

3. *Lukashev V. K.* Geohimicheskie indikatory processov gipergeneza i osadkoobrazovanija. Minsk: Nauka i tehnika, 1972. 320 s.

4. *Markov V. E., Grigor'ev A. V., Geddes E. V.* Ocenka dostovernosti primenenija rentgenofluorescentnogo analiza izuchenija geohimii donnyh osadkov s cel'ju vosstanovlenija paleogeograficheskikh obstanovok // Geografija: problemy nauki i obrazovanija. LXIII Gercenovskie chtenija: Materialy ezhegodnoj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii / Otv. red. V. P. Solomin, D. A. Subetto, N. V. Lovelius. SPb.: Poligraf-Resurs, 2010. 718 s.

5. *Maslov A. V., Krupenin M. T., Gareev JE. Z.* Litologicheskie, litohimicheskie i geohimicheskie indikatory paleoklimata (na primere rifeja Juzhnogo Urala) // Litologija i poleznye iskopaemye. 2003. № 5. S. 502–526.

6. *Matinjan N. N., Urusevskaja I. S.* Pochvy ostrova Valaam. SPb: Izd-vo SPbGU, 1999. 32 s.

7. *Morozova R. M., Lazareva I. P.* Pochvy i pochvennyj pokrov Valaamskogo arhipelaga. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2002. 170 s.

8. *Panova E. G., Bolotova A. A.* Geohimicheskaja ocenka lokal'nyh zagryznenij donnyh osadkov buht Valaamskogo arhipelaga // Geojekologija. 2000 № 1. S. 28–34.

9. *Panova E. G., Gavrilenko V. V., Matinjan N. N., Sheshukova A. A.* Geohimicheskaja ocenka zagryznenij pochvennogo pokrova Valaamskogo arhipelaga // Geojekologija. 2002 № 6. S. 500–505.

10. Introduction of agriculture in Valamo, Russian Karelia: paleoecology of lake Nikkanlampi; Irmeli Vuorela and Matti Saarnisto, Geological Survey of Finland, F1N-02150 Espoo, Finland 1997.

*М. Ю. Никитин*

### **О ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОЛОЦЕНОВЫХ ПРЭСНОВОДНЫХ КАРБОНАТОВ К ОСОБЕННОСТЯМ СТРУКТУРНОГО ПЛАНА ИЖОРСКОГО ПЛАТО**

*В статье приведены новые данные о географическом распространении в пределах Ижорского плато пресноводных карбонатных осадочных пород (пресноводные биохемогенные травертиноподобные карбонаты). Указаны их основные генетические типы. Впервые установлена непосредственная генетическая приуроченность таких вариантов отложений к определенным геологическим и геоморфологическим структурам. Приводится авторская гипотеза о происхождении пликативных дислокаций в северной части Ижорского плато.*

**Ключевые слова:** Ижорское плато, Балтийско-Ладожский глинт, пресноводные карбонаты, голоцен.

*М. Nikitin*

### **GENETIC AFFILIATION OF THE HOLOCENE FRESHWATER CARBONATE DEPOSITS WITH THE PECULIAR PROPERTIES OF THE STRUCTURE OF THE IZHORA PLATEAU**

New data concerning the geographical expansion of the freshwater carbonate sedimentary stratum (the freshwater biochemogenic travertine-like carbonates) within the bounds of the Izhora Plateau are reported. The main types of the stratum are described. It is for the first time that the direct genetic affiliation of such sediments with the well-defined geological and geomorphological structures is identified. A new hypothesis of the origin of the plicated dislocations in the northern part of the Izhora Plateau is put forward.

**Key words:** Izhora Plateau, freshwater carbonates, Baltic-Ladoga klint.

Пристальный интерес к истории послеледниковья Северной Европы объясняется многими факторами. В первую очередь это, конечно, ближайшая доступная модель быстрой смены ландшафтов. Во-вторых, это область, заселенная *Homo sapiens*, вероятно, только после терминальной фазы четвертичного оледенения в плейстоцене, т. е. время, приходящееся на отрезок человеческой истории, начиная с мезолита. Для геолога последние 10 000 лет — время несоизмеримо малое с историей Земли, однако дающее необходимую информацию для человека с актуалистским стилем мышления. Для палеоантрополога это терминальная фаза развития нашего биологического вида. Для эколога — достаточный промежуток времени для оценки динамики разнообразных природных ритмов, скорости сукцессий, эволюции систем надорганизменного уровня. В каком-то смысле все это дает основу для анализа влияния антропогенного фактора на динамику развития ландшафтов, а также обратной связи: влияние быстрой смены палеогеографической обстановки (балтийские трансгрессии, заболачивание первичного озерного ландшафта, гляциоизостатические движения, развитие речной сети и т. д.) на скорость и характер расселения человека.

