



УДК 551.79:561(476)

Я.К. Еловичева, В.В. Махнач

ПРИРОДНАЯ СРЕДА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО ЗЕМЛИ В КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА И БУДУЩЕГО БЕЛОРУССКОГО РЕГИОНА

В работе показано практическое применение научных материалов по изучению геологического прошлого Земли применительно к настоящему времени и обоснованности прогнозирования развития компонентов природной среды в будущем. Дано четыре варианта эволюции климата региона на основании палинологических данных.

Актуальность геологических, палеонтологических и геохронологических исследований отложений Земной коры в целях углубленного познания этапности, эволюции основных компонентов природной среды и разработки детальных климато-стратиграфических шкал на основе методов абсолютного датирования несомненна. Сравнение же нынешнего состояния природы Земли с особенностями ее развития в геологическом прошлом позволяет на научной основе прогнозировать и тенденцию ее изменения в будущем. Согласно имеющимся данным, в геологическом прошлом Земли отмечались неоднократные оледенения [1]: по три в рифее и венде (Африканская гляциоэра), ордовике, силуре, девоне, три в перми (Гондванская гляциоэра), отделенных в мезозое Сибирской термоэрой от кайнозойского оледенения (Лавразийская гляциоэра).

Новейшая глобальная температурная кривая проекта PALEOMAP-2008 (США) отразила основные климатические вехи в истории Земли [2]: в сравнении с нынешней средней температурой воздуха планеты в 12–13°C четко выделено четыре длительных отрезка времени с максимумами температуры воздуха до 25–27°C (кембрий – первая половина ордовика, средний и поздний силур – ранний и средний девон, поздняя пермь – триас – средняя юра, средний и поздний мел – ранний палеоген или палеоцен; **превышение температуры воздуха составляло 7–10°C** на фоне плейстоценовых межледниковых эпох всего в 1,5–4°, и показано существование четырех интервалов существенно низких температур (до 10°C) в ранге оледенений – в рифее, в конце ордовика, в конце карбона – начале перми, наконец, в плейстоцене, который знаменовался не самыми низкими температурами воздуха (не ниже 11–12°C); при этом в поздней юре – начале мела и в середине кайнозоя (на границах эоцен-олигоцена, палеоген – неогена) отмечалось еще два похолодания климата, когда температура воздуха Земли снижалась до 16–17°C (рисунок 1).

Самое молодое в истории Земли кайнозойское оледенение (Лавразийская гляциоэра) охватывает временной интервал последней четверти кайнозоя, который известен под названием четвертичный период (или антропоген – по появлению в это время «человека разумного»). Нижняя ее граница в последние годы постепенно удревняется учеными (от 1,0 до 3,0 млн. лет) в связи с новыми абсолютными датировками найденных костных останков древнего человека. Четвертичный период (или антропоген) включает часть эоплейстоцена, а также мезоплейстоцен и неоплейстоцен (что, собственно, подразумевает гляциоплей-стоцен/квартер), и голоцен (последние 10 300 лет). Как видно из рисунка 1, гляциоплей-стоцен (квартер), как один из четырех достоверно вышеозначенных интервалов существенно низких



тэмператур воздуха (до 10°C) в ранге оледенений, знаменовался не самыми низкими их величинами (не ниже 11–12°C).

