

## ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 630:634.0.902:551.794

DOI: 10.15372/GIPR20220104

**А.Д. КОШКАРОВ, В.Л. КОШКАРОВА**Институт леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН,  
660036, Красноярск, Академгородок, 50, Россия, [koshkarov.al@ksc.krasn.ru](mailto:koshkarov.al@ksc.krasn.ru), [koshkarova.vl@ksc.krasn.ru](mailto:koshkarova.vl@ksc.krasn.ru)

### ФОРМИРОВАНИЕ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 6000 ЛЕТ

Освещены результаты палеоботанического (палеокарпологического) послойного исследования трех торфяных разрезов, заложенных вблизи экспериментальной станции «Погорельский бор» Института леса СО РАН (междуречье рек Бuzим и Сухой Бuzим). Территория исследования расположена в переходной полосе между подтаежными травянистыми мелколиственными и хвойными лесами и красноярской островной лесостепью. Климат района резко континентальный, умеренно теплый, недостаточно влажный. Объектами палеокарпологического анализа стали макроостатки ископаемых растений (генеративные и вегетативные части растений). По данным из каждого разреза построены карпограммы (гистограммы, показывающие количественное распределение макроостатков в выделенных ископаемых комплексах в соответствии со стратиграфией разреза). В результате сравнительного анализа видового состава палеокарпологических комплексов с учетом данных радиоуглеродного датирования по  $^{14}\text{C}$  (девять дат) была восстановлена эволюция растительного покрова территории Погорельского бора по гипсометрическим уровням и семи временным интервалам начиная со второй половины атлантического периода хронологической схемы голоцена Блита–Сернандера. На этой основе составлены цифровые карты палеофитоценозов. Установлено, что в первой половине рассматриваемого периода (последние 6 тыс. лет) на территории господствовала березово-лиственничная лесостепь с чередованием мелководных озер. Похолодание и увлажнение 5000–3500 л. н. вызвали развитие подтаежного лесорастительного комплекса с участием темнохвойных пород. Последующее потепление 3500–3000 и 1300–800 л. н. способствовало возврату лесостепных и развитию степных комплексов. Ведущими древесными породами были лиственница сибирская и береза, позже — сосна обыкновенная. Уменьшение роли лиственницы, усиление позиций сосны и степных элементов в лесных фитоценозах в более поздний период (300 л. н.) обусловлены изменением климата, а также возросшим влиянием антропогенного фактора. Отмечены региональные особенности палеоклиматического режима Погорельского бора в самое позднее голоценовое время.

**Ключевые слова:** красноярская островная лесостепь, макроостатки, голоцен,  $^{14}\text{C}$ -даты, динамика биоразнообразия, Приенисейская Сибирь.

**A.D. KOSHKAROV, V.L. KOSHKAROVA**Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, Russia, [koshkarov.al@ksc.krasn.ru](mailto:koshkarov.al@ksc.krasn.ru), [koshkarova.vl@ksc.krasn.ru](mailto:koshkarova.vl@ksc.krasn.ru)

### FORMATION OF THE SPECIES STRUCTURE OF PLANT COMMUNITIES ON THE NORTHERN BOUNDARY OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE OVER THE LAST 6000 YEARS

Results of a paleobotanical (paleocarpological) layer-by-layer study of three peat sections located near the Pogorel'skii Bor experimental station operated by the Institute of Forest SB RAS (the interfluvium of the Buzim and Sukhoi Buzim rivers) are presented. The study area is located in the transitional zone between subtaiga grassy small-leaved and coniferous forests and the Krasnoyarsk non-zonal forest-steppe. The climate of the region is extreme continental, moderately warm and insufficiently humid. The objects of paleocarpological analysis were macrofossils (macro-residues of fossil plants (generative and vegetative parts of plants)). Data from each section were used to construct carpograms (histograms showing the quantitative distribution of macro-residues in the identified fossil complexes, in accordance with the section stratigraphy). As a result of a comparative analysis of

*the species composition of paleocarpological complexes, taking into account the data on radiocarbon  $^{14}\text{C}$  dating (nine dates), the evolution of the vegetation cover of the territory of Pogorel'skii Bor was reconstructed by using hypsometric levels and seven time intervals, starting in the second half of the Atlantic period of the Blytt–Cernander chronological scheme of the Holocene. On this basis, digital maps of paleophytocenoses were compiled. An analysis of the formation of vegetation over the last 6000 years has shown that in the first half of the period under consideration the birch-larch forest-steppe with an alternation of shallow lakes prevailed on the territory. The onset of cooling and humidification (5000–3500 BP) contributed to the development of a subaiga forest-vegetation complex with the involvement of dark coniferous species. The subsequent warming (3500–3000 and 1300–800 BP) contributed to the return of forest-steppe and the development of steppe complexes. The leading tree species in the first half of the period under consideration were Siberian larch and birch, and, later, Scotch pine. A decrease in the role of larch, and an enhancement of the position of pine and steppe elements in forest phytocenoses during a later period (300 BP) were caused by climate change as well as by the increased influence of the anthropogenic factor. The regional features of the paleoclimatic regime of Pogorel'skii Bor forest in the latest Holocene are highlighted.*

**Keywords:** Krasnoyarsk non-zonal forest-steppe, macrofossils, Holocene,  $^{14}\text{C}$  dates, biodiversity dynamics, Yenisei Siberia.

Оценка влияния эколого-географических условий на организацию фитоценотической структуры регионального растительного покрова как одного из компонентов геосистем является информационным вкладом в повышение качества прогноза изменений природной среды. Материалы их анализа позволяют выработать стратегию хозяйственного действия, гарантирующую защиту от воздействия различных внешних факторов и адаптации растительных сообществ к изменяющемуся климату. На основе полученной информации можно изучить не только динамику пространственной дифференциации растительного покрова, но и механизмы трансформации его структуры в долговременной ретроспективе («палеомониторинг»).

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для расшифровки тенденций развития растительного покрова прошлого, выявления механизмов их преобразований нами используется один из палеоботанических методов — палеокарпологический, который характеризуется наибольшей видовой представительностью ископаемых макроостатков растений и дает более полные среди палеоботанических методов эколого-ценотические спектры палеофитоценозов, на которых и основывается анализ их разнообразия, устойчивости. Суть метода и процедура его применения подробно освещались нами ранее в [1]. В его основе лежит эколого-структурный аспект изучения временной последовательности ископаемых макрокомплексов. При их анализе наиболее значимы видовой состав ископаемой флоры, семенная продуктивность растений, способность к переносу и фоссилизации семян отдельных видов, условия транспортировки, захоронения и удаленности места захоронения от продуцирующих ассоциаций. Изменения видового состава макроостатков доминантных видов растений в каждом разрезе позволили расчленить их на макрокомплексы. Выделенные макрокомплексы соответствуют определенным временным интервалам, для которых характерен свой ландшафтно-климатический режим. Определение возраста их границ было выполнено методом линейной интерполяции.