Ижорское плато дает много пищи для подобного рода размышлений. Следует упомянуть то обстоятельство, что эта территория в течение долгого времени являлась самой густонаселенной в Ленинградской области. Здесь, особенно начиная с VIII в., формировался многокомпонентный этнический конгломерат, поэтому количество памятников истории и культуры здесь превосходит многие соседние регионы. Естественной причиной настойчивого освоения данной местности является высокое плодородие ее земель. Вполне возможно, что еще до раннего средневековья эта земля для хозяйственной деятельности была наиболее привлекательна среди соседних территорий. Это привело к почти полному уничтожению первичных лесов и образованию обширных безлесных пространств, часть из которых все еще заняты пастбищами.

Относительно хорошая геологическая обнаженность Ижорского плато только отчасти обусловлена естественными причинами: небольшая мощность четвертичных пород (в некоторых случаях они и вовсе отсутствуют), значительная дислоцированность пород палеозойской группы, обилие проявлений карстовых и суффозионных процессов, что также привело к заметному расчленению рельефа. К естественным причинам обнаженности добавляются антропогенные: множество карьерных выработок, штолен, дренажных канав, колодцев, водоводов, разработок под фундаменты и силосных ям. Нередко и в самом дорожном просвете обнажены палеозойские породы. Все это позволяет всесторонне описать строение и выявить структурный план дислокаций, хотя сама по себе густая застройка является мешающим обстоятельством.

Главной задачей автора были исследования травертиноподобных карбонатов, их география, генетическая приуроченность, литологические разновидности, геологический возраст. Впоследствии к этой задаче естественным образом прибавилось изучение таксономии и тафономии органических остатков, содержащихся в местных пресноводных осадочных образованиях, а также геометрия структурных дислокаций осадочного чехла, которая оказалась весьма разветвленной и интересной. Именно к ним, как это показали авторские полевые исследования, приурочены эти специфичные карбонатные месторождения.

Пресноводные травертиноподобные карбонаты — один из заметных феноменов Ижорского плато. Получаемую из них известь использовали здесь издавна и для известкования почв, и для строительства, наиболее декоративные разновидности добывали для отделки архитектурных сооружений и скульптур в Санкт-Петербурге и его пригородах. Первое, на что обращается внимание, — это локальность их формирования, а также узкий хро-

нологический интервал пресноводного карбонатогенеза. Многие авторы указывают на бореальную стадию голоцена как на наиболее очевидную активную фазу формирования пресноводных карбонатов. Обычно это объясняется климатическими причинами. Дескать, сухой и прохладный бореальный климат способствовал формированию залежей [2; 6]. Кроме того, многократно указывалось, что чрезвычайная дислоцированность территории во многом провоцировала промывание этой раздробленной, в верхней части карбонатной, палеозойской осадочной толщи. Однако, дислоцированность повсеместна, а пресноводные карбонатопоявления локальны. В ряде исследований указывались литологические разновидности пресноводных карбонатов. В большинстве своем в этих работах указывались два основных типа таких отложений: натечные, в том числе инкрустационные формы выделения кальцита (фоссилизированная растительность), т. е. «известковый туф» и так называемая гажка — рыхлая, нелитифицированная, «мучнистая» разновидность карбонатов. В работе В. Г. Колокольцева, В. Г. Ауслендера и Е. О. Ковалевской указываются разные варианты натечных (корковидных) микробиальных форм в зависимости от материала поверхности осаждения. В большинстве случаев микробиолиты формируются в субаквальной среде при непосредственном участии в осаждении кальцита колоний прокариот. Справедливо замечено, что в некоторых случаях наблюдается метасоматическое замещение живых тканей растений (мхов, харовых водорослей и др.) кальцитом — фитоморфозы [6].

Связные разновидности пресноводных карбонатов в отечественной геологической литературе обычно именуют пресноводным туфом, известковым туфом или травертином. Все эти названия следует признать не вполне подходящими для нашего частного случая, так как термин «туф» (*tofus* — *лат.*, *tufa*, *tuffa*) во многих европейских языках имеет изначально однозначную генетическую привязку: отложения вулканической тефры. Параллельно с этим существует еще как минимум две разновидности «*tufa*» — кремнистые «туфы», т. е. опоки (гейзериты) и известковые «туфы» — травертины. Классический травертин (*lapis tiburtinus* — *лат.*, *travertino* — *итал.*) представляет собой натечные агрегаты кальцита, выделившиеся из раствора термальных источников, без заметного участия живых организмов. Эпитеты «пресноводный» или «известковый» ясности придают мало, потому что это требует дальнейшего пояснения в связи с хемогенной природой таких пород. Существующее в геологической литературе разночтение давно требует ревизии. Холодноводные известковые туфы (травертины) — сравнительно малоизученный феномен, так как его проявления менее масштабны в стратифере, чем других разных туфов. Да и использование их было ограничено известкованием почв, в редких случаях — в архитектуре. Самое заметное в структуре исследуемого ижорского феномена это то, что здесь обнаруживается очевидное преобладание биогенного процесса над сугубо хемогенным. Причем это преобладание в некоторых случаях достигает почти 100%. Потому за неимением более подходящего термина автор предлагает более длинный, но более точный рабочий вариант названия: «биохемогенные пресноводные травертиноподобные карбонаты» (БХПТК). Как неполный синоним может быть использован более краткий термин с географической привязкой — ижорские паратравертины.

