

- in Finnland und in Nordamerika. Zeitschr. f. Gletscherk., XII, 1921, Leipz., стр. 39 — 56.
- De Geer, G. A Geochronologie of the last 12.000 years. Compté Rendus Congrès Géol. Intern. à Stockh. 1910. Stockh., 1912, стр. 241 — 253.
- De Geer, G. Geochronologie der letzten 12.000 Jahre. Geol. Rundschau, Leipz., III, 1912, стр. 457 — 471.
- De Geer, G. Correlation of late glacial clay varves in North Amerika with the Swedish time scale Geol. Fören. Förhandl. 43, 1921, стр. 70 — 73, Stockh.
- De Geer, G. On the solar curve. Geogr. Annaler, VIII, 1926. Stockh., стр. 253 — 283.
- De Geer, G. Late glacial clay varves in Argentina Geogr. Annaler, 1927, IX, Stockh., стр. 1 — 8.
- Reeds, C. A. Seasonal Records of Geologic Time. Natur. History, XXIII, New York, стр. 370 — 380.
- Sauramo, M. Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland. — Bull. Comm. Geol. de Finl. № 50, 1918, Helsingf. стр. 5 — 44; Fennia. 41, № 1, 1920, стр. 5 — 44.
- Sauramo, M. Studies on the quaternary varve sediments in Southern Finnland. — Bull. Comm. Geol. de Finl., № 60, 1923, Helsingf., стр. 5 — 164; Fennia 44, № 1, стр. 5 — 164, 1924.
- Sauramo, M. Über die Bändertone in den ostbaltischen Ländern. Fennia 45, № 6, 1925, Helsingf., P. 3 — 9.
- Sauramo, M. Geochronologische Studien in Russland. — Geol. Fören. Förhandl., B. 47, H. 4, 1925 (1926). Stockh., стр. 521 — 523.
- Troll, K. Methoden, Ergebnisse und Ausblicke der Geochronologischen Eiszeitforschung. — Die Naturwissenschaften, 13. Jahrgang, H. 45, 1925, Berlin, стр. 909 — 919 (литература).

О происхождении тундрового ландшафта.

А. И. Толмачев.

В недавно вышедшей в свет работе о происхождении фауны тундр, профессор М. А. Мензбир¹ выступает с критикой взглядов Неринга² на последовательные изменения природы севера Евразии и выдвигает ряд положений, проливающих новый свет на вопросы взаимоотношений тундр и других, связанных с ними исторически ландшафтов. Основные, выдвигаемые автором, положения сводятся к следующему.

Картина преобразования ландшафта умеренной Европы, рисуемая Нерингом на основании изучения ископаемых остатков животных, мало убедительна, т. к. опирается лишь на изучение отдельных элементов фауны, строгая приуроченность которых к какому-либо одному определенному ландшафту не доказана, во многих же случаях заведомо не имеет места. Кроме того, данные Неринга относятся к ограниченному пространству, и перенесение полученной им картины на обширные области может повлечь за собою крайне ошибочные выводы. Сама же по себе смена одних форм другими во многих случаях могла бы отвечать лишь перегруппировке станций одного и того же более объемлющего ландшафта и часто не требует допущения более широких его преобразований. Факты,

наблюдаемые при изучении современного распространения животных, ярко иллюстрируют это положение.

Далее автор останавливается на проникновении степных элементов в приледниковую область Европы после отступления покрывавшего ее ледника, причем, с одной стороны, указывает на недоказанность того, что степь вытесняла ранее распространившуюся в этой области тундру (как то предполагал Неринг), а с другой, — и это, говорит М. А. Мензбир, основной вывод работы, — устанавливает наличие генетической связи фауны тундры со степной, главным образом центрально-азиатской.

Останавливаясь затем на вопросе, существовала ли тундра на севере Европы и Азии во время максимального оледенения первой, автор приходит к отрицательному выводу, считая, что оледенение, а в других местах затопление морем, исключало возможность развития тундр в области их современного распространения. В этом автор находит новое доказательство невозможности появления тундры, в качестве законченного ландшафта в пределах Европы, до очищения ее от ледникового покрова, ибо только с исчезновением его освободилась та область, которая могла послужить первоначальным очагом развития тундры. „Тундра, говорит М. А. Мензбир, не пришла в Европу с севера и северо-востока, но развилась на месте, где мы ее видим теперь, получив свою флору

¹ М. Menzbier. Ueber die Entstehung der Fauna der Tundren.

² А. Nehrung. Ueber Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit. Berlin, 1890.

и животный мир частично от болотистых областей ледниковой и межледниковых эпох, частично из Сибирских низин, которые в свою очередь заселялись из Центральной Азии". Еще ранее образования тундрового ландшафта последовало распространение в находившуюся перед тем под ледниковым покровом область степных элементов, которые таким образом явились непосредственными предшественниками тундровых. Уже позже, когда тундровый ландшафт со всеми основными его особенностями выработался в некоторое определенное целое, тундры постепенно распространились по циркумполярной области, которую и занимают ныне. „Тундра на севере Европейско - Азиатско - Американского континента не существовала еще во время наибольшего оледенения Европы; ... тундра с ее характерной флорой и фауной начала обнаруживаться у окраинных областей колоссального ледника, покрывавшего большую часть Европы, и затем, по мере его отступления, занимала более и более обширные площади, с тем, чтобы сузиться впоследствии и распространиться в виде широкого пояса вдоль края северных континентов“. Как в Европе, так и в Азии развитию тундры предшествовало, по мнению М. А. Мензбира, широкое распространение степных элементов, в силу которого тундры до сих пор обнаруживают сходство со степью.

