

К ПРОБЛЕМЕ КОРРЕЛЯЦИИ РАЗРЕЗОВ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ И РАДИОУГЛЕРОДНЫМ ДАННЫМ)

И.В. Хазина, В.С. Волкова

Введение

История изучения растительности голоценовых отложений юго-востока Западной Сибири началась в первые десятилетия XX в., и была связана с исследованиями болот этой территории. Накопленные в течение ста лет знания о смене растительных формаций и о закономерностях изменений природной среды голоцена изложены в ряде статей и монографий [Фирсов и др., 1982; Волкова, Климанов, 1988; Архипов, Волкова, 1994; Орлова, 1990; Левина, Орлова, 1993; Зыкин и др., 2000; Орлова и др., 2007; Зыкин и др., 2008], а также во многих других изданиях.

В настоящей статье дается корреляция разрезов голоценовых отложений юго-восточной части Западной Сибири по палинологическим и радиоуглеродным (^{14}C) данным, основываясь на разрезах, изученных авторами в течение последних лет, а также на объектах, изученных другими палинологами и снабженными ^{14}C датами.

В юго-восточной части Западной Сибири широко распространены голоценовые отложения, представленными аллювиальными осадками поймы и частично первой надпойменной террас, погребенными торфяниками, озерными и болотными отложениями, почвами и т.д. Согласно объяснительной записке к региональной стратиграфической схеме Западной Сибири [Унифицированная ..., 2000], голоценовый горизонт на рассматриваемой территории включает отложения, формирование которых началось около 10 тыс. лет назад. Нижний рубеж голоцена устанавливается по палеоботаническим данным и выражается в смене перигляциальных формаций лесотундровыми и лесными ([Панычев, 1979; Архипов, Волкова, 1994] и др.).

Результаты работ

Район исследований находится на территории Барабинской аккумулятивной равнины с абсолютными отметками 105–165 м. Лесостепь Западной

Сибири входит в зону недостаточно влажного климата, с теплым летом и умеренно суровой снежной зимой (среднегодовая температура -1°C , среднеянварская $-19 - -21^{\circ}\text{C}$, среднеиюльская $+18-19^{\circ}\text{C}$). Изученные разрезы расположены в подзоне мелколиственных осиново-березовых лесов, остепненных травяных березово-осиновых лесов северной лесостепи и луговых степей с богато разнотравно-злаковым травостоем южной лесостепи. В качестве климатостратиграфической основы использованы данные Л.А. Орловой [1990], базирующиеся на схеме Блитта-Сернандера. В основу корреляции разрезов положены данные ^{14}C датирования и общие изменения в составах спорово-пыльцевых комплексов.

В изученных авторами разрезах (рис. 1) самые древние голоценовые отложения относятся к атлантическому периоду, но для получения знаний об изменениях растительности и климата в течение голоцена и об установлении современной зональности необходимо обратиться к данным, полученным другими исследователями. На рис. 2 показаны наиболее хорошо охарактеризованные с точки зрения палинологии разрезы голоценовых отложений, снабженные ^{14}C датами.

Один из немногих разрезов юга Западной Сибири, где начало формирования отложений датируется аллередом (от 12 до 11,2 тыс. лет назад) – торфяник Жуковское [Борисова и др., 2005]. По спорово-пыльцевым комплексам палинозоны 1, растительность того времени носила комплексный характер: массивы лиственных лесов с примесью березы и ели на более влажных почвах соседствовали с участками сухих степей, занимавших, вероятно, хорошо прогреваемые склоны. В таких фитоценозах господствовали полыни, были обильны злаки и маревые, встречались элементы перигляциально-степной флоры и гелиофиты. На болотистых берегах озера были широко распространены осоки и папоротники. Лето было довольно теплым, на что указывает присутствие