С гажкой не менее интересно. Обычно ее отделяют от других литологических вариантов БХПТК. Исторически сложилось мнение, что она является продуктом накопления субаквальной карбонатной взвеси на дне стоячих и слабопроточных водоемов. Чаще всего так и есть. Однако сам классический пудостский разрез демонстрирует несколько иную картину. Как показывает анализ шлифов, это пористые микроспариты с зернами кальцита неправильной формы и тонким «пленкообразным» железистым цементом. В ряде прослоев структура кальцитовых зерен имеет характерное микробиолитовое строение, что также

свидетельствует об участии в осаждении кальцита бактерий или цианобионтов. Характерная особенность пудостского разреза — обилие раковин пресноводных гастропод (преимущественно пионерных видов) при отсутствии представителей наземных или даже околоводных видов. Здесь же часто встречаются полностью замещенные кальцитом обрывки листьев осок. Этот разрез обнаруживает отчетливую сезонную ритмичность, что подчеркивается лимонит-гидрогетитовыми пленками в «зимних» прослоях. Все это свидетельствует об обширном, с площадью зеркала не менее нескольких квадратных километров, мелководном, периодически пересыхавшем озере. Наконец, основная масса гажи здесь в значительной степени литифицирована, т. е. представляет собой связную породу. Несмотря на то обстоятельство, что пудостский разрез по-своему уникален для Ижорского плато (размерами, мощностью и особенностями стратиграфии), следует отметить, что механизм седиментации его отложений аналогичен современному гажеобразованию. Неполной седиментологической моделью может быть пруд в Кипени (запруженный дамбой исток р. Стрелки). Здесь выявлен такой же характер сезонной ритмичности, но характерные фитофоссилии и микробиолитовые корки здесь слабо выражены. Мощность годичного слоя также намного меньше — 3–6 мм (в пудостском разрезе — около 10–15 мм). Осадки на дне пруда — классическая гажа, т. е. известковые алевро-псаммиты. В целом автором отмечено, что в настоящее время на Ижорском плато процесс гажеобразования сильно замедлен по сравнению даже с относительно недавним геологическим прошлым.

Также в отношении гажи предполагается, что она в некоторых случаях является продуктом химического (при участии кислых почвенных вод) и механического разрушения, иногда последующего переноса изначально связных травертинов [6]. Затем она участвует в многократном переотложении, где теряет часть своей массы. Возможно, в отношении речных отложений это действительно так. Во всяком случае на отрезке верхнего течения Ижоры (от Петрово до Пудости) этот факт подтверждается: аллювий там почти нацело сложен из карбонатных зерен алевритовой и тонкопсаммитовой размерности, залегающая в пачках с криволинейной слоистостью потокового типа. Дальнейшая флювиальная сортировка мелкообломочного карбонатного материала приводит к оригинальным структурным разновидностям таких осадочных пород. Например, в Антелево, в Антропшино и в Корделево (все в среднем течении Ижоры) в обнажениях встречены прослои, состоящие из карбонатизированных обломков жилых трубочек тубифецид, чехликов ручейников, раковин пресноводных и наземных моллюсков. Возможно, правильнее было бы такие породы именовать калькаренидами. В некоторых случаях в этих породах наблюдается вторичная цементация, вероятно, чаще уже в субаэральной экспозиции. Замечательное свойство всех разновидностей пресноводных травертиноподобных карбонатов в том, что они обладают великолепной способностью консервировать органическое вещество: стебли, листья, кору, древесину и даже части хитиновых покровов членистоногих, не говоря уже про раковины моллюсков и кости позвоночных. К классической (лимнической) гаже это свойство не относится, так как накапливается она в стоячих водоемах медленнее в разы, а то и десятки раз. В таких отложениях сохраняются лишь сугубо карбонатные скелетные остатки, а значит, почти исключительно раковины моллюсков. Фосфатные, хитиновые, лигниновые и прочие органогенные структуры сохраняются разве что случайно.

Площадь месторождений микробиальных и фитофоссильных разновидностей БХПТК всегда невелика, обычно она не превышает несколько сотен квадратных метров, совокупная их мощность ограничена временем существования потока, где они осаждаются, поэтому она редко превышает 2–3 м. Фациальный ряд таких отложений представляет собой постепенный переход чистых микробиолитов и фитоморфов в калькарениды. На реке

Шингарке, например, шлейф калькаренитов не превышает 2 км, несмотря на то обстоятельство, что ее уклон на приглинтовой участке заметно больше, чем, например, на геоморфологически аналогичном участке реки Ижоры. Иногда калькаренитовые прослои обнаруживаются более чем в 20 км от первоисточника (в аллювии Ижоры около Войскорова). Строго говоря, в бассейне Ижоры насчитывается четыре месторождения. Первое — Пудостское, располагающееся немного ниже современного истока, второе — Парицкое, несколько выше места слияния Парицы с Ижорой, третье — Антелевско-Антропшинское, четвертое — Корделевское. Самое протяженное из них — третье, вытянутое на 7 км. Там двукратно повторяется выявленный фациальный ряд.