Такова, в общих чертах, картина, рисуемая М. А. Мензбиром в его интересной работе. Широкая и глубоко интересная проблема происхождения одного из основных ландшафтов севера земного шара получает в ней своеобразное освещение, дающее новое представление не только о взаимоотношениях тундры и других ландшафтов, но и о их последовательности во времени. Вместе с тем, если в части, посвященной критике взглядов Неринга, доводы Мензбира кажутся очевидными, то дальнейшие выводы его о происхождении и распространении тундр нуждаются, как мне кажется, в существенных коррективах. Последнее и заставляет меня изложить некоторые соображения по затронутым в статье М. А. Мензбира вопросам.

I.

Нельзя не согласиться с М. А. Мензбиром в том, что перенос на обширные пространства севера Евразии выводов,

обоснованием которых служат наблюдения на незначительном участке, следует признать неосторожным. Нельзя не признать и правильности основного вывода работы, что сходство в некоторых отношениях между тундровым и степным ландшафтами имеет глубокие исторические основания, далеко выходя за пределы того, чтобы можно было говорить об одном лишь сходстве в облике этих ландшафтов. Исследование отдельных элементов тундровой флоры, с которой мне приходится особенно близко сталкиваться, всецело подтверждает это положение, указывая на несомненно степное происхождение существенной доли арктической флоры. Но, в то же время, именно исследование отдельных элементов флоры (и в частности тех из них, степное происхождение которых особенно вероятно) заставляет с сугубой осторожностью отнестись к выводам Мензбира о происхождении тундрового ландшафта в целом.

Всецело разделяя точку зрения М. А. Мензбира на неприемлемость переноса на обширные пространства выводов, полученных путем исследования одного ограниченного и быть может не типичного участка, я склонен идти в этом направлении дальше, чем пошел Мензбир, и высказать опасение, что мы не менее легко можем впасть в ошибку, если в суждении о происхождении тундрового ландшафта будем исходить в первую очередь из косвенных данных, а не из изучения его самого. Это обстоятельство, как мне кажется, не было достаточно оценено Мензбиром, и в этом вероятно одна из основных причин несогласованности его выводов с тем, к чему мы неизбежно приходим, изучая тундру как таковую.

Теперь же попробуем рассмотреть затронутые Мензбиром проблемы в той же последовательности, в какой это сделано им самим.

В первую очередь, Мензбир ставит вопрос, доказана ли для какой-либо части ледниковой эпохи последовательная замена тундровых животных степными и вытеснение последних лесными формами? Приводимые автором доводы говорят в пользу отрицательного решения этого вопроса, и нельзя не признать, что последовательная смена одних элементов другими в данном разрезе может в такой же мере указывать на перемещение различных станций, как и на вытеснение прежней фауны новыми пришельцами.

Справедливо и то указание, что многие из видов, нахождение которых приводилось в доказательство существования некоторого „тундрового периода“, вовсе не приурочены строго к тундровому ландшафту и отчасти обнаруживают весьма значительные пределы приспособляемости. В результате, Мензбир приходит к справедливому, как мне кажется, заключению, что все, что мы можем выяснить на основании имеющихся фактов, ограничивается тем, что „в эпоху второго оледенения наблюдались в относительно низких широтах животные, населяющие современную тундру,... но нет никакого основания говорить о внедрении тундры с ее населением“. Но, если таким образом вопрос о существовании тундрового „языка“ в средней Европе, как то предполагал Неринг, справедливо ставится Мензбиром под сомнение, то против дальнейших его выводов можно привести то же положение, которое так правильно использовано Мензбиром при критике взглядов Неринга. Именно, если существование тундры в средней Европе в одну из ледниковых или межледниковых эпох не доказано, то дает ли это нам право предполагать, что тундра в соответствующее время не существовала и в других местах (хотя-бы в ныне занимаемой ею области), находившихся, быть может, в совершенно иных условиях, и имеем-ли мы действительные доказательства в пользу такого допущения? Факты, которые будут приведены ниже, решительно противоречат ему.

Примерно то же освещение, как и нахождение в Средней Европе тундровых элементов, получают в статье Мензбира и степняки подвергавшейся оледенению части Европы. Мы видим, что строго выраженного „степного периода“ здесь повидимому не было, налицо же скорее несколько беспорядочное проникновение отдельных элементов степной флоры и фауны на освободившиеся из-под ледникового покрова пространства. Если так, то конечно отпадает вопрос о вытеснении тундры степью, иначе говоря, о последовательных „тундровой“ и „степной“ фазах в развитии ландшафта области недавнего оледенения, ибо выходит — ни тундры, ни степи (понимая оба ландшафта в строгом смысле) здесь не существовало. Дает ли это, однако, основание для вывода, что оба ландшафта в то время вообще еще не сформировались? Мне кажется — нет.

Напротив, напрашивается предположение, что и тундра и степь существовали где-то неподалеку от подвергшейся оледенению области, почему именно их животное и растительное население оказалось призванным дать первоначальных переселенцев на выходявшие из-под ледникового покрова пространства. Действительно, вполне вероятно, что в пределах последних они не образовывали тех формаций (или, лучше, — биоценозов), которые характерны для тундры и степи в отдельности, но просто занимали места, оказывавшиеся свободными, давая подчас неустановившиеся „произвольные“ сочетания, возможные лишь потому, что биоценозы, соответствующие климатическому режиму освобождавшихся из-под льда пространств, еще не успели их захватить или не успели сложиться¹. Но подобное объяснение встретило бы большое затруднение, если бы ландшафтов в то время еще не существовало (т.-е. степи или тундры), хотя бы одного из „материнских“, ибо было бы крайне трудно уяснить, почему, напр., элементы тундровой флоры и фауны получили широкое распространение в этой области, если тундра не прилегала к ее окраинам, а последние были заняты другими, не выявившими себя в заселении бывшей ледниковой области ландшафтами. Неужели элементы чисто интразонального характера могли неожиданно получить столь бурное развитие и, далеко опередив ранее преобладавших над ними собратьев, привести на вновь захваченных пространствах к образованию здесь стойкого ландшафта, оказавшегося способным захватить впоследствии обширную циркумполярную область? Такое

¹ П. П. Сушкин наблюдал на недавно освободившихся из-под ледникового покрова моренных пространствах Алтая появление элементов самых разнообразных биоценозов, распределявшихся по отдельным участкам в зависимости от микрорельефа подпочвы, отражающегося в различных местных условиях увлажнения. Полупустынные, высокогорно-луговые и тундроподобные сообщества наблюдаются при этом в одном и том-же районе, комбинируясь вне всякой зависимости от остающихся, в целом, постоянными атмосферных условий.