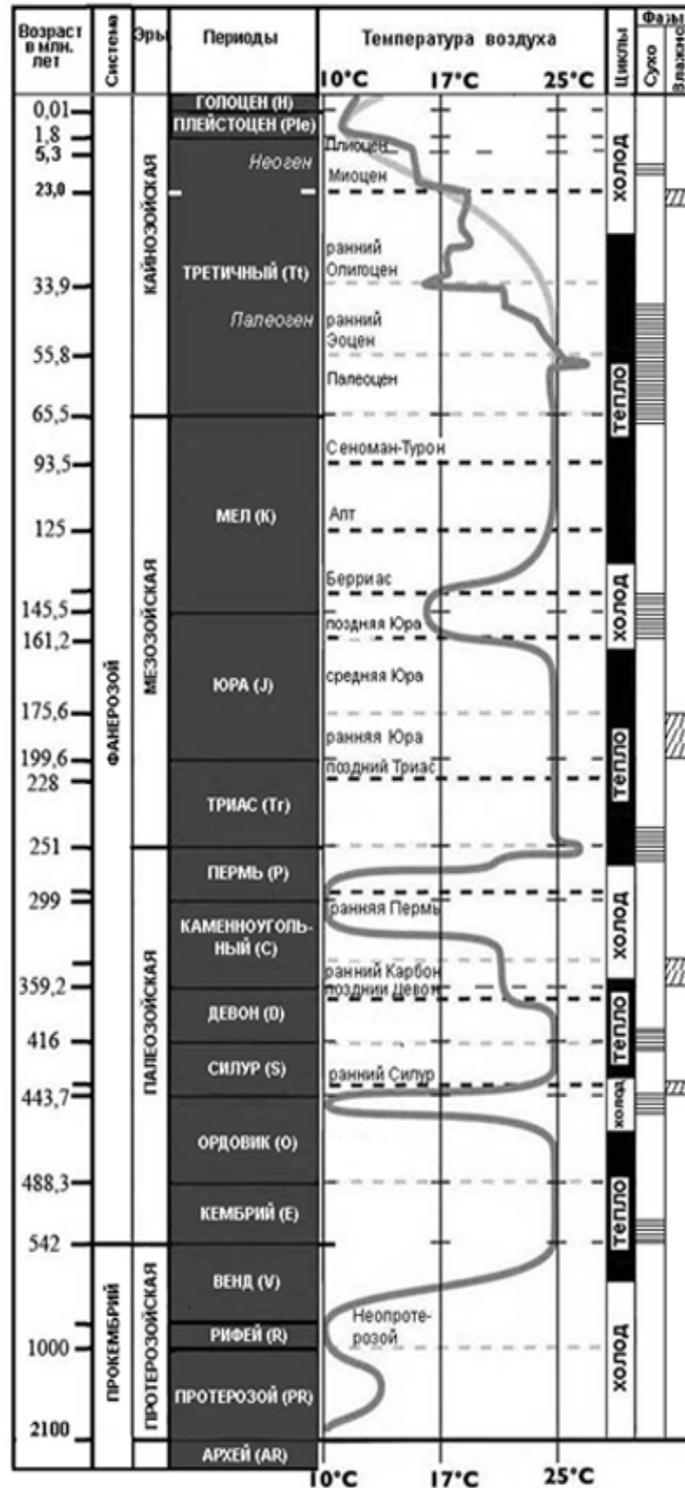


Рисунок 1 – Глобальная температурная шкала Земли [4] с дополнениями В.В. Махнача и Я.К. Еловичевой



В действительности он представлял собой сложный палеогеографический этап, которому была свойственна резко измененная направленность климатической ритмики (рисунок 2), выразившейся в неоднократном чередовании 8 ледниковых (2–4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 и. я.) и 8 межледниковых (1, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 и. я.) эпох с переходным этапом/интервалом от неогена к гляциоплейстоцену (19-й и. я.). Объем гляциоплейстоцена в целом отвечал 19 изотопно-кислородным ярусам (от 0,01 до 0,8–0,9 млн. лет) в соответствии с новыми данными о строении изотопно-кислородных шкал северного полушария [3].