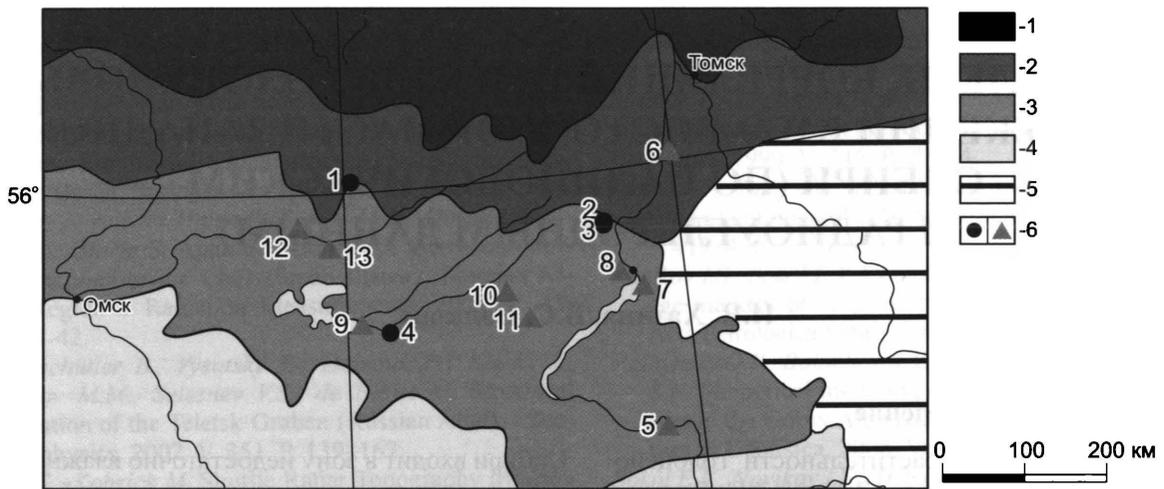


Рис. 1. Положение разрезов, использованных при ландшафтно-климатических реконструкциях

1 – южная тайга; 2 – подтайга; 3 – лесостепь; 4 – степь; 5 – Кузнецко-Салаирская провинция; 6 – изученные разрезы (а – данные авторов; б – по литературным источникам). Номерами на карте обозначены разрезы: 1 – Сфагновый рям; 2 – Белое-центр; 3 – Белое-берег; 4 – Чича; 5 – Нижний Сузун; 6 – Жуковское; 7 – Гладкое; 8 – Толмачево-Криводановское; 9 – Чаны; 10 – Каякское займище; 11 – Суминское займище; 12 – Убинский рям; 13 – Беглянский рям.

Typha latifolia L., т.к. средняя температура июля в пределах обитания этого вида не ниже +14°C.

Этот интервал соответствует III пыльцевой зоне в разрезе Нижний Сузун [Левина и др., 1989; Орлова, 1990], и выявляется как время относительного потепления и увлажнения. В растительном покрове увеличивается роль древесных формаций, представленных березой и елью (до 26%). Плакорные участки заняты разнотравно-злаковыми и марево-полынными ассоциациями. Состав растительности указывает на относительно теплый и влажный климат.

В позднем дриасе (11–10 тыс. лет назад) климат был неоднородным. Пыльцевые спектры зоны 2 (торфяник Жуковское) отражают существенное похолодание. В это время области, занятые ксерофильными злаково-марево-полынными сообществами с участием перигляциально-степных элементов, существенно расширились. В составе редколесий преобладала лиственница и береза. Возросла роль кустарников (*Betula nana* L., *Betula humilis* Schrenk, *Alnaster fruticosus* Ledeb. и *Salix* spp.). Концентрации пыльцы *Artemisia*, *Chenopodiaceae* и *Thalictrum* в этих спектрах максимальны. Этому интервалу в разрезе Нижний Сузун соответствует зона IV, где по спорово-пыльцевым данным также фиксируется похолодание и иссушение климата.

Отложения пребореального периода голоцена (10–9 тыс. лет назад) представлены в разрезах Жуковское, Гладкое [Фирсов и др., 1982], Толмачево-Криводановское [Букреева, Полещук, 1970; Ор-

лова, 1990], озера Чаны [Левина, Орлова, 1993]. Спорово-пыльцевые спектры зоны 3 (Жуковское) отражают глубокие изменения в структуре растительности, вызванные потеплением в начале голоцена. Содержание пыльцы древесных пород возросло с 30% до 80%. Это указывает на быстрое распространение лесов, в первую очередь березовых. Такая же тенденция прослеживается в спектрах зоны I разреза Гладкое, выделенной по присутствию пыльцы березы с участием пыльцы сосны. Плакорные участки были заняты марево-полынными и злаковыми группировками.

