУКОВСКАЯ 1 , А. Е. ЯРОТОВ 1 , Г. Д. БУРЧЕНКО 1

¹Беларусь, Минск, БГУ

²Беларусь, Минск, ННИЦМО БГУ

E-mail: ogurchikop7@gmail.com

ГОРОДСКОЙ ОСТРОВ ТЕПЛА Г. МИНСКА ПО ДАННЫМ СПУТНИКА LANDSAT-8

Введение. В связи с тем что средняя глобальная температура поверхности повышается, глобальному изменению климата стало уделяться больше внимания. Урбанизация — один из самых важных факторов глобального потепления, поскольку более 50 % населения мира живет в городах. Рост городского населения, урбанизация способствовали развитию такого явления, как городской остров тепла (Urban Heat Island, UHI). UHI представляет собой положительную температурную аномалию, образующуюся над городом и промышленными районами вследствие антропогенного изменения состава атмосферного воздуха, свойств подстилающей поверхности, использования искусственных материалов и эмиссии техногенного тепла в окружающую среду. Эффект

городского острова тепла был замечен и открыт еще в 1810-х гг. в Лондоне британским ученым-метеорологом Л. Говардом [1]. Городской остров тепла характеризуется показателем интенсивности, а именно разницей температур между городскими и не вовлеченными в хозяйство районами. Как правило, интенсивность «острова тепла» имеет выраженный суточный и годовой режим с максимумом через несколько часов после захода Солнца и минимумом в середине дня. В годовом ходе остров тепла получает максимальное развитие в весенние и летние месяцы, минимальное — в конце осени и начале зимы [1].

Различают остров тепла, связанный с приземной температурой воздуха [2], и остров тепла, связанный с температурой земной поверхности (Land Surface Temperature, LST) [3]. Последний довольно успешно используется в исследованиях UHI во всем мире с помощью дистанционного зондирования, где применяются различные инструменты, такие как спектрорадиометры спутников MODIS, Landsat (TM, ETM и OLI/TIRS) и ASTER, а также их совместное использование. Поскольку MODIS имеет низкое разрешение, он используется для охвата больших территорий, в то время как Landsat и ASTER со средним разрешением больше подходят для наблюдения за отдельными городами или небольшими территориями. Исследования LST и UHI показали, что реакция температуры поверхности является функцией различного земного покрова, особенно обилием растительности [4].

Также существует четкая взаимосвязь между размером города и величиной UHI. В крупных американских городах при благоприятных погодных условиях интенсивность UHI может превышать 12 °C, тогда как в европейских городах она часто достигает 10 °C [5].

В настоящее время все больше и больше исследований пытаются охарактеризовать феномен UHI с помощью данных дистанционного зондирования. В связи с этим в данной работе рассмотрена связь между городским островом тепла и функциональными зонами г. Минска по данным спутника Landsat-8 за период 2013—2021 гг. Это поможет объяснить наличие конкретных тепловых аномалий в различных районах г. Минска и сделать выводы о их уменьшении или смягчении влияния на окружающую среду.

Методы и данные. В качестве данных распределения температуры земной поверхности использовались снимки спутника Landsat-8 (тепловой канал, Band 10, диапазон канала 10,6–11,19 нм). Отбор и обработка выбранных сцен выполнены на облачной платформе Google Earth Engine (GEE). Данный сервис позволяет значительно сократить время обработки больших массивов данных и автоматизировать решение задач с помощью скриптов на языках JavaScript или Python. На GEE поэтапно выполнены процедуры подбора снимков по указанному временному диапазону и облачности, вычисление нормализованного вегетационного индекса (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), расчета на его основе отражательной способности и оценки температуры земной поверхности (LST) [6]. Полученный растр LST далее редактировался в АгсМар 10.7, где выбирались цветовые заливки, рисовались необходимые слои и редактировалась итоговая карта. Разрешение карты – 30 м в одном пикселе. В качестве исходных данных для выделения промышленных зон был использован генеральный план г. Минска и векторные данные Open Street Maps (OSM) (граница г. Минска). Система координат проекта: WGS 84 / UTM Zone 35N. Для работы были выбраны снимки в период с 24 марта 2013 г. по 1 мая 2021 г. ввиду того, что снимки спутника Landsat-8 имеются в лишь в данный промежуток времени. Была проведена выборка по облачности (менее 15 %). Всего за почти 8 лет под эти критерии вышло 327 снимков, которые объединялись в один снимок медианной функцией.

