

8. *McLafferty F.W.* The Wiley. NBS Registry of Mass Spectral Data; Wiley. – London, 1989.
9. *Ткачев А.В.* Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск: Наука, 2008.
10. *Зыкова И.Д., Ефремов А.А.* Изучение компонентного состава эфирного масла и минерального состава володушки золотистой Сибирского региона // Химия растительного сырья. – 2013. – № 1. – С. 119–124.



УДК 551.8; 631.4 (4)

О.В. Турыгина, Г.А. Демиденко

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭКОСИСТЕМ ПОЙМЫ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЕНИСЕЙ

В статье представлены результаты исследований эволюции пойменных экосистем среднего течения реки Енисей. В основу реконструкции положены данные о состоянии почвенного покрова в голоцене, так как палеопочвы являются реперами в структуре экосистем.

Ключевые слова: *пойма, экосистема, эволюция, реконструкция, голоцен, климатические периоды голоцена, потепление, климат, палеопочвы.*

О.В. Turygina, G.A. Demidenko

RECONSTRUCTION OF THE FLOODPLAIN ECOSYSTEMS OF THE YENISEI RIVER MIDDLE REACHES

The research results on the evolution of the floodplain ecosystems of the Yenisei River middle reaches are presented in the article. The data on the soil cover condition in the Holocene are laid in the foundation of the reconstruction as the paleo-soils are the reference points in the ecosystem structure.

Key words: *floodplain, ecosystem, evolution, reconstruction, Holocene, Holocene climatic periods, warming, climate, paleo-soils.*

Введение. Изменение климата, происходившее в течение геологического времени, представляет значительный экологический интерес, так как организмы должны были эволюционировать в соответствии с этими изменениями.

Климат – главный фактор, определяющий характер растительности. Как климат, так и растительность, оказывают решающее влияние на процесс почвообразования и на состав животного мира, населяющего данную местность. Существует параллелизм между концепцией почвообразования и концепцией развития экологических сообществ.

Почва – ключевой компонент наземной экосистемы, так как многие процессы, имеющие решающее значения, происходят в почве. Широко известен афоризм В.В. Докучаева: "Почва – зеркало ландшафта". Компоненты экосистемы прошлых геологических эпох находились в таких же сложных взаимодействиях, как и современные. Человек, как часть экосистемы, соизмерял свой образ жизни с изменениями условий природной среды за весь период своего существования. Палеопочвы являются реперами в состоянии экосистемы [11, 1, 12, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16 и др.] .

Голоценовое время – современное потепление – позволяет выполнять более точные реконструкции, так как «с приближением к современности объем палеоклиматической информации стремительно возрастает за счет временной детализации климатических событий» [9].

Цель исследований. Реконструкция экосистем поймы среднего течения реки Енисей в голоцене.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являются пойменные отложения среднего течения реки Енисей, включающие в своей структуре погребенные почвы (палеопочвы).

В основу реконструкции экосистем в голоцене положены материалы эволюции палеопочв в геологическом разрезе «Предивинская пойма 1», расположенного близ населенного пункта Предивное.

Для реконструкции природной среды использован палеопедологический метод исследования, являющийся составной частью экологического мониторинга. В основу дедуктивного анализа положен известный докучаевский принцип соответствия почвенных процессов и признаков почвообразования с почвообразующими факторами природной среды. Использован также материал базы данных [3].

Результаты исследований и их обсуждение. В современном потеплении – голоцене – биоклиматическая обстановка представлена рядом периодов: предбореальным, бореальным, атлантическим, суббореальным и субатлантическим [10, 17].

Сравнительная биоклиматическая характеристика экосистем надпойменных террас и поймы лесостепной зоны Приенисейской Сибири в голоцене представлена в таблице.

Биоклиматическая характеристика экосистем надпойменных террас и поймы лесостепной зоны Приенисейской Сибири в голоцене

