

УДК 551.882.2/.79(484.8)

Д.В. СЕМЕВСКИЙ

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН В ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ

Устанавливается синхронность основных событий, происходивших в течение четвертичного времени на Шпицбергене и севере Европы. Показано, что Шпицбергенский ледниковый покров даже в период максимального развития не смыкался со Скандинавским. Приводится корреляционная схема верхнеплейстоценовых - голоценовых отложений Шпицбергена и дается сопоставление основных этапов развития архипелага в течение позднего плейстоцена - голоцена с соответствующими этапами Европы и Северной Америки. Для вюрмского времени Шпицбергена выделено две криостадии (билле-фьорд и бельсунн) и два интерстадиала (калипсбюен и кап-ляйель).

Конкретный геологический материал позволяет достаточно обоснованно реконструировать палеогеографическую ситуацию на территории архипелага Шпицберген начиная, по-видимому, лишь с вюрмского времени. Более ранние этапы развития региона могут быть восстановлены с достаточной долей условности на основании палеогеоморфологического и историко-биогеографического анализа.

Можно предполагать, что к началу плиоцен-четвертичного тектонического цикла Шпицберген был уже сформирован как архипелаг. Конфигурация островов, естественно, значительно отличалась от современной, хотя положение береговой линии в северной и западной частях архипелага было, по-видимому, достаточно близко к наблюдаемой ныне, поскольку границы шельфа характеризуются стабильностью. Вероятно, рельеф Шпицбергена в плиоцене был значительно мягче, чем современный резко расчлененный рельеф альпийского типа, характерный для Западного Шпицбергена. Устойчивое, хотя и весьма медленное поднятие северной части архипелага привело к образованию пенепленизированных поверхностей. Южная его периферия, ограниченная современным желобом о. Медвежьего, по которому море еще в начале миоцена проникало в залив (или пролив), существовавший в центральной части Западного Шпицбергена, по-видимому, являлась низменной страной с незначительными абсолютными отметками.

Активизация вертикальных перемещений земной коры, происходивших в глобальном масштабе на рубеже примерно неогенового и четвертичного времени, привела к формированию сети грабенообразных тектонических нарушений, на периферийных зонах архипелага преобразованных впоследствии в систему фиордов. Очень трудно, конечно, однозначно говорить о положении уровня моря в это время, а следовательно, и о морфологической выраженности этой системы грабенообразных опусканий. Однако ясно, что на определенном этапе береговая линия располагалась приблизительно на 200 м ниже современного своего положения, поскольку именно таковы средние глубины затопленного Шпицбергенского плато. Тот факт, что многие фиорды имеют непосредственное продолжение в виде подводных долин в пределах этого плато, а иногда прослеживаются и значительно глубже, вплоть до изобаты 3000 м, говорит о генетической связи этих образований. Таковы, например, пролив Хинлопен (являющийся, по сути дела, открытым с двух сторон фиордом) и его продолжение к северу - каньон Хинлопенренна (или Квест-канал), Ис-фьорд и каньон Исфьордренна, залив Хорнсунн и каньон Хорнсунндюпет.

Не вызывает, по-видимому, возражений положение о синхронности основных событий, происходивших в четвертичное время на Шпицбергене и на севере Европы. Такая синхронность устанавливается, по крайней мере, для вюрма и, судя по всему, должна была существовать и на более ранних этапах развития территории. Мы, следовательно, можем достаточно уверенно говорить о существовании на Шпицбергене нескольких довюрмских эпох оледенений, которые, вероятно, отвечали европейским дунаю, гюнцу, минделю и риссу. Соответственно сопоставимы и межледниковые эпохи. Вряд ли можно говорить о непрерывном существовании ледников на Шпицбергене на протяжении всего четвертичного времени, как это делает В.Н. Сакс [1948]. Достаточно продолжительные межледниковья, вероятно, не создавали условий для перманентного существования даже горно-долинного оледенения.