Результаты. На рисунке представлено распределение температур земной поверхности (LST) и расположение промышленных зон г. Минска. Видно, что большинство крупных температурных положительных аномалий совпадает с расположением промышленных зон. Наибольшие аномалии наблюдаются в центре города — ТЭЦ-2, «Мотовело», ремонтно-механический завод; на юго-востоке на территориях заводов МАЗ, МЗКТ, заводов микрорайона Шабаны и др.; на северо-западе — завод металлоконструкций, радиаторный завод, завод отопительных конструкций, «Атлант» и др.; на юго-западе — завод силикатных изделий, бетонный завод, завод «Керамин», завод «Транизистор», «Интеграл», ТЭЦ-4 и др. Это обусловлено в первую очередь большой площадью заасфальтированной поверхности, а также отсутствием растительного покрова. За счет низкого альбедо заасфальтированной поверхности поглощается много поступающей солнечной радиации, в результате чего температуры доходят до 34 °C, что в два раза больше по сравнению с остальной территорией города.

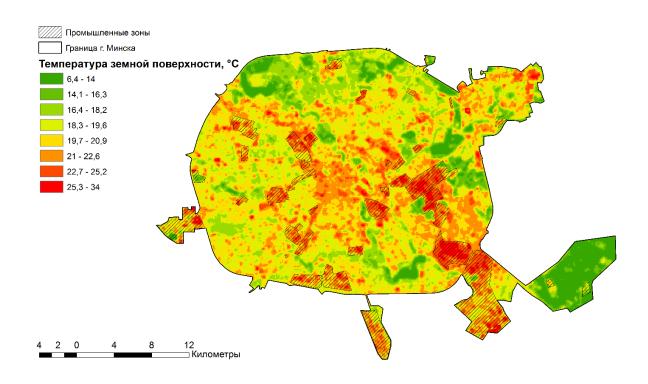


Рисунок – Карта температур земной поверхности (LST) и расположение промышленных зон г. Минска в период с 23.03.2013 по 01.05.2021

Помимо прочего, промышленные зоны выделяют химические выбросы, загрязняющие приземный слой атмосферы и создающие парниковые эффекты в локальной местности. Также четко выделяется центр города, проспект Победителей, район площади Победы, район улицы Казинца, район Ангарской, Уручье, где температуры достигают значений 21–25 °C, что связано с высокой долей площади бетона и асфальта и автомобильных выбросов. В среднем значения температуры земной поверхности в период с 23 марта 2013 г. по 1 мая 2021 г. колебались от 18 до 21 °C. Самые низкие значения температуры (6–14 °C) совпадают с расположением водоемов, объектов гидрографии и парковых территорий. Это обусловлено хорошей отражательной способностью воды, ее уникальным свойством теплоемкости, а также большой площадью

древесной тени в лесопарковых зонах. Мощность городского острова тепла, таким образом, в г. Минске составляет более $10\,^{\circ}$ С по сравнению с центром города и более $20\,^{\circ}$ С по сравнению с промышленными зонами города.

Заключение. В данной работе использовался критерий городского острова тепла как температура поверхностей (Surface Urban Heat Island, SUHI) для г. Минска по многолетним данным снимков спутника Landsat-8 за период 2013-2021 гг. В итоге основные аномально теплые и жаркие территории города относятся к промышленным зонам, центру города. Мощность такого острова тепла составляет от 10 до 20 °C по сравнению с зелеными зонами города и пригородными территориями. С другой стороны, эффект городского острова тепла усиливается еще и атмосферной воздушной массой. Больше всего тепловое и химическое загрязнение в городах происходит во время блокирующих антициклонов, где воздух, опускаясь вниз, нагревается и препятствует переносу газов в городских условиях. Это вызывает застой теплого воздуха в узких бетонных и асфальтных кварталах города, что приводит к усилению теплового эффекта, городскому смогу, ухудшению качества атмосферного воздуха в районах с плотной городской застройкой, где проживает большое количество людей. Это может способствовать повышению сердечно-сосудистых и дыхательных заболеваний среди людей пожилого возраста, особенно на юго-восточных территориях г. Минска (Заводской район). Решением подобных проблем в городах является озеленение улиц городов, зеленые крыши городов, экологический транспорт, использование белого цвета на городских зданиях и пр. [7]. Метод определения SUHI является неполноценным для исследования городского острова тепла и должен дополняться методами наземной сети наблюдений и численным моделированием состояния атмосферного воздуха или рассчитывать функцию приземной температуры воздуха, так как SUHI не учитывает перемещения атмосферных воздушных масс, например блокирующих антициклонов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Urban climates / T. R. Oke [et al.]. Cambridge University Press, 2017. 546 p.
- 2. Гольберг, М. А. Климат Минска / М. А. Гольберг. Минск : Выш. шк., 1976. 288 с.
- 3. Weng, G. Thermal infrared remote sensing for urba n climate and environmental studies: Methods, applications, and trends / G. Weng // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2009. Vol. 64, iss. 4. P. 335–344.
- 4. Gallo, K. P. Satellite-based adjustments for the urban heat island temperature bias / K. P. Gallo, T. W. Owen // J. Appl. Meteorol. 1999. Vol. 38. P. 806–813.
- 5. The urban heat island in the city of Poznań as derived from Landsat 5 TM. A. Majkowska [et al.] // Theor Appl Climatol. 2017. Vol. 128. P. 769–783.
- 6. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone [Electronic resource] / N. Gorelick [et al.] // Remote Sensing of Environment. 2017. Vol. 202. P. 18–27. Mode of access: https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031.].
- 7. Green roofs are not created equal: the hydrologic and thermal performance of six different extensive green roofs and reflective and non-reflective roofs in a sub-tropical climate [Electronic resource] / M. T. Simmons [et al.] // Urban Ecosyst. 2008. Vol. 11. P. 339–348. Mode of access: https://doi.org/10.1007/s11252-008-0069-4.