Эта картина, в сущности, весьма напоминает предполагаемые нами соотношения отдельных элементов ландшафта приледниковой области Европы в период, последовавший непосредственно по отступании ледника, доказывая во всяком случае, что такие соотношения не представляют чего-либо невероятного.

Сообщая вышеприведенные факты, считаю долгом выразить глубокую благодарность П. П. Сушкину за сообщение столь важных с точки зрения нашей гипотезы сведений.

допущение представляется мне настолько натянутым, что именно картина заселения освободившегося из-под ледникового покрова пространства кажется особенно убедительно говорящей в пользу того, что к началу основной фазы отступления ледника тундра должна была существовать где-либо в сопредельной с ним области, в состоянии вполне сформировавшегося ландшафта и с характерными особенностями, весьма близкими к современным.

Не останавливаясь более близко на последующих заключениях Мензбира о характере тундровой фауны¹, перейдем к третьему, основному с точки зрения специалиста по тундре вопросу, выставленному М. А. Мензбиром, именно — существовала ли тундра на севере Европы и Азии во время наибольшего оледенения Европы?

Мы видели уже, что существование тундры в пределах подвергавшейся оледенению части Европы оказывается в достаточной мере сомнительным. Поэтому, рассуждая логически, нам остается либо признать правильным вывод Мензбира, что тундры в те времена и вообще не существовало, либо выяснить, где могли существовать ландшафты, в своих основных чертах совпадающие или по крайней мере весьма сходные с ней.

Поскольку речь идет об эпохе наибольшего развития ледникового покрова Европы, вопрос о севере ее, находившемся подо льдом, разумеется, отпадает, и мы должны всецело обратить внимание на север Азиатского и Американского континентов. Те непосредственные данные об условиях существования растительного мира Арктики в третичном периоде, которыми мы располагаем благодаря исследованиям на Шпицбергене, Ново-Сибирских островах, Канадском архипелаге, Гренландии и т. д., показывают лишь, что в конце третичного периода и по крайней мере в миоцене крайний север земного шара был заселен

флорой, значительно более богатой, чем современная, и арктической флоры, в том виде в каком мы ее теперь наблюдаем, тогда, следовательно, еще не существовало. Но на этом наши сведения обрываются и имеющиеся данные не противостоят таким образом признанию возможности развития тундровой растительности с начала четвертичной эры и лишь указывают тот нижний (во времени) предел, за который процесс этот не мог распространяться. Какие-же географические и климатические возможности представили в этом отношении первые фазы четвертичного периода?

На севере Сибири оледенение ограничивалось лишь незначительными пространствами, сосредотачиваясь, повидимому, в изолированных друг от друга областях: на севере Таймырского полуострова, в районе Верхоянского хребта, в Колымских горах и, повидимому, на водораздельной возвышенности Чукотской Земли. Остальные части сибирского севера были свободны от ледникового покрова, хотя, возможно, местами наблюдались фирновые поля. Другим фактором, ограничивающим развитие континентальных ландшафтов, явилась бореальная трансгрессия (или трансгрессии), затопившая значительные пространства суши вдоль побережий Полярного моря. Повышение уровня моря, по сравнению с современным, выразилось, однако, в Сибири в несравненно меньших цифрах, чем на севере Европы, и местами заведомо не превышало 100 м над современным уровнем. При таком условии, как равно и при значительно больших поднятиях уровня моря, значительные области За-енисейской Сибири должны были оставаться незатопленными. В полярной области таковыми оказывались южные части Таймырской земли, обширная область Енисейско-Хатангского водораздела (в широком смысле), Анабаро-Хатангское плато, значительная часть пространства между Анабаром и Оленеком, северные части Чукотской Земли¹. Даже если допустить заведомо не имевшее места в Сибири поднятие уровня моря на 200 м, то большая часть названных пространств осталась-бы за пределами затопленной области и представляла-бы все необходимые условия для развития тундрового ландшафта.

¹ Замечу только, что справедливость исключения мамонта и носорога из числа тундровых животных, на том основании, что они не могли быть обитателями болотистых равнин, может быть подвергнута сомнению, так как отождествление последних с тундрой в целом совершенно недопустимо и основывается, повидимому, на широко распространенном, трафаретном, сказал-бы я, представлении о тундрах, как о сырых моховых равнинах. Несравненно большее, чем обычно принято думать, разнообразие тундрового ландшафта и достаточное обилие неболотистых тундровых ассоциаций лишает взгляд М. А. Мензбира необходимого обоснования.

¹ Области, подвергавшиеся оледенению, здесь не перечисляю, так как в данном случае они не представляют интереса для нас.

В Америке, при несравненно большем вообще развитии ледникового покрова, мы сталкиваемся с аналогичной картиной. В настоящее время достоверно известно, что, в то время как южные части Аляски находились под мощным ледниковым покровом, северная половина ее льдом не покрывалась. На севере Канадского архипелага имелась обширная свободная ото льда область, представлявшая одно целое с северо-западной окраиной Гренландии и Землей Пири. Есть основания думать, что в последней области оледенение было в то время развито не больше, а может быть даже слабее, чем в настоящее время (!), и факты биогеографического порядка, как это показал недавно Ферналд (Fernald)¹, как-будто хорошо согласуются с этим положением. Как и в Азии, неоледеневавшие области Северной Америки лишь частично подвергались затоплению трансгрессировавшим морем.