Еще более спорен вопрос о размерах ледниковых покровов. Некоторые зарубежные исследователи, например Корбель [Corbel, 1960], а также ряд советских ученых предполагают, что в периоды оледенений ледниковый покров занимал все Баренцево море, объединяя Шпицберген, Землю Франца-Иосифа (в пределах которой располагался центр оледенения), Новую Землю и Фенноскандию. Вряд ли, однако, такое утверждение можно считать правомерным. И хотя М.Г. Гросвальд [Гросвальд и др., 1967] пишет, основываясь на работах В.Д. Дибнера, что «морские геологические работы последних лет доставили доказательства покровного оледенения Баренцева шельфа в прошлом. Ими установлено, что на площади шельфа сплошным распространением пользуются ледниковые отложения и ледниковые формы рельефа, поле которых на юге смыкается с древнеледниковой областью Северной Европы», на самом деле таких доказательств не существует. Морские геологические работы, проводящиеся в пределах шельфовых морей Советской Арктики, как раз не дают материала для подобного рода утверждений. Заведомо ледниковые формы рельефа известны лишь в зоне узких прибрежных мелководий, окаймляющих побережье материка и арктических островов. Признание ледникового генезиса микро- и мезоформ рельефа, располагающихся на более глубоких участках дна, основано на весьма смелых допущениях.

Более обоснованным представляется мнение В.Н. Сакса, не допускавшего смыкания ледников северной и южной зон Баренцевоморского шельфа. В лучшем случае смыкание Франц-Иосиф-Шпицбергенского и Скандинавского (Скандинавско-Новоземельского?) покровов могло происходить только в зоне периодически разрушавшихся припайных льдов. Более того, можно думать, что в северной зоне Баренцевоморского шельфа существовали два самостоятельных центра оледенения - Шпицбергенский и Франц-Иосиф-Земельский, но хотя ледники, формировавшиеся в пределах этих центров, возможно, и смыкались где-то в районе о. Виктория, они ни в коем случае не простирались далеко на юг. В пользу такого предположения свидетельствует полное отсутствие среди эрратического материала Шпицбергена экзотических для района пород и, наоборот, отсутствие эрратических валунов шпицбергенского происхождения на других островах Баренцева моря.

Существование крупных ледников в пределах шельфов арктических морей, особенно западных, противоречит и наиболее разработанной в настоящее время теории происхождения ледниковых покровов, предложенной В. Донном и М. Юингом [Donn & Ewing, 1966] и обуславливающей необходимость свободного проникновения морских вод в Арктический океан в ледниковые эпохи. Можно, таким образом, предполагать, что даже в период максимального оледенения ледниковые покровы Шпицбергена - Земли Франца-Иосифа и Фенноскандии не смыкались.

Более определенный ответ на вопрос о размерах позднейшего, вероятно вюрмского, ледникового покрова может дать анализ рельефа Шпицбергена. В пределах архипелага выделяются два типа (или категории) рельефа. Для большей западной части Западного Шпицбергена (примерно по линии Вийде-фьорд - Агардбукта) характерен рельеф альпийского типа. Это интенсивно расчлененная среднегорная страна с

разветвленной системой долин. Восточная часть Западного Шпицбергена, а также о-ва Северо-Восточная Земля, Эдж и Баренца характеризуются существенно выровненным рельефом и относительно слабой степенью его расчлененности. Представляется, что в вюрмское время восточная часть архипелага была занята ледником покровного типа, причем центром оледенения служила либо Северо-Восточная Земля, либо район Земли Короля Карла. В пределах же западной части Западного Шпицбергена оледенение носило горно-долинный характер и существенно способствовало формированию резко расчлененного рельефа. Площадь, занятая оледенением в вюрмское время, таким образом, лишь незначительно превышала размеры архипелага Шпицберген в целом.

В эпохи трансгрессий Шпицберген представлял собой группу многочисленных островов, высота которых, учитывая постепенное поднятие архипелага в течение четвертичного времени, была приблизительно в 1,5 раза меньше современной.

