

Динамика ареала рода полыней на территории Западной Сибири и прилегающих территорий в голоцене по данным пыльцевого анализа в связи с изменением климата

Т. А. БЛЯХАРЧУК*, В. П. АМЕЛЬЧЕНКО

**Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН
634055, Томск, просп. Академический, 10/3
E-mail: tarun5@rambler.ru*

*Томский государственный университет,
Сибирский ботанический сад
634050, Томск, просп. Ленина, 36*

АННОТАЦИЯ

С помощью палиноареологического метода по данным 97 пыльцевых диаграмм с территории Западной Сибири и Алтае-Саянской горной области проведена реконструкция динамики ареала рода *Artemisia* по тысячелетним временным срезам с позднеледникового до современности. Выявлено, что максимального распространения полынно-степные сообщества, вероятно, криоаридного облика на исследуемой территории имели место 13–10 тыс. лет назад. После 9 тыс. лет назад произошла коренная перестройка ландшафтов Западной Сибири, приведшая к распаду ранее непрерывного полынно-степного покрова на отдельные блоки. С 8 тыс. лет назад полынно-степные сообщества современного облика заняли зону современных степей и лесостепей Западной Сибири и Северного Казахстана, в то время как на территории таежной зоны полынные сообщества были распространены эпизодически в экстразональных условиях и как пионерные растительные группировки на нарушенных почвах. С 4 тыс. лет назад до современности происходило пульсирующее смещение северной границы степной зоны к северу и обратно, а также расширение и сужение изолированных островных степей. В настоящее время наблюдается увеличение роли полыней в тундровой зоне Западной Сибири и в высокогорьях Алтая.

Ключевые слова: спорово-пыльцевой анализ, ареал, палеорекострукции, растительность, голоцен, динамика растительности, палеоклимат.

Полыни в географическом плане являются характерными представителями открытых степных пространств, и в этих ландшафтах наблюдается максимальное обилие пыльцы полыней. Так, в поверхностных пыльцевых спектрах сухих степей Монголии пыльца полыни составляет 25,3–75,2 % от общей суммы пыльцы и спор [1]. В палеопалинологических исследованиях увеличение обилия

пыльцы полыни считается индикатором распространения степей, сокращения площадей лесов и аридизации климата. Для оценки облесенности и аридности ландшафтов используются специальные индексы, отражающие степень открытости ландшафтов, например лесостепной индекс (ЛСИ), вычисляемый по палеопалинологическим данным как отношение суммы пыльцы степных растений к сумме древесной пыльцы, умноженное на 100 [2],

или индекс аридности, вычисляемый как отношение суммы пыльцы полыни и маревых к сумме пыльцы злаков [1, 3, 4]. Отношение суммы пыльцы полыни к сумме пыльцы маревых трактуется как индикатор, отделяющий степные спектры от пустынных [5]. Применение этих индексов к отдельным пыльцевым диаграммам демонстрирует, как в прошлом менялись облесенность ландшафта и степень засушливости климата в ландшафтах, прилегающих к изучаемому пыльцевому разрезу. Однако до настоящего времени для территории Сибири не делалось широких обобщений по динамике степных ландшафтов на основе пространственных палеопалинологических данных. Между тем именно территория Западной Сибири является наиболее подходящим объектом для исследования этой динамики, поскольку из-за равнинности территории здесь довольно отчетливо выражена широтная зональность. Именно на территории Западной Сибири распределение видов полыней хорошо связано с широтными зонами, что подтверждается значимым коэффициентом корреляции $r = +0,53$ (при $p < 0,05$ и $N = 1105$) между обилием пыльцы полыней в пыльцевых спектрах и степенью открытости ландшафтных зон. Также статистически значимым $r = +0,44$ (при $p < 0,05$ и $N = 1105$) оказался коэффициент корреляции между обилием пыльцы полыней в поверхностных пыльцевых спектрах и видовым разнообразием рода полыней на территории Западной Сибири согласно схеме, приведенной в работе И. М. Крашенинникова [6]. Даже простое визуальное сравнение структуры современного палиноареала рода полыней с зональной структурой растительного покрова Западной Сибири выявляет ряд явных закономерностей, отражающих зональную структуру растительного покрова (см. рис. 2), где максимальное обилие видов полыней (как и обилие пыльцы полыней в поверхностных пыльцевых спектрах) приходится на лесостепные и степные районы, составляющие западную часть так называемого “ангарского центра видообразования полыней” [6]. Таким образом, общий палиноареал видов полыней, несомненно, отражает как современную структуру зональности растительного покрова, так и особенности современного климата на территории Западной

Сибири [13]. Следовательно, реконструируя по палинологическим данным прошлую конфигурацию палиноареала полыней, можно делать выводы о динамике прошлого климата на территории Западной Сибири.

Видовое разнообразие полыней на территории Западной Сибири составляет 58 видов [7]. С севера на юг оно резко возрастает от 2 видов севернее широтного отрезка р. Оби до 19 в южной тайге, подтайге, лесостепи и луговой степи, до 25 – в настоящих степях и 37 – в сухих степях [6]. Ареалы видов полыней, таким образом, охватывают территорию от арктических тундр до полупустынь Монголии. Тем не менее большинство видов полыней является доминирующими элементами растительного покрова открытых ландшафтов степной зоны. Отдельные виды степных полыней в составе экстрazonальных элементов растительного покрова проникают далеко в лесную зону. Такие экстрazonальные участки степей встречаются на юге таежной зоны Западно-Сибирской равнины, на террасах р. Оби, где, по данным В. П. Амельченко [8, 9], имеют северный предел распространения такие виды полыней, как *Artemisia sericea* Web. ex Stechm., *A. frigida* Webb., *A. macrantha* Web., *A. gmelinii* Web. Ex Stechm., *A. laciniata* Willd., *A. tanacetifolia* L., *A. latifolia* Ledeb. По горным хребтам Урала, ограничивающим Западную Сибирь с запада, горно-степные виды *Artemisia frigida* и *Artemisia sericea* заходят еще дальше на север вплоть до Среднего и Северного Урала. Эти виды, по мнению А. Н. Пономарева [10], в данном районе сохранились как реликты плейстоценовых лесостепных комплексов сибирского происхождения. На равнинах Западной Сибири дальше всего в таежную зону заходят виды полыней, поселяющиеся на нарушенных почвах (*Artemisia vulgaris* L., *Artemisia sieversiana* Willd. и др.). Эти полыни в настоящее время выступают и в качестве активных сорных или антропогенных видов таежной зоны.