Климатический период голоцена	Биоклиматическая характеристика	
	Лесостепные экосистемы надпойменных террас	Пойменные экосистемы лесостепной зоны
1	2	3
SA	Сосново-березовая лесостепь с кедром и пихтой (березово-лиственный лес с елью) и злаково-разнотравные степи на черноземных, темно-серых и дерновых лесных почвах. Прохладно и влажно	Березово-сосновая лесостепь с пихтой и осоково-маревые, злаково-разнотравные группировки. Пойменные (аллювиальные) почвы и лугово-черноземные почвы. Прохладно и влажно
SB	Лиственнично-березово-сосновые леса с елью и кедром (березово-сосновая лесостепь с кустарничковой березкой и осоково-марево-разнотравными группировками) на лесных таежных и лесных почвах. Сухо, прохладно, ветрено	Кедрово-сосново-березовые леса с участием лиственницы, сосны, березы. Лугово-травянистые сообщества представлены злаками, осоками. Валериановыми, лютиковыми, гвоздичными. Черноземные и лугово-черноземные почвы. Влажно, ветрено, прохладно с периодами потепления
AT2	Березово-сосновая лесостепь с участием темнохвойных пород и злаково-осоковые группировки на черноземных и серых лесных почвах. Сухо, тепло	Открытые лугово-степные пространства. Маревно-попынная степь с сосновыми перелесками на черноземных почвах. Лугово-черноземные почвы. Сухо, тепло
AT1	Березово-лиственничная лесостепь на темно-серых лесных и черноземных почвах. Влажно, тепло	Лиственнично-пихтово-березовые леса с участием сосны, кедра и ели и травянистые осоково-злаковые группировки. Дерново-лесные почвы с признаками оглеения. Влажно, тепло

1	2	3
BO2	Сосновые леса (сосново-березовые леса с участием кедра и пихты) на лесных и таежных почвах. Влажно, тепло	Открытые лугово-степные пространства с сосновыми лесами. Аллювиальные (пойменные) слоистые хорошо дренированные почвы. Тепло, увлажнено
BO1	Сухая степь на черноземных почвах. Сухо, тепло	Луговая степь на лугово-черноземных почвах. Сухо, тепло
PB2	Ландшафты северной и средней тайги на таежных почвах	Открытые пространства с поlyingно-разнотравными группировками. Луговые и холодно-степные ландшафты на пойменных дерновых и дерновых почвах. Прохладно и влажно
PB1	Ландшафт холодных степей на пойменно-мерзлотных почвах. Прохладно и сухо	Открытые пространства, чередующиеся с холодными степями. Пойменные мерзлотные почвы с застойным увлажнением. Прохладно и влажно

Размыв древних пойменных отложений и обвалование поймы происходило во время бурных половодий. Причины изменения пойменного режима должны быть связаны с тектоникой или с климатом. Если повышение уровней и интенсивность паводков было обусловлено климатическими причинами, то время этих событий должно совпадать с потеплением в конце сартана – начале голоцена, когда повсеместное повышение водности рек было связано с таяниями мерзлоты и ледников. С позднесартанским – раннеголоценовым возрастом процесса обвалования поймы хорошо согласуется все строение изученной пойменной толщи. Предполагаемый возраст процессов обвалования 13–10 тыс. лет назад.

В результате перемыва пойменных отложений почти параллельно берегу реки сформировались валы высотой до 4 м. На береговых валах существовали преимущественно субаэральные условия, увлажнение было слабое и лучше развивался травяной покров, а следовательно, более благоприятными были условия для развития почв. На валах отмечено до шести погребенных гумусовых горизонтов.

Следующий этап формирования поймы – планация (выравнивание) рельефа. Уменьшение водности рек после сброса талых вод ледника привело к прекращению перемыва. В условиях более низких паводков пойменные наносы стали накапливаться в депрессиях, которые постепенно выравнивали рельеф. В межваловых понижениях накапливались пойменные отложения мощностью до 4–5 м.

Длительные перерывы в осадконакоплении приводили к преобразованию прослоев в гумусовые горизонты почв под влиянием поселившейся травянистой растительности.

В начале голоцена – предбореальный период – для Красноярской лесостепи в районе надпойменных террас возможно существование ландшафта северной и средней тайги и формирование таежно-мерзлотных, недифференцированных почв, криоземов, глееземов, подзолисто-глеевых почв. Основными почвообразовательными процессами были такие процессы, как оторфовывание, оподзоливание, мерзлотный, глеевый. Основными лесообразующими породами были ель, береза, пихта.

На пойменных ландшафтах долины Среднего Енисея (гор. Ah1, Ah2 геологического разреза «Предивинская пойма 1») – пойменные мерзлотные почвы с застойным увлажнением и со следами сильной перерытости землероями. В отложениях береговых валов – пойменные дерновые почвы,

развивающиеся в условиях меньшего увлажнения и большей теплообеспеченности, активные биогенные деформации роющими насекомыми.

Гор. Ah3, Ah4 в этом же разрезе погребены песчаной толщей (50–100 см) и это является следствием изменения аккумулятивной деятельности реки: смена суглинистого состава на песчаный. Спорово-пыльцевые спектры указывают на господство открытых пространств, занятых пыльно-разнотравными группировками.