Весьма интересен вопрос о континентальных связях Шпицбергена с Европейским материком на протяжении плейстоцена. В.Н. Сакс [1948], анализируя современный растительный и животный мир Шпицбергена, указывает на его тесную связь с Гренландией, Новой Землей и Скандинавией. Так, очень многие виды растений являются общими для этих районов. Было бы, однако, слишком поспешным признавать на этом основании наличие «материковых мостов», соединявших Шпицберген в четвертичный период с соседними, более крупными участками суши. Как считает В.Н. Сакс, наличие сходных видов растений указывает скорее на общность экологических условий и, как следствие, ограниченность конкуренции. Обращает на себя внимание отсутствие на Шпицбергене многих животных, которые могли бы там выжить, но не смогли самостоятельно переселиться через море (например, лемминг, заяц, волк). Нужно, однако, учитывать возможность полного уничтожения биосферы архипелага во время развития максимального оледенения; до него континентальные связи Шпицбергена вполне могли существовать.

О палеогеографической обстановке Шпицбергена в вюрмское время можно сделать более конкретные выводы. В.А. Зубаковым [1967] на основании радиометрических данных была составлена геохронологическая шкала плейстоцена, наиболее подробно разработанная для вюрма, в течение которого отмечаются четыре криостадии и соответственно четыре межстадиала. Отложения, развитые на Шпицбергене, не дают возможности определить аналоги первой «превюрмской» криостадии. Осадки, фиксирующие эту стадию, возможно, надо искать в центральной части Западного Шпицбергена, характеризующейся, с одной стороны, высокими амплитудами голоценового поднятия, а с другой - возможными стадийными колебаниями края вюрмского ледника. Точно также мы не находим отложений, отвечающих первому межстадиалу вюрма по В.А. Зубакову (сен-пьеру по американской шкале или брёрупу по европейской). Однако наличие в нижней моренной толще разреза Бельсунн обломков раковин моллюсков позволяет уверенно предполагать, что ледник, развивавшийся в эту стадию (вторая криостадия по В.А. Зубакову), перерабатывал морские отложения, формирование которых происходило в брёрупский межстадиал, в интервале 65-55 тыс. лет до современности. Можно, таким образом, считать, что в фиорды Западного Шпицбергена, полностью сформировавшиеся к этому времени, проникали воды морской трансгрессии, а край ледника испытывал отрицательное перемещение.

В дальнейшем при всех осцилляциях ледникового края не происходило сколько-нибудь существенного понижения уровня моря. Присутствие органических остатков морского происхождения в составе моренных толщ разреза Бельсунн и их вещественный состав свидетельствуют о сгужении моренного материала в воды фиордов, а следовательно, об их ледниково-морском генезисе.

Наступившее после брёрупского межстадиального времени положительное перемещение ледникового края явилось одной из стадий развития вюрмского оледенения на Шпицбергене, носившей в это время в пределах Западного Шпицбергена горно-

долинный характер, а на востоке архипелага - характер покровного оледенения. Эта стадия, выделенная нами под названием билле-фьорд, отвечает стадиям бредтвилл, смэстоу, бологовской (?). Предполагаемая продолжительность этой криостадии - 10-12 тыс. лет.

Общее улучшение климатических условий привело к уменьшению размеров оледенения и формированию в западной части архипелага межстадиальных морских отложений. Это межстадиальное время - калипсобюен - ознаменовалось, по-видимому, трансгрессией моря, судя по присутствию в отложениях глубоководных форм *Propeamussium groenlandicum*. Межстадиал калипсобюен, происходивший в интервале 37-45 тыс. лет до современности, отвечает порт-толбот, эптон-уоррен, шлезвиг-гольштейн северо-американской и европейской шкал. Отступление ледников в это время на Шпицбергене было, по-видимому, более интенсивным, чем в предыдущий, брёрупский интерстадиал. В пользу этого свидетельствует распространение на Северо-Восточной Земле морских террас высотой 44-77 м, возраст которых, согласно радиоуглеродным датировкам В. Блейка [Blake, 1961], составляет 37-40 тыс. лет. Б. Френцель [Frenzel, 1964] считает эти террасы более молодыми, паудорфскими, однако, согласно новейшим определениям абсолютного возраста, паудорфское время располагается в интервале 32-22 тыс. лет до современности.