Группа одно-двулетних видов полыней широко распространена в степной зоне. В переходной полосе между сухими и опустыненными степями эти полыни массово разрастаются в более влажные годы, заполняя своей растительной массой участки почвы между пустынными многолетниками, которые в более сухие годы остаются голыми [11]. Ве-

роятно, именно поэтому на территории Монголии периоды с более высоким значением индекса отношения пыльцы полыни к пыльце маревых (А/С) маркируют более гумидные интервалы времени, сопровождаемые распространением лесов [5].

Наконец, всего несколько видов полыней имеют ареал, включающий тундрово-арктические районы равнин Западной и Средней Сибири. Среди них особенно интересен вид полыни северной *A. borealis* Pall., поскольку это единственный вид, имеющий разорванный ареал, состоящий из обширной тундрово-арктической части и небольшого фрагмента ареала в Юго-Восточной Туве, на Восточном Саяне, а также в Европейских Альпах [12]. На севере этот вид полыни распространен на п-ове Ямал и на Таймыре, а также в горах Путорана, где он селится на осыпях, развеваемых песках, щебнистых местах в тундрах, на песках и галечниках в поймах рек [7]. Возможно, именно особая раса этого вида *A. borealis* ssp. = *A. depauperata* Krasch. [9] является реликтом некогда обширных перигляциальных степей, покрывавших территорию Сибири в ледниковое и в позднеледниковое время. По мнению А. А. Коробова [13], этот вид полыни мигрировал на север в Арктику в четвертичном периоде по системе Верхоянского хребта.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В данной работе на основе пыльцевых данных из 97 датированных радиоуглеродным методом пыльцевых диаграмм, опубликованных в различных источниках, проведена реконструкция динамики палиноареала рода полыней по тысячелетним временным срезам с позднеледниковья до современности. Полный список ссылок на литературные источники, из которых взяты пыльцевые диаграммы, приводится в диссертационной работе Т. А. Бляхарчук [14]. Хотя видовые определения пыльцы полыней возможны [15], они не применялись при традиционных палеопалинологических исследованиях, поэтому мы рассматривали лишь общий палиноареал рода полыней. Самые верхние пыльцевые спектры рассмотренных пыльцевых диаграмм в нашем исследовании принимались за совре-

менные (субрецентные) пыльцевые спектры. Обилие пыльцы полыни в современных и ископаемых пыльцевых спектрах переводилось в баллы по приблизительной схеме: (1–5 %) – 1; (6–10 %) – 2; (более 10 %) – 3; отсутствие пыльцы – 0. Эта схема корректировалась в соответствии с общим ходом изменения обилия пыльцы полыни в прошлом в каждом пыльцевом разрезе. Так, 3 балла присваивалось наибольшему обилию пыльцы полыни за все время осадконакопления в каждом конкретном разрезе, 2 – среднему обилию и 1 – малому обилию и единичным находкам пыльцы полыни, 0 – отсутствию пыльцы в спектре. Процентные значения этих баллов могли несколько отличаться в пыльцевых диаграммах из степной и лесной зон. Такая гибкость позволила в одинаковой степени зафиксировать изменение роли полыней в растительном покрове во времени как в степи, так и в лесной зоне, хотя общее обилие пыльцы полыней в диаграммах степной зоны всегда было значительно больше, чем лесной. Глубины образцов для тысячелетних рубежей вычисляли с помощью построения глубинно-возрастных моделей по имеющимся в каждой пыльцевой диаграмме радиоуглеродным датам и их глубинам [14]. Затем баллы наносили на карту района исследования в места расположения пыльцевых диаграмм. Области с максимальным баллом 3 объединяли изолинией и окрашивали более темным тоном. В наших реконструкциях эти области интерпретируются как доминантное или эдификаторное ядро палиноареала. В доминантном ядре палиноареала виды полыней играют доминирующую роль в растительном покрове, определяя облик ландшафта, часто выступая эдификаторами растительного покрова. Доминантное ядро палиноареала, таким образом, идентично ценоареалу в понимании В. Б. Куваева [16]. Области с обилием пыльцы полыни 1 и 2 балла окрашивались более светлым тоном и соответствовали площади общего “голоареала” вида, согласно терминологии В. Б. Куваева. Области, в которых пыльца полыни отсутствовала, не окрашивались совсем. Так были построены картосхемы современного палиноареала рода полыней и картосхемы палиноареалов рода полыней для 13-тысячелетних временных срезов (рис. 1, 2).