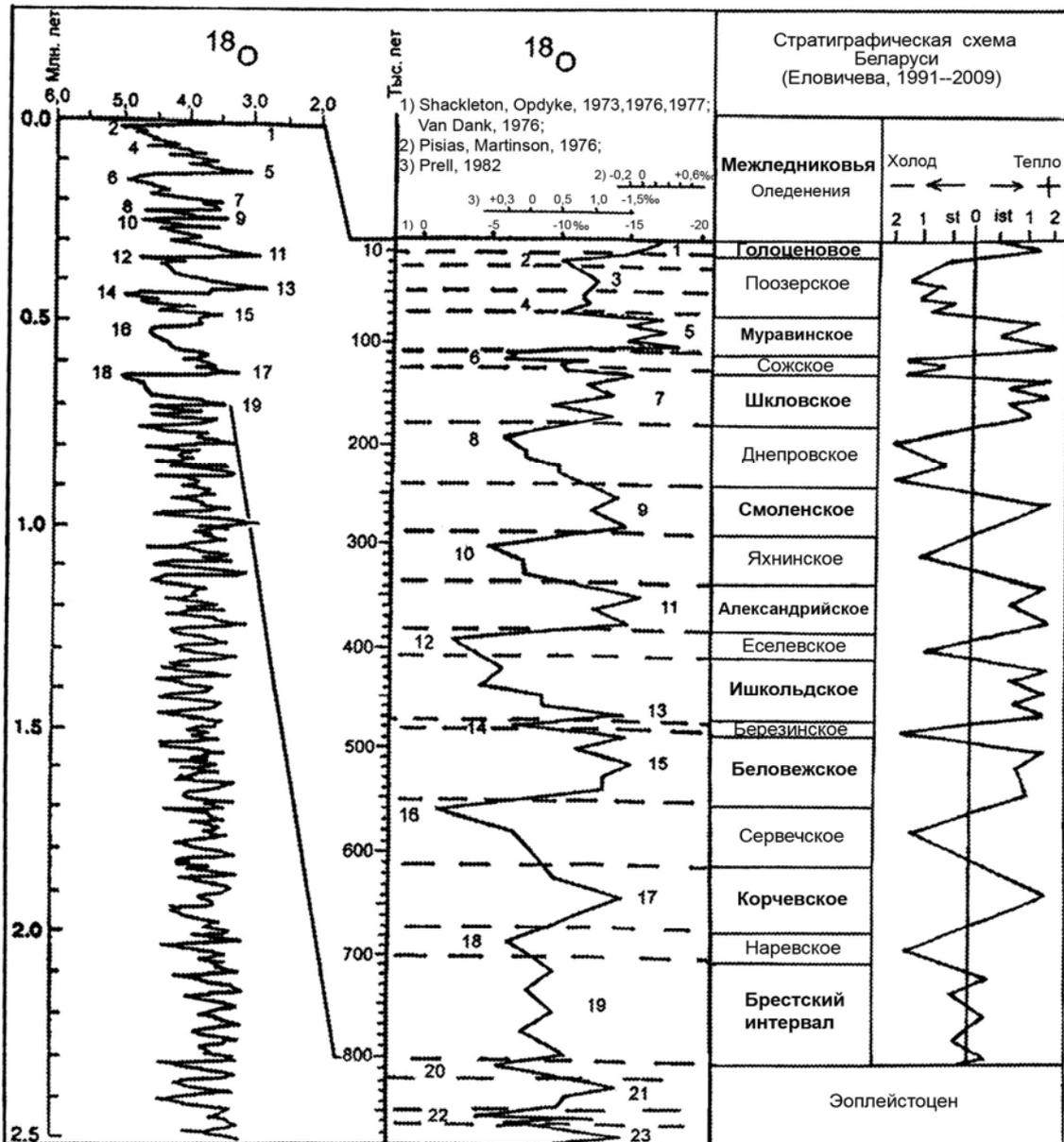


Рисунок 2 – Корреляция климато-стратиграфических и изотопно-кислородных шкал гляциоплейстоцена по океаническим отложениям северной Атлантики и континентальным образованиям Европы

Голоцен (современная эпоха кайнозойской эры) продолжительностью в 10 300 лет с позиции сохранения климатической ритмичности «оледенение/межледниковье»



приходится на 1-й изотопный ярус и является естественным продолжением плейстоцена в ранге самостоятельного межледниковья, отличающегося проявлением влияния на природную среду антропогенного фактора.

Корреляция природных событий гляциоплейстоцена по североатлантическим океаническим и европейским континентальным образованиям в северном полушарии (а также применительно к территории Беларуси) показала сходимость наших представлений об этапах, эволюции климата и основных компонентов природной среды [4; рисунок 2]. Детальная стратиграфия озерных, болотных и речных отложений по составу палиноспектров и фаз развития растительности, специфика макросукцессий палеофитоценозов, реконструкция климатических показателей для оптимумов межледниковий и голоцена обосновали следующие закономерности в развитии природной среды квартера Беларуси:

1. Последовательность максимумов лесообразующих пород в межледниковье выражает *макросукцессию палеофитоценозов*, наличие которой обосновывает накопление осадков с вмещающими их растительными микрофоссилиями *in situ* и корректность выделения вторых и третьих оптимумов, а отсутствие говорит в пользу переотложения пыльцы мезо- и термофильных пород, древних спор.

2. При динамике ледников общая направленность *макросукцессий палеофитоценозов* межледниковий квартера характеризует широтную миграцию природных зон, которая происходила не столько по причине нарастания температуры, сколько по ее длительности и амплитуде и увеличению влажности.

3. Длительность межледниковий квартера определяется числом климатических оптимумов и разделяющих их межоптимальных похолоданий; по аналогии с продолжительностью пока *однооптимального* и *незавершенного* голоценового межледниковья в 10 300 тыс. лет и с учетом еще предстоящей фазы *Betula*, завершающей полный цикл развития растительности голоцена, длительность однооптимального межледниковья могла достигать около 12–15 тыс. лет, двухоптимального – в пределах 40 тыс. лет, трехоптимального – до 60 тыс. лет.