Накопление верхней моренной толщи разреза Бельсунн (и ее аналогов на Западном Шпицбергене) явилось следствием новой подвижки ледника. Как и ранее, толща формировалась в прибрежно-морском мелководье и имеет ледниково-морской генезис. Толща отвечает стадии бельсунн Шпицбергена, соответствующей третьей криостадии В.А. Зубакова, или саутфолду, франкфурту, а на Русской равнине - по-видимому, едровской стадии валдайского оледенения. Судя по тому, что аналоги этой толщи на Западном Шпицбергене известны во внутренней части залива Ис-фьорд, размеры оледенения в эпоху бельсунн вряд ли существенно превышали размеры современного оледенения. Однако области, ныне свободные ото льда, например долины Земли Норденшельда, были, по-видимому, заняты ледниковыми языками. Судя по вещественному составу отложений, береговая линия в это время испытывала положительное перемещение; территория медленно поднималась.

Позднее размеры ледников вновь уменьшились во время наступившего нового улучшения климата, соответствующего межстадиалу кап-ляйель. Этот межстадиал охватывал промежуток 22-32 тыс. лет до современности и отвечает паудорфу-плампойнту. Судя по комплексу фауны, содержащемуся в отложениях межстадиала, климатические условия в это время, хотя и улучшились по сравнению с условиями, предшествующими криостадии, но были существенно хуже современных. Заключительный этап этого межстадиала ознаменовался, по-видимому, значительным опусканием территории. Радиоуглеродные датировки морской террасы в Экхольмвика (Билле-фьорд) высотой 84,5 м дают возраст в $21\ 300 \pm 500$ лет [Feyling-Hanssen, 1965], т.е. либо самый конец времени кап-ляйель (паудорф), либо начало вюрма (классического висконсина). События, происходившие на Шпицбергене в интервале времени 20-10 тыс. лет, пока не могут быть точно восстановлены. Во всяком случае, это время было эпохой длительного размыва, пенеппенизации, происходившей в условиях относительной тектонической стабильности или при медленных вертикальных перемещениях земной коры. В районе Билле-фьорда и Бельсунна происходило формирование горизонтов выветривания. Можно предположить, что территория вновь подверглась оледенению в масштабах, лишь несколько превосходящих современное. Моренные накопления этого времени на Шпицбергене, по-видимому, неизвестны. Возможно, как считает В.Блейк [Blake, 1960], на территории архипелага существовало несколько независимых центров оледенения. С середины эпохи началось постепенное улучшение климатических условий и уменьшение размеров оледенения. В Европе этому времени соответствовал заключительный этап существования оледенения - дани-, готи- и финигляциал.

Корреляционная схема верхнеплейстоценовых - голоценовых
отложений Шпицбергена

Абсолютный возраст, тыс. лет	Отложения	Руководящие формы моллюсков	Периодизация верхнего плейстоцена - голоцена	
			Шпицберген	Европа, Северная Америка
1 2	Низких террас высотой 0-3 м	<i>Astarte borealis</i> , <i>Serripes groenlandicus</i>	Предсовременный интервал. Стадия трескелен (виктория) ~ 800 лет	Субатлантический период
3 4 5 6 7	Террас высотой 3-40 м (террасы Митилиус, нижние и верхние Астарте)	<i>Mytilus edulis</i> , <i>Astarte borealis</i> , <i>Heteranomya squamula</i> , <i>Cyprina islandica</i>	Послеледниковый теплый интервал	Суббореальный период Атлантический период Бореальный период
8 9 10	Террас высотой 40-60 м (террасы Миа)	<i>Mya truncata</i> , <i>Saxicava arctica</i>	Послеледниковый умеренный интервал. Стадия хорнсунн (рубина, ра, сальпаусселька, волдерс) ~ 10 000 лет	Добореальный период
20	Террас 85 м Билле-фьорда		Позднеледниковый холодный период Оледенение, вначале трансгрессия	Финигляциал, готигляциал, данигляциал
30	Верхняя морская пачка		Межстадиал кап-ляйель	Паудорф, плам-пойнт
		Верхняя моренная толща	Стадия бельсунн	Франкфуртская, саут-фолд
40	Нижняя морская пачка, террасы 44-47 м Северо-Восточной Земли	<i>Propeamussium groenlandicum</i>	Межстадиал калипсоэвен	Порт-толбот, шлезвиг-гольштейн
50	Нижняя моренная толща		Стадия билле-фьорд	Бредтвилл, бранденбургская
	?		?	Брёруп, сен-пьер