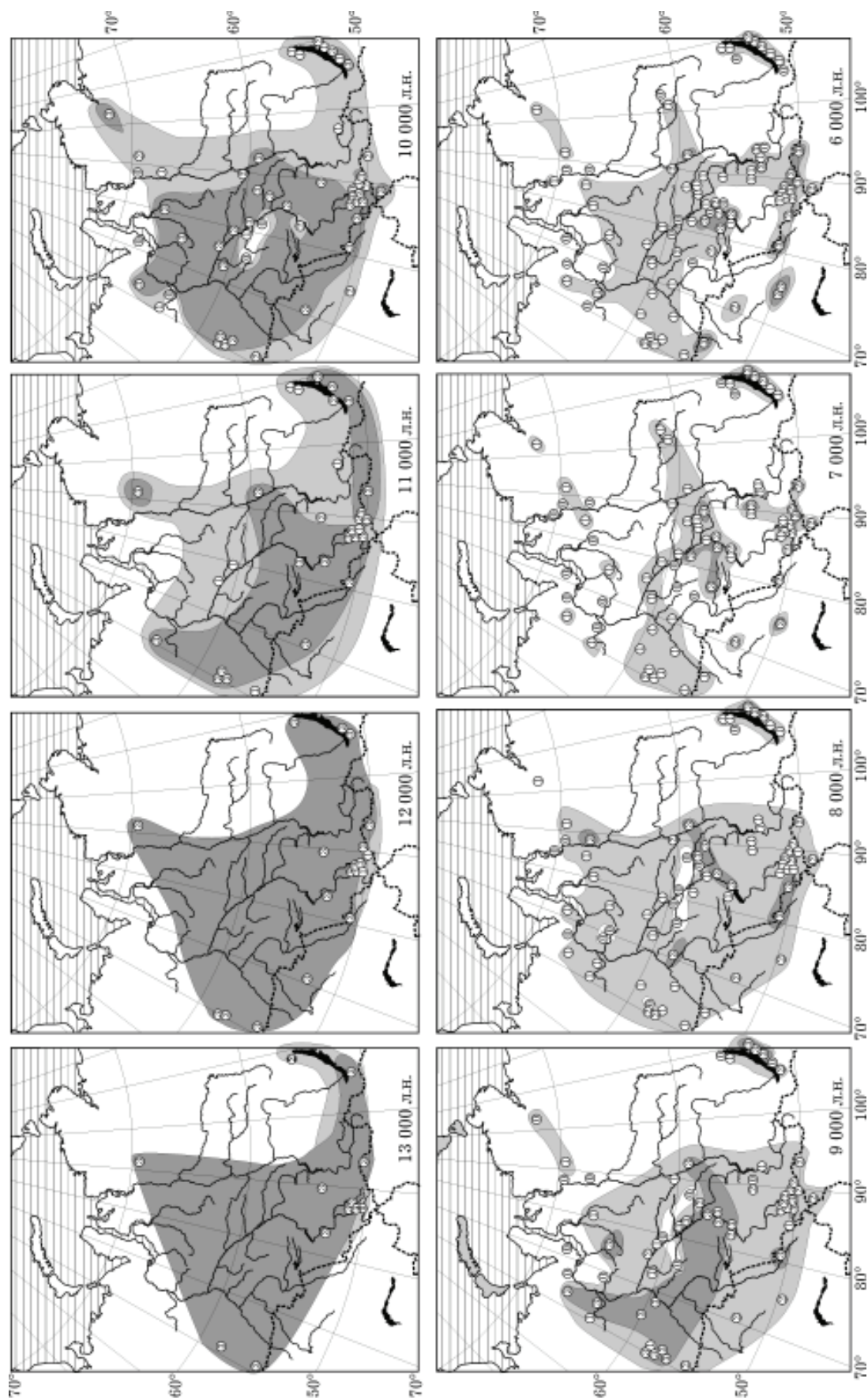


Рис. 1. Реконструкция палиноареалов рода *Польня* с позднеледникового 13 тыс. лет назад до 6 тыс. лет назад по 97 спорово-пыльцевым диаграммам. Здесь и на рис. 2 темным тоном обозначено максимальное обилие пыльцы *Польня*, более светлым – малое и единичное обилие пыльцы *Польня*. Кружками показано расположение использованных пыльцевых диаграмм