УДК 561:551.782(477)

Е. А. СИРЕНКО

Украина, Киев, ИГН НАН Украины

E-mail: o_sirenko@ukr.net

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РАВНИННОЙ УКРАИНЫ В РАННЕМ ПЛИОЦЕНЕ

В плиоценовое время в пределах Днепровско-Донецкой впадины, Донбасса и значительной части Украинского щита преобладал континентальный режим. На протяжении теплых фаз климатических ритмов в пределах перечисленных регионов формировались красно-коричневые и буро-коричневые ископаемые почвы. В периоды похолоданий накапливались буроцветные межпочвенные глины.

Таким образом, в развитии плиоценовой растительности центральных, северных и северо-восточных регионов Украины нашли отражение различия в составе растительных группировок теплых и холодных фаз климатических ритмов.

На отдельных площадях центральной части Украинского щита в конце миоцена существовали озерные условия, вследствие чего в плиоцене в пределах этой территории сформировались гидроморфные серые и темно-серые глины, комковатые, пластичные, полиминерального состава с карбонатными стяжениями. [1].

В южных регионах Украины (Причерноморская впадина, южный склон Украинского щита, Керченский полуостров), помимо континентальных плиоценовых образований, широкое развитие получили морские и лагунно-морские отложения нижнего плиоцена: серые глины, железные руды и железистые песчаники киммерия. Следовательно, на характер плиоценового растительного покрова южных регионов Украины в значительной степени оказывали влияние трансгрессивно-регрессивные фазы киммерийского морского бассейна.

При реконструкции растительности использованы результаты детальных палинологических исследований, полученные автором впервые для континентальных субаэральных плиоценовых отложений Днепровско-Донецкой впадины [2; 3], субаквальных отложений центральной части Украинского щита [4], лагунно-морских киммерийских отложений южной части Украинского щита (Восточное Приазовье) [5], а также субаэральных отложений плиоцена Центрального Донбасса [6]. Проанализированы также результаты палинологических исследований нижнеплиоценовых отложений, выполненные С. И. Турло и Н. А. Щекиной [7–9].

Согласно стратиграфическим схемам неогеновых отложений Украины 1993 г. [10], лагунно-морские отложения нижнего плиоцена относятся к киммерийскому регио-ярусу. Континентальные отложения нижнего плиоцена представлены севастопольским и ярковским педокомплексами, а также разделяющим их горизонтом айдарских глин.

Палинологические данные свидетельствуют о том, что в начале раннего плиоцена в пределах территории Украины существовали влажные, но относительно прохладные климатические условия. В начале раннекиммерийского (раннесевастопольского) времени в составе растительного покрова доминировали широколиственно-хвойные леса с участием *Picea*. Однако основным эдификатором лесов был *Pinus*. Широколиственные породы были представлены *Quercus* cf. *petraea* Liebl., *Q*. cf. *pubescens* Willd., *Q*. cf. *macranthera* Fish et May., *Q*. cf. *robur* L., реже *Fagus* sp., *Carpinus* cf. *betulus* L., *Acer* cf. *platanoides* L. На Донбассе по берегам водоемов встречались единичные *Myrica*

cf. gale L., а в пределах Приднепровской низменности и Керченского полуострова – *Taxodium* sp.

В среднекиммерийское (среднесевастопольское) время, по сравнению с раннекиммерийским (раннесевастопольским), вероятно, немного уменьшилась влажность климата и увеличилась теплообеспеченность. В составе лесов возросло разнообразие и количество термофильных элементов. В растительном покрове уменьшилась роль хвойных растений, на смену которым пришли лиственные группировки богатого таксономического состава. Преобладающим стал лесостепной тип растительности. В составе травянистых ценозов наряду с Chenopodiaceae, Asteraceae и Poaceae значительная роль принадлежала Polygonaceae, Ranunculaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Rosaceae, Plantaginaceae, *Thalictrum* sp.

Незначительное похолодание и нарастание аридизации прослежено и в конце среднекиммерийского (позднесевастопольского) времени. В составе лесных группировок возросло участие лиственных растений умеренной зоны (Alnus cf. glutinosa (L) Gaertn., A. cf. incana (L) Willd., Alnus sp., Betula cf. pubescens Ehrh, B. cf. pendula Roth., Betula sp., Salix sp.) и уменьшилось количество широколиственных и термофильных растений.