Голоценовая история Шпицбергена восстановлена достаточно ясно Р.В. Фейлинг-Хансеном на основании радиоуглеродных датировок морских террас Билле-фьорда (оговоримся, что, по-видимому, было бы правильнее к голоцену относить весь послеледниковый отрезок времени, включающий и так называемое позднеледниковье). Такое расширение границ голоцена, который включал бы в себя весь дриас и соответствовал, например, четвертому межстадиалу по В.А. Зубакову, начавшемуся 13,5

тыс. лет назад, более отвечает уточненной датировками абсолютного возраста последовательности событий.

Для голоценовой истории Шпицбергена, как и для Европы в целом, характерно общее улучшение климатических условий, закончившееся климатическим оптимумом. Однако на протяжении голоцена, как мы увидим, происходили отдельные подвижки края ледника. К позднему ледниковые Р.В. Фейлинг-Ханссен относит террасы Билле-фьорда на высоте 60-80 м (позднеледниковый холодный период) с интервалом времени приблизительно 13,5-10 тыс.лет до современности, имеются прямые следы воздействия ледников на террасы этого времени. Так, в районе Хорнсунна А. Ян наблюдал моренные накопления, перекрывающие террасу высотой 55 м и размываемые береговой линией высотой 45 м. Согласно интерполированным значениям кривой поднятия [Гросвальд и др., 1967], возраст верхней террасы составляет около 10,5 тыс. лет, а возраст нижней - 9,5 тыс. лет. Возраст ледниковой стадии (осцилляции), имевшей место в это время, близок к 10 тыс. лет. Эта стадия, названная стадией хорнсунн [Гросвальд и др., 1967], синхронна стадиям сальпаусселькя Финляндии, ра Швеции, рубини Земли Франца-Иосифа, волдерс Северной Америки.

Послеледниковый умеренный интервал охватывает промежуток времени приблизительно 9-10 тыс. лет и характеризуется формированием морских террас высотой 40-60 м, с фауной *Mya truncata* и *Saxicava arctica*. Это так называемый добореальный период по схеме Блитта-Сернандера. В районах, не занятых ледником, происходило образование ледяных клиньев. Псевдоморфозы по таким клиньям отмечены, например, нами на террасе высотой 40 и на побережье залива Сорг-фьорд (Нью-Фрисланд, Западный Шпицберген). 40-метровый уровень Сорг-фьорда соответствует, судя по кривым поднятия, 55-метровому уровню Билле-фьорда.

Наиболее длительный послеледниковый теплый интервал, отвечающий бореальному, атлантическому и суббореальному периодам Европы, охватывает промежуток времени от 2,2 до 9 тыс. лет до современности. На Шпицбергене (Билле-фьорд) за это время были сформированы морские террасы высотой 3-40 м. Происходило нарастающее улучшение климатических условий, зафиксированное последовательным появлением все более «теплолюбивых» моллюсков, вплоть до *Cyprina islandica*, ныне здесь вымершей. Ледниковый покров в это время был существенно меньше современного. Даже на Северо-Восточной Земле, где ледники в той или иной степени сохранялись, по-видимому, на протяжении всего вюрма, граница оледенения, судя по наличию под куполом ледника в настоящее время глубоких долин, испытала серьезное отрицательное перемещение. На Западном Шпицбергене ледники сохранились только на высоких плато, а также, вероятно, занимали кары и цирки. Возможно, впрочем, что на протяжении послеледникового теплого интервала, особенно в начале его, имели место климатические инверсии.