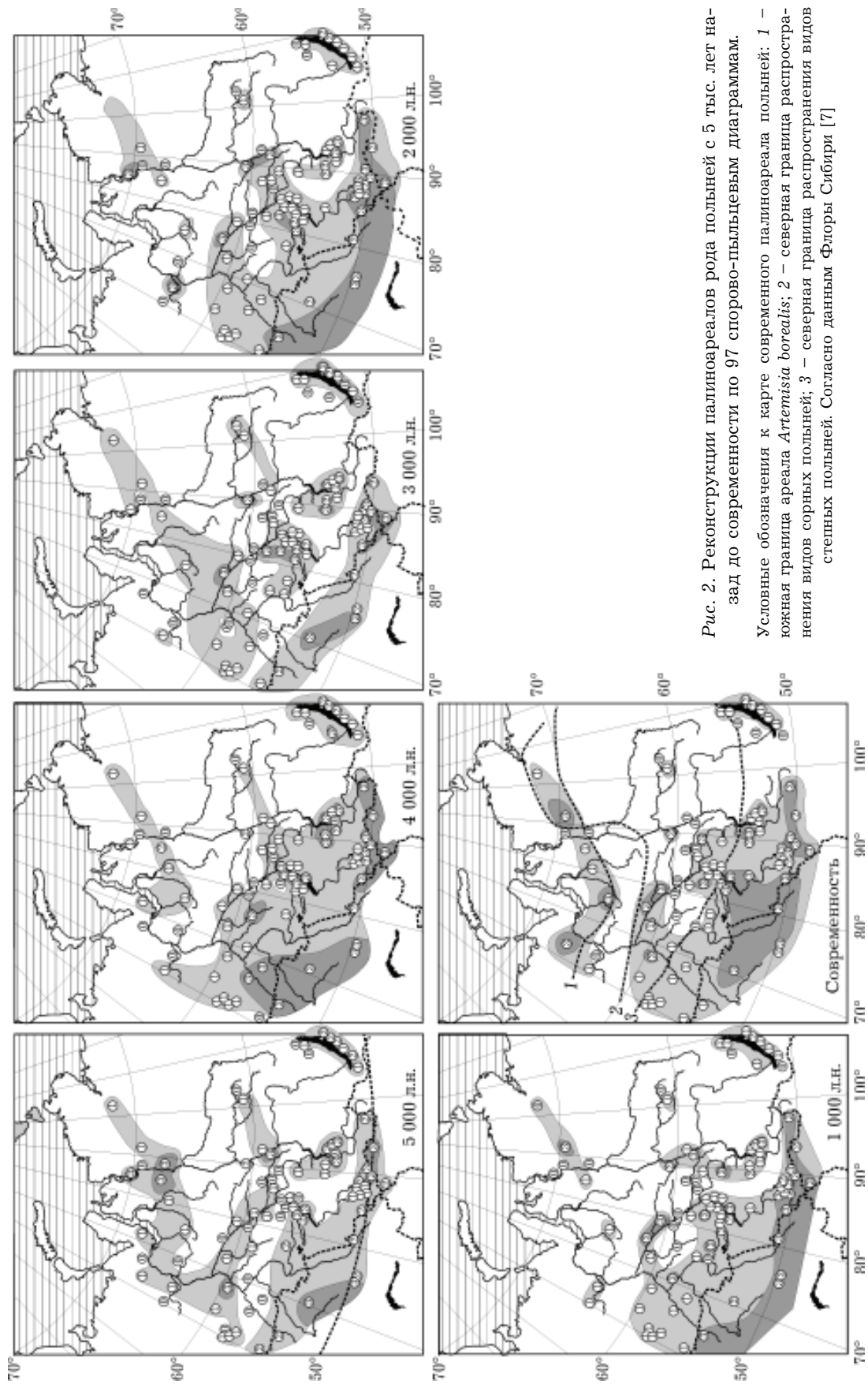


Рис. 2. Реконструкции палиноареалов рода *Artemisia borealis* по 97 спорово-пыльцевым диаграммам зад до современности к карте современного палиноареала полейной. 1 – условные обозначения к карте современного палиноареала полейной; 2 – северная граница распространения видов сорных полейной; 3 – северная граница распространения видов степных полейной. Согласно данным Флоры Сибири [7]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Отражение распространения полыней в современных пыльцевых спектрах. В современных пыльцевых спектрах пыльца полыней встречается в небольшом количестве практически во всех поверхностных пыльцевых спектрах территорий Урала, равнин Западной и Средней Сибири и в горах Южной Сибири (см. рис. 2). На этом обширном пространстве выделяется область, где пыльца полыни полностью отсутствует. Эта область представляет собой широтный пояс, простирающийся от Урала до р. Енисей по Сибирским Увалам и по границе южной и средней тайги. Она охватывает территории с высокой степенью заболоченности, включая Большое Васюганское болото. В противовес этому поясу выделяются участки с повышенным содержанием пыльцы полыней. Такие участки хорошо диагностируют Барабинскую лесостепь, степи Юго-Восточного Алтая и Юго-Западной Тувы, островные степи Хакасии, Прибайкалья, а также экстразональные степные сообщества вдоль террас р. Оби вплоть до средней тайги. Расположенные южнее степи Казахстана в район наших исследований попадают лишь своей северной частью. Не входит в район наших исследований также большая часть Средней Сибири и Иркутской области, поэтому на картосхемах палиноаралов рода полыней эти области не отражены. Отметим, что единичные находки пыльцы полыни в пыльцевых спектрах могут быть свойственны как лесостепи, так и таежным районам. Повышенное же содержание пыльцы в поверхностных пыльцевых спектрах встречается исключительно там, где полынь доминирует в растительном покрове, а именно: в степной зоне равнин, в горных степях, в островных степях межгорных равнин, а также на экстразональных участках степного покрова в таежной и тундровой зонах.

Чтобы выяснить, с какими компонентами пыльцевого спектра пыльца полыни имеет наибольшую связь, мы проанализировали дополнительно 7 субрецентных (современных) пыльцевых спектров из степных районов Тувы. Абсолютные числа пыльцевых зерен приведены в таблице. Корреляционный анализ показал, что обилие пыльцы полыни в степях Тувы имеет значимую положительную

корреляцию только с пыльцой *Ephedra fragilis* ($r = +0,87$), *Gentiana* ($r = +0,83$) и типом *Parnassia/Sambucus* ($r = +0,98$). Тем не менее при визуальном сравнении пыльцевых графиков отдельных видов и групп растений из 120 пыльцевых спектров, отобранных из разных районов Алтае-Саянской горной области [14], можно заметить, что максимумы пыльцы полыни в степях Тувы совпадают с максимумами пыльцы *Chenopodiaceae*, *Hordeum*, *Fabaceae*; в высокогорьях Тувы – с максимумами пыльцы *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*; в островных степях Алтая – с максимумами пыльцы *Chenopodiaceae*, *Hordeum*, *Larix*; в островных лиственнично-еловых лесах Восточного Танну-Ола – с максимумами пыльцы *Poaceae*, *Plantago*, *Picea*; в островных степях Хакасии обилие пыльцы полыней не повышено, но повышено обилие пыльцы злаков групп *Hordeum* и *Poaceae*; в высокогорьях Алтая обилие пыльцы полыни также не повышено, но повышено обилие пыльцы *Betula nana* и *Cyperaceae*. Интересно, что в наиболее древних ископаемых пыльцевых спектрах с равнинной территории Западной Сибири максимумы пыльцы полыни также совпадают с максимумами пыльцы групп *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae*, *Betula* sect *Nanae*, *Cyperaceae*, а в диаграммах современной лесной зоны также с максимумами пыльцы *Betula alba*, *Picea*, *Larix*.

Реконструкция палиноареала рода полыней по тысячелетним временным срезам. По методике, описанной выше, основываясь на закономерностях отражения современного распространения полыней в пыльцевых спектрах, мы реконструировали распространение полыней на изучаемой территории с 13 тыс. лет назад до современности по тысячелетним временным срезам (см. рис. 1, 2).

13–11 тыс. лет назад. Имеющиеся для этого временного среза палинологические данные по Среднему Уралу, горам Путорана, Енисейскому кряжу, Предалтайской равнине, горам Алтая и Прибайкалью указывают на широкое распространение там открытых ландшафтов с доминированием полыней, что свидетельствует о засушливости климата позднеледниковья на всей исследуемой территории. Вероятно, это были криоаридные степи, как и предполагалось ранее при флористических исследованиях [6, 10]. Именно

Полный список типов пыльцы, определенных в поверхностных пыльцевых спектрах степеней Тувы