В бореальном периоде (9–8 тыс. лет назад) продолжилось расселение древесной растительности, не только на территории юго-востока Западной Сибири [Архипов, Волкова, 1994], но и на севере. С бореальным периодом связано становление современных ботанико-географических провинций в Северной Азии [Волкова, Михайлова, 2002]. Отложения этого времени присутствуют в разрезах Гладкое, Жуковское, Толмачево-Криводановское, оз. Чаны. По спорово-пыльцевым характеристикам III зоны (Гладкое), растительность и климат были близки современным (березовая лесостепь). Роль сухих степей в растительном покрове уменьшалась, но они сохранялись на хорошо прогреваемых участках. Среди травянисто-кустарничковой растительности доминируют полыни, встречается эфедра. В конце бореала возросла роль сосны в лесных сообществах (зона III в разрезе Жуковское). Также в конце бореального времени в лесных сообществах возрастает роль ели, появляется

пихта (разрезы Жуковское и Гладкое), что говорит об увеличении влажности в конце бореального – начале атлантического периодов.

Отложения атлантического периода голоцена (8–5 тыс. лет назад) представлены в ряде разрезов: Сфагновый рям [Хазина, 2008]; оз. Белое [Хазина, 2006, 2008]; Гладкое, Жуковское, Каякское займище [Левина и др., 1987]; Убинский рям, Беглянский рям [Хотинский, 1977]; оз. Чаны и др. В разрезе Сфагновый рям атлантическому периоду соответствует зона I. В это время в районе исследования были широко распространены березовые леса, по берегам водоемов произрастали водные и прибрежно-водные растения (*Typha latifolia*, *Sparganium*, *Potamogeton* и др.). Сами водоемы были окружены осоково-тростниковыми сообществами. Широко были представлены папоротники (*Thelypteris palustris*). Эта зона хорошо сопоставляется с зоной I разреза Убинского рьяма и имеет унаследованное название «нижняя зона березы» [Кац, Кац, 1950].

Осадки атлантического периода представлены также в разрезах Гладкое и Жуковское. В целом их характеристики совпадают с данными, полученными авторами. На диаграмме разреза Гладкое выделяется зона IV, нижняя часть которой (IVa) характеризуется господством березы и началом резкого увеличения пыльцы осоковых. Постоянно присутствуют водные и прибрежно-водные растения. В верхней части зоны IV (IVб) увеличилась роль сосны. На диаграмме разреза Жуковское этот интервал представлен в зоне 4; он также характеризуется доминированием березы, присутствуют ель и кедр. Сосна, по-видимому, росла на болотных массивах и на песчаных почвах вне болот. В более южном разрезе Каякского займища (зона I) древесная растительность играла меньшую роль, были более распространены степные ценозы – разнотравно-попынно-злаковые ассоциации с сосново-березовыми группировками с вязом.

В ряде разрезов – Сфагновый рям, Гладкое, Жуковское, Каякское займище – отмечены пыльцевые зерна *Ulmus* и *Tilia*. Присутствие пыльцы термофильных пород в интервале приблизительно от 6 до 4 тыс. лет назад, даже с учетом ее заносного происхождения, отмечает этап наибольшего потепления. Этот вывод подтверждается данными по разрезам и другим зонам Западной Сибири [Волкова, Белова, 1980; Архипов, Волкова, 1994].

Таким образом, на рассматриваемой территории в атлантическое время господствовали березовые леса с примесью сосны, на севере – с елью и кедром; на юге были более распространены разнотравно-попынно-злаковые ассоциации с сосново-березовыми группировками. Палеоботанические данные показывают, что на юго-востоке

Западной Сибири наиболее теплым этапом (климатическим оптимумом) была вторая половина атлантического периода.

Отложения суббореального периода (5–2,5 тыс. лет назад) представлены в ряде разрезов: Сфагновый рям; озера Белое и Чича [Хазин, Хазина, 2008]; Гладкое, Жуковское, Каякское займище, оз. Чаны, Убинский рям, Толмачево-Криводановское и др. Этот интервал соответствует зонам I, II и частично III разреза оз. Белое. Для начала суббореала характерны березовые и березово-сосновые леса. Высокое содержание водных и прибрежно-водных растений, а также присутствие пыльцы *Ulmus* и *Tilia* позволяют говорить о том, что потепление, начавшееся во второй половине атлантического периода, продолжалось еще и в начале суббореального времени. Этот вывод подтверждается данными по разрезу Гладкое (зона V, подзоны Va–Vб), фиксирующими развитие сосново-березовых лесов с примесью темнохвойных и широколиственных пород. Климат был достаточно теплым и влажным.