Аридизация климата и незначительное похолодание во время позднекиммерийской регрессии [11] привели к обеднению состава растительных группировок южных регионов Украины. Доминантами в них стали растения умеренной зоны. В структуре растительного покрова увеличилась роль травянистых группировок, а в их составе – ксерофитов семейств Chenopodiaceae и Asteraceae.

Айдарское время связано с нарастанием аридизации климата и расширением участия в составе растительного покрова марево-полынных степей (в начале этапа) и луговых ассоциаций (в конце этапа). В периоды кратковременных потеплений, при-уроченных к середине этапа (время формирования маломощных прослоев ископаемых почв) ландшафты изменялись от лесных к лесостепным.

В ярковское время значительные площади Днепровско-Донецкой впадины и Донбасса были покрыты травянистыми ценозами, однако в их составе роль разнотравья была незначительной. Лесные группировки встречались преимущественно по террасам и речным долинам, доминантами в них были *Pinus* spp. и *Quercus* spp., в меньшем количестве произрастали *Betula* spp., *Acer* cf. *platanoides* L., *Tilia* cf *cordata* Mill., *Morus* sp. Подлесок составляли *Corylus* sp., *Euonymus* sp. и *Celtis* sp., в долинных лесах рос *Juglans* cf. *cinerea* L. В пределах Центрального Донбасса в увлажненных местообитаниях встречались заросли ольхи и ивы, а к концу ярковского времени сосновые леса вновь заняли водораздельные пространства.

В пределах центральной части Украинского щита наблюдались сходные изменения растительности от среднесевастопольского к ярковскому времени.

Анализ палинологических материалов свидетельствует о том, что независимо от различий палеогеографических условий формирования нижнеплиоценовых отложений исследуемых регионов четко прослеживаются общие закономерности смены состава растительности равнинной части Украины на протяжении раннего плиоцена:

- для растительного покрова всех регионов Украины характерно уменьшение роли лесов, а в их составе хвойных пород от раннего киммерия к среднему и от раннесевастопольского к среднесевастопольскому времени;
- растительные группировки среднекиммерийского и среднесевастопольского времени отличались наибольшим количеством и разнообразием растений умереннотеплой и теплоумеренной зон, а также термофильных пород;

- значительное обеднение состава древесных и травянистых группировок, а также возрастание в последних роли ксерофильных растений семейств Chenopodiaceae и Asteraceae приурочено к началу позднего киммерия южных регионов и айдарскому времени центральных и северо-восточных регионов Украины;
- в составе растительного покрова позднекиммерийского (позднеярковского) времени возросло присутствие древесных пород умеренной зоны и сократилась роль термофильных растений.

Установленные закономерности тесно связаны с глобальными геологическими и климатическими событиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Стратиграфічне положення, вік, седиментаційні особливості та палеогеографія боярської товщі. / В. Ю. Зосимович [та ін.] // Геол. журн. 2006. № 2–3. С. 123–136.
- 2. Возгрин, Б. Д. Палеогеографические особенности формирования толщи пестрых и красно-бурых глин плиоцена междуречья Сев. Донца и Днепра / Б. Д. Возгрин, Е. А. Сиренко // Физ. география и геоморфология. 1989. Вып. 36. С. 101–110.
- 3. Сиренко, Е. А. Континентальные верхнемиоценовые-плиоценовые отложения Северной Украины / Е. А. Сиренко // Геология и рудоносность Украины. 2016. Т. 2, вып. $1.-\mathrm{C}.\ 107-126.$
- 4. Сіренко, О. А. Перші палінологічні дані з характеристики пліоценових відкладів центральної частини Українського щита / О. А. Сіренко. // Геол. журн. 2007. N 1. С. 92—98.
- 5. Сиренко, Е. А. Палинологические данные к характеристике киммерийских отложений Восточного Приазовья / Е. А. Сиренко // Палеонтологічні дослідження в Україні: історія, сучасний стан та перспективи : зб. наук. пр. ІГН НАН України. Київ, 2007. С. 342–348.
- 6. Сиренко, Е. А. Палеонтологические и экологические аспекты в стратиграфии плиоцена Донбасса / Е. А. Сиренко // Геологическая история экологических обстановок на территории Украины. Киев, 1992. С. 144–148.
- 7. Сиренко, Н. А. Развитие почв и растительности Украины в плиоцене и плейстоцене / Н. А. Сиренко, С. И. Турло. Киев : Наук. думка, 1986. 187 с.
- 8. Щекіна, Н. О. Матеріали до флори і рослинності кімерійського віку Північного Приазов'я / Н. О. Щекіна // Укр. ботан. журн. 1964. Т. 21, № 2. С. 61–68.
- 9. Щекіна, Н. О. Результати спорово-пилкового аналізу кімерійських відкладів Керченського півострова / Н. О. Щекіна // Укр. ботан. журн. 1977. Т. 34, № 1. С. 76–81.
- 10. Стратиграфические схемы докембрия и фанерозоя Украины / под ред. Д. Ф. Володина. Киев : Госком. геологии Украины, 1993. 40 с., 4 табл.
- 11. Семененко, В. Н. Стратиграфическая корреляция верхнего миоценаплиоцена Восточного Паратетиса и Тетиса / В. Н. Семененко. – Киев : Наук. думка, 1987. – 232 с.