4. Климат оптимумов межледниковий квартера был более теплым (t° года на 2,5–4° выше) и влажным (осадков на 350 мм больше) по сравнению с оптимумом голоцена (до этапа «глобального потепления» t° года превышала показатели 1970–80 гг. всего на 1–2°, количество осадков выше на 50 мм); для сравнения: по палинологическим данным в ледниковья минимальные температуры воздуха в регионе снижались на 13–16°.

5. Зона широколиственных лесов в наиболее теплое муравинское/земское межледниковье простиралась до Санкт-Петербурга, а в оптимум голоцена хоть и занимала всю территорию Беларуси, но северная ее граница лишь немного превышала нынешнюю.

6. Экзотичность палинофлоры межледниковий квартера указывает на ее более западный центр концентрации ископаемых видов по сравнению с современным положением территории региона и специфичностью флористического состава.

7. Ритмичность в проявлении оледенение/межледниковье на протяжении квартера убеждает в смене голоценового межледниковья новейшим оледенением.

8. Изотопно-кислородные шкалы из донных осадков Мирового океана и керн льдов Гренландии и Антарктиды охватывают временной интервал до 1 млн. лет, доказывая, что ни в одно теплое и влажное межледниковье эти мощные толщи льда полностью не растаивали, сохранив свидетельства последовательности и динамики климата в комплексном сочетании с величинами солнечной радиации.



9. Результатом глобального по масштабу и длительного потепления климата на протяжении самой теплой в гляциоплейстоцене *муравинской межледниковой эпохи* были значительно крупные изменения в природной среде: в составе растительности мезофильные и термофильные древесные породы имели доминирующее значение с участием экзотов, широколиственные леса были распространены на огромной площади Восточно-Европейской равнины (северная их граница доходила до Санкт-Петербурга) и в Западной Сибири; границы природных зон продвигались еще дальше к северу; исчезли арктическая и тундровая зоны, на их месте на севере Европы располагалась зона тайги; уровень Мирового океана поднимался до отметок +100 м.

В отношении самой молодой эпохи развития природы Земли – **голоценовой** – следует отметить следующие ее закономерности:

1. Не только с позиции климатической ритмичности, но и по наличию *межледниковой* (хотя и незавершенной еще фазой *Betula*) *макросукцессии палеофитоценозов* голоцен также представляет собой самостоятельное межледниковье 1-го изотопного яруса; на его протяжении развитие природной среды осложнялось и проявлением антропогенного фактора, а максимум трансформации естественных ландшафтов свойственен постоптимальному интервалу – суббореальному и в особенности субатлантическому периодам.

2. Голоценовому межледниковью свойственен пока один климатический оптимум, который существовал в атлантический период в интервале от 5 до 8 тыс. л. н. (рисунок 3) и характеризовался превышением температуры на 1,5–2°.

3. Климатические условия оптимума голоценового межледниковья длительностью в 3 000 лет привели к повсеместному развитию на территории Беларуси многоярусных широколиственных лесов с подлеском из орешника и обильными ольшаниками в условиях умеренно континентального, тёплого и влажного климата с умеренно-мягкой зимой. Район распространения атлантической флоры характеризовался средней январской температурой от –3 до –6°С (больше нынешней на 1–2°С), июльской +18 – +21°С (превышение на 1,5–2°С), годовой – +6,5 – +9,5°С (выше на 1,5°С), средним годовым количеством осадков до 600–700 мм (больше на 50 мм) [4]. Это было связано с увеличением суммарной солнечной радиации и преобладанием более интенсивного западного переноса воздушных масс из Атлантики, что сказалось уже не только на характере отдельных компонентов атмосферы, гидро-, криосферы (исчезновение ледниковых покровов в Евразии и Северной Америке, снижение ледовитости Арктики и гор юга России) и рельефе (исчезли ледниковые покровы, уменьшились абсолютные высоты, исчезла ледовая нагрузка и началось гляциоизостатическое поднятие районов, покрытых ранее ледовыми щитами), но и вызвало трансгрессию Мирового океана (уровень воды повысился на 10 м, была затоплена часть шельфа на севере Сибири, образовался Берингов пролив, разобшив Евразию с Северной Америкой). Это способствовало формированию Северо-Атлантического теплого течения, проникновению его ветвей в Арктический бассейн и отоплению европейского и части азиатского секторов Арктики, сократилась площадь вечной мерзлоты на севере Евразии, арктическая пустыня полностью исчезала с Евроазиатского материка; произошел сдвиг природных зон к северу (тундра сохранялась лишь узкой полосой вдоль побережий, расширилась площадь лесных ландшафтов из хвойных и широколиственных лесов, достигших наибольшего разнообразия флоры, однако без участия экзотов в ее составе).