Для второй половины суббореального периода по данным этих разрезов характерно некоторое иссушение климата, фиксирующееся в записях осадков разрезов Белое (увеличение спор болотного папоротника) и Гладкое (развитие травянистых и кустарничковых, преимущественно попынных, формаций с эфедрой). В разрезе Чича второй половине суббореального периода соответствуют палинозоны I, II, III. На окружающей разрез территории росли березовые леса в сочетании с марево-попынно-злаковыми группировками, то есть растительность современной южной лесостепи.

Конец суббореального периода ознаменовался увлажнением и похолоданием, фиксирующимся на границе II и III зон в разрезе Белое, а также по данным разрезов Жуковское и Каякское займище. В составе спорово-пыльцевых спектров увлажнение и похолодание выразилось в отсутствии пыльцы термофильных пород (все разрезы), уменьшении разнообразия и количества пыльцы водных растений (Белое), увеличении содержания (в том числе и количественного) пыльцы кустарничковой березки (Белое, Каякское займище), увеличении содержания пыльцы пихты (Жуковское, Гладкое), максимуме спор *Sphagnum* (Жуковское, Каякское займище). Присутствие спор *Sphagnum* в слоях позднего голоцена отражает процесс распространения олиготрофных сфагновых болот. В этот период даже в подзонах подтаежных лесов и лесостепи возникали торфяные массивы [Лисс и др., 2001]. Повсеместно возросли скорости торфонакопления; так, для разреза Гладкое отмечается, что самый благоприятный период для накопления

торфа – суббореальный. Все это еще раз свидетельствует об увеличении влажности климата в конце суббореала.

В разрезе Сфагновый рям к суббореальному периоду относятся отложения частично I, II, III палинозон; здесь более характерны сосновые леса с примесью березы и кедра. Сходные черты прослеживаются и в разрезе Убинского рьяма (II зона) – «нижняя зона сосны» [Кац, Кац, 1950], а также в разрезах Жуковское (V зона) и Каякское займище (II зона).

Таким образом, суббореальный период ознаменовался широким развитием березово-сосновых и сосновых лесов, с темнохвойными лесами на севере района. Для начала этого времени характерны более теплые и влажные условия, для второй половины – более сухие; самый конец суббореального времени ознаменовался похолоданием и увлажнением климата.

Осадки субатлантического периода (2.5–0 тыс. лет назад) представлены в следующих разрезах: Белое-центр, Белое-берег, Сфагновый рям; Суминское займище [Климанов и др., 1987]; Каякское займище, Гладкое, Жуковское и др. Отложения субатлантика соответствуют зонам III и IV разрезов района оз. Белое. Для первой половины периода (зона III) характерны более холодные и влажные условия, продолжившиеся с суббореального времени; во второй половине (1270±40 лет назад) условия были близки к современным. Вокруг озера, как и в настоящее время, произрастали березовые леса, акватория была окружена водными и прибрежно-водными сообществами. Похолодание в начале субатлантического периода фиксируется также в разрезе Суминского займища [2370±70 лет назад (СОАН-1961)] в зоне I, характеризующей сосновые леса с примесью березы и кедра, не характерные для современной растительности. По спорово-пыльцевым данным этого же разреза в пределах 1730–1260 лет назад фиксируется потепление, около 800 лет назад – похолодание.

Похолодание начала субатлантического периода установлено также в разрезе Гладкое на рубеже 2–2.3 тыс. лет назад (подзона VIa); оно проявилось в широком заболачивании территории и расселении сфагновых мхов. Широкое распространение сфагновых мхов нашло отражение в разрезе Сфагновый рям [зона III; 1745±30 лет назад (СОАН-6793)]. Переход болота в олиготрофную стадию был связан с увеличением увлажнения и ознаменовался также появлением вересковых кустарничков и развития древесного яруса из *Pinus sylvestris* L.

В разрезе торфяника Жуковское субатлантическому периоду соответствует зона VI. В районе господствовали темнохвойные таежные леса; уча-

стие пихты в их составе сократилось, зато возросла роль ели и кедра. На окружающей территории продолжилось развитие олиготрофных болот с кустарничками верескоцветных. Скорости прироста торфа сократились почти в 2 раза. Эти изменения в составе растительности и в ходе процесса торфонакопления свидетельствуют о продолжающемся похолодании.

Таким образом, для субатлантического времени района исследований характерны березовые и сосново-березовые леса, с темнохвойными формациями на севере и осоково-злаковыми сообществами на юге, с повсеместным распространением верховых сфагновых болот. Климат этого периода был более холодным и влажным, чем современный.