В последующий бореальный период биоклиматическая обстановка была теплее, чем современная. На пойменных участках долины Среднего Енисея (гор. Ah5, Ah6, Ah7 геологического разреза «Предивинская пойма 1») сформировались в субэрадных условиях под хорошо развитым травянистым покровом при длительном отсутствии высоких паводков и представляют собой аллювиальные (пойменные) слоистые хорошо дренированные почвы. Редкие высокие паводки, приносящие на высокую пойму песчаный материал, прерывали процесс почвообразования, погребали гумусовые горизонты и способствовали стратиграфическому расчленению отложений. Это может быть в условиях резких колебаний увлажненности климата. Температурные условия были более благоприятные, чем во время формирования нижележащих гумусированных горизонтов, так как есть следы более активного почвообразования и гумусонакопления. Гор. А7 имеет максимальную гумусированность, что может быть связано с более теплыми и более благоприятными условиями для развития растительности. Хотя исследуемый участок всегда был занят травянистыми растительными сообществами, в этот период времени отмечаются участки сосновых лесов, чередующихся с открытыми сухими пространствами. Все это указывает, что формирование гор. Ah7 происходило во время значительного, но кратковременного потепления.

В климатический оптимум голоцена – атлантический период – биоклиматические условия были различны в его первой и второй половинах.

Вопрос об оптимуме голоценового потепления в палеопочвоведении и палеоклиматологии является проблематичным. Исследователи относят это определение к разным временным климатическим периодам голоцена. Эта проблема имеет сложность в том, что понятие «климатического оптимума голоцена» является довольно неопределенным. Под ним можно подразумевать мега-термал, которому соответствует 7 %-е повышение летней солнечной радиации в северном полушарии и повышение концентрации CO₂ в атмосфере [9]. Климатическим оптимумом голоцена можно считать интервал времени с оптимальным соотношением теплообеспеченности и увлажненности, обеспечивающий максимальную биологическую продуктивность. Поэтому для каждой территории этот оптимум приходится на разные временные периоды голоцена.

В начале первой половины атлантического периода исследователи отмечают некоторое похолодание и увеличение влажности [10, 17].

В нашем районе исследований резкому прекращению аккумуляции песчаного аллювия способствовало снижение высоты паводков, связанное с понижением влажности климата. Об этом свидетельствуют данные спорово-пыльцевых анализов, указывающие на широкое развитие открытых ландшафтов, занятых холодной степной растительностью. В этих условиях были сформированы гор. Ah8, Ah9, Ah10 (геологический разрез «Предивинская пойма 1»). Фазы формирования почв соответствовали выровненному режиму речного стока, когда на поверхности высокой поймы длительное время происходило отложение аллювия. Впоследствии эти поверхности были погребены молодым аллювием.

Гор. Ah11, Ah12, Ah13, Ah14 – процесс почвообразования прерывист. Высокие паводки и аккумуляция песчаных наносов.

Гор. Ah15, Ah16, Ah17, Ah18 – время, когда паводки не поднимались до высоких отметок. Наблюдается снос отложений с повышенных участков на пойме и со склонов.

Почвообразование гор. Ah8 – Ah14: Ah16–Ah18 привело к формированию малогумусных остепненных почв.

Гор. Ah15 – характеризуется спектром, в котором содержание пыльцы деревьев увеличивается до 35 %, ведущую роль играет пыльца березы и сосен.

Разное увеличение высоты паводков связывается с возрастанием увеличения влажности климата. Это интервал формирования наложенной поймы, когда аккумуляция шла в условиях очень высоких паводков.

Остальная часть первой половины атлантического периода для зоны южной тайги, подтайги и лесостепи имела климатические условия теплее современных.

На надпойменных участках Красноярской лесостепи в первую половину атлантического периода, вероятно, была березовая лесостепь с почвенным покровом, состоящим из темно-серых лесных, дерново-подзолистых, буроземных, дерново-глеевых почв. Основными почвообразовательными процессами были гумусонакопление, оподзоливание, оглеение.

Первая половина атлантического максимума голоцена для исследуемого региона, на наш взгляд, является оптимумом потепления, так как наблюдается оптимальное соотношение тепла и увлажненности, обеспечивающее максимальную биологическую продуктивность и максимальное биоразнообразие.

В дальнейшем в пойме Среднего Енисея возобновляется активная аккумуляция аллювия и происходит образование наложенной поймы. Наложная пойма образуется в результате распространения паводков на участке долины, вышедших за пределы аккумулятивной деятельности водотока.

Возобновление аккумуляции аллювия и формирование наложенной поймы в районе пос. Предивинска могли иметь как климатические, так и тектонические причины. Скорее всего, наращивание поймы было обусловлено климатическими причинами и совпадает со второй половиной атлантического периода.