Заключительный этап голоценовой истории Шпицбергена, предсовременный интервал по Р.В. Фейлинг-Хансену, соответствующий субатлантическому периоду Европы, характеризуется ухудшением климатических условий, исчезновением из состава морской фауны теплолюбивых форм и приближением климата к современному. Вновь возобновили активность ледники. Одна из последних ледниковых стадий произошла уже в историческое время, соответствующее раннему средневековью [Гросвальд и др., 1967]. Возраст этой стадии, как показала радиоуглеродная датировка переотложенного ледником обломка древесины, обнаруженного на п-ве Трескелен (залив Хорнсунн), - 810 ± 70 лет. Следовательно, существенному отступанию ледников в конце первого тысячелетия нашей эры на смену пришло довольно значительное наступление. Стадия эта получила название «трескелен». Она соответствует по времени «малому ледниковому периоду» Северной Европы и отвечает стадии виктория Земли Франца-Иосифа.

Голоценовая история Шпицбергена ознаменовалась резким, скачкообразным увеличением скоростей поднятия архипелага, новым омоложением разломов древнего

заложения и перемещением по ним отдельных блоков земной коры, а также проявлением молодого вулканизма. Как было показано ранее [Семевский, 1965], возраст вулкана Сверре, например, составляет 4-6,5 тыс. лет. Имеются указания на подводное извержение в XIX столетии вблизи Конгс-фьорда на Западном Шпицбергене [Römer & Schaudin, 1909]. На повышенную современную тектоническую активность указывает и наличие термальных источников в районе Бокк-фьорда.

В течение голоцена на Шпицбергене были сформированы прибрежные стрендфлеты. Показательно, что они развиты преимущественно на западном и северном побережьях Шпицбергена, испытавших наиболее медленное поднятие.

Настоящее время характеризуется улучшением на Шпицбергене климатических условий, что связано с общим потеплением Арктики. Так, среднегодовая температура воздуха за последние 40 лет возросла на Шпицбергене более чем на 2°. Ледниковый покров уменьшается в размерах. Особенно это касается горно-долинных ледников, а также ледников, непосредственно спускающихся в море. Ледник Норденшельда за 65 лет отступил, например, на 0,6 км, ледник Хорнбреен - на 11 км, а ледник Ханбергбреен - на 15 км. Тенденция к сокращению ледников наблюдается и в настоящее время.

В таблице мы попытались суммировать последовательность верхнеплейстоценовых - голоценовых событий Шпицбергена и сопоставить основные этапы развития территории с этапами развития Европы и Северной Америки.

Литература

1. Гросвальд М.Г., Девирц А.Л., Добкина Э.И., Семевский Д.В. Движения земной коры и возраст ледниковых стадий в районе Шпицбергена. Геохимия, № 1, 1967.
2. Зубаков В.А. Геохронологическая шкала материкового плейстоцена (по радиометрическим данным). Геохимия, № 2, 1967.
3. Сакс В.Н. Четвертичная история Шпицбергена. Проблемы Арктики, № 3, 1948.
4. Семевский Д.В. К вопросу о возрасте вулкана Сверре. Материалы по геологии Шпицбергена, изд. НИИГА, Л., 1965.
5. Фейлинг-Ханссен Р.В. Корреляционная схема позднечетвертичных отложений Норвегии. Труды НИИГА, т. 143, 1965.
6. Blake W. The Late Pleistocene chronology of Nordaustlandet, Spitsbergen. Abstr. Pap. Intern. Geogr. Congr., 1960.
7. Blake W. Radiocarbon dating of raised beaches in Nordaustlandet, Spitsbergen, Geology of the Arctic, vol. 1, Toronto, 1961.
8. Corbel J. Le soulèvement des terres au nord de la mer de Barentz. Rev. geogr., t. 35, N 3, Lyon, 1960.
9. Donn W.L., Ewing M. A theory of ice ages. III. Science, vol. 152, N. 3730, 1966.
10. Feyling-Hanssen R.W. Shoreline displacement in central West Spitsbergen. Norsk Polar. Inst., Meddelelser N 93, Oslo, 1965.
11. Frenzel B. Zur Pollenanalyse von Lössen. Eiszeitalter und Gegenwart Bd. 15, 1964.
12. Römer F., Schaudin F. Fauna arctica, Bd. 1, Iena, 1909.

Ссылка на статью:



Семевский Д.В. Основные этапы развития архипелага Шпицберген в плиоцен-четвертичное время. Материалы по стратиграфии Шпицбергена, изд. НИИГА, Л. 1967. С. 216-224.