4. Тренд климатической кривой самого молодого голоценового межледниковья (рисунок 3) указывает на завершение первого (атлантического) оптимума, последующее по-



холодание климата, изменение характера растительности и снижение мощности и скорости осадконакопления в современных озерах, что привело к последовательной миграции в регион зон смешанных лесов, а затем и тайги. Этот постоптимальный интервал (последние 5 тысяч лет) с нисходящим температурным трендом свойственен концу межледниковой эпохи. На 70–80-е гг. XX в. данная фаза

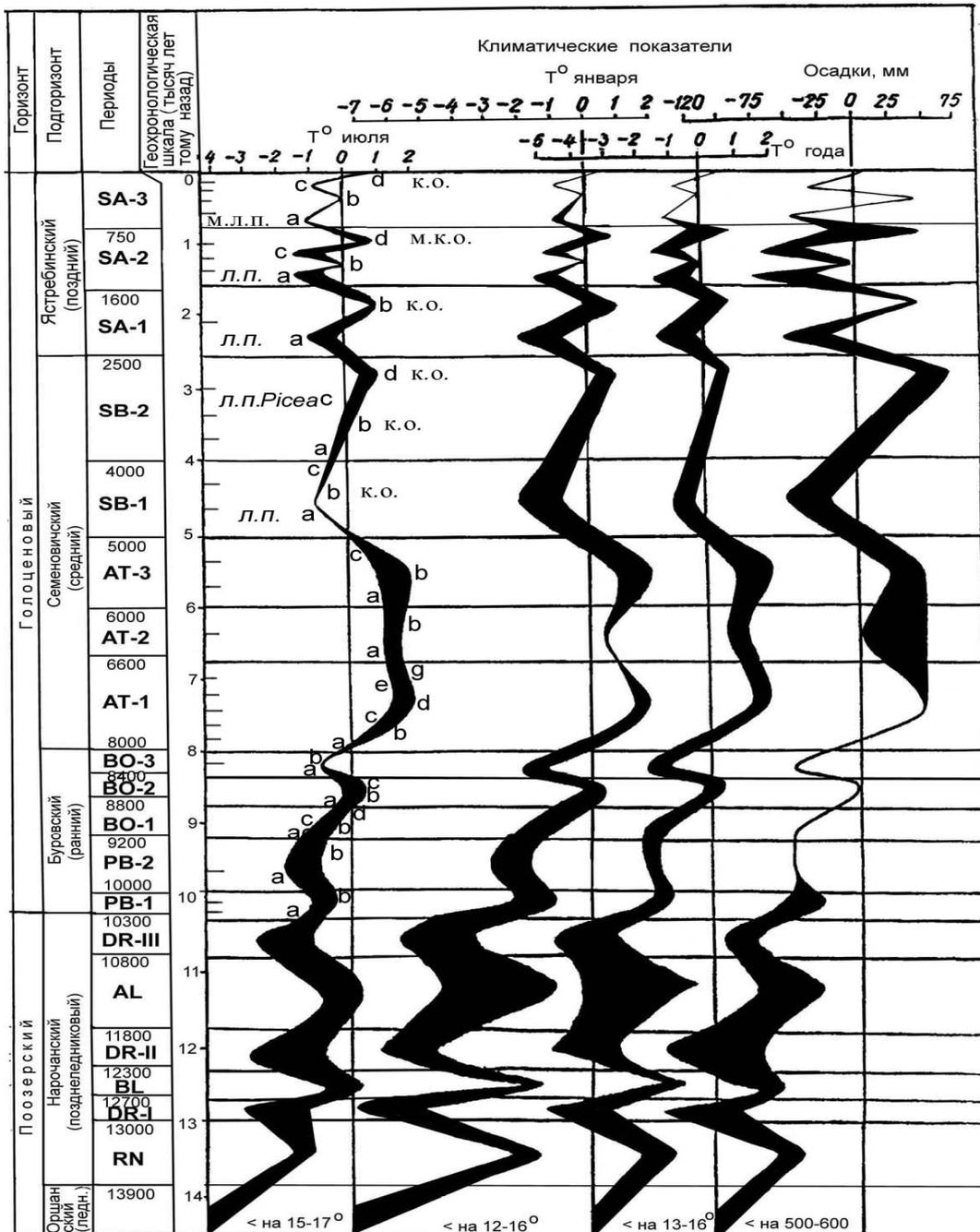


Рисунок 3 – Климатостратиграфическая схема поозерского позднеледниковья и незавершенного голоценового межледниковья Беларуси [4]