Помимо этого, проведение сравнительного анализа морфолого-анатомической физиономичности ископаемых объектов способствовало дифференциации их на три эколого-ценотические группы растений с учетом экологической приуроченности вида. Следует подчеркнуть, что группа растений лучше отражает условия среды, чем отдельные виды растений. Подобный подход применяется при фитоиндикации современных лесных экосистем [2–6]. Первая, наиболее многочисленная, как правило, является локальной группой, макроостатки которой характеризуются прекрасной сохранностью и не несут на себе следы транспортировки. Ко второй группе относятся остатки с незначительной потертойостью поверхностной скульптуры оболочки. Такие макроостатки рассматриваются как представители субрегионального фитоценоза. Третью, самую малочисленную группу составляют макроостатки с явными следами транспортировки (окатанность, штриховатость и частичная стертость верхнего слоя оболочки механического происхождения). Они привнесены с более отдаленной территории и являются доминирующими субъектами растительности регионального масштаба. Следовательно, каждый из них несет информацию определенного территориального уровня. И здесь уместно подчеркнуть, что объектами палеокарпологии становятся только те остатки видов растений, которые были типичны и доминировали в прошлых фитоценозах [1, 7]. Таким образом, при решении пространственного размещения палеофитоценозов фоном для установления их границ послужили рельеф и материалы лесоустройства — план лесонасаждений территории исследования. Он репрезентативно отражает картину современного растительного покрова, обусловленную суммой природных условий настоящего времени, а рельеф, как известно, изменяется в сто раз медленнее, чем растительность [8].

Следует также отметить, что при оценке палеоклиматических режимов сопряженно применены два метода палеоклиматических реконструкций — ареалогический [9] и аналогов [10]. Второй принято называть аналоговым методом палеоклиматических реконструкций. Суть его заключается в подборе территорий-аналогов с современными лесными формациями, подобными по структуре и характеру реконструированным палеосообществам для определенных временных отрезков голоцена. Кроме того, основным актуалистическим источником палеоклиматических реконструкций стали геоботанические карты современного растительного покрова, лесоустроительные материалы, а также данные по характеристике природно-климатических условий лесостепной и подтаежной зон Приенисейской Сибири [4, 11].

### ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория исследования — междуречье рек Бузим и Сухой Бузим — расположена в экотонной зоне между подтаежными травянистыми мелколиственными и хвойными лесами и красноярской островной лесостепью, где находится экспериментальная станция «Погорельский бор» Института леса СО РАН [4]. Абсолютные высоты — от 200 до 300 м над ур. моря. Общий наклон поверхности имеет северо-восточное направление.

Климат района резко континентальный, умеренно теплый, недостаточно влажный. Средняя годовая температура воздуха довольно низкая — до  $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температуры января здесь понижаются до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а июля — колеблются в пределах  $18\text{--}19\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Среднее количество осадков в холодное время — 84 мм, в теплое — 286 мм, годовое — 370 мм. Соотношение осадков и сумм тепла (индекс сухости  $R/LE$ ) составляет 0,7 за год [11].

Палеокарпологический материал был получен из трех разрезов торфяных отложений голоценового возраста (рис. 1).

Разрез «Бузим» заложен в березняке из березы пушистой (*Betula pubescens*) осоково-разнотравном, в тыловой части надпойменной террасы р. Бузим северной экспозиции. Состав древостоя — 10БедЛ, возраст — 100 лет. В подлеске распространены черемуха уединенная (*Padus avium* Mill.), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea*), шиповник иглистый (*Rosa acicularis*), смородина черная (*Ribes*

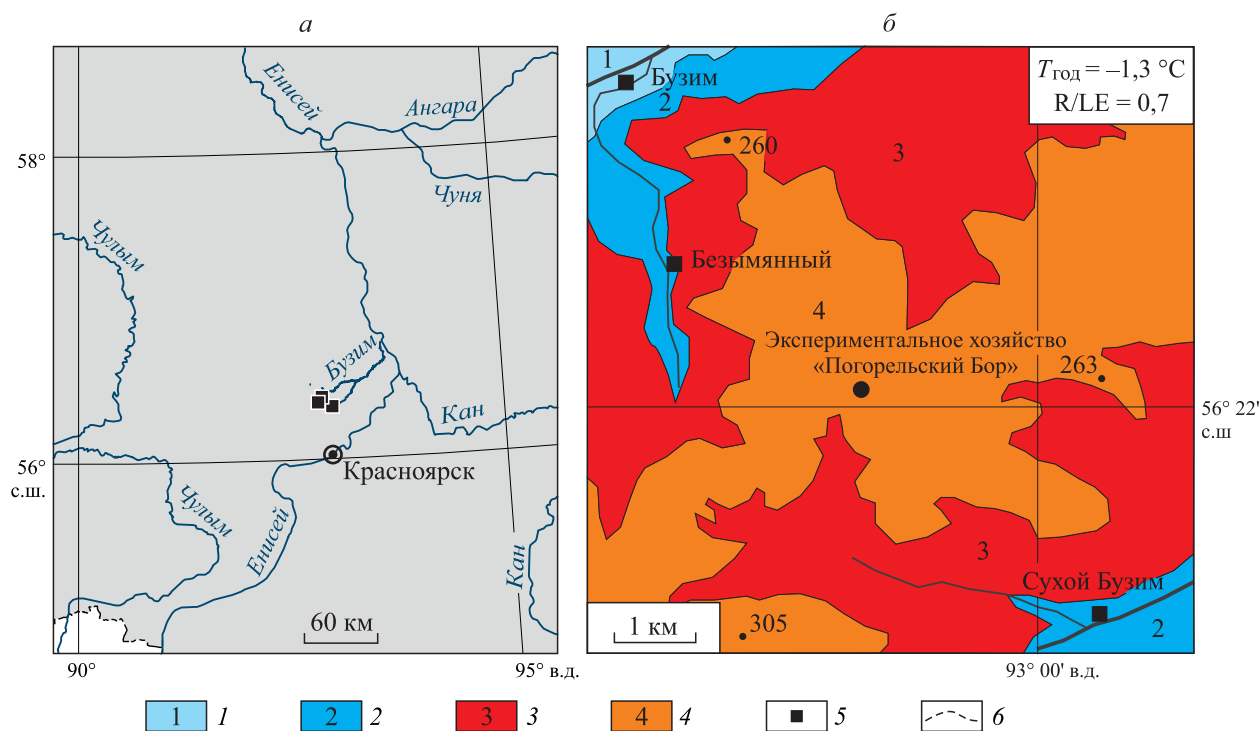


Рис. 1. Картограммы расположения разрезов (а) и современного растительного покрова (б).