УДК 504.054:656.02

Д. А. ТРОФИМЧУК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: denistr7@mail.ru

ЭМИССИЯ CO₂ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В Г. БРЕСТЕ

Жизнь в городе предполагает постоянное перемещение из одной его части в другую. От того, насколько быстро, удобно и безопасно горожане могут передвигаться по городу, во многом зависит качество их жизни. В городах с развитой транспортной системой жителям нет необходимости селиться рядом с местом работы, учебы, развлечений, так как, используя ее, они могут без труда добраться в интересующую их часть города. Вместе с тем необходимость постоянных перемещений создает дополнительную нагрузку на окружающую среду. В этой связи важным является выбор способа перемещения. Очевидно, что в условиях современного городского ритма жизни сложно постоянно перемещаться только пешком или на велосипеде и приходится использовать транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания, которые обеспечивают основную долю выбросов парниковых газов. В этих условиях предпочтительно использовать общественный, а не личный транспорт, так как в пересчете на одного перевезенного пассажира выбросы у общественного транспорта значительно ниже, чем у личного.

Однако даже при условии, что общественный транспорт работает по оптимальной маршрутной сети, в которой отсутствует лишнее дублирование маршрутов, подвижной состав оснащен современными двигателями, осуществлена приоритизация общественного транспорта (выделены полосы движения, настроены светофоры), эмиссия парниковых газов остается.

В данном исследовании на примере г. Бреста изложена методика и результаты определения объема выбросов парниковых газов, образуемых в процессе работы общественного транспорта, представленного автобусами.

В административном отношении г. Брест делится на два района — Московский (234 тыс. человек) и Ленинский (106 тыс. человек). В планировочном отношении город состоит из 17 районов (Березовка, Волынка-Гершоны, Восток, Вулька, Граевка, Дубровка, Задворцы, Катин Бор, Киевка, Ковалево, Котельня-Боярская, Красный Двор, Плоска, Речица, Тельмы, Центр, Ямно-Вычулки). Автобусным обслуживанием населения всех районов г. Бреста занимается коммунальное унитарное предприятие «Брестский общественный транспорт».

Для понимания особенностей территории города приведем краткую характеристику его районов, которые достаточно сильно отличаются друг от друга по площади, конфигурации и численности населения.

Наибольшее количество жителей проживает в микрорайонах Восток (20,8 % от общего количества жителей в городе), Центр (18,6 %) и Вулька (13,5 %). Данные микрорайоны находятся в центральной части города и характеризуются наличием плотной многоэтажной жилой застройки и развитой инфраструктурой. Наименьшее количество населения характерно для микрорайонов Плоска (1,4 %), Задворцы (0,6 %) и Котельня-Боярская (0,4 %). Данные микрорайоны расположены возле границ города и выделяются тем, что в их функциональной структуре преобладает жилая застройка усадебного типа и практически отсутствуют социальные и производственные объекты. Два городских микрорайона (Тельмы и Красный Двор), находящиеся на востоке города, относи-

тельно недавно вошли в состав города и в настоящее время выполняют преимущественно ландшафтно-рекреационные функции.

Самыми большими по площади районами города являются Катин Бор (10,2% от общей площади города) и Волынка-Гершоны (10%). Самыми маленькими — Березовка (4,1%), Красный Двор (3,6%) и Тельмы (2%).

Исходя из того, что микрорайоны города очень сильно отличаются друг от друга по численности населения и площади, существуют значительные различия и по плотности населения. Данный показатель достаточно значимый при проектировании маршрутной сети городского общественного транспорта. Согласно проведенным расчетам, наибольшая плотность населения характерна для микрорайона Восток (6600 чел/км²). Такая высокая плотность населения связана с тем, что данный район изначально планировался и застраивался как район средне- и высокоэтажной жилой застройки. Второй по плотности населения район – Центр (5790 чел/км²). Несмотря на то что в данном районе расположен исторический центр города с преимущественно низкоэтажной жилой застройкой, в районе сформировалась высокая плотность населения. Это можно объяснить двумя факторами: во-первых, площадь сохранившегося исторического центра относительно невелика, во-вторых, в данном районе активнее, чем в других, проявился процесс уплотнения существующей застройки. Третий по плотности населения микрорайон – Киевка (4700 чел/км²). Районы с наименьшей плотностью населения ожидаемо представлены районами с преобладанием жилой застройки усадебного типа – Котельня-Боярская (177 чел/км²), Задворцы (300 чел/км²), Катин Бор (330 чел/км^2) (рисунок).