Pinus (SA-3) длительностью уже в 750 лет отвечала развитию на юге региона зоны южной тайги, а в центре и севере – средней тайги, соответствовала нынешним климатиче-



ским показателям и положению современного этапа человечества. Сохранение и в дальнейшем направленности этого природного тренда должно было бы привести к последующей миграции в регион закономерной фазы *Betula* (северная тайга), на что потребуется не менее 1–2 тыс. лет по аналогии с финалом древнейших межледниковий плейстоцена, которой в совокупности с миграцией холодолюбивой аркто-бореальной флоры и завершится в будущем естественная сукцессия растительности в преддверии новейшего оледенения.

5. Если продолжительность *однооптимального* и *незавершенного* голоценового межледниковья оценивается нами в 10 300 лет, то с учетом предстоящей фазы *Betula* длительность однооптимальной голоценовой межледниковой эпохи в целом составит около 12 тыс. лет.

6. **Последнее столетие XX в.** ознаменовалось чередованием в пределах $\pm 0,5$ – 1°C двух похолоданий (1910–1920-е, 1960–1970-е гг.) длительностью по 20 лет и двух потеплений (1930–1950-е, 1980–2000-е гг.) продолжительностью по 30 лет. В короткое **потепление 1930–1950-х гг.** изменение климата за 30 лет затронуло лишь отдельные компоненты гидросферы (изменение речного стока, снижение ледовитости Арктики) и атмосферы (рост солнечной постоянной, уменьшение замутнения), а на естественном растительном покрове оно отразилось слабо и сдвига природных зон не произошло.

7. Отмеченный метеорологическими наблюдениями и ощущаемый уже человечеством с **80-х гг.** XX века новый этап (SA-4) **«глобального потепления климата»** с нарастанием температуры воздуха в 1°C уже на 2010 г. может рассматриваться в четырех вариантах: а) как аналог кратковременного потепления 1930–1950-х гг.; б) в ранге «малого климатического оптимума» при 1000-летнем ритме последних 5 000 лет (увеличение температуры не более чем на $+1$ – $1,5^\circ\text{C}$ вызвало небольшое увеличение в составе растительности роли мезо- и термофильных пород); в) как начало второго климатического оптимума голоцена (в сравнении с первым атлантическим оптимумом длительностью в 3 000 лет от 5 до 8 тыс. л. н. превышение температуры на $1,5$ – 2°C пока еще не достигнуто); г) как завершение гляциоплейстоцена кайнозойской эры и наступление потепления климата Земли глобального масштаба.

Прогноз этапа «глобального потепления климата», вызвавшего выделение на юге Беларуси еще одной агроклиматической зоны, обосновывает надежность ведения в пределах всего региона лесовосстановительных работ с широким использованием светлохвойных (сосны на древесину) и термофильных (дуб, вяз и др.) пород с учетом усиления ими процесса фотосинтеза, возможность расширения площади южных агрокультур (рапс, подсолнечник, соя) на север Беларуси, ограниченность посадки темнохвойных пород (пик их естественного развития приходился на 1 000–1 500 л. н. и состояние их ценозов ныне весьма неустойчиво [5]).

При этом следует учесть, что нынешняя фаза сосны SA-3 может и не отвечать финалу однооптимального голоценового межледниковья, а проявиться в ранге промежуточного похолодания между уже завершенным первым атлантическим и будущим вторым оптимумами. В этом случае вместо ожидаемой миграции в регион бетулярного ценоэлемента будет иметь место более широкое распространение мезо- и широколиственных пород в дополнении с увеличением влажности климата во второй половине этапа «глобального потепления». Мы должны считаться также и с тем, что по аналогии с многооптимальными межледниковьями квартера и голоценовое межледниковье может быть и более длительным за счет развития второго, и, возможно, третьего оптимумов (распространение в регионе зоны широколиственных пород) и разделяю-



ших их межоптимальных похолоданий (развитие фаз сосны и березы без участия представителей перигляциальной флоры).