Лесной фитоценоз: 1 — березовый разнотравный, 2 — березовый осочково-разнотравный, 3 — сосновый разнотравно-зеленомошный, 4 — сосновый бруснично-разнотравно-зеленомошный. 5 — разрезы; 6 — граница Красноярского края.

*nigrum*). В травяном покрове господствуют вейник ланцетный (*Calamagrostis lanceolata*), тростник обыкновенный (*Phragmites communis*), герань ложносибирская (*Geranium pseudosibiricum*), купальница азиатская (*Trollius asiaticus*), чина приземистая (*Lathyrus humilis*), горошек мышинный (*Vicia cracca*), осока пузырчатая (*Carex vesicaria*), осока вздутоносная (*C. rhynchophylla*), изредка встречаются куртинки орляка (*Pteridium aquilinum*). В лесном покрове I террасы господствуют сосняки осочково-разнотравные и бруснично-разнотравные.

Разрез «Безымянный» расположен в узкой долине ручья Безымянного (высыхающего летом) у подножия склона северо-западной экспозиции. Растительный покров здесь представлен березняком из березы повислой (*Betula pendula*) осочково-разнотравным. Древостой в возрасте 80 лет, состав — 10Б, средний диаметр — 16 см. Изредка встречаются кусты шиповника иглистого, смородины черной и красной (*R. rubrum*). Фоновой синузией в точке разреза является осоково-разнотравная. Основной состав травяно-кустарничкового яруса образуют лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*), гравилат городской (*Geum rivale*), герань болотная (*Geranium palustre*), синюха голубая (*Polemonium coeruleum*), осока вздутоносная, осока влагалищная (*Carex vaginata*).

Разрез «Сухой Бузим» находится в закустаренной пойме р. Сухой Бузим с уклоном на юг, на которой единично встречаются ель сибирская (*Picea obovata*) с угнетенной березой пушистой. Кустарниковый ярус образует черемуха уединенная и ива козья (*Salix caprea*). В травяном покрове преобладают вейник (*Calamagrostis phragmitoides*), полевица (*Agrostis vinealis canina*), лабазник вязолистный, калужница болотная (*Caltha palustris*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), лютик северный (*Ranunculus borealis*), осока острая (*Carex acuta*), осока дернистая (*C. cespitosa*). В пограничной полосе к пойме прилегает ельник зеленомошно-мелкотравный. Состав древостоя — 8Е2БедС, возраст — 100 лет.

Наибольший по длительности непрерывный отрезок голоцена представлен в разрезе «Бузим». Согласно полученной <sup>14</sup>С-дате 5870 ± 80 л. н. (КрИЛ-351), это заключительный этап атлантического оптимума. Гипсометрический уровень всех разрезов близок по значению, но начало торфообразования в местах их закладки разное, что объясняется экспозицией их расположения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате палеокарпологического анализа ископаемых макрокомплексов, выделенных в каждом разрезе, составлены карпограммы (рис. 2–4), характеризующие изменения видового состава прошлых фитоценозов по временным интервалам (см. таблицу).

В комплексах самого раннего возраста (6000–5000 л. н.), полученных из подстилающей торфяную залежь суглинка, среди древесных пород господствуют макроостатки семян и хвоинок лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) и березы повислой. Примечательно участие семян кедра сибирского (*Pinus sibirica*) в комплексе разреза «Бузим» (северная экспозиция). Для него, вероятно, только здесь существовали оптимальные эдафические условия. Время формирования верхнего слоя суглинка, согласно радиоуглеродным датировкам 5870 ± 80 л. н. (КрИЛ-351) и 4970 ± 70 л. н. (КрИЛ-352) (см. рис. 2), относится к финалу климатического оптимума голоцена.

Среди остатков травянистых растений во всех комплексах преобладают водно-болотные растения рдесты (*Potamogeton*) и осоки (*Carex*) разных видов. Примечательно участие рдеста блестящего (*Potamogeton lucens*) и осоки черноколосой (*Carex melanostachya*), в настоящее время более характерных для озер (первое) и солончаковых лугов (второе) степной зоны. Следует отметить присутствие таких степных и лесостепных видов, как полынь замещающая (*Artemisia commutata*), полынь Гмелина (*A. gmelinii*), ковыль сибирский (*Stipa sibirica*). В целом видовой состав макрокомплекса соответствует степному ландшафту.

Интервал 5000–3500 л. н., относящийся к первой половине суббореального периода, характеризует только макрокомплекс разреза «Бузим» (см. рис. 2). В его составе сократилось число макроостатков лиственницы, нет березы повислой. Однако увеличилось число обескрыленных орешков высокоствольных берез, обобщенных в сборный вид *Betula alba* L. s. l. из-за отсутствия точных видовых диагностических признаков. Их доля среди остальных макроостатков составила 45 %. Это указывает на привнесенность издалека и позволяет причислить их к региональному компоненту. Произошла смена темнохвойных пород в составе макрокомплекса: остатки кедра отсутствуют, но появились генеративные и вегетативные части ели сибирской (*Picea obovata*) и пихты сибирской (*Abies sibirica*). В травяно-кустарничковом составе отсутствуют остатки водных, сменился состав болотных видов. Доминируют остатки лесостепных и отчасти лесолуговых и лесных видов: малина обыкновенная (*Rubus idaeus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*), василисник малый (*Thalictrum minus*). Видовой состав макрокомплекса отражает подтаежный тип ландшафта.