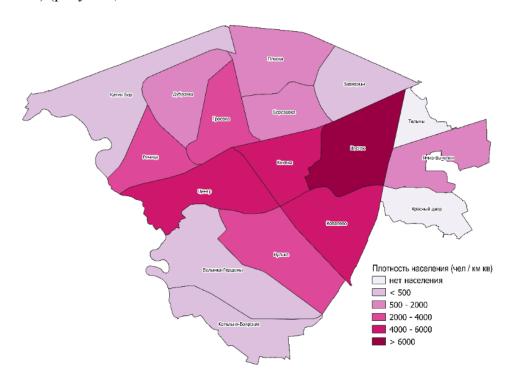


Рисунок – Плотность населения в микрорайонах г. Бреста

Методика расчета эмиссии основных парниковых газов в результате работы автомобильного транспорта представлена в [1]. Для определения объема углекислого газа, выделяемого автотранспортом, используется формула 1.

$$CO_2 = \Sigma M_{(a)} * E * (f) * 44/12 * S$$
 (1)

где M(a) — количество одного из видов потребленного топлива, E — теплотворная способность топлива, (f) — удельный коэффициент эмиссий углерода, S — фракция окисления топлива (равная единице).

Самым трудоемким этапом исследования стало определение количества топлива, потребляемого в результате работы общественного транспорта. Данная работа включала несколько этапов. Во-первых, была собрана информация о маршрутной сети города, во-вторых, определено количество рейсов, выполняемых по каждому маршруту ежедневно, в-третьих, выполнен анализ подвижного состава, обслуживающего маршрутную сеть города.

По состоянию на май 2021 г. в городе действует 62 автобусных маршрута. Для точного определения протяженности каждого маршрута была использована свободная кросс-платформенная геоинформационная система QGIS, при помощи которой каждый автобусный маршрут был нанесен на карту и выполнен расчет его протяженности, далее определена суммарная протяженность всех маршрутов, которая составила 784 км.

В будние дни в прямом и обратном направлении по всем маршрутам осуществляется 1927 рейсов, в выходные дни — 1436. Суммарный пробег всех автобусов за один будний день по всем маршрутам составляет 22 304 км, в выходной день — 16 041 км. Общий недельный пробег составляет 143 607 км.

Основу парка автобусов, осуществляющих обслуживание городских маршрутов в г. Бресте, составляют различные модификации автобусов МАЗ-103 (72 единицы), МАЗ-105 (28 единиц), МАЗ-107 (14 единиц), МАЗ-206 (6 единиц), МАЗ-215 (2 единицы). Все автобусы в качестве топлива используют дизельное топливо, расход которого зависит от конкретной модификации каждого автобуса.

Для определения расхода топлива была собрана информация о линейном расходе топлива [2] всех модификаций автобусов, используемых в г. Бресте. Так, средний расход топлива для модификаций автобусов MA3-103 составляет 32,3 л на 100 км, MA3-105 - 43,3 л/100 км, MA3-107 - 39,3 л/100 км, MA3-206 - 26,2 л/100 км, MA3-215 - 39,3 л/100 км. Учитывая структуру автобусного парка и расходы топлива для каждой модели, можно заключить, что средний расход топлива для городской колонны автобусов составляет 35,4 л/100 км.