Ход новой глобальной температурной кривой Земли [2; рисунок 1] свидетельствует о том, она завершается в голоценовом межледниковье трендом роста температуры воздуха Земли уже до 13°C и дает новое обоснование предположить, что гляциоплейстоцен как всего лишь последняя треть позднего кайнозоя имеет тенденцию к завершению, и мы на себе испытываем наступление нового природного феномена – начало очередного потепления климата Земли глобального масштаба, сравнимого с природными ситуациями основных геологических периодов Земли (кембрий – первая половина ордовика, средний и поздний силур – ранний и средний девон, поздняя пермь – триас – средняя юра, средний и поздний мел – ранний палеоген или палеоцен), имевших значительно более высокую температуру (превышение от 4°C и выше) по сравнению с межледниковьями квартала нашего региона. На это указывает факт завершения максимума распространения позднекайнозойского оледенения в днепровскую ледниковую эпоху еще около 180 тыс. лет назад и поступательное сокращение в последующем площадей двух последних оледенений (сожского/вартинского – 110 тыс. л. н. и поозерского/вистулианского – 10,3 тыс. л. н.) на фоне увеличения теплообеспеченности разделявших их межледниковий (шкловского и муравинского).

Версия о завершении гляциоплейстоцена и прогрессивном нарастании температуры планетарного масштаба в определенной мере объясняет происходящую активизацию вулканической деятельности, увеличение числа ураганов, частоту и разрушительную силу цунами, смену климата на более теплый и сухой, снижение биоразнообразия Земли подобно тому, как это происходило в древние геологические эпохи, известные как проявления глобального катаклизма. При этом соотношение изменения природных компонентов во взаимосвязи Мировой океан – Атмосфера является основным в эволюции природы Земли, а влияние человека лишь осложняет эту взаимосвязь, а порой принимает и угрожающие масштабы при трансформации и разрушении современных ландшафтов. Развивающееся ныне «глобальное потепление» может быть в значительной степени связано с естественным перераспределением тепла между океанами и материками за счет внутренней динамики климатической системы Земли. Весьма любопытна оценка графиков эквивалентных широт по Ш.Г. Шараф и Н.А. Будниковой, сопоставленных с основными эпохами оледенений и межледниковий за последний миллион лет (а) и будущей миллион лет (б) [6; рисунок 4]. Не вдаваясь в точность возрастного положения последних на геохронологической шкале по материалам этих авторов на 60–70-е гг. XX в., отчетливо видно, что по прогнозу голоценовое межледниковье после первого атлантического оптимума действительно имело тенденцию к своему завершению в виде небольшого похолодания климата в ранге промежуточного, а в дальнейшем (в ближайшие 165 тыс. лет) прогнозируется еще 4 оптимума этого же межледниковья с промежуточными похолоданиями. На этом голоценовое межледниковье завершится, и лишь где-то около 170 тыс. лет наступит новая эпоха оледенения. При этом ритмичность ледниковье/межледниковье продолжает существование позднекайнозойской ледниковой эпохи.

Таким образом, в настоящее время как никогда ранее актуальны данные о состоянии природной среды геологического прошлого, о котором мы получаем



надежную научную інфармацыю с помощью методов постоянно развивающегося направления – эволюционной географии.