1	Тип ПЫЛЬЦЫ	Номер образца						
		101	102	103	110	111	112	113
2	3	4	5	6	7	8	9	
1	<i>Pinus sylvestris</i>	8	14	13	2	11	3	10
2	<i>Pinus sibirica</i>	48	46	8	2	23	6	28
3	<i>Abies sibirica</i>	0	1	1	0	1	0	0
4	<i>Picea obovata</i>	0	1	1	0	0	0	2
5	<i>Larix</i>	0	3	0	1	1	0	1
6	<i>Betula pendula</i>	26	15	3	0	10	2	6
7	<i>Betula pubescens</i>	5	1	2	0	0	0	1
8	<i>Betula nana</i>	10	3	3	1	4	1	13
9	<i>Salix</i>	2	0	0	0	0	0	0
10	<i>Alnaser</i>	2	1	1	0	0	1	4
11	<i>Ephedra distachia</i>	8	1	0	1	1	0	0
12	<i>Ephedra fragilis</i>	0	0	0	2	1	0	0
13	<i>Juniperus</i>	0	1	0	0	0	0	0
14	<i>Allium</i>	1	0	0	0	2	0	1
15	Androsace	14	1	3	1	6	0	2
16	Apiaceae	1	0	0	0	0	0	2
17	<i>Artemisia</i>	131	112	115	345	126	76	94
18	Asteraceae	0	0	0	0	0	1	0
19	Aster-type	1	5	1	0	0	0	1
20	Boraginaceae	0	1	2	0	0	0	0
21	Brassicaceae	1	0	0	0	0	0	0
22	Bryales	69	1	5	0	0	1	7
23	<i>Bupleurum</i>	0	1	2	1	0	0	1
24	<i>Cannabis</i>	0	1	1	0	0	0	0
25	Caryophyllaceae	2	0	0	0	0	1	4
26	Chenopodiaceae	43	14	48	17	44	167	35
27	Cikhoirioideae	0	1	1	0	0	0	4
28	Cyperaceae	37	0	0	0	9	1	9
29	Dryas	2	2	0	0	0	2	0
30	Euphorbiaceae	2	0	2	2	1	3	2
31	Fabaceae	0	6	5	12	42	6	7
32	<i>Phlomis</i>	1	0	0	0	0	0	0
33	Gentianaceae	0	0	0	1	0	0	0
34	<i>Gypsophila</i>	1	0	0	0	0	0	0
35	<i>Hipericum</i>	11	3	1	0	0	0	2
36	<i>Hordeum</i>	4	13	2	1	7	3	15
37	Lamiaceae	2	0	1	2	1	0	0
38	Однолучевые споры	3	1	1	0	1	0	1
39	<i>Pedicularis</i>	1	0	0	0	0	0	0
40	<i>Plantago</i>	4	1	24	1	0	0	0
41	Poaceae	55	18	39	5	18	5	55
42	Polygonaceae	0	0	0	0	0	1	0
43	<i>Potentilla</i>	7	1	0	0	0	0	5
44	Rosaceae	16	9	5	0	0	0	3
45	<i>Rumex</i>	0	2	0	1	0	1	0
46	<i>Sambucus sibirica</i>	0	0	0	1	0	0	0
47	<i>Sanguisorba</i>	0	0	0	0	0	0	1
48	<i>Saxifraga</i>	1	0	0	0	0	0	0
49	<i>Sedum</i>	4	0	1	1	1	2	3
50	<i>Sphagnum</i>	1	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	<i>Spiraea</i>	20	2	5	0	11	1	1
52	<i>Thalictrum</i>	0	1	0	0	0	0	1
53	<i>Urtica</i>	0	0	21	0	2	0	1

Примечание. 101 – заповедник “Убсунурская котловина”, урочище Кара-Хая, скальное обнажение среди опустыненной карагановой степи (куртинка мха) (50°5'70" с. ш., 95°00'42,75" в. д.); 102 – Центрально-Тувинская котловина, в 20 км к югу от Кызыла, высокогорная опустыненная степь (подстилка и опад) (51°24'15,87" с. ш., 94°43'10,23" в. д.); 103 – Центрально-Тувинская котловина в 50 км к югу от Кызыла у пос. Целинное. Подстилка и травяной опад с капролитами овец (51°19'16,87" с. ш., 94°48'02,65" в. д.); 110 – заповедник «Убсунурская котловина». Песчаные барханы вокруг оз. Торе-Холь. Полынно-карагановая опустыненная степь. Травяной опад в куртине полыни (50°03'53,69" с. ш., 95°07'58,99" в. д.); 111 – заповедник “Убсунурская котловина”. Песчаные барханы вокруг оз. Торе-Холь. Полынно-карагановая опустыненная степь. Травяной опад в кусте караганы (50°03'53,69" с. ш., 95°07'58,99" в. д.); 112 – заповедник “Убсунурская котловина”. Песчаные барханы вокруг оз. Торе-Холь. Полынно-карагановая опустыненная степь. Травяной опад в куртине полыни (50°03'53,69" с. ш., 95°07'58,99" в. д.); 113 – заповедник “Убсунурская котловина”, урочище Кара-Хая, скальное обнажение среди опустыненной карагановой степи (куртинка мха) (50°15'70" с. ш., 95°00'42,75" в. д.).

в этот период осуществлялась непосредственная связь сибирских криоаридных степей с Северным Уралом [10], а на юге Западной и Средней Сибири имела связь между ныне изолированными островными степями [17]. Для центральной части Западной Сибири первые палеопалинологические данные появляются для временного среза 11 тыс. лет назад в двух точках немного севернее 60° с. ш., где пыльца полыни также присутствует в спектре в небольшом количестве. Это может свидетельствовать о том, что степные ассоциации в том или ином количестве были распространены по всей территории Западной Сибири в позднеледниковое время, хотя условия среды здесь долго не способствовали накоплению торфяных отложений, из которых и получены все пыльцевые диаграммы данной территории, поэтому до 11 тыс. лет назад центральную часть Западной Сибири в палинологическом плане мы можем обобщить с окружающими равнину районами только гипотетически. Какие экологические группы полыней были распространены в Западной Сибири в позднеледниковое время, могут показать только видовые определения пыльцы полыней в будущем, возможно, при использовании электронной микроскопии. Но косвенно, по максимумам сопутствующих компонентов пыльцевых спектров, среди которых такие группы, как *Chenopodiaceae*, *Hordeum*, *Poaceae*, *Asteraceae*, *Thalictrum*, *Cyperaceae*, *Picea*, *Larix*, можно заключить, что это были открытые или относительно открытые пространства с редкими участками

еловых и лиственничных лесов, которые можно назвать криоаридными тундро- и лесостепями. Климат был сухим и холодным. В почве присутствовала многолетняя мерзлота.

10 тыс. лет назад. Открытые пространства с доминированием полыней в растительном покрове значительно расширяются к северу от широтного отрезка р. Оби. В этом тысячелетии криоаридные степи были распространены от Монгольского Алтая на юге до Обской губы на севере и от Урала на западе до Енисея на востоке. Но площадь степей начала сокращаться (по сравнению с позднеледниковьем) в восточном секторе гор Южной Сибири между Юго-Восточной Тувой и Прибайкальем. Участки изолированных криоаридных степей сохранялись в Южном Прибайкалье. Началось потепление климата, хотя он все еще оставался значительно суше и холоднее современного.