Итак, приведенные данные, не говоря уже о том, что синхронность оледенения и трансгрессии не только не доказана, но даже определенно установлено запоздание тахиитум'а последней по сравнению с первым, коренным образом расходятся с тем, что высказывает Мензбир, и в корне подрывают дальнейшие его построения. Мы видим, что в эпоху наибольшего развития ледникового покрова Европы значительные пространства крайнего севера Азии и Америки (в особенности первой) оставались свободными ото льда (а равно и от моря) и могли явиться той областью, где первоначально наметилось развитие тундрового ландшафта. Нам нет надобности прибегать к допущению существования его в третичном периоде, так же как нет надобности ограничивать его немногими тысячелетиями послеледникового времени. Наиболее вероятным представляется допущение, что то самое ухудшение климата (выражалось-ли оно в общем понижении температур или хотя бы только летних, может быть даже при некотором умерении зимних), которое на рубеже третичной и четвертичной эры повлекло к постепенному развитию ледникового покрова приатлантических частей северных континентов, дало в неподвергавшихся оледенению их частях первый толчок к образованию наиболее приспособ-

ленного к новым, неизмеримо суровым, по сравнению с прежними, условиям органического комплекса, выработавшегося в течение этого неблагоприятного периода в основу современных тундр. Та климатическая катастрофа, которая опустошила добрую половину Европы, выразившись в менее резких формах на севере Азии, привела здесь к образованию нового типа ландшафта, впоследствии получившего циркумполярное распространение. Таким образом, процесс образования тундр в неоледеневавших областях приполярной Сибири и отчасти Америки должен быть признан, по нашему мнению, в общих чертах синхронным наибольшему развитию ледников в Европе и значительной части Америки.

Признание существования тундры в неоледеневавших частях севера Азии и Америки кажется не только возможным, но просто неизбежным. Отказываясь от него, мы едва-ли сможем указать, каков мог быть в то время характер растительности и животного населения в таких областях, как Енисейско-Хатангский водораздел или северная окраина Гренландии и Канадского Архипелага. Если возвышенности первой из названных областей и ныне одеты тундрой, то при очевидно худших условиях ледниковой эпохи (в широком смысле) иной тип растительности едва-ли мог здесь существовать. Уклониться-же от признания существования тундры значило бы утверждать полное отсутствие растительности в соответствующих областях, чего конечно трудно было-бы ожидать в пределах древнего Ангарского континента, да и надобности в чем нет. Что же касается до севера Гренландии и сопредельных областей, то большая степень их исследованности позволяет уже говорить, что ряд флористических фактов настоятельно требует допущения существования в той области, в эпоху оледенения, растительности весьма близкой к современной. За относительную длительность существования тундровой растительности на севере Заенсейской Сибири говорит и то, что тундровые торфянистые отложения этой области, даже в весьма высоких широтах (напр., между устьями Хатанги и Анабара, под 73 — 74° с. ш.), достигают такой мощности, которая для крайнего севера Европы является совершенно небывалой.

Надо вообще отметить, что изложенные выше мысли вполне согласуются с теми выводами, к которым мы приходим в результате чисто-флористиче-

¹ M. L. Fernald. Persistence of plants in unglaciated areas of boreal America. Memoirs of the Gray Herbarium of Harvard University, II, 1925.

ских исследований. Распространение и родственные отношения большинства арктических растений заставляют искать исходную область их миграций в пределах Заенсейской Сибири, реже Северной Америки. Для западных-же частей арктической Евразии все с большей ясностью вырисовывается преимущественное направление заселения ее, по отступанию ледникового покрова, с востока на запад, а не с юга на север. При этом есть полное основание думать, что расселение многих тундровых элементов протекало в границах полосы, мало выходящей за пределы современной тундровой зоны. Во всяком случае для большинства видов мы не имеем данных, говорящих против подобного допущения.

Но если отдельные элементы тундровой растительности заставляют признать их заенсейское происхождение, то это, вместе с остальными приведенными данными, едва ли позволяет остановиться перед допущением, что и ландшафт, к которому они приурочены, первоначально сложился в той-же области, которая явилась родиной большей части слагающих его элементов.

Таким образом мы подходим к формулировке нашего основного вывода, — что тундровый ландшафт складывался в послетретичные времена на севере Ангарского континента и, в меньшей мере, Америки, преимущественно в пределах области, занимаемой им поныне; что образование тундр на севере Азии и оледенение Европы — явления в общих чертах синхроничные, вызванные одними и теми же причинами; что, следовательно, появление тундровых элементов в пределах Европы было следствием миграций, направленных с востока на запад, завершившихся, в конечном итоге, распространением тундр, как цельного комплекса, вдоль северной окраины Европейского материка.

II.

Сопоставляя, в соответствии с обсуждаемым Мензбиром вопросом о составе фауны тундр, флористические данные, необходимо отметить значение элемента, в сущности не получившего освещения в работе Мензбира, но играющего в тун-

дровой флоре, пожалуй, первенствующую роль и выдвигающего на первый план вопрос о связи арктической флоры с высокогорными — в первую очередь с флорами гор Южной Сибири и Центральной Азии. Просматривая список флоры любого участка Арктики, мы найдем в нем множество родов и видов, общих с горными ландшафтами умеренных широт северных континентов. Так, напр., флора Вайгача, насчитывающая 188 видов высших растений, имеет более 100 видов общих с Алтаем и сопредельными горными системами¹. Значительно меньшими, но все-же весьма значительными цифрами выражается и сходство с флорами горных районов Средней Европы и Северной Америки. Так называемая арктоальпийская группа, обнимающая столь богато представленные в Арктике роды, как *Pedicularis*, *Draba*, *Saxifraga*, представляет в ряду родов и видов растений, населяющих Арктику, безусловно наиболее мощную составляющую. При этом, как правило, географическое и систематическое изучение растений приводит к выводу, что родиной основных групп является чаще та или иная горная область, а не Арктика. Альпийские ландшафты, видимо, старше тундры, и зарождение последней едва-ли происходило помимо проникновения высокогорных элементов центрально-азиатской и в меньшей мере американской флоры в область, опустошенную ухудшением климата от оледенения ее в третичное время лесов, что могло легче всего осуществиться во время наиболее активных фаз оледенения, когда широтные и вертикальные пределы лесной растительности лежали бесспорно много ниже современных². Сходство тундр нашего времени, не только в отношении состава растительности, но и в чисто-ландшафтном смысле, с альпийскими формациями не может остаться незамеченным при сколько-нибудь основательном знакомстве с арктической растительностью и представляет наиболее универсальное ее свойство, отражающееся даже в равнинных тундровых формациях.