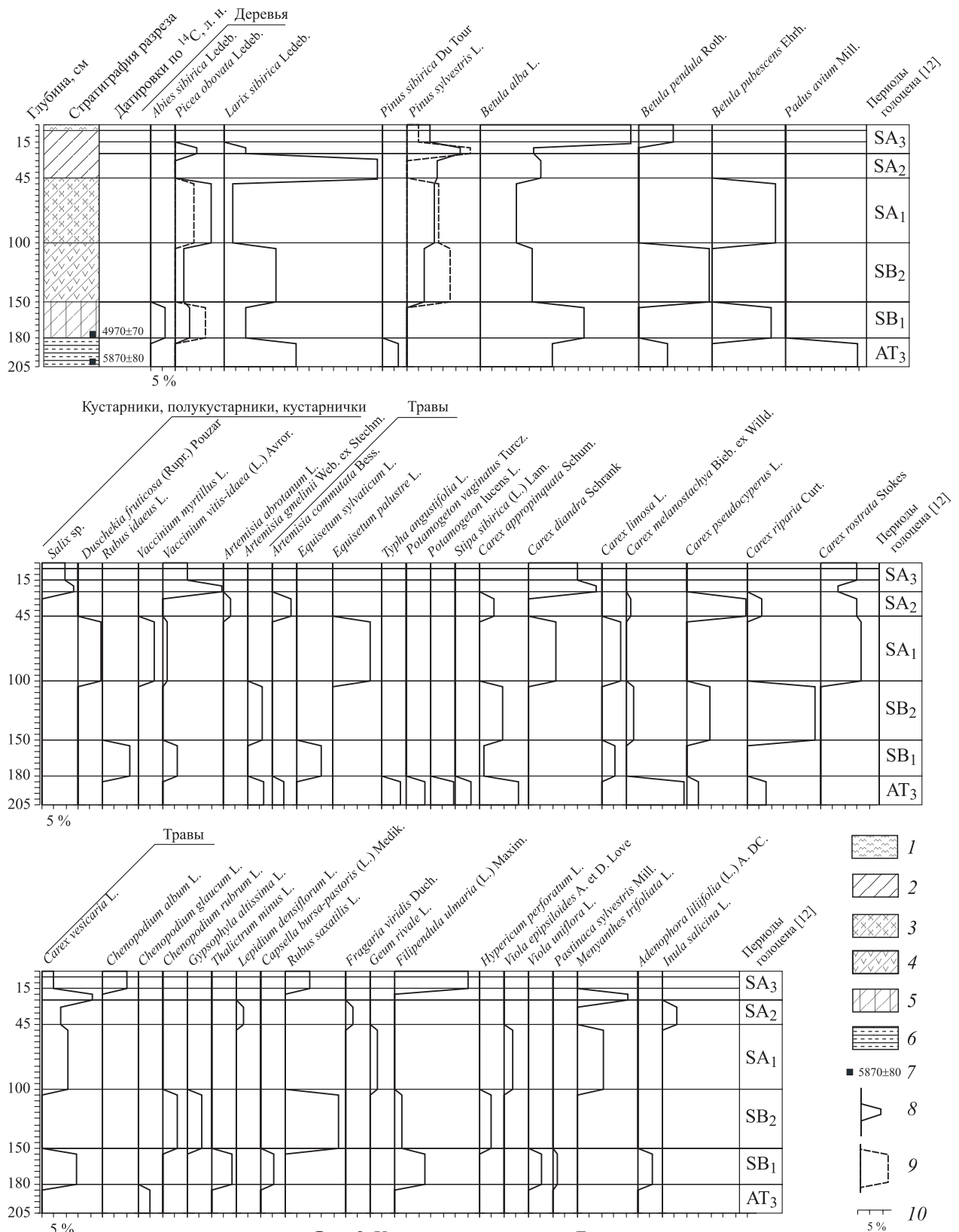


Рис. 2. Карпограмма разреза «Бузим».

Виды торфа: 1 — очес, 2 — осоковый, 3 — хвощово-осоковый, 4 — травяно-осоковый, 5 — древесно-осоковый. 6 — суглинок. 7 — радиоуглеродный возраст. Макроостатки: 8 — генеративные, 9 — вегетативные, 10 — количество.

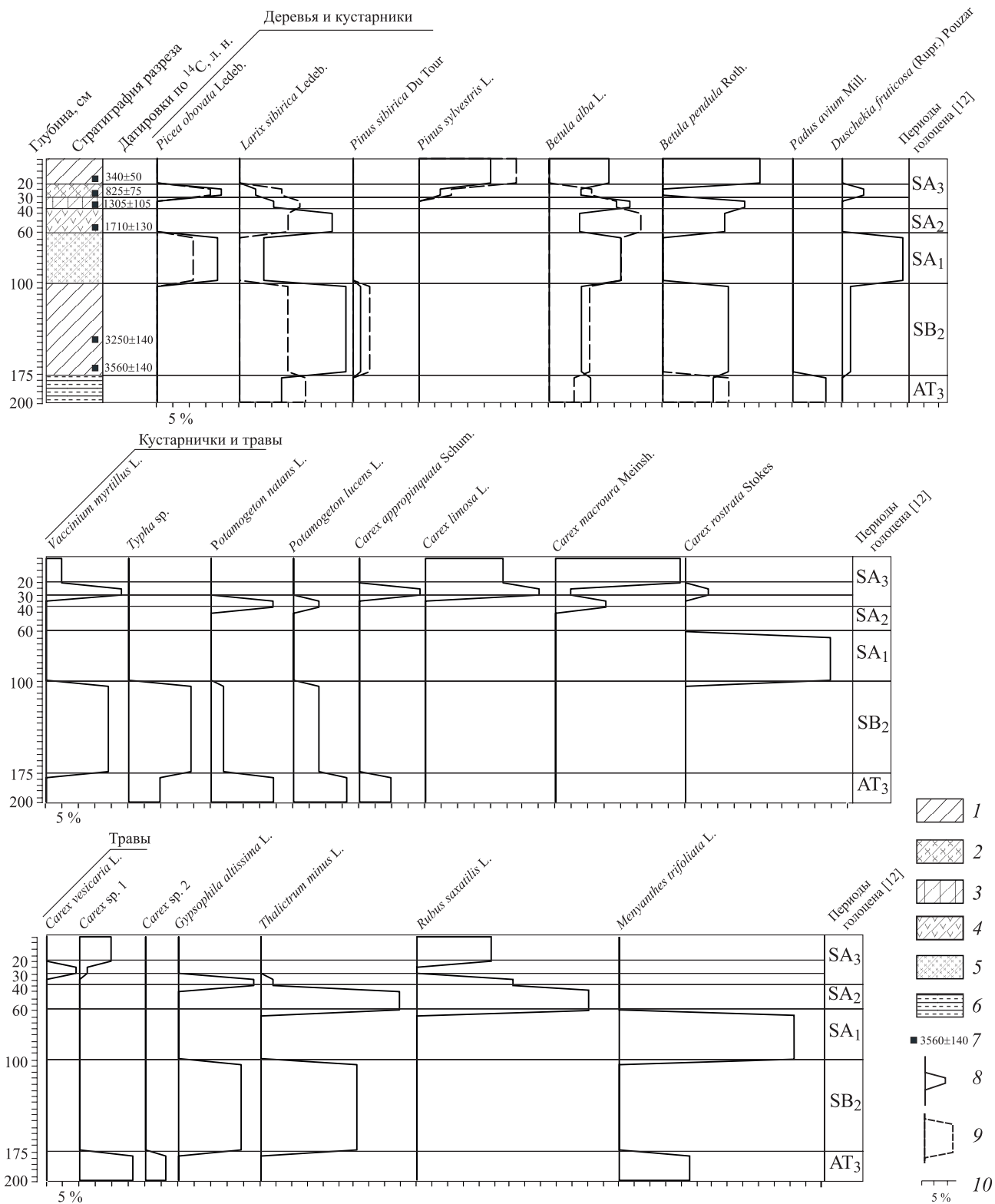


Рис. 3. Карпограмма разреза «Безымянный».