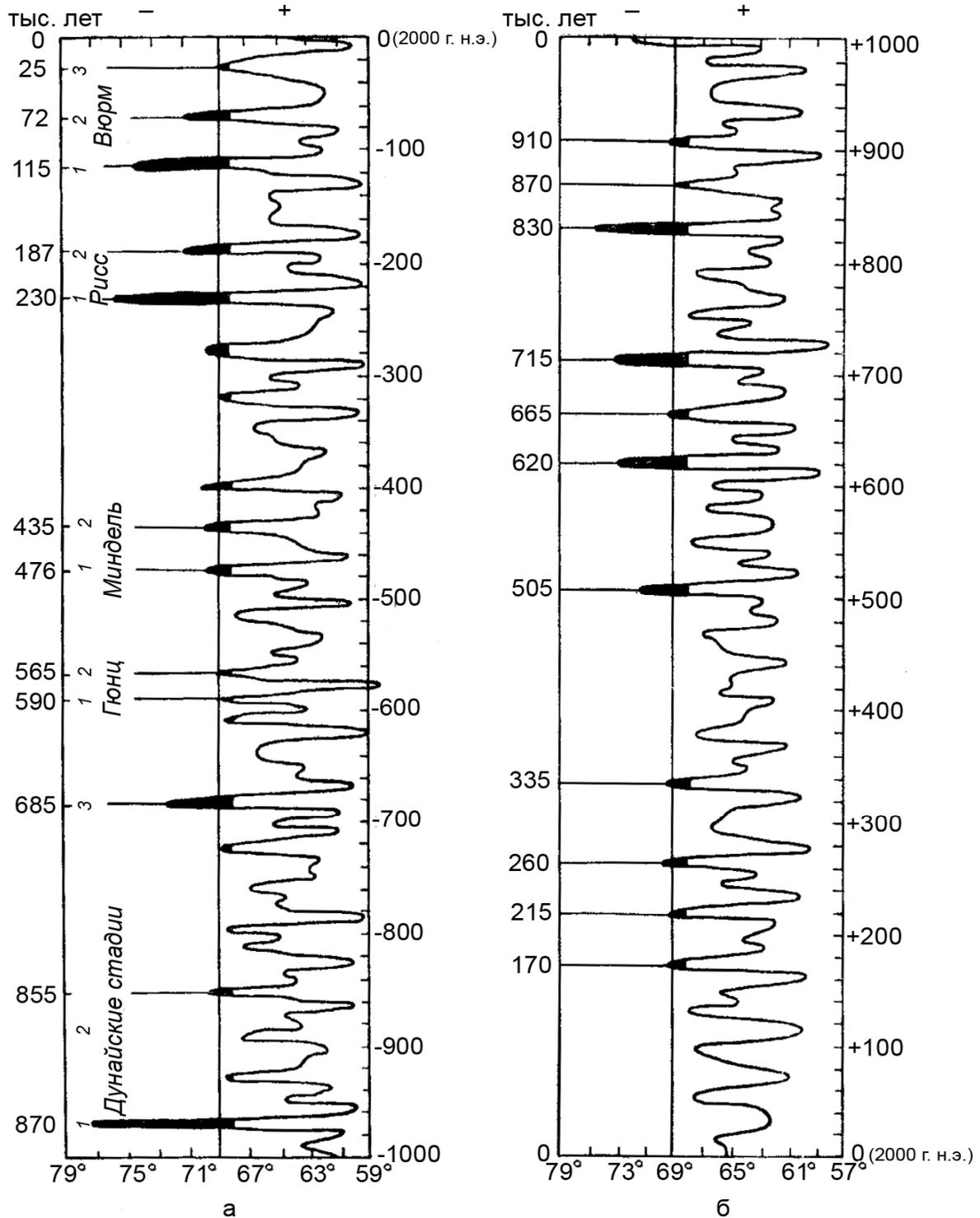


Рисунок 4 – Графики эквивалентных широт по Ш.Г. Шараф и Н.А. Будниковой, сопоставленные с эпохами оледенений и межледниковий за последний миллион лет (а) и будущий миллион лет (б) [6]



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рич, П.В. Каменная книга / П.В. Рич, Т.Х. Рич, М.А. Фентон. – М. : Наука. – 1997. – С. 623.
2. Benton Michael, J. Introduction to paleobiology and the fossil record / J. Benton Michael, A.T. Harper David. – Hong Kong, 2009. – 605 p.
3. Никифорова, К.В. Хронологическая шкала четвертичной системы (антропогена) / К.В. Никифорова, Н.В. Кинд, И.И. Краснов // Доклады 27-го Междунар. геологического Конгресса. Секция С03. – Т. 3. : Четвертичная геология и геоморфология. – М. : Наука, 1984. – С. 22–32.
4. Еловичева, Я.К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси (по палинологическим данным) / Я.К. Еловичева. – Минск : Белсэнс, 2001. – 292 с.
5. Еловичева, Я.К. Палинологическая оценка антропогенной трансформации ландшафтов Беларуси / Я.К. Еловичева // Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии : материалы IV Междунар. научной конф. к 100-летию со дня рождения проф. В.А. Дементьева, БГУ, Минск, 14–17 окт. 2008 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: И.И. Пирожник [и др.]. – Минск, 2008. – С. 154–156.
6. Монин, А.С. История Земли / А.С. Монин. – Л. : Наука, 1977. – 228 с.

Ya. K. Yelovicheva, V.V. Mahnach. Environment of Geologic Past of the World in the Concept of Modern Stage and Future of Byelorussian Region

The practical use of scientific materials on the studying of the Earth geologic past with reference to the present time and the forecasting validity of the development of components of the environment in the future is shown in the article. Four versions of climate evolution of the region on the basis of palynological data are given.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 23.09.10