¹ Ср. сопоставления в конце моей работы о флоре Вайгача. Труд. Ботан. Муз. Акад. Наук, XIX, 1926.

² То, что в некоторую эпоху границы тундровой (или тундро-подобной) растительности в Сибири лежали значительно южнее современных, доказываются документально находкой на Иртыше, у дер. Демьянское, *Salix polaris*, *S. herbacea*, *Dryas octopetala* и *Pachypleurum alpinum* (ср. В. Н. С. укачев. О находке ископаемой арктической флоры на р. Иртыше у с. Демьянского, Тобольской губернии. Изв. И. Акад. Н. 1910, № 6).

Сходство со степью также бесспорно выходит за пределы аналогий, но, как увидим ниже, представляет вероятно результат позднейшего преобразования тундрового ландшафта.

III.

Но если, таким образом, мы отвергаем роль степи как предшественницы тундры, то какое объяснение указанного сходства обоих ландшафтов, выражающегося в наличии в тундре очевидно степных элементов, будет согласоваться с нашей трактовкой затронутых проблем? Как и в предыдущих случаях, я думаю, что наиболее правильно обратиться за разрешением этого вопроса к самой тундре, т.е. к тем элементам растительности ее, понимание распространения и даже строения которых не возможно без допущения существовавшего некогда обмена элементов между обоими сопоставляемыми ландшафтами. В качестве наиболее рельефно выделяющихся представителей степного (нагорно-степного) элемента тундровой растительности назовем представленные в Арктике значительной серией видов роды бобовых — *Astragalus* и *Oxytropis*. Не только распространение других форм этих родов, но и морфология многих арктических их представителей, показывает, что в их лице мы имеем представителей степных, может быть даже пустынно-степных ассоциаций, скорее всего центрально-азиатского типа, для которых виды указанных родов нередко могут считаться принадлежащими к числу „руководящих форм“. Рассматривая распространение видов *Astragalus* и *Oxytropis* в пределах Арктики, мы видим, что наибольшее число их свойственно северу Азии, затем северу Америки, затем уже приполярной части Европы; наконец, на Шпицбергене и в Гренландии представители обоих родов совершенно отсутствуют. Просматривая более детально распространение их в пределах арктической Евразии, мы улавливаем закономерное увеличение числа их видов в направлении с запада на восток, от Атлантического океана до Енисея. Сибирь, между Енисеем и Беринговым проливом, дает вообще наибольшее число видов. За Беринговым проливом оно сперва остается значительным, но затем начинает убывать, постепенно сходя на-нет в восточном направлении. Отдельные виды доходят до Баффиновой Земли, но ни один не достигает ни северных островов Ка-

надского Архипелага (*Ellesmereland* и др.), ни Гренландии. Таким образом, характерные представители степного (нагорно-степного) элемента арктической флоры обнаруживают определенное сокращение количества видов в обе стороны от участка, охватывающего север Заенисейской Сибири и ближайшие к Берингову проливу части Америки. К этому же участку (от низовьев Хатанги до низовьев Колымы) приурочено и нахождение в пределах Арктики суслика и сурка. Среди растений виды *Astragalus* и *Oxytropis* также не представляют, повидимому, обособленную по характеру распространения группу. Некоторые виды — *Senecio*, *Cerastium maximum*, *Lychnis sibirica* — должны вероятно также быть отнесены либо к нагорно-степным, либо к степным элементам арктической флоры. Если проследить распространение таких видов, то и у них намечается распространение, сходное с рассмотренным выше (бедность отдельных родов арктическими видами не дает в данном случае возможности рассмотреть их таким же образом, как *Astragalus* и *Oxytropis*). Некоторые из них не распространяются в Арктике за пределы Сибири и ближайших частей Америки, обрываясь на западе около Урала и Югорского Шара; другие, будучи распространены в Сибири и прилегающей части арктической Европы, не встречаются в Америке; лишь немногие свойственны всем трем континентам. Таким образом, „центр тяжести“ распространения и в данном случае, у разнородной в систематическом отношении группы видов, находится в Сибири. Попытки восстановления путей расселения подобных форм приводят к признанию применительно к западу Евразии восточного, к северу Америки западного их происхождения.

В целом, распространение тундровых животных и растений степного типа можно характеризовать следующими чертами. Количество их видов возрастает по мере продвижения к востоку от Атлантического океана вплоть до Енисея, достигает maximum'a где-либо в пределах Заенисейской Сибири (точно установить область наибольшего развития степных элементов в тундре нет возможности из-за недостаточной исследованности сибирской Арктики), вновь уменьшается по мере удаления к востоку от Берингова пролива и сходит на-нет к Атлантическому океану. При этом наиболее близкие к последнему, относительно изолированные участки Арктики