Виды торфа: 1 — осоковый, 2 — хвощово-осоковый, 3 — древесно-осоковый, 4 — осоково-травяной, 5 — осоково-хвощовый. 6–10 — см. рис. 2.

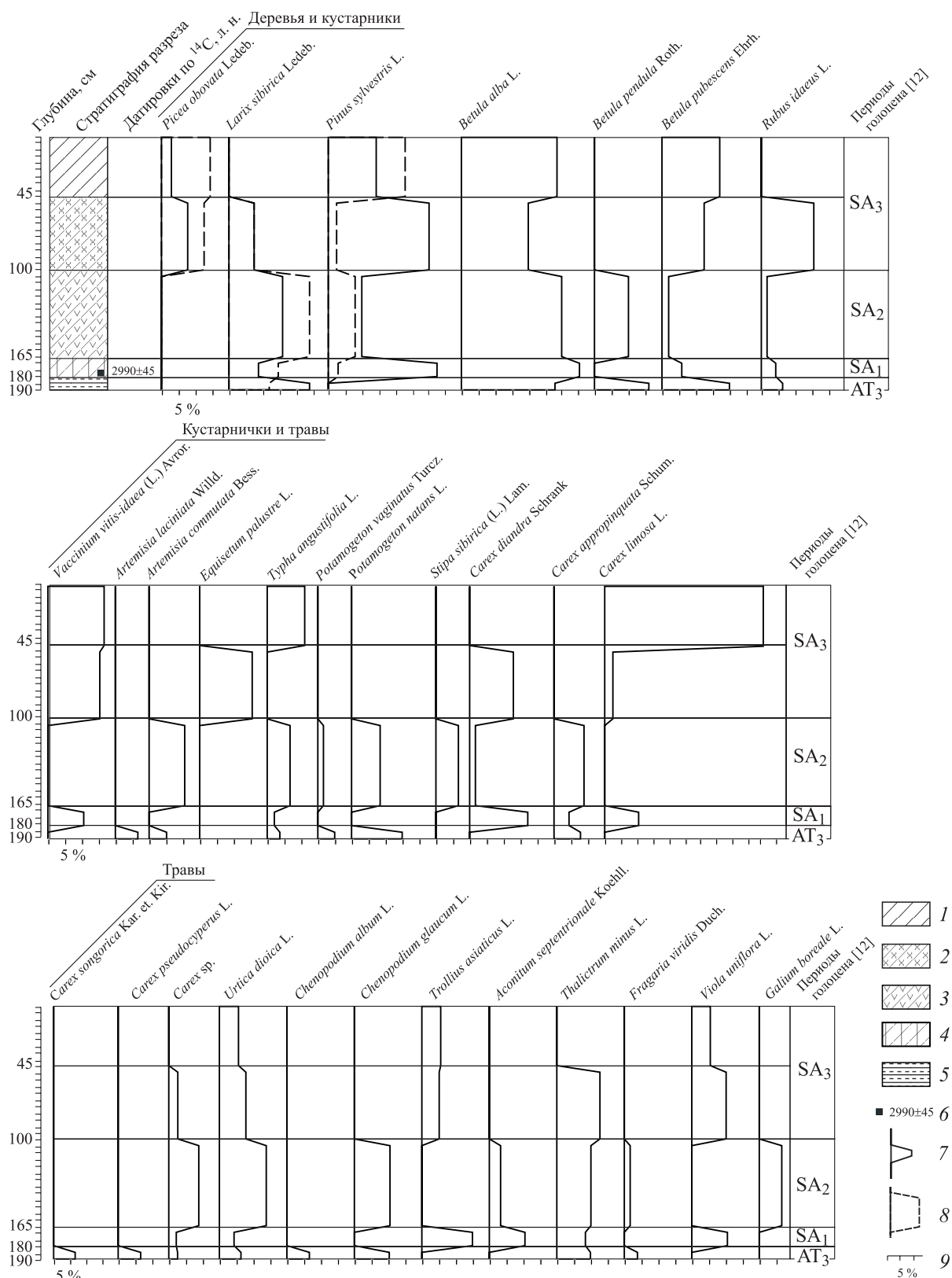


Рис. 4. Карпограмма разреза «Сухой Бузим».

Виды торфа: 1 — осоковый, 2 — хвощово-осоковый, 3 — осоково-травяной, 4 — древесно-осоковый. 5 — суглинок. 6 — радиоуглеродный возраст. Макроостатки: 7 — генеративные, 8 — вегетативные, 9 — количество.

Растительный покров второй половины суббореального периода (3500–3000 л. н.) характеризуют макрокомплексы разрезов «Бузим» (см. рис. 2) и «Безымянный» (см. рис. 3). В составе древесных пород доминируют генеративные и вегетативные макроостатки лиственницы сибирской. Из темнохвойных пород присутствуют единичные семена ели сибирской и кедра сибирского. Примечательно появление макроостатков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Среди генеративных остатков берез вновь господствует береза повислая. В составе травяно-кустарничкового яруса преобладают семена и плоды растений, для развития которых наиболее благоприятны природные условия степи и лесостепи: полыни Гмелина, рдеста блестящего, осоки черноколосой, качима высокого (*Gypsophilla altissima*), бубенчика лилиелистного (*Adenophora lilifolium*) и др. Таким образом, в растительном покрове того времени превалировал лесостепной комплекс.

Интервал 3000–2000 л. н., начало субатлантического периода (SA<sub>1</sub>), отражен макрокомплексами всех трех разрезов. Для их спектров характерно, наряду с обилием остатков сосны обыкновенной и березы высокоствольной, довольно заметное присутствие макроостатков ели. Примечательно появление плодов ольхи кустарниковой (*Duschekia fruticosa*) и семян полукустарничка черники (*Vaccinium myrtillus*). В составе трав участвуют семена преимущественно лесных видов: купальницы азиатской, василисника малого, борца северного (*Aconitum septentrionale*), фиалки одноцветковой (*Viola uniflora*). Это позволяет сделать вывод о том, что на территории исследования вновь получает развитие подтаежный комплекс.

Растительный покров субатлантического периода начиная с рубежа 2000 л. н. и до современности более детально восстанавливается видовыми спектрами макрокомплексов разреза «Безымянный» (см. рис. 3). Общим для всех трех разрезов является доминирование лиственницы и березы повислой в первой половине среднесубатлантического периода (SA<sub>2</sub>). Затем отмечается довольно ошутимое присутствие ели, увеличение обилия остатков сосны, участие лиственницы снижается. Примечательно, что для сосны и березы фиксируется прогрессивное нарастание макроостатков на протяжении всего периода. Травы представлены преимущественно семенами и плодами лесостепных и лесных видов.