9 тыс. лет назад. Непрерывный пояс криоаридных степей резко сокращается, сохраняясь, главным образом, в Восточном Зауралье, в Прииртышье и на Обь-Иртышском междуречье. Однако в нижнем течении рек Васюган, Тым и Кеть сформировалась область, полностью лишенная пыльцы полыни. Вероятно, уже 9 тыс. лет назад здесь преобладали переувлажненные заболоченные ландшафты, давшие начало обширному болотному покрову Западной Сибири, сформировавшемуся в последующие тысячелетия голоцена. Севернее, восточнее и южнее от основного массива степных сообществ ареал полынных степей распадается на отдель-

ные, вероятно, уже изолированные друг от друга степные массивы, приуроченные к Надым-Пурскому междуречью, террасам р. Оби, Енисейскому кряжу, Прибайкалью, Северному Казахстану. На Алтае степи сохраняются в межгорных Курайской и Чуйской котловинах. Локализация степных участков на равнинной территории Западной Сибири свидетельствует о том, что они сохранялись в районах распространения песчаных почв, которые тогда еще не были заняты сосновыми борами, развитыми на этих почвах в настоящее время. Климат стал более влажным и теплым (возможно, теплее современного), что способствовала масштабному исчезновению многолетней мерзлоты на равнинах Западной Сибири и распространению лесов.

8 тыс. лет назад. Происходит существенная перестройка растительного покрова на всей территории Западной Сибири. Вероятно, криоаридные степи позднеледниковья полностью исчезают с равнинных территорий, покрытых в настоящее время таежными лесами. Из доминирующих видов в общем растительном покрове полыни становятся второстепенными участниками растительности, произрастая либо на нарушенных участках в качестве пионерных видов, либо на локальных участках с экстразональной степной растительностью по террасам крупных рек и на южных склонах этих террас. Увеличивается число областей с отсутствием пыльцы полыней в ископаемых спектрах. Теперь эти области встречаются в Зауралье, в нижнем течении р. Оби, в Привасюганье. На фоне этих изменений формируется широтно-зональный пояс полынных степей, простирающийся от Новосибирского Приобья через Причулымье до Енисейского кряжа, а также в верхнем и среднем течении Иртыша. То есть 8–7 тыс. лет назад на равнинной территории Западной Сибири северная граница распространения полынных степей располагалась значительно севернее, чем в настоящее время, доходя до 59° с. ш. Вероятно, это были уже не криоаридные, а настоящие степи. На Алтае в это время площади полынных степей прогрессивно сокращаются, и к концу 8-го тысячелетия они сохраняются только в межгорных котловинах и в Юго-Западной Туве. В Прибайкалье полынные степи концентрируются на восточном побережье

оз. Байкал. Климат был близок к современному, но несколько теплее и суше.

7 тыс. лет назад. Роль полыней в растительном покрове Западной Сибири прогрессивно сокращается к северу от 60° с. ш. Южнее этой широты виды полыней постоянно встречаются в растительном покрове, но в небольшом количестве. Доминантное же ядро палиноареала полыней смещается с востока на запад с Обь-Енисейского междуречья на Обь-Иртышское. Эти степи, распространенные на территории современной подзоны мелколиственных березовых лесов, 7 тыс. лет назад, вероятно, имели связь со степями Северного Казахстана. Несколько возросла роль полыней в островных степях Хакасии, Алтая и Прибайкалья. Климат аналогичен предыдущему тысячелетию.

6 тыс. лет назад. На равнинной территории Западной Сибири степные пространства с доминированием полыней распадаются на отдельные, в разной степени изолированные участки, не продвигающиеся севернее 58° с. ш. На юге исследуемого района ясно консолидируется доминантное ядро палиноареала полыней широтного простираения, совпадающее с современной степной зоной Северного Казахстана. Возможно, как и в предыдущее тысячелетие, сохранялась связь этих степей со степными участками Новосибирского и Томского Приобья. В горах Южной Сибири консолидируются островные степи в межгорных котловинах Алтая и в Хакасии. В Прибайкалье площади островных степей несколько сокращаются. Климат теплее и влажнее современного.

5 тыс. лет назад. Как и в предшествующее тысячелетие, полыни встречаются в большом количестве на территории таежной зоны Западной Сибири. Непрерывный широтный пояс полынных степей существует в Северном Казахстане, но связь его со степными участками Новосибирского Приобья исчезает. Полынные степи процветают в Хакасии и в Юго-Западной Туве. В Прибайкалье роль полынных степей сокращается, климат становится несколько прохладнее, чем в предыдущее тысячелетие, что вызвало повышение эффективной увлажненности в таежной и лесостепной зонах.

4 тыс. лет назад. Более или менее определенно обособляются 4 степных блока: Тобо-

ло-Ишимские, Хакасские и степи Алтая, включающие степи Юго-Западной Тувы, Южного Алтая и Северо-Восточной Монголии. На юго-востоке Западно-Сибирской равнины северная граница степей немного сдвигается на север (относительно ее современного положения) до устья р. Томи. Несколько расширяются степные участки в верхнем течении р. Енисей. Но более всего степи расширяются в юго-западном секторе Западной Сибири. Здесь полынные степи охватывали бассейны рек Тобол и Ишим, продвигаясь в современную лесную зону вплоть до южной тайги в низовьях Ишима. Климат становится суше, чем в предшествующее тысячелетие. Особенно это проявилось в степной и лесостепной зонах.

3 тыс. лет назад. Площадь полынных степей на равнинной территории Западной Сибири сокращается, образуется отчетливый широтный пояс в пределах 58–60° с. ш., в котором пыльца полыни полностью отсутствует в пыльцевых спектрах. Этот пояс совпадает с зоной интенсивного заболачивания. С юга к этому поясу примыкают экстрараональные степи, продвигающиеся на север по террасам р. Оби. Степная растительность распространена южнее лесной зоны – на Южном Алтае, в Юго-Западной Туве, Хакасии, Монголии. Вновь увеличивается роль степей в Прибайкалье. Площади Тобол-Ишимских полынных степей резко сокращаются. Они отступают с северо-запада, сохраняясь теперь только в Северном Казахстане. Несколько сокращается роль полыни в степях Хакасии, а в Прибайкалье участки полынных степей локализуются на восточном побережье Байкала. Климат становится более влажным, чем 4 тыс. лет назад.