(Гренландия, Шпицберген) вовсе не заселяются ими. Кроме того, ближайшие сородичи рассматриваемых форм (или они сами) чаще всего встречаются в пределах севера Центральной Азии и сопредельных частях Сибири, т.-е. в областях, лежащих в пределах Ангарского материка, что, вместе с многочисленностью степных элементов в тундрах Заенисейской Сибири, делает весьма вероятным предположение, что они являются дериватами сибирско-центральноазиатской степной области. Степи западных частей Евразии не оказали, следовательно, своего влияния на современную природу тундры, и причину той связи, которая существует между нею и степными ландшафтами, следует искать исключительно в пределах той области, в которой доказательства этой связи выступают с наибольшей ясностью. Те же степные элементы, расселение которых в приледниковой области документально доказано находкой остатков степных животных в Средней Европе, не оставили следа в составе современной арктической фауны и флоры. Признаки большего чем современное распространения ксерофильных элементов растительности, улавливаемые в южных частях Скандинавии¹, позволяют с большой достоверностью установить, что вторгшиеся некогда в прибалтийскую область представители степного ландшафта не имели ничего общего с теми степными формами, которые встречаются нами в составе арктической флоры, м. пр. и в пределах северной Скандинавии. Это лишнее раз указывает, что проникновение степных элементов в тундру, с одной стороны, и расселение их в послеледниковую эпоху в умеренных широтах Европы — с другой, даже если здесь и имело место смешение их с характерными обитателями тундр, следует рассматривать как два вполне самостоятельные, хотя, весьма вероятно, в конечном итоге и связанные причинно явления.

IV.

Если, таким образом, проникновение степных элементов в тундру ограничивалось пределами Заенисейской Сибири, то попытаемся выяснить, в какую геологическую эпоху легче всего могло осу-

ществиться требуемое нашей гипотезой расселение степных животных и растений до северной окраины Азиатского континента. Если мы сопоставим распространение степных видов арктической флоры с аркто-альпийскими, то основное различие намечается в том, что большая часть последних пользуется в той или иной мере универсальным и главное равномерным распространением по всей области, в то время как степные формы неизбежно оказываются более сконцентрированными в принимаемой нами за исходную для их миграций в пределах Арктики области и закономерно оказываются отсутствующими в наиболее удаленных от нее районах. Наиболее естественным объяснением таких особенностей распространения является, по-моему, допущение, что начало миграций аркто-альпийских видов в широтном направлении восходит к значительно более раннему времени, чем это имело место в отношении степных, не успевших в силу этого достигнуть той-же степени расселенности.

Таким образом, в ряду элементов арктической флоры степной элемент должен быть признан более молодым, чем аркто-альпийский. Если же, как указывалось выше, мы склонны сопоставлять основные миграции альпийских типов в северном направлении с эпохой наибольшего оледенения севера Европы, то переселение на север степных форм должно прийтись на более позднее время, т.-е., в общих чертах, на послеледниковую эпоху. Я думаю, не будет излишне смелым предположить, что продвижение степного населения Центральной Азии в северном направлении в целом могло совпадать во времени с обширным распространением аналогичных элементов в освобождавшихся из-под ледникового покрова областях Средней Европы. Но в то время, как опустошенность последних приводила к образованию на вновь заселяемой территории, часто б. м. случайных, неустойчивых биологических комплексов, в пределах не подвергавшегося аналогичным опустошениям Ангарского континента все миграции протекали в более уравновешенных, с первого взгляда труднее улавливаемых, но, по существу, более основательных, по конечному результату, формах. В то-же время, если в Европе широкое расселение степных форм могло быть вызвано просто освобождением от ледникового покрова обширных, лишен-

¹ Cp. Sterner. The continental element in the flora of South Sweden. Geografiska Annaler, 1922, H. 3 — 4, Stockholm, 1922.

ных каких бы то ни было обитателей пространств, то в Сибири передвижение границ отдельных ландшафтов непременно требует допущения соответственных климатических изменений. Поэтому изложенные соображения решительно говорят в пользу гипотезы, предполагающей существование в последнем периоде время так называемого ксеротермического периода, знаменовавшегося сухостью и вообще континентальным характером (в частности повышенными летними температурами) климата. Наступление этого ксеротермического режима и явилось, видимо, стимулом к широкому расселению элементов степного ландшафта (бесспорно раньше уже существовавшего), так же как ухудшение климата в конце третичного и начале четвертичного периода дало толчок к образованию тундрового. Возможно, что сходство со степью, наблюдаемое особенно рельефно в тундрах Заенисейской Сибири, частично обязано сохранению отдельных черт растительности этого более сухого периода, хотя и теперешние черты климата в значительной мере объясняют широкое развитие относительно сухих тундровых формаций на севере Заенисейской Сибири и постепенно возрастающее к западу развитие болотистых тундр, приводящее на материке Европы к почти нераздельному их господству.

V.

Итак, попытка восстановления общего хода развития тундрового ландшафта, на основании доступного нам материала, приводит нас, примерно, к следующей картине, существенно отличающейся от той, которую рисует М. А. Мензбир.

В конце третичного периода крайний север земного шара был заселен флорой, отвечающей умеренному климату. Последовавшее на рубеже третичного и четвертичного периода изменение последнего привело к постепенному развитию ледникового покрова северной Европы, Америки и отдельных частей Азиатского севера, вызвав одновременно исчезновение лесной растительности в неоледневших областях севера Сибири и Америки и образование на месте прежних лесов тундроподобного ландшафта, сложившегося первоначально, вероятно, из отдельных более стойких элементов прежней северной флоры и фауны. Дальнейшее изменение климата, совпадавшее с развитием ледникового покрова, при-

вело к расширению приполярной безлесной области и осуществлению свободного обмена элементами между нею и альпийскими ландшафтами умеренного пояса, в результате которого тундра приняла уже облик, близкий к современному. Последовавшее затем обратное изменение климатического режима вызвало отступление на север южного предела тундровой растительности, но в силу сокращения области оледенения вызвало проникновение элементов тундровой флоры и фауны в более западные области, т. е. в пределы Европы. Распространению тундры в северную Европу препятствовало однако достигшее, повидимому, в это время особенно значительных пределов затопление морем окраины Евразийского континента. Изменение климата продолжалось далее, причем основными чертами его становились общая сухость и повышенные летние температуры (ксеротермический период). В пределах Сибири изменение климата вызвало широкое распространение степей, которые видимо вступили в соприкосновение с тундрой, в результате чего в нее проникли некоторые элементы ангарской степной флоры и фауны. Одновременно степные элементы получили широкое распространение и в Европе, благодаря чему в пределах области недавнего оледенения они частично смешались с тундровыми; следов этого смешения в современной тундровой флоре и фауне мы однако не находим.