Эволюция лесных фитоценозов и типов растительности Погорельского бора

Периоды голоцена, л. н. [12]	Радиоуглеродный возраст, <sup>14</sup> C л. н.	Долины водотоков	Водораздел	Склон к р. Бузим	Склон к р. Сухой Бузим
Субатлантический (SA <sub>3</sub> , 0–1000)	340 ± 50	Березовый с елью осоково-черничный	Сосновый осочково-разнотравный	Сосново-березовый зеленомошно-разнотравный	Березово-сосновый разнотравно-брусничный
	825 ± 75	Березово-еловый осоково-разнотравный	Сосновый разнотравно-брусничный	Лиственнично-сосновый разнотравно-брусничный	Березово-сосновый разнотравно-брусничный
	—	Березовый лугово-разнотравный	Степь злаково-разнотравная	Сосново-березово-лиственничный бруснично-разнотравный	Лиственнично-сосновый остепненно-разнотравный с малиной
Субатлантический (SA <sub>2</sub> , 1000–2000)	1305 ± 105 1710 ± 130	Березовый осоково-разнотравный	Лесостепь сосново-лиственничная поlynно-разнотравная	Березово-сосново-лиственничный остепненно-разнотравный	Лесостепь березово-сосново-лиственничная остепненный разнотравная
Субатлантический (SA <sub>1</sub> , 2000–3000)	2990 ± 45	Ольхово-еловый вахтово-осоково-хвощовый	Лиственнично-сосновый разнотравно-брусничный	Березово-сосново-лиственничный разнотравно-черничный	Березово-сосновый разнотравно-брусничный
Суббореальный (SB <sub>2</sub> , 3000–4000)	3250 ± 140 3560 ± 140	Березовый единично с кедром осоково-черничный	Лиственничный остепненно-разнотравный	Сосново-березово-лиственничный разнотравный	—
Суббореальный (SB <sub>1</sub> , 4000–5000)	4970 ± 70	Ольхово-березовый осоково-хвощовый	Лиственнично-березовый разнотравный	Пихтово-еловый хвощово-разнотравный	—
Атлантический (AT <sub>3</sub> , 5000–6000)	5870 ± 80	Мелководные озера с чередованием березовых и черемуховых колок	Степь злаково-поlynно-разнотравная	Березово-лиственничный единично с кедром остепненно-разнотравный	Лиственнично-березовая лесостепь разнотравная

Примечание. Прочерк — нет данных.



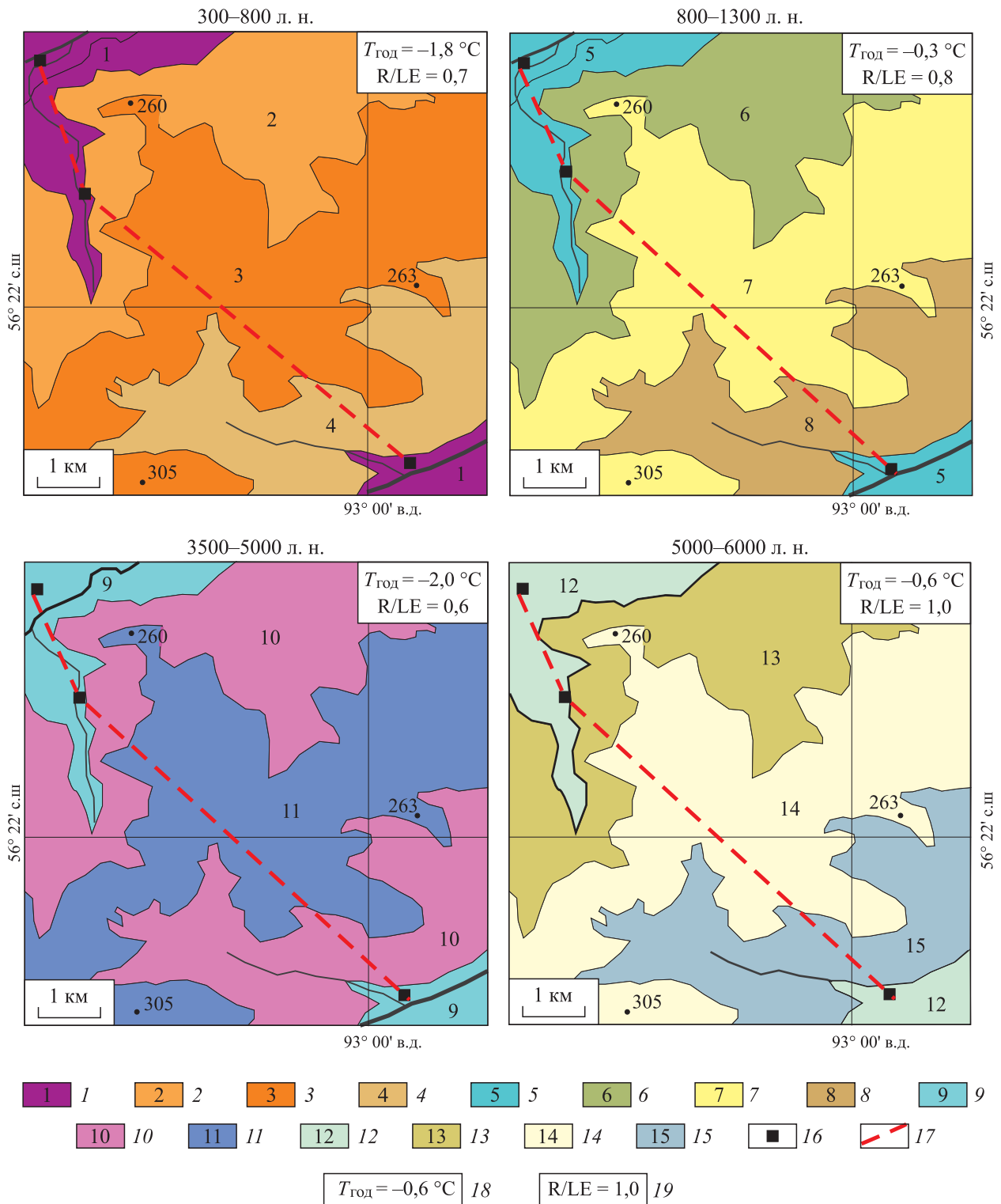


Рис. 5. Картограммы палеоландшафтов.

Лесной фитоценоз и тип растительности: 1 – березово-еловый осоково-разнотравный, 2 – лиственнично-сосновый разнотравно-брусничный, 3 – сосновый разнотравно-брусничный, 4 – березово-сосновый разнотравно-брусничный, 5 – березовый лугово-разнотравный, 6 – сосново-березово-лиственничный бруснично-разнотравный, 7 – степь злаково-разнотравная, 8 – лиственнично-сосновый остепненно-разнотравный с малиной, 9 – ольхово-березовый осоково-хвощовый, 10 – лиственнично-березовый разнотравный, 11 – пихтово-еловый

хвощово-разнотравный, 12 — мелководные озера с чередованием березовых и черемуховых колков, 13 — березово-лиственничный единично с кедром остепенно-разнотравный, 14 — степь злаково-полюнно-разнотравная, 15 — лиственнично-березовая лесостепь разнотравная. 16 — местоположение разрезов; 17 — линия профиля; 18 — средняя годовая температура воздуха, °С; 19 — индекс сухости (отношение радиационного баланса к испарению) в долях от единицы.