Месторождения гжи (или как вариант известковых алевро-псаммитов), напротив, довольно велики по площади, так как выполняют структурные депрессии. В настоящее время можно наблюдать процесс отложения гжи в старых карьерах (таких как Кюрлевский, например) или в водохранилищах (как Дудергофское озеро, ропшинские пруды или пруд в Кипени). Монотонные ритмичные толщи озерной гжи вполне узнаваемы в разрезе, даже если само озеро давно перестало существовать. Детальное изучение пудостского разреза на разных участках распространения, характерных для него литофаций, привело к выводу: палеоводоем, располагавшийся в пределах грабен-синклинальной структуры до начала бореала, прекратил свое существование после размыва (а, скорее, катастрофического прорыва) моренной перемычки между ним и истоками Палеоижоры [9; 10]. Сейчас в пределах указанной депрессии располагается формальный исток этой реки, тогда как до упомянутого прорыва им являлся исток Палеопарицы.

Получается, что в пределах северной части Ижорского плато находятся три типа отложений БХПТК:

- 1) преимущественно флювиальные, инкрустационные и натечные, с фитоморфозами, автохтонные микробиолиты;
- 2) преимущественно флювиальные (аллювиальные) аллохтонные калькарениты;
- 3) преимущественно лимнические или гелосные автохтонные алевро-псаммиты (т. е. литифицированная гжа), переходящие в микроспариты.

Первые характерны для родников и мелких ручьев, вторые — для пойм и русел зрелых рек, третьи — для озер (в том числе сезонно пересыхающих), прудов, речных стариц, низинных болот и заболоченных лугов. Во многих случаях можно видеть первые два варианта БХПТК, фациально замещающие друг друга, где кластические разновидности обычно преобладают над микробиолитовыми. Такая литологическая картина характерна для русел рек, например, на Ижоре — на отрезке Антелево — Антропшино и в истоках Шингарки. Третий тип отложений распространен еще более широко, однако он мало где достигает мощностей более нескольких десятков сантиметров. Пудостское месторождение представляет собой заметное исключение, где описанная мощность литифицированной гжи достигает 7,6 м [2].

Автор данной работы вместе со своими коллегами в течение трех лет исследовал северо-восточный участок Ижорского плато, где в трудах предшественников описаны классические месторождения пресноводных карбонатов: от Гостилиц — на западе до Колпино — на востоке и от Красного Села — на севере до Гатчины — на юге. Кроме того, небольшие месторождения обнаружены нами в родниковых прудах деревни Велькота, а также в верховьях реки Сумы, в окрестностях села Кайболово. Заложены опорные разрезы с географической привязкой в системе GPS, а также выполнено структурное картирование. В процессе работы обнаружилась генетическая связь месторождений БХПТК с зонами дизъюнктивных и пликвативных дислокаций палеозойской части осадочного чехла. Помимо извест-

ных в литературе месторождений, предсказаны неописанные или неизвестные до сих пор. Практически все проявления микробиолитовых БХПТК обнаружены там, где соответствующая речная (ручьевая) долина пересекает шарнир антиклинали. Наиболее заметные месторождения гажи (микроспаритовых БХПТК) всегда приурочены к впадинам, которые нередко мофологически соответствуют синклиналям. Иногда такие впадины сочетаются с системами разрывных дислокаций, которые не всегда отчетливо видны в рельефе, зато неплохо читаются в гидрографическом рисунке местности. Повсеместно в районах распространения ордовикских карбонатных пород Ленинградской области хорошо заметна сетка трещин. Первая система трещин ориентирована по азимуту простирания около  $310\text{--}320^\circ$  СЗ, вторая — по азимуту простирания  $40\text{--}50^\circ$  СВ, третья — почти меридиональная —  $0\text{--}10^\circ$ . Надо сказать, что и сами речные долины на значительных своих отрезках соответствуют локальным или региональным разломам. Помимо того обстоятельства, что долина верхней Ижоры морфологически частично обусловлена синклинальной структурой, здесь прослеживается отчетливый (по гидрографическому рисунку) линеамент по линии Кипень — Пудость с азимутом простирания  $310^\circ$  СЗ. Возможно, этот линеамент имеет продолжение далее на северо-запад, так как Глядино-Забородское месторождение БХПТК находится на одной линии простирания с Кипенью и Пудостью. Пока нет однозначного ответа, насколько глубоки эти дизъюнктивы, но они отчетливо читаются на космических снимках. Рельеф фундамента в настоящее время малоизучен, известно лишь, что он представляет собой систему структурных ступеней. Но в процессе проведения полевых работ по замеру геометрии пликативных и дизъюнктивных дислокаций, выраженных в экспонированных разрезах, было получено много новых авторских данных.

На первый взгляд особенности морфологии и ориентации складок Ижорского плато на разных участках кажутся бессистемными и запутанными, особенно это заметно в районе Дудергофских высот. Как оказалось, складки повсеместны. Они не всегда выражены в рельефе, их длина может нивелироваться и компенсироваться антропогенными формами. Максимальная геоморфологическая выраженность этих структур, конечно же, на Дудергофе, но и здесь складки не во всех случаях конформны рельефу. В большинстве случаев наблюдаются сильно эродированные, а то и срезанные замки антиклиналей, а ядра синклиналей заполнены озерными или аллювиальными осадками, в некоторых случаях диамиктитами, нередко почти нацело состоящими из обломков все тех же палеозойских пород.