2 тыс. лет назад. Вновь возрастает роль полыни на юге исследуемого региона. Формируется непрерывный широтный пояс полынных степей в пределах современной степной зоны от верховьев Ишима до Северного Казахстана и степей Алтая. Севернее от этого пояса отмечаются полынные степи у южной границы лесной зоны на Обь-Иртышском междуречье, изолированные участки полынных сообществ на террасах Оби и Енисея. В Хакасии полынные степи концентрируются на юге в Койбальской степи. Появляются локальные участки полынных сообществ в низовьях Енисея и Оби. В Прибайкалье роль полыни в растительном покрове сокраща-

ется. Увеличивается континентальность климата, что способствует аридизации летних сезонов и большему распространению полынно-степных сообществ в горах и на равнине.

1 тыс. лет назад. Общая структура палиноареала полыней аналогична предыдущему тысячелетию. Расширяется доминантное ядро палиноареала полыней на Обь-Иртышском междуречье, отражая, вероятно, некоторое смещение северной границы степной зоны на север в пределы современной подзоны мелколиственных березовых лесов. Несколько расширяются полынно-степные участки на террасах р. Оби и в Причудльмье. Продолжается тенденция усиления континентальности климата, начавшаяся тысячелетие назад.

Современность. Вероятно, из-за усиления континентальности климата возрастает роль полыни на севере равнинных территорий Западной и Средней Сибири, а также на Алтае. Северные полынные сообщества отделены от южных полосой сильно заболоченных Сибирских Увалов, Приобья и Приваюганья, где полынь полностью отсутствует в пыльцевых спектрах.

Общая оценка роли полынных сообществ в растительном покрове Западной Сибири с позднеледниковья до современности. Для оценки изменения роли полынных сообществ в ландшафтах Западной Сибири балловые оценки обилия пыльцы полыни из 97 пыльцевых диаграмм ранжированы по тысячелетним срезам. Для каждого тысячелетия затем подсчитывалось число случаев максимального балла – 3, среднего – 2, малого – 1 и балла отсутствия пыльцы – 0. Далее, суммируя эти случаи, вычисляли процентную долю каждого балла среди всех имеющихся диаграмм для данного временного среза. Таким образом получены графики изменения роли полынных сообществ в ландшафтах Западной Сибири с 13 тыс. лет назад до современности (рис. 3). Из графиков видно, что доминантная роль полынных ландшафтов на территории Западной Сибири и прилегающих территорий продолжалась с позднеледникового времени 13 тыс. лет назад до 9 тыс. лет назад. С 8 тыс. лет назад доминантная роль полыни в растительном покрове резко сократилась и на первое место вышли растительные сообщества, в которых роль полыни была незначительной. Несколько ранее появились

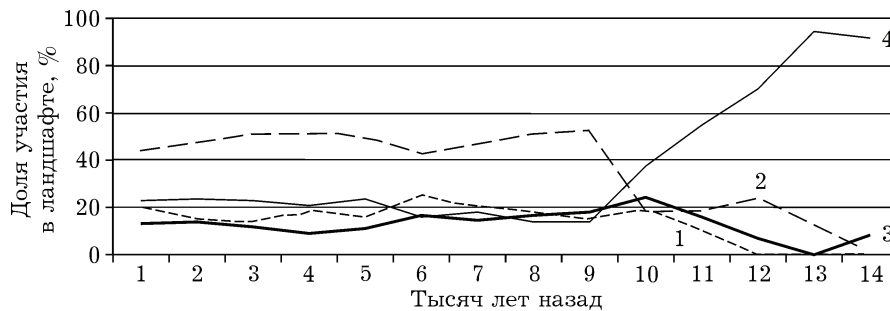


Рис. 3. Динамика роли поlynных сообществ в ландшафтах Западной Сибири по 97 спорово-пыльцевым диаграммам (процентное обилие пыльцы поlynной каждого ископаемого пыльцевого спектра переводилось в 4-балльную шкалу и вычислялось процентное соотношение баллов для каждого тысячелетия).

Ландшафты: ряд 1 – без поlynней (балл – 0); ряд 2 – с малым участием поlynной (балл – 1); ряд 3 – с небольшим участием поlynной (балл – 2); ряд 4 – с доминирующей ролью поlynных сообществ (балл – 3)

и стали расширяться пространства, полностью лишённые поlynной в растительном покрове. Наиболее низка была роль поlynной в среднем голоцене 7–5 тыс. лет назад. С 4 тыс. лет назад площади с доминированием поlynных сообществ немного расширились.

Кластерный анализ балловых оценок обилия пыльцы поlynной (рис. 4) выделяет два основных кластера, отделяющих поlynные сообщества, существовавшие на территории Западной Сибири 13–10 тыс. лет назад, от поlynных сообществ, существовавших с 9 тыс. лет назад до современности. Вероятно, данное разделение отделяет эпоху доминирования криоаридных степей от эпохи распространения современных поlynно-степных сообществ. Правомерность данного вывода может быть проверена при использовании видовых определений пыльцы поlynной в ископаемых пыльцевых спектрах. Таким образом, можно отметить следующие наиболее

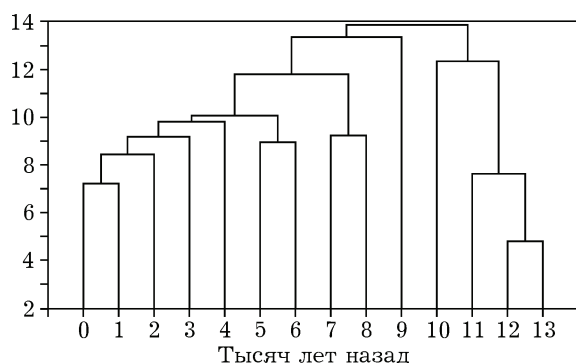


Рис. 4. Результаты кластерного анализа потысячелетних палиноареалов поlynной на территории равнин Западной Сибири и гор Южной Сибири

значимые этапы в динамике палиноареала рода поlynной на исследуемой территории:

1. 13–10 тыс. лет назад в связи с аридностью климата растительные сообщества с доминированием поlynной были широко распространены по всей исследуемой территории.