Таким образом, эволюция растительного покрова территории Погорельского бора восстанавливается по восьми временным интервалам (см. таблицу) начиная со второй половины атлантического периода хронологической схемы голоцена Блитта—Сернандера в ее последней модификации [12]. Установленный дифференцированный видовой состав эколого-ценотических палеоспектров позволил воссоздать непрерывную динамику структуры доминирующих фитоценозов по гипсометрическим уровням. Несмотря на фитоценотическое различие восстановленных растительных сообществ в разных точках исследования, они последовательно развивались по общему пути изменений климатической обстановки в соответствии с топоэдафическими условиями. Для выяснения закономерностей их размещения созданы цифровые карты палеофитоценозов и топогеографические профили для семи временных интервалов в абсолютном летоисчислении, характеризующиеся определенным ландшафтно-климатическим режимом, каждый из которых может служить аналогом для прогноза. В качестве примера приводим картосхемы (рис. 5) и палеоландшафтные профили (рис. 6) растительного покрова для наиболее ярко выраженных временных срезов.

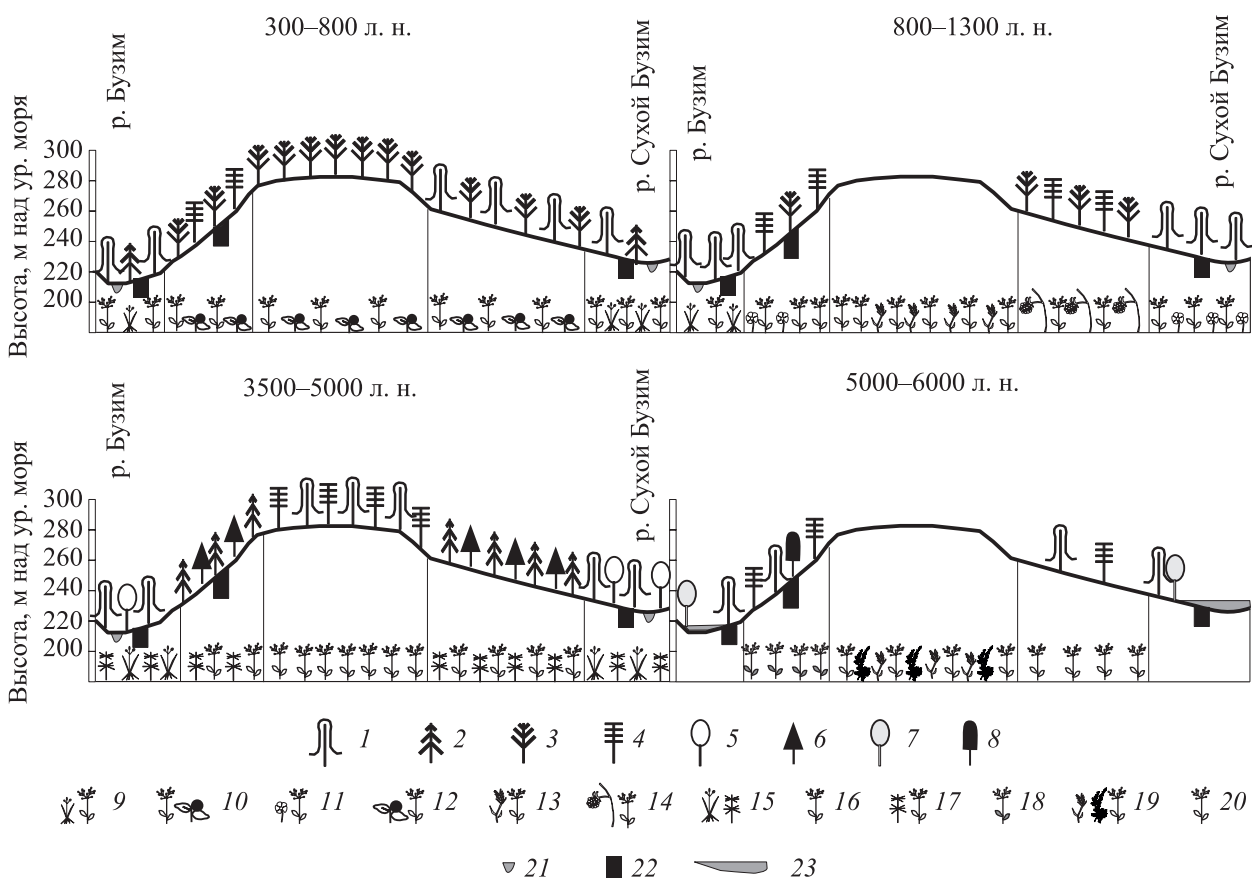


Рис. 6. Схематические палеоландшафтные профили.

Древесные породы: 1 — береза повислая, 2 — ель сибирская, 3 — сосна обыкновенная, 4 — лиственница сибирская, 5 — ива, 6 — пихта сибирская, 7 — черемуха уединенная, 8 — кедр сибирский. Фитоценотические группы: 9 — осоково-разнотравная, 10 — разнотравно-брусничная, 11 — лугово-разнотравная, 12 — бруснично-разнотравная, 13 — злаково-разнотравная, 14 — остепенно-разнотравная с малиной, 15 — осоково-хвощовая, 16 — разнотравная, 17 — хвощово-разнотравная, 18 — остепенно-разнотравная, 19 — степь злаково-полюнно-разнотравная, 20 — лесостепь разнотравная. 21 — русло реки; 22 — торфяной разрез; 23 — палеозеро.

Анализ формирования растительного покрова за последние 6 тыс. лет показал, что в первую половину рассматриваемого времени на территории господствовала березово-лиственничная лесостепь с чередованием мелководных озер (участие в макрокомплексах многочисленных эндокарпов трех видов *Potamogeton* — индикаторов стоячих и медленно текущих водоемов). Наступившее похолодание и увлажнение (5000–3500 л. н.) способствовало развитию подтаежного лесорастительного комплекса с участием темнохвойных пород. Последующее потепление климата (3500–3000 и 1300–800 л. н.) способствовало возврату лесостепных и развитию степных комплексов. Ведущими древесными породами в первую половину рассматриваемого времени были лиственница сибирская и береза. Позднее основным доминантом становится сосна обыкновенная. Тенденции, возникшие в более позднее время (300 л. н.): отсутствие лиственницы, усиление позиций сосны и степных элементов в лесных фитоценозах — вызваны не только изменением климата, но и возросшим влиянием антропогенного фактора.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе реконструкции дифференцированного видового состава эколого-ценотических палеоспектров воссоздана непрерывная динамика структуры доминирующих фитоценозов Погорельского бора. Выявленные изменения фитоценотического разнообразия лесных экосистем показали способность растительности к довольно быстрому трансформированию при возникавших изменениях климатического режима, поскольку всегда существуют рефугиумы для экотопических пациентов [13]. Это наглядно отразили построенные карты палеорастительности и топогеографические профили растительных сообществ, показавшие перемещения однотипных ценотипов древесных пород в соответствии с изменениями гидротермических параметров климатической обстановки.