Планомерная съемка структурных нарушений северо-востока Ижорского плато привела к следующему выводу: эшелонированная система складок распространена практически на весь север Ижорского плато. При многократных замерах азимутов простирания шарниров и падения крыльев антиклинальных структур выяснилось, что характер складок кулисообразный в плане. Их шарниры (в пределах каждой из «кулис») слабо ундулируют в горизонтальной плоскости и гораздо заметнее (с перепадом высот до десятков метров) — в вертикальной. Выпуклой стороной линии шарниров обычно обращены на восток—юго-восток и север—северо-запад. В пределах эшелонов все выявленные структуры демонстрируют подобную складчатость. Кроме того, отмечена система менее выраженных вторичных складок, деформирующих пространство в тыловой части «кулис». Южнее широты Гатчины эти складки закономерно затухают.

В начале XX в. многие исследователи подозревали, что дудергофские складки имеют продолжение в виде аналогичных структур на Поповке и Ижоре, потом их стали чаще воспринимать изолированно, вне контекста территории. Особенно такая тенденция проявилась в послевоенный период отечественной геологии. Все когда-либо высказанные гипотезы о

генезисе складок Ижорского плато, и Дудергофа в частности, можно разделить на четыре группы. Первую из них, наиболее распространенную, можно назвать гляциогенной, эти идеи постулировали Б. Райков, М. Э. Янишевский, К. К. Марков, В. С. Кофман. Так, например, М. Э. Янишевский и К. К. Марков интерпретировали складки, как результат одностороннего бокового давления ледника, обтекавшего уступ Ижорского плато двумя потоками: Невским и Лужским. [5; 7; 8; 11]. Вторую, представляющую, как казалось, скорее исторический интерес, связывают с гипотетическим миогеосинклинальным поясом, возникшим на периферии европейских (в частности, скандинавских) каледонид. Ее представляют А. Г. Ржосницкий и М. М. Тетяев, Н. И. Свительский, С. А. Яковлев [5; 11]. Третья группа гипотез рассматривает район Дудергофских высот как район проявления специфического «глиняного диапиризма». Наиболее полно эти идеи изложены в работах И. Н. Лобанова и А. В. Волина [4; 5]. Наконец, четвертая группа гипотез наиболее экзотическая, так как связывает эти дислокации с ударной (астроблемы) или взрывной тектоникой (диатремы): К. К. Хазанович, А. М. Шатровская, В. А. Бурневская, Б. М. Тимофеев [3].

Очень любопытно, что на многих участках проявления дислокаций наблюдаются явления, так или иначе связанные со всем спектром когда-либо высказанных мнений о генезисе местных складок. Например, в разрезе глин лонтовасского горизонта, вскрытых карьерами в селе Никольское и поселке Красный Бор, заметны надвиги, ориентированные так же, как складки выше по разрезу. Эти же глины были вскрыты недолго существовавшим карьером на вершине Кирхгофской горы. Там обнажалась структура, поверхностно напоминавшая диапир или шток, сформированный глинами лонтовасского горизонта нижнего кембрия. Этот феномен, к счастью, успели увидеть и участники XXX пленума геоморфологической комиссии РАН, для которых автор проводил экскурсию по Дудергофу. Наконец, обилие дизъюнктивов, особенно заметных в карбонатной части палеозойского разреза, часть из них вполне укладывается в сетку планетарной трещиноватости, другие же имеют геометрию, близкую к концентрической.

На участке фундамента северной части Ижорского плато (Ропшинский блок) известен гранитный купол, который приподнимает соответствующий участок глинта (от Копорья до Пулково) до высот около 100 м [1]. Западнее и восточнее глинт существенно выполаживается. Возможно, так же как и в других примерах аналогичных поднятий на территории Балтийского щита и его периферии мы имеем дело с проявлениями неотектонических процессов. После многолетнего изучения геометрии структурных дислокаций автор пришел к выводу об их неотектоническом генезисе, так как выявленный рисунок структур никак не свидетельствует о процессах, связанных с деформирующей функцией покровного четвертичного оледенения (рис. 1).

Если принимать ледниковую теорию в том объеме, как это делалось в течение полутора столетий и признавать масштабные гляциодислокации, то получается, что наиболее вероятное время формирования ижорских складок предшествовало последней фазе оледенения, достигавшего Ижорского плато. Тогда приходится отнести время складчатости к позднему плейстоцену. Еще менее вероятно, что возраст складчатости дочетвертичный или внутречетвертичный. Если ледники неоднократно бывали на пространствах Ижорского плато, то и периодов пресноводного карбонатогенеза должно быть несколько. Если, конечно, он зависит не только от наличия дислоцированных зон — проводников транспорта кальция. Таким образом, паратравертиногенез мог развиваться здесь всякий раз при наступлении достаточного для этого процесса потепления. Однако у нас нет свидетельств этого процесса ни в плейстоценовом, ни в доледниковом прошлом Ижорского плато.