2. 9 тыс. лет назад происходят резкое сокращение роли поlynной в растительном покрове и распад непрерывного пояса криоаридных степей на отдельные участки. На территории современной лесной зоны участки поlynных степей сохраняются в районах распространения песчаных почв, а в Хакасии, в горах Алтая и Тувы – в межгорных котловинах.

3. 8–5 тыс. лет назад наблюдается полное исчезновение участков поlynных степей с территории современной таежной зоны и формирование выраженного широтного пояса поlynных степей на юге Западной Сибири.

4. Около 4 тыс. лет назад начинается новое пульсирующее увеличение роли поlynной в растительном покрове Западной Сибири, отражающее неоднократное продвижение на север и отступление к югу северной границы степной зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fowell S. J., Hansen B. C. S., Peck J. A., Khosbayan P., Ganbold E. Mid to late Holocene climate evolution of the Lake Telman Basin, North Central Mongolia, based on palynological data // Quaternary Research. 2003. N 59. P. 353–363.
2. Traverse A. Paleopalynology / Eds. Allen and Unwin. Dostob, 1988. 600 p.
3. Gasse F., Van Campo E. Abrupt post-glacial climate events in West Asia and North Africa monsoon do-

- mains // Earth and Planetary Science Letters. 1994. Vol. 126. P. 435–456.
4. Tarasov P. E., Cheddadi R., Guiot J., Bottema S., Peyron O., Belmonte J., Ruiz-Sanchez V., Saadi F., Brewer S. A method to determine warm and cool steppe biomes from pollen data; applications to the Mediterranean and Kazakhstan region // J. of Quaternary Science. 1998. N 13. P. 335–344.
 5. Feng Z. D., An C. B., Wang H. B. Holocene climatic and environmental change in the arid and semi-arid areas of China, a review // The Holocene. 2006. N 16.1. P. 119–130.
 6. Крашенинников И. М. Опыт флорогенетического анализа некоторых евразийских групп рода *Artemisia* L. в связи с особенностями палеогеографии Евразии // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.; Л., 1946. Вып. II. С. 85–196.
 7. Флора Сибири: Asteraceae (Compositae) / под ред. И. М. Краснородова. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1997. Т. 13. 470 с.
 8. Амелченко В. П. Редкие и исчезающие растения Томской области (анатомия, биоморфология, интродукция, реинтродукция, кариология, охрана). Томск: Изд-во Томского ун-та, 2010. С. 236.
 9. Амелченко В. П. Биосистематика полыней Сибири. Кемерово: Изд-во КРЭОО "Ирбис", 2006. 237 с.
 10. Пономарев А. Н. О лесостепном флористическом комплексе Северного и северной части Среднего Урала // Ботан. журн. 1949. Т. XXXIV, № 4. С. 381–388.
 11. Лавренко Е. М., Сумерина И. Ю. Материалы к изучению географии и фитоценологии растений Центральной Азии. Степной малолетник северной части Центральной Азии *Artemisia pectinata* Pall. // Там же. 1974. Т. 59, № 12. С. 1760–1766.
 12. Lauber K., Wagner G. Flora Helvetica. Bern–Stuttgart–Wien: Verlag Paul Haupt, 1996. 1614 p.
 13. Коробов А. А. Полыни Северо-Востока СССР (морфолого-анатомическая, кариологическая и эколого-географическая характеристика, таксономия, филогения): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1974. 28 с.
 14. Бляхарчук Т. А. Последледниковая динамика растительного покрова Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области (по данным ботанического и спорово-пыльцевого анализа болотных и озерных отложений): дис. ... д-ра биол. наук, Томск, 2010. 519 с.
 15. Гричук В. П. К вопросу о точности видовых определений ископаемой пыльцы // Ботан. журн. 1953. Т. 38, № 3. С. 412–415.
 16. Куваев В. Б. Флора Путорана // Там же. 1965. Т. 50, № 8. С. 1121–1126.
 17. Положий А. В. Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока: тез. конф. Чтения памяти Л. М. Черепнина. Красноярск: Изд-во гос. пед. ун-та и Института леса СО РАН, 1996. С. 88–90.

Dynamics of the Range of Absinthe Genus over the Territory of West Siberia and Adjacent Regions in Holocene on the Basis of the Data of Pollen Analysis in Connection with Climate Change

T. A. BLYAKHARCHUK*, V. P. AMEL'CHENKO

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS
634055, Tomsk, Akademicheskiiy ave., 10/3
E-mail: tarun5@rambler.ru

Tomsk State University,
Siberian Botanical Garden
634050, Tomsk, Lenin ave., 36

Reconstruction of the dynamics of the range of *Artemisia* genus was carried out with the help of palynoreological method on the basis of the data of 97 pollen diagrams from the territory of West Siberia and the Altay-Sayan mountainous region over the millennial time sections since the Late Glacial time till the present time. It was revealed that the maximal spread of the absinthe steppe communities (probably of the cryoarid pattern) occurred at the territory under examination 13–10 thousand years ago. After the time point of 9 thousand years ago, a fundamental change of the landscapes of West Siberia occurred, which resulted in the decomposition of previously continuous absinthe steppe cover into separate blocks. Since 8 thousand years ago, the absinthe steppe communities of modern appearance occupied the zone of modern steppe and forest-steppe of West Siberia and Northern Kazakhstan, while over the taiga zone the absinthe communities were spread occasionally under the extrazonal conditions and as the pioneering plant groupings on affected soil. Since the time point of 4 thousand years ago till the present time, the northern boundary of the steppe zone underwent pulsing shifts to the north and back, and also broadening and narrowing of isolated steppe islands took place. At present, we observe an increase in the role of absinthe plants in the tundra zone of West Siberia and in the Altay mountains.

Key words: spore-pollen analysis, range, vegetation, Holocene, dynamics of vegetation, palaeoclimate.