Восстановленная динамика видовой структуры растительного покрова и климата вполне согласуется с общей эволюцией изменения природно-климатических условий Сибири [14–17] и в целом характерна для Северной Евразии [18–21]. При этом необходимо отметить некоторые региональные особенности палеоклиматического режима в позднем голоцене. Они выразились в существовании на территории Погорельского бора в субатлантический период малого климатического оптимума (800–1300 л. н.), более сухого и теплого, чем термический оптимум суббореального периода (около 3500 л. н.) [15], и резкого похолодания 800–400 л. н. Подобные колебания климата в эти отрезки времени были установлены по детальным данным палинологии и радиохронологии для территории Барабы (смежный Западно-Сибирский регион) [22] и Приольхонья (западное побережье оз. Байкал) [23, 24].

Полученная информация о реакции растительности на глобальные изменения климата может быть использована для контроля и прогноза регионального биоразнообразия и распределения растительных сообществ при различных сценариях климатической обстановки. Это, в свою очередь, позволит решить на видовом уровне ряд конкретных природоохранных задач регионального и местного значения, например лесохозяйственных, таких как закладка лесных культур и лесовосстановительные мероприятия.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (18–04–01068).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошкарлова В.Л., Кошкаров А.Д., Кольцова В.Г. Климатическая обусловленность динамики позднеголоценовых ценотипов древесных пород во внутреннем экотоне лесов Восточного Саяна // Экология. — 2006. — Т. 39, № 5. — С. 350–359.
2. Молокова Н.И. Эколого-ценотический анализ и феноиндикация высотно-поясных комплексов типов леса (на примере гумидных районов Саян): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Красноярск, 1992. — 23 с.
3. Молокова Н.И., Назимова Д.И. Эколого-ценотический состав флоры высотно-поясных комплексов гумидных районов Саян // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докладов конф., посвященной памяти Л.М. Черепнина. — Красноярск: Изд-во Ин-та леса и древесины СО АН СССР, 1991. — С. 103–106.
4. Назимова Д.И., Дробушевская О.В., Данилина Д.М., Коновалова М.Е., Кофман Г.Б., Бугаева К.С. Биоразнообразие и динамика низкогорных лесов Саян: региональный и локальный уровни // Разнообразие и динамика лесных экосистем России. — М.: Товарищество научных изданий «КМК», 2012. — Кн. 1. — С. 131–172.

5. Сукачѳв В.Н. Динамика лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. — М.: Наука, 1964. — С. 458–486.
6. Типы лесов гор Южной Сибири / Отв. ред. В.Н. Смагин. — Новосибирск: Наука, 1980. — 336 с.
7. Никитин В.П. Петр Алексеевич Никитин (очерк жизни и деятельности) // Советская палеокарпология (итоги и перспективы). — М.: Наука, 1979. — С. 5–10.
8. Комплексное картографирование природной среды побережья Финского залива (район Лужской губы) / Ред. Т.А. Асанович. — Изд-во Санкт-Петербург. хим.-фарм. акад., 2001. — 140 с.
9. Гричук В.П. Опыт реконструкции некоторых элементов климата Северного полушария в атлантический период голоцена // Голоцен. — М.: Наука, 1969. — С. 41–51.
10. Бudyко М.И. Аналоговый метод оценки предстоящих изменений климата // Метеорология и гидрология. — 1991. — № 4. — С. 5–15.
11. Сергеев Г.М. Островные лесостепи и подтайга Приенисейской Сибири. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1971. — 264 с.
12. Нейштадт М.И. Подразделение голоцена // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1983. — № 2. — С. 102–108.
13. Уткин А.И. «Лесообразовательный процесс» — концепция российского лесоведения // Лесоведение. — 1999. — № 3. — С. 13–24.
14. Левина Т.П., Орлова Л.А. Климатические ритмы голоцена юга Западной Сибири // Геология и геофизика. — 1993. — Т. 34, № 3. — С. 38–55.
15. Архипов С.А., Волкова В.С., Зольников И.Д., Зыкина В.С., Круковер А.А., Кулькова И.А. Западная Сибирь // Изменение климата и ландшафтов за последние 65 миллионов лет (кайнозой: от палеоцена до голоцена). — М.: ГЕОС, 1999. — С. 84–109.
16. Безрукова Е.В. Растительность и климат юга Восточной Сибири в позднем неоплейстоцене и голоцене: по данным непрерывных байкальских разрезов: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. — Иркутск, 2000. — 45 с.
17. Бляхарчук Т.А. Последледниковая динамика растительного покрова Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области (по данным спорово-пыльцевого анализа болотных и озерных отложений): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Томск, 2010. — 43 с.
18. Изменение климата и ландшафтов за последние 65 миллионов лет (кайнозой: от палеоцена до голоцена) / Под ред. А.А. Величко. — М.: ГЕОС, 1999. — 260 с.
19. Дорофеюк Н.И. Реконструкция природных условий Внутренней Азии в позднеледниковье и голоцене (по материалам диатомового и палинологического анализов озерных осадков Монголии): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 2008. — 49 с.
20. Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен–голоцен — элементы прогноза: Атлас-монография / Под ред. А.А. Величко. — М.: ГЕОС, 2010. — Вып. 3. — 220 с.
21. Величко А.А. Эволюционная география: проблемы и решения. — М.: ГЕОС, 2012. — 570 с.
22. Орлова Л.А. Голоцен Барабы (стратиграфия и радиоуглеродная хронология). — Новосибирск: Наука, 1990. — 128 с.
23. Безрукова Е.В., Летунова П.П. Изменение природной среды Приольхонья в среднем–позднем голоцене // Изв. Ирк. ун-та. Сер. Геоархеология. Этнография, Антропология. — 2012. — Т. 1. — С. 91–105.
24. Безрукова Е.В., Летунова П.П., Кулагина Н.В., Шарова О.Г. Реконструкция природной среды и ландшафтов Приольхонья в голоцене на основе датированных записей из озерных отложений // Евразия в кайнозое. Стратиграфия, палеоэкология, культуры. — 2013. — № 2. — С. 19–25.

*Поступила в редакцию 30.10.2019*

*После доработки 11.03.2021*

*Принята к публикации 13.10.2021*