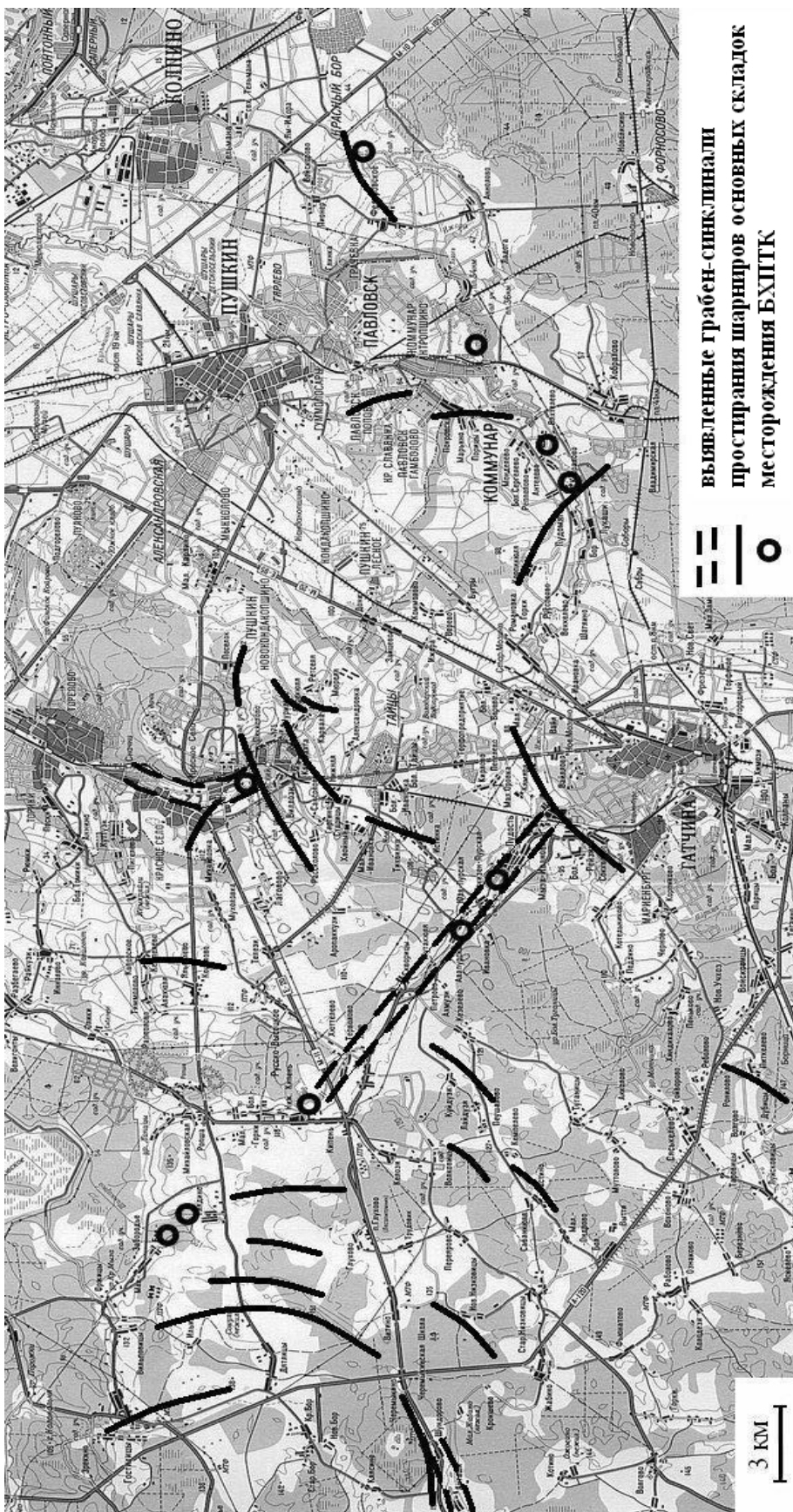


Рис. 1.  
Генерализованная схема основных структурных дислокаций  
северо-восточной части Ижорского плато



Немногочисленные обломки БХПТК, найденные автором в диамиктитах (обычно интерпретируемых как морены) южнее Ижорского плато, в том числе и на территории Псковской и Новгородской областей, — не самое достоверное подтверждение того, что это часть дочетвертичного осадочного комплекса. Наконец, выявленная автором геометрия ижорских пликтивных дислокаций представляет собой картину, которую с большим трудом можно приписать гляциогенному давлению на Балтийско-Ладожский глинт, тем более что во многих случаях шарниры складок ориентированы по направлениям, близким к предполагаемым векторам движения ледниковых покровов. А экзарационные ложбины на поверку оказываются синклинальными или грабен-синклинальными структурами.