Таким образом, за неделю работы автобусы в г. Бресте потребляют 50 836 л дизельного топлива, что соответствует 39,1 т. Расчеты, проведенные по формуле 1, показывают, что недельная эмиссия CO_2 в г. Бресте составляет 123 т. В настоящее время анонсировано изменение маршрутной сети города с целью исключения необоснованного дублирования маршрутов, что должно способствовать уменьшению эмиссии CO_2 и улучшению экологической ситуации в городе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Ни, В. Руководство по подготовке плана устойчивой городской мобильности для городов Казахстана / В. Ни, А. Чередниченко, Э. Досжанов ; ОФ «Соц.-экол. фонд». 2016. 48 с.
- 2. Об установлении норм расхода топлива в области транспортной деятельности [Электронный ресурс] : постановление М-ва транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь, 1 авг. 2019 г., № 44 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934 507&p1=1. Дата доступа: 20.05.2021.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Лысенко С. А., Логинов В. Ф. Квази-60-летние колебания климатических	
характеристик в Атлантико-Европейском регионе и их связь с долгопериодными	
изменениями температуры воздуха и количества осадков на территории Беларуси	. 3
Гарецкий Р. Г., Грибик Я. Г., Каратаев Г. И., Сушкевич С. Л. О минерагении	
белорусской части Балтийско-Приднестровской перикратонной зоны	
по геофизическим данным	. 6
Богдасаров М. А., Кожанов Ю. Д. Минерально-сырьевая база Брестской области	. 9
Marks L., Bahdasarau M., Bogucki A., Hrachanik M., Hradunova A., Hrynowiecka A.,	
Majecka A., Nitychoruk J., Nowacki Ł., Orłowska A., Pochocka-Szwarc K., Rychel J.,	
Rylova T., Tomeniuk T., Woronko B., Zalessky I., Zbucki Ł., Żarski M. Zasięg lądolodu	J
zlodowacenia Odry/Prypeci/Dniepru na Zachodnim Polesiu (pogranicze	
polsko-białorusko-ukraińskie)	15
Крюченко Н. О., Жовинский Э. Я. Постпирогенные изменения в почвах Полесья	
при низовом пожаре	18
Рудько Г. И. Гидрогеохимия подземных вод Украины и ее влияние на здоровье	
населения	22
Абрамова И. В. Разнообразие птиц бассейна р. Лань	24
Сидак С. В., Волчек А. А. К вопросу о распределении различных видов стока	27
Секция 1	
РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАГЕНИЯ	
Андрушко С. В. Изученность неогеновых отложений территории	
Гомельской области	32
Artemenko G. V., Shumlyanskyy L. V. The Paleoarchean (3.3 Ga) and Mesoarchean	
(3.0 Ga) TTGs of the Western Azov Area, the Ukrainian Shield	35
Вашков А. А. Холмистый моренный рельеф на северо-востоке Беларуси:	
морфология, строение, генезис	38
Гирин Р. Э. Взаимосвязь глубинного строения земной коры запада	
Восточно-Европейской платформы с поверхностью фундамента и рельефом	41
Гирин Р. Э. Структура верхней литосферы Белорусско-Прибалтийского региона	
вдоль международных сейсмических профилей	44
Гончар А. Д., Искандаров М. Х., Шукуров Н. Э., Шукуров Ш. Р. Признаки	
шельфового осадкообразования в позднемеловое время юго-западного Гиссара	47
Гречаник Н. Ф. Минеральный состав эоловых аккумуляций на территории	
Брестского Полесья Беларуси	50
Гречановский А. Е., Калиниченко А. М., Гречановская Е. Е. Физические методы	
исследований радиационных повреждений в структуре циркона Ястребецкого	
рудопроявления (Украинский щит)	53
Губин В. Н., Архипенко Т. В. Геоиндикационный анализ космоструктурных	
критериев нефтегазоносности Припятского прогиба	
Гусев А. И. Минерагения Делюно-Юстыдского трога Алтая	
Зуй В. И. Геотермическая изученность Минской области	62

Комлев А. А., Бортник С. Ю., Ковтонюк О. А., Лаврук Т. Н., Погорильчук Н. М	ĺ.,
Филоненко Ю. Н. Палеогеография и геодинамика левобережья	
Среднего Приднепровья в средне- и позднечетвертичное время	
(некоторые дискуссионные вопросы)	66
Комлев А. А., Бортник С. Ю., Ремезова Е. А., Василенко С. П., Спиця Р. А.,	
Жилкин С. В. Украинская субпровинция титановых и титан-циркониевых	
россыпных месторождений (научные и практические аспекты изучения)	69
Кузьменкова О. Ф., Лапцевич А. Г. Разрез позднедевонских магматических	
пород параметрической скважины Приволье (Северо-Припятское плечо, Беларусь)	72
Куриленко В. С. Геотектонические факторы нефтегазоносности	
Днепровско-Донецкой впадины	75
Левашкевич В. Г., Самодуров В. П., Шпак С. Е. Характерные особенности	
вещественного состава и физических свойств кембрийских отложений	
Прибугской локальной структуры Брестской впадины	79
Литвинюк Г. Ю. Межледниковые палеоводоемы г. Гродно	
Лопатин А. М. Комплексная интерпретация данных 2D-сейсморазведки	
на Шелковичской площади с целью поиска малоамплитудных структур	
в девонском подсолевом комплексе Припятского прогиба	87
Маевская А. Н., Богдасаров М. А., Шелест Т. А. Разработка структуры алгоритма	
обработки данных геологических изысканий	
Маевская А. Н., Шешко Н. Н., Грядунова О. И. Автоматизация процесса	70
построения структурных геологических карт в программной среде aRCGIS	94
Мацука А. Г. Современное состояние геологических памятников природы	ノ¬
Оренбургской области России	97
Мележ Т. А. Характеристика отложений эвапоритовой формации Петриковского) (
месторождения Припятского прогиба	100
Моляренко В. Л. Изученность четвертичных отложений территории	100
Гомельской области	103
Обатнин В. А. Уточнение стратиграфии Средней Перми в окрестностях	103
д. Фертики Воткинского района Удмуртии по данным геологических карт	105
Обуховская В. Ю., Саченко Т. Ф., Кручек С. А. Биостратиграфический разрез	103
девонских отложений параметрической скважины Северо-Полоцкая 1	
<u></u>	109
Оношко М. П., Крошинский В. А., Подружая М. А. Структурно-геологические	10)
карты горизонтов четвертичных отложений Беларуси	115
Orłowska A., Marks L., Rychel J., Nowacki Ł., Zbucki Ł., Bahdasarau M.,	113
Hrachanik M., Hradunova A. Lithofacies analysis of selected glacigeni lacigenic	
Deposits in the Brest Polesye Region of the Republic of Belarus as a tool for recognition	
of ice-sheet dynamics	110
	110
Плакс Д. П. Стратиграфическое распространение остатков ихтиофауны	121
в силурийских отложениях Беларуси	121
Плакс Д. П., Бригас И. В. Находки остатков хрящевых рыб в верхнемеловых	105
отложениях вблизи д. Хотиново Любанского района Минской области	125
Rychel J., Nowacki Ł. Budowa geologiczna i ukształtowanie podłoża osadów	100
czwartorzędu na obszarze Zachodniego Polesia (pogranicze polsko-białorusko-ukrainńskie)	. 128
Рылова Т. Б., Демидова С. В., Шейрене В., Киселене Д., Шидловская А. В.	
Палеографические реконструкции муравинского/мяркинского межледниковья	100
на приграничной территории Беларуси и Литвы	129