Сопоставляя устанавливаемый на биогеографических, в первую очередь, основаниях ксеротермический период с геологической хронологией, мне кажется легче всего приурочить его к межтрансгрессивной континентальной эпохе, в которую уровень Полярного моря лежал значительно ниже современного¹; большее же протяжение евразийской суши конечно способствовало развитию континентальных черт климата. К этому времени относится, очевидно, и наиболее северное положение (м. б. несколько прерывистой в силу широкого развития степных формаций) полярной границы лесов. Следующее изменение климата, совпадавшее видимо со 2-й трансгрессией Полярного моря, постепенно приводит к деградированию степных ландшафтов севера Евразии и к большему развитию болотно-тундровых эле-

¹ Н. А. Кулик. О северном постплиоцене. Геол. Вест. V. № 1 — 3. Лигр. 1926.

ментов на приполярной окраине; свободная от ледникового покрова и затопленная лишь в незначительной степени северная Европа постепенно заселяется тундровой флорой и фауной, в своих существенных чертах совпадающей с современной. Наконец, последовавшее вновь отступление моря приводит нас к современному распределению воды и суши и к той стадии не прекращающегося, разумеется, процесса развития тундрового ландшафта, которая характерна для нашего времени.

Описанная картина последовательных преобразований ландшафта крайнего севера Евразии, само собою разумеется в высокой степени приближительная, может быть, мне кажется, наиболее удобно представлена в виде таблицы, иллюстрирующей параллельный ход изменения климата и основных элементов ландшафта в послеледниковое время на севере Евразии. Таблица эта в предлагаемой форме обоснована исключительно имеющимися у меня данными и не сопоставлена с аналогичными схемами, предлагавшимися различными авторами главным образом для некоторых частей европейского Севера. Основной причиной этого является трудная соизмеримость построений, обоснованных материалом весьма различного объема и точности (причем в обоих случаях различия существуют не в пользу моей схемы). Кроме того, увязывая наши данные с „европейской“ хронологией, мы в некоторой мере рискуем сопоставить аналогичные, но не синхроничные в действительности явления и тем м. б. затруднить дальнейшую критику и исправление нашей схемы, что легче всего может быть сделано при сохранении полной ее самостоятельности¹.

Поскольку наши построения затрагивают в первую очередь азиатский север, есть смысл в отдельном сопоставлении с нею схемы послетретичных отложений Ново-Сибирских островов, данной К. А. Воллосовичем¹. Этот автор различает следующие горизонты:

1. Ископаемые льды типа Б. Ляховского, отвечающие наибольшему оледенению севера.

2. Песчано-глинистые отложения с остатками слабо развитой луговой и кустарной растительности.

3. Мощные отложения лессовидных глин с *Alnus fruticosa*, *Betula alba* и толщами спрессованных трав. Носорог и мамонт — господствующие представители фауны.

4. Второе накопление льдов; льды типа о. Котельного; угасание крупнейших представителей послетретичной фауны.

5. Отложение глин и суглинков с *Betula papa* и разными видами *Salix*. В луговой растительности заметно преобладание споровых; господство лошади. Начало морской трансгрессии.

6. Глины и суглинки с редкою *Betula papa* и преобладающей *Salix polaris*. Овцебыки и олени. Развитие морской трансгрессии с фауной современного Ледовитого океана (*Yoldia arctica*) и расчленение севера сибирского материка на отдельные острова.

7. Освобождение о. Новой Сибири и Фаддеевского от моря. Современная тундровая растительность. Господство северного оленя. Развитие суши и тенденция островов к соединению с сибирским материком.

Сравнивая эту картину с построенной нами схемой, было бы естественнее всего

¹ Понятия „ледниковая эпоха“, „стадия наступания ледника“ и пр. мне приходится употреблять без детализации, так сказать в „огульном“ смысле. Это обуславливается не только недостатком сведений об отдельных фазах оледенения в интересующей нас области, но и недопустимостью априорного перенесения на оледенение арктической области хронологических подразделений, выработанных для умеренной Европы. Есть полные основания для предположения, что во многих районах имело место только одно оледенение, быть может распадавшееся на ряд прогрессивных и регрессивных фаз, соответствовавших ледниковым и межледниковым эпохам средней Европы, но само по себе непрерывное. Также очевидно, что и последние следы оледенения в разных областях относятся к весьма различному времени, и понятия „межледниковый“, „последледниковый“ и т. п. могут часто иметь чисто местное значение. Сопоставление различных схем на основании по-

добных обозначений было бы, следовательно, принципиально неправильно. Применительно к моим построениям, эпохой наибольшего оледенения принимается эпоха максимального развития ледникового покрова в арктической Евразии; послеледниковыми признаются равным образом все явления, происходившие после оледенения Арктики, причем самое понятие о послеледниковой эпохе утрачивает, применительно к нашей области, часть своего смысла, т. е. полное прекращение оледенения в Арктике не имело места. Условно, мы можем считать послеледниковым время после разрушения цельного ледникового покрова арктической Европы и исчезновения основных очагов оледенения на севере Сибири.

¹ Ср. М. Павлова. Описание ископаемых млекопитающих, собранных Русской Полярной Экспедицией в 1900 — 1903 г.г. Зап. Акад. Наук, (8), XXI, № 1, 1906, стр. 36.