Все ижорские проявления БХПТК непосредственно связаны с грабен-синклиналями либо с разрушенными замками антиклиналей, либо с сеткой дизъюнктивов. Сами по себе пликтивные дислокации в силу механических свойств осадочных пород провоцировали интенсивный вынос вещества именно в зонах наибольшей дезинтеграции — обычно, это замки антиклиналей. Возможно, начало этого процесса в голоцене можно определить как момент дезинтеграции местных криолитозон. Усиление деятельности водоносных горизонтов могло вызвать выщелачивание ордовикских карбонатных пород. Однако находки БХПТК в Заполярье, на Кольском полуострове и в Архангельской области говорят о климатической аazonальности пресноводного карбонатогенеза [2]. Впрочем, нет ничего невозможного в хронологическом совпадении раннеголоценового потепления и наиболее интенсивной фазы тектонических процессов. Остается заключить, что ижорский паратравертиногенез — это явление, непосредственным образом связанное с неотектоническим этапом развития Балтийского щита и его ближайшей периферии, хронологически пришедшее на конец плейстоцена — начало голоцена. Замедление процесса образования микробиолитовых БХПТК на Ижорском плато свидетельствует о понижении интенсивности выноса кальция из осадочного чехла. В настоящее время процессы образования лимно-гелосных алевро-псаммитов резко преобладают над таковыми флювиальных микробиолитов и фитоморфоз, так как не зависят от интенсивности вертикального транспорта кальция. Очевидно, что понижение интенсивности образования микробиолитовых БХПТК в течение голоцена никак не связано с климатическими причинами, это всего лишь результат закономерного уменьшения транспортировки вещества через дизъюнктивы, что означает стабилизацию неотектонических или (и) изостатических движений.

Каждое месторождение ижорских БХПТК (паратравертинов) — результат наложения многих факторов: тектонического, геоморфологического, гидрологического и биологического. Морфология зерен, сложение, пористость, форма залегания и мощность таких осадочных образований — результат особенностей водоема: его размерности, морфологии котловины или долины, степени проточности, рельефа дна, сезонной ритмичности, состава гидро- и гиробиоты. Здесь, на севере Ижорского плато, размеры, форма и литологическое строение месторождений паратравертинов четко соответствует особенностям и рисунку дислокаций дочетвертичной части осадочного чехла. Также предварительно выявлена как минимум одна линейно ориентированная структура, на отрезках своего простирания ( $310^\circ$ ) представляющая собой грабен-синклиналь: Пудость — Кипень — Забородье. Возможно, подобных структур окажется больше, если найдутся геологические доказательства объединения в систему месторождений БХПТК восточной части Ижорского плато. Таким образом, биохомогенные пресноводные травертиноподобные карбонаты Ижорского плато являются отчетливыми реперами дислокаций, а также уникальными свидетелями своей эпохи, времени быстрой трансформации постгляциальных ландшафтов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андерсон Е. Б., Савоненков В. Г., Шаболев С. И.* Перспективы создания подземных могильников РАО в нижнекембрийских глинах Ленинградской области // Труды Радиевого института им. В. Г. Хлопина. 2006. Т. XL. С. 105–132.
2. *Бартош Т. Д.* Геология и ресурсы пресноводных известковых отложений голоцена. Средняя полоса Европейской части СССР. Рига: Зинатне, 1976. 258 с.
3. *Бурневская В. А., Тимофеев Б. М.* Дудергофская кольцевая структура: Материалы по результатам буровых работ 1962–1967 гг., собранных А. М. Шатровской и К. К. Хазановичем. ПГО «Невскгеология», 1982.
4. *Волин А. В.* Диапировые структуры окрестностей Ленинграда // Природная обстановка и фауны прошлого. 1974. № 8. С. 142–150.
5. *Лобанов И. Н.* О природе дислокаций Дудергофских высот в окрестностях Ленинграда // Геотектоника. 1976. № 6. С. 89–98.
6. *Колокольцев В. Г., Ауслендер В. Г., Ковалевская Е. О.* Современное образование известковых туфов в Ленинградской области // Региональная геология и металлогения. СПб.: ВСЕГЕИ, 2005. № 23. С. 82–93.
7. *Кофман В. С.* Ледниковые дислокации Ленинградской, Псковской и Новгородской областей // Геология СССР. 1971. Т. 1.
8. *Марков К. К.* Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области. М.; Л., 1931. Вып. 1. 256 с., 2 карты.
9. *Никитин М. Ю., Медведева А. А.* Малакостратиграфический этюд на голоценовую тему // Геология в школе и вузе: геология и цивилизация: Материалы V международной конф. / Под ред. Е. М. Нестерова. СПб.: Эпиграф, 2007. С. 65–68.
10. *Никитин М. Ю., Медведева А. А.* Особенности стратиграфии и палеонтологии голоценовых отложений среднего Поижорья // Геология, геоэкология, эволюционная география / Под ред. Е. М. Нестерова. СПб.: Эпиграф, 2008. С. 62–66.
11. *Яковлев С. А.* Наносы и рельеф гор. Ленинграда и его окрестностей. Л., 1926. Ч. 1–2. 186 с и 264 с.