Санько А. Ф., Дуоман А. В. Муравинские отложения на территории жилого	
комплекса «Петровские верфи» в Минске	132
Соколов А. С. Изученность палеогеновых отложений территории	
Гомельской области	135
Стельмах А. Г., Тойчиев Х. А. Региональная магнитостратиграфическая шкала	
четвертичного периода Узбекистана	138
Стрельченко Т. В., Кручек С. А. О конодонтах франского яруса верхнего девона	
Жлобинской седловины (Беларусь)	141
Толстошеев В. И., Сахарук П. О., Кручек С. А. О пермских отложениях	
Брагинско-Лоевской перемычки юго-востока Беларуси	146
Хошжанова К. К., Разиков О. Т., Халиёров Х. Х. Металлогения	
олововольфрамового оруденения в Западном Узбекистане	151
Шидловская А. В., Литвинюк Г. И. О возрасте плейстоценовых отложений,	
вскрытых скважиной 2Р у д. Черенки Чаусского района Могилевской области	153
Шпак С. Е., Левашкевич В. Г. Характеристика состава и физических свойств	
пород кембрийских отложений Прибугской структуры	157
Яковлев А. С. Брахиоподы из нижнефранских отложений карьера Гралево	
Секция 2	
ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	
Бовкунович А. В. Особенности формирования зимнего сезона на территории	
Беларуси в 2019–2021 гг.	165
Бровка Ю. А. Пространственно-временные изменения гидротермического	
коэффициента и повторяемости засух на территории Беларуси	168
Волчек А. А., Гречаник А. В. Ветровой режим белорусского Поозерья	
Грядунова О. И., Солоха Д. Н. Изменения стока Березины в условиях изменения	
климата	175
Еловичева Я. К. Уникальность природной среды белорусского Поозерья	170
на протяжении гляциоплейстоцена	178
Зайко П. О., Лысенко С. А. Модельная оценка влияния структуры землепользования	170
на изменение микроклиматических условий Белорусского Полесья в летний период	182
Камышенко Г. А. Климатических условии вслорусского полесья в летнии период	.102
и зернобобовых культур в Беларуси	195
Клебанович Н. В. Глобальное потепление и плодородие почв Беларуси	
Маратканова В. С. Характеристика условий увлажнения по данным станции	100
Ижевск за 1961–2018 гг.	101
	. 191
Мельник В. И., Яцухно В. М. Оценка увлажнения почв сельскохозяйственных	
земель Белорусского Полесья и их уязвимость к засухам в условиях изменения	105
климата в регионе	193
Мешик О. П., Морозова В. А., Борушко М. В. Характеристика залегания	100
снежного покрова территории Беларуси	
Прокопчик Е. А., Шлендер Т. В., Жуковская Н. В., Яротов А. Е., Бурченко Г. Д.	
Городской остров тепла г. Минска по данным спутника Landsat-8	201
Сиренко Е. А. Закономерности развития растительности равнинной Украины	205
в раннем плиоцене	205
Трофимчук Д. А. Эмиссия CO_2 в процессе работы общественного транспорта	
в г. Бресте	208

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУК О ЗЕМЛЕ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сборник материалов конференции

В двух частях

Часть 1

Подписано в печать 07.09.2021. Формат $60\times84^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Ризография. Усл. печ. л. 12,44. Уч.-изд. л. 15,58. Тираж 99 экз. Заказ № 233.

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования

«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий $N \ge 1/55$ от 14.10.2013.

Ул. Мицкевича, 28, 224016, Брест.