Выводы

Анализ и систематизация спорово-пыльцевых материалов и данных ¹⁴C датирования позволили уточнить и решить по-новому некоторые вопросы палеогеографии юго-востока Западной Сибири, проследить характер изменений климатических условий и растительности как их индикатора.

Детальный палинологический анализ четырех новых разрезов голоценовых отложений региона позволил выделить в интервале последних 8 тыс. лет следующие этапы развития растительности. I этап отвечает атлантическому периоду и началу суббореального периода. Растительность: березовая лесостепь с примесью сосны, на плакорах – полынно-злаковые ассоциации; климат – теплый, умеренно-влажный. II этап – середина суббореального периода. Растительность: березовая лесостепь с примесью сосны; на севере – сосновые леса с примесью березы и кедра, на юге маревополынно-злаковые луга с березовыми массивами. Климат – теплый и сухой. III этап – финал суббореального периода – первая половина субатлантического периода. Растительность: березовая лесостепь с примесью сосны и кустарничковой березкой. Климат – влажный и прохладный. IV этап – вторая половина субатлантического периода. Растительность: березовая лесостепь, на севере – сосново-березовые леса, чередующиеся со сфагновыми рьямами. На плакорах были развиты полынно-злаковые сообщества, локальная растительность широко представлена осоково-злаковыми ассоциациями и разнообразными гидрофитами. Климат – влажный и несколько более прохладный, чем современный.

Установлено, что в течение среднего – позднего голоцена границы ландшафтных зон в лесостепной зоне юго-востока Западной Сибири существенно не менялись; изменения происходили

внутри зон на уровне растительных формаций. Полученные выводы о климатических условиях сопоставимы с данными по таежной зоне Западной Сибири [Волкова, Хазина, 2008], Среднему Уралу [Панова, 2001], Южному Зауралью [Рябогина, 2003], Минусинской котловине [Ямских, 1995] и Прибайкалью [Безрукова и др., 2005], что говорит об общей направленности в изменении климата исследуемого и смежных регионов. Изменения сухости и влажности и их продолжительность, зафиксированные авторами, прослежены в

других регионах и, видимо, являются глобальными, а соответственно, их следует учитывать при прогнозах на будущее.

Дальнейшие исследования должны быть ориентированы на поиск и всестороннее изучение полного разреза позднеледниковья и голоцена в регионе и на решение проблемы положения нижней границы голоцена, которая в настоящее время оценивается исследователями по-разному.

Исследования выполнены при поддержке Программы РАН №15.