## REFERENCES

1. *Anderson E. B., Savonenkov V. G., Shabolev S.I.* Perspektivy sozdaniya podzemnyh mogil'nikov RAO v nizhnekembrijskikh glinah Leningradskoj oblasti // Trudy Radiyevogo instituta im. V. G. Hlopinga. T. XL. 2006. S. 105–132.
2. *Bartosh T. D.* Geologija i resursy presnovodnyh izvestkovykh otlozhenij golocena. Srednjaja polosa Evropejskoj chasti SSSR. Riga: Zinatne, 1976. 258 s.
3. *Burnevskaja V. A., Timofeev B. M.* Duderhofskaja kol'cevaja struktura: Materialy po rezul'tatam burovyh rabot 1962-1967 gg., sobrannyh A. M. SHatrovskoj i K. K. Hazanoviche. PGO «Nevskgeologija», 1982.
4. *Volin A. V.* Diapirovyje struktury okrestnostej Leningrada // Prirodnaja obstanovka i fauny proshlogo. 1974. № 8. S. 142–150.
5. *Lobanov I. N.* O prirode dislokacij Duderhofskih vysot v okrestnostjakh Leningrada // Geotektonika. 1976. № 6. S. 89–98.
6. *Kolokol'cev V. G., Auslender V. G., Kovalevskaja E. O.* Sovremennoe obrazovanie izvestkovykh tufov v Leningradskoj oblasti // Regional'naja geologija i metallogenija. SPb.: VSEGEI, 2005. № 23. S. 82–93.
7. *Kofman V. S.* Lednikovye dislokacii Leningradskoj, Pskovskoj i Novgorodskoj oblastej // Geologija SSSR. 1971. T. 1.
8. *Markov K. K.* Razvitie rel'efa severo-zapadnoj chasti Leningradskoj oblasti. M.; L., 1931. Vyp. 1. 256 s., 2 karty.
9. *Nikitin M. Ju., Medvedeva A. A.* Malakostratigraficheskiy jetjud na golocenovuju temu // Geologija v shkole i VUZe: geologija i civilizacija: Materialy V mezhdunarodnoj konferencii / Pod red. E. M. Nesterova. SPb.: JEpiigraf, 2007. S. 65–68.

10. Nikitin M. J u. Medvedeva A. A. Osobennosti stratigrafii i paleontologii golocenovyh otlozhenij srednego Poizhor'ja // Geologija, geojekologija, jevoljucionnaja geografija / Pod red. E. M. Nesterova. SPb.: Jерigraf, 2008. S. 62–66.

11. Jakovlev S. A. Nanosy i rel'ef gor. Leningrada i ego okrestnostej. Leningrad, 1926. Ch. 1–2. 186 s i 264 s.

*М. И. Иванов*

### ПОВЕДЕНИЕ РАДОНА В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ САБЛИНСКОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ

*На протяжении нескольких лет автор проводит научно-исследовательские работы в области мониторинга концентраций радона в Саблинских пещерах и изучение механизмов эманации радона из недр. При анализе полученных данных была прослежена сезонная динамика уровня эманации радона, максимальный уровень был зафиксирован в пещере Жемчужной 28 октября 2009 г. ( $32\ 700\ \text{Бк}/\text{м}^3$ ), а минимальная там же в конце декабря того же года. При измерениях уровня радона был разработан и апробирован ряд методик, которые позволяют выявить закономерности его поведения.*

**Ключевые слова:** радон, радионуклиды, геоэкология, окружающая среда, методы измерения, здоровье человека.

*М. Ivanov*

### RADON BEHAVIOUR IN UNDERGROUND DEVELOPMENTS OF SABLINSKY NATURE SANCTUARY

*Throughout several years the author has been conducting research in the field of monitoring Radon concentration in Sablinsky Caves and of the mechanisms of Radon emanation from bowels. The analysis of the data obtained shows seasonal dynamics of the level of Radon emanation, the maximum level being fixed in Pearl Cave on October, 28th 2009 g. ( $32\ 700\ \text{Bk}/\text{m}^3$ ), and minimum fixed in the same place in the end of December of the same year. A range of techniques was applied for the measurements of Radon level which allow to reveal the laws of its behaviour.*

**Key words:** Radon, radionuclides, geo-ecology, environment, measurement methods, health of the human.

В последнее время возрос интерес к радиационной обстановке окружающей среды в целом и мест постоянного или временного обитания человека в частности. Исследования распределения радона и других радиогенных газов в верхней части земной коры начинались в свое время как чисто прикладные: по этим данным пытались обнаружить месторождения урана. Затем оказалось, что эти работы позволяют получить новые данные для фундаментальных исследований по разломной тектонике, определяя как зоны разломов, так и их тектоническую глубину по термической эволюции Земли и глобальной эволюции планеты. Развитие исследований по геоэкологии как науке, определяющей состояние среды нашего обитания, привело к необходимости создания новых методик исследований радиогенных газов. В этих методиках соединились методы ядерной физики, физические методы анализа с использованием  $\alpha$ -радиометров и масс-спектрометров, химические методы отбора и подготовки проб, геология и экология, которые представляют собой объект исследований [3].