Схема последовательных изменений климата и основных элементов ландшафта крайнего севера Евразии в послетретичное время

| Эпоха | Основные черты климата | Х а р а к т е р л а н д ш а ф т а | |
|--|---|---|---|
| | | Е в р о п а | А з и я |
| Миоцен. | Умерен. климат на крайнем севере. | Леса вплоть до полярного побережья. | |
| Начало четвертичного периода. | Общее охлаждение климата, в частности понижение летних t° . | В отдельных районах начинается оледенение; на крайнем севере целостность лесов нарушается, граница лесов в горах смещается книзу. | |
| Стадия наступания ледника. | Продолжение ухудшения климата. | Наступающий ледник уничтожает прежнюю растительность. | Широтные и вертикальные пределы лесов постепенно понижаются. На крайнем севере начинается формирование тундрового ландшафта. |
| Стадия наибольшего оледенения. | Низкие t° , особенно летом; обилие зимних осадков. | Весь север под покровом ледника. | Частичное оледенение севера и горных районов Сибири. Широтные и вертикальные пределы лесов гораздо ниже современных; свободный обмен флористическими элементами между горами южной Сибири и приполярным районом; тундровая флора из аркто-альпийских и бо-лотных элементов. |
| Стадия отступания ледника. | Относительно сухой климат; повышение летних t° . | Трансгрессия Полярного моря. Размеры ледника сокращаются; тундровая растительность проникает в Европу. | Редукция очагов оледенения. Тундра захватывает все пространство крайнего севера, кроме занятых морем. В более низких широтах увеличивается распространение лесов и особенно степей. |
| Ксеротермический период (континентальная эпоха). | Континентальный характер климата; высокие летние t° , скудное выпадение снега. | Значительное расширение за счет областей, ныне занятых Полярного моря. Широкое развитие степей в Европе вообще; проникновение степных элементов в Ср. Европу, континентальный элемент южно-скандинавской флоры. | северно-евразийской суши северных окраинными частями моря. Крайне широкое развитие степей в Сибири. Степняки проникают в аркт. Сибирь и расселяются по ней. ? Эпоха мамонта на севере Сибири. |
| Лесной период. | Континентальный характер климата умеряется, создаются условия близкие к современным. | Границы Полярного моря. Постепенное развитие лесной растительности в области прежнего оледенения. ? Проникновение заисейских степняков в арктическую часть Европы. | вновь расширяются. Развитие лесной растительности, сокращение степей в умеренной Сибири. Болотистые элементы тундры вновь получают сильное развитие. ? Начало смещения к югу полярного предела древесной растительности. |
| Современный период. | Соврем. климатические условия. | На крайнем севере преобладание болотистых тундр. | Распределение сухих и болотистых типов тундры в зависимости от степени континентальности климата. |

сопоставить эпоху наибольшего развития кустарниковой растительности и господства мамонта, т.-е. 3-й ярус схемы Воллосовича, с нашей континентальной эпохой, очевидно характеризовавшейся наиболее благоприятными для развития кустарниковой растительности климатическими условиями (высокие летние t°) на крайнем севере и совпадавшей с временем распространения в область современной тундры степных элементов. Мы считаем эту эпоху послеледниковой, что кажется склонен делать и Воллосович, несмотря на перекрытие соответствующей толщи в разрезах Ново-Сибирских островов верхним горизонтом льда, что на первый взгляд производит впечатле-

ние, что мы в данном случае имеем дело с межледниковыми отложениями.

Рассчитывая в недалеком будущем проанализировать с большей детальностью хронологию отдельных этапов развития тундрового ландшафта, я воздержусь сейчас, как от более детальной увязки фактических данных Воллосовича и др. с моими материалами, так и от критики соображений, высказанных отдельными авторами в отношении климатических условий и характера ландшафта эпох, соответствующих отложению определенных послетретичных осадков.

Февраль 1927 г.

Victoria regia в наших оранжереях.

Проф. Б. Л. Исаченко.

В 1827 году, т.-е. ровно сто лет тому назад, француз д'Орбиньи, путешествуя по Парагваю, натолкнулся на обширные водные пространства, покрытые неизвестным дотоле растением, которое получило впоследствии название виктория регия (*Victoria regia*). Это растение он собрал и отправил в Париж, в Музей естественной истории, а описал его только в 1837 и в 1846 годах, т.-е. после того, как другой счастливый исследователь, англичанин сер Роберт Шомбург, не зная о находке д'Орбиньи, путешествуя в 1837 г. по поручению Лондонского географического Общества в английской Гвиане, нашел, как он думал, новую нимфею и назвал ее *Nymphaea Victoria*, в честь тогдашней английской королевы Виктории. Однако Линдлей, изучив тщательным образом найденное растение, решил совершенно правильно, что оно имеет все права быть отнесенным в особый род и переименовал его в *Victoria regia*. Таким образом, можно, по справедливости, считать 1827 год датой первого знакомства европейцев с этим растением, а 1837 год, если можно так выразиться, годом крещения *Victoria*. Находка этого растения описана д'Орбиньи и заслуживает упоминания в нынешний юбилейный год.

После 8-месячного путешествия по Парагваю д'Орбиньи, в начале 1827 года,

оказался спускающимся вниз по Паране в углой пироге в сопровождении двух индейцев из племени гварани. Полный восхищения перед открывающимися его глазам красотою дикой природы, д'Орбиньи вдруг оказался в обширной болотистой лагуне, покрытой плавающими зелеными листьями. Гварани объяснили, что они называют их „юрупе“, т.-е. водяной поднос или, что более соответствует духу нашего языка, поднос на воде (от ю—вода и рупе—поднос). Открытое растение поразило путешественника своими грандиозными размерами, и действительно открывшееся водное пространство было покрыто гигантскими листьями, размеры которых достигали $1\frac{1}{2}$ —2 метров диаметром, а края листьев были перпендикулярно подняты кверху на 5—6 сант. Среди зеленых листьев блистали красотою великолепные цветы 30—35 сант., белого или розоватого цвета, наполнявшие воздух необыкновенным ароматом. Растение было настолько интересно и так удивительно, что в одно мгновение вся пирога д'Орбиньи была наполнена листьями, цветами и плодами. Оказалось, что нижняя сторона листа покрыта сетью массивных „нервов“, в местах сплетения которых собирается воздух, поддерживающий лист на воде и позволяющий ему удерживать взрослого человека. Плоды растения достигают 14 сант. в диа-