Литература

- Архипов С.А., Волкова В.С. Геологическая история, ландшафты и климаты плейстоцена Западной Сибири. Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1994. 105 с.
- Безрукова Е.В., Данько Л.В., Снытко В.А., Летунова П.П., Орлова Л.А., Кузьмин С.Б., Вершинин К.Е., Абзаева А.А., Сизых А.П., Хлыстов А.М. Новые данные об изменении растительности западного побережья озера Байкал в среднем–позднем голоцене // Доклады РАН. 2005. Т. 401. № 1. С. 1–5.
- Борисова О.К., Зеликсон Э.М., Кременецкий К.В., Новенко Е.Ю. Ландшафтно-климатические изменения в Западной Сибири в позднеледниковье и голоцене в свете новых палинологических данных // Известия РАН. Сер. Геогр. 2005. № 6. С. 38–49.
- Букреева Г.Ф., Полецук В.П. Барабинская степь // История развития растительности внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности в позднелиценное и четвертичное время М.: Наука, 1970. С. 128–164.
- Волкова В.С., Белова В.А. О роли широколиственных пород в растительности голоцена Сибири // Палеопалинология. М.: Наука, 1980. С. 112–117.
- Волкова В.С., Климанов В.А. Палинология и климат Западной Сибири в главные термические максимумы голоцена (8500, 5500, 3500 лет назад) // Микрофитофоссилии и стратиграфия мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск: Наука, 1988. С. 91–99.
- Волкова В.С., Михайлова И.В. Эволюция геологических процессов, природная среда и климат в голоцене на территории Сибири (по данным палинологии) // Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири. Вып.1. Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 2002. С. 58–70.
- Волкова В.С., Хазина И.В. Ландшафты и климат лесной и лесостепной зон Западной Сибири // Сборник науч. трудов XII Всероссийск. палинологич. конф. Т.2. С.-Пб: ВНИГРИ, 2008. С. 91–96.
- Зыкин В.С., Зыкина В.С., Орлова Л.А. Основные закономерности и изменения природной среды и климата в плейстоцене и голоцене Западной Сибири // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. Вып. 2. Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 2000. С. 208–228.
- Зыкин В.С., Зыкина В.С., Орлова Л.А. Изменение природной среды и климата позднего кайнозоя Западной Сибири // Глобальные и региональные изменения климата и природной среды позднего кайнозоя в Сибири (Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 16). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. С. 175–245.
- Кац Н.Я., Кац С.В. Об эволюции ландшафта южной части Западно-Сибирской низменности по данным изучения торфяников // Тр. конференции по спорово-пыльцевому анализу. М.: Изд-во МГУ, 1950. С. 15–20.
- Климанов В.А., Левина Т.П., Орлова Л.А., Паньчев В.А. Изменение климата на территории Барабинской равнины в субатлантическом периоде голоцена по данным изучения торфяника Суминского займища // Региональная геохронология Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1987. С. 143–149.
- Левина Т.П., Орлова Л.А. Климатические ритмы голоцена юга Западной Сибири // Геология и геофизика. 1993. Т. 34. № 3. С. 38–55.
- Левина Т.П., Орлова Л.А., Паньчев В.А., Пономарева Е.А. Радиохронометрия и пыльцевая стратиграфия голоценового торфяника Каякского займища (Барабинская лесостепь) // Региональная геохронология Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1987. С. 136–143.
- Левина Т.П., Орлова Л.А., Паньчев В.А., Скабичевская Н.А. Палеогеография и радиоуглеродная хронология на рубеже плейстоцена и голоцена Предалтайской равнины // Кайнозой Сибири и Северо-Востока СССР. Новосибирск: Наука, 1989. С. 129–138.
- Лисс О.А., Березина Н.А., Куликова Г.Г. Возраст болот центральной части Западно-Сибирской равнины // Природные условия Западной Сибири. Вып. 6. М.: Изд-во МГУ, 1976. С. 69–85.
- Орлова Л.А. Голоцен Барабы (стратиграфия и радиоуглеродная хронология). Новосибирск: Наука, 1990. 128 с.
- Орлова Л.А., Талибова А.Г., Пономарчук В.А. Реконструкция климата второй половины голоцена юга Западной Сибири по изотопным данным // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Матер. V Всеросс. совещ. по изуч. четвертич. периода. М.: Изд-во ГЕОС, 2007. С. 315–318.

- Панова Н.К.* История озер и растительности в центральной части Среднего Урала в поздне- и послеледниковое время // Охранные археологические исследования на Среднем Урале. Вып. 4. Екатеринбург: Банк культурной информации, 2001. С. 48–59.
- Панычев В.А.* Радиоуглеродная хронология аллювиальных отложений Предалтайской равнины Новосибирск: Наука, 1979. 102 с.
- Рябогина Н.Е.* Стратиграфия голоцена южного Зауралья, изменения ландшафтно-климатических условий обитания древнего человека. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Тюмень, 2004. 16 с.
- Унифицированная региональная стратиграфическая схема четвертичных отложений Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: СНИИГИМС, 2000. 64 с.
- Фирсов Л.В., Волкова В.С., Левина Т.П., Николаева И.В., Орлова Л.А., Панычев В.А., Волков И.А.* Стратиграфия, геохронология и стандартная спорово-пыльцевая диаграмма голоценового торфяника болота Гладкое в Новосибирске (Правые Чемы) // Проблемы стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. С. 96–107.
- Хазин Л.Б., Хазина И.В.* Микропалеонтологический и палинологический анализы верхнеголоценовых отложений разреза Чича-1 (Новосибирская область) // Новости палеонтологии и стратиграфии (Приложение к журналу «Геология и геофизика»). 2008. Т. 49. № 10–11. С. 473–476.
- Хазина И.В.* Реконструкция природно-климатических обстановок среднего - позднего голоцена Новосибирского Приобья (по палинологическим исследованиям озера Белое) // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 8. С. 965–972.
- Хазина И.В.* Растительность и климат в голоцене юго-восточной части Западной Сибири (по палинологическим данным). Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 2008. 16 с.
- Хотинский Н.А.* Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 197 с.
- Ямских Г.Ю.* Растительность и климат голоцена Минусинской котловины. Красноярск: Изд-во Красноярского государственного университета, 1995. 180 с.