Для поймы долины Среднего Енисея в середине и второй части атлантического периода в целом преобладали открытые пространства со степными растительными группировками.

В горизонтах Ah19, Ah20, Ah21 отмечается сильная биотрубация за счет деятельности энтомофауны и нарушение очертания границ гумусовых горизонтов. Формирование гумусовых горизонтов происходило под лугово-степной растительностью.

В пойме долины Среднего Енисея существовал микроклимат более влажный, чем на прилегающей территории. В спорово-пыльцевых спектрах гор. Ah20, Ah21 доминирует пыльца древесных пород, причем пыльца хвойных составляет около 10 %. То есть во вторую половину атлантического периода в пойме долины Среднего Енисея развитие получили лесные ландшафты.

Климат второй половины атлантического периода был теплее и суше современного. На Красноярском участке долины Енисея во второй половине атлантического периода характерным является наличие лесостепных и степных ландшафтов. Почвенный покров был представлен черноземовидными, темно-серыми лесными, дерново-лесными и почвами. Наличие черноземовидных почв в ксеротермическую фазу голоцена определяется нашими исследованиями во всех геологических разрезах района исследований.

Микро- и мезоклиматические особенности пойменных экосистем во вторую половину атлантического периода не были подвержены иссушению климата, как следствие, ксеротермического периода. В конце атлантического периода для Красноярского района климат стал влажнее и прохладнее.

Начало суббореального периода характеризуется похолоданием климата [10, 17]. Похолодание прерывалось кратковременным потеплением около 3 тыс. лет назад. В нем обнаруживаются остатки растительности, произраставшие в настоящее время на 4–6° южнее. Похолодание суббореального периода соответствует «малой» ледниковой эпохе.

Почвообразование в суббореальный период на надпойменных участках долины Среднего Енисея отражало сложность биоклиматических условий, что выражалось в смене преобладания то таежного, то лесостепного почвообразовательных процессов, но постоянно присутствовали дерновый (гумусонакопление) и процесс оподзоливания. Почвенный покров в пределах Красноярского района р. Енисей был представлен сочетанием дерново-лесных, серых лесных, черноземовидных, лугово-лесных почв.

В пойменных отложениях Среднего Енисея в суббореальный период шла аккумуляция плохо сформированных песков и супесей, источником которых являлись наилки и продукты денудации склонов.

В геологическом разрезе «Предивинская пойма 1» гор. Ah22, Ah23, Ah24, Ah25 относятся к суббореальному и субатлантическому периодам голоцена. Являются продуктами проработки осадков почвенными процессами. Имеют сильную биогенную деформированность землероями и особенно энтомофауной. Приблизительный возраст гор. Ah19 – 4 тыс. лет; гор. Ah25 – 2.5 тыс. лет. В пойме и низких надпойменных террасах Среднего Енисея были широко распространены таежные ландшафты.

Субатлантический период отражает современные условия почвообразования. Для Красноярского участка бассейна р. Енисей под природными комплексами подтайги-лесостепи формируются темно-серые лесные, дерновые лесные, черноземы обыкновенные (при остепнении участков), буроземы.

Современный почвенный покров в пойме Среднего Енисея представлен сочетанием пойменных (аллювиальных) почв с лугово-черноземными почвами.

Заключение. Почвенный покров прошлого, как и современный, являлся одним из основных компонентов экологических систем разных рангов наряду с климатом, рельефом, растительностью, животным миром и человеком. Все компоненты экосистемы прошлых геологических эпох находились в таких же сложных взаимоотношениях, как и современные компоненты. Реконструкция палеоэкосистем в пойме отражает зональные закономерности распределения почвенно-растительного покрова, как следствие изменения климата в голоценовое время на исследуемой территории Среднего Енисея.

Поемные процессы получали наибольшее развитие в межледниковые и межстадиальные временные периоды, когда потепление климата приводило к таянию равнинных и горных ледников и развитию половодий. При медленно изменяющихся природных условиях в пределах потепления происходило увеличение величины «полых» вод из-за таяния ледников. Катастрофические явления (мощные эоловые процессы, оползни, обвалы, наводнения и другие) способствовали быстрому захоронению почв и законсервированию палеопочв и палеопедокомплексов. Примером таких хорошо сохранившихся, благодаря катастрофическому захоронению палеопочв, являются пойменные палеопочвы.

Литература

1. *Величко А.А.* Предисловие к книге Т.Д. Морозовой «Развитие почвенного покрова в Европе в позднем плейстоцене». – М.: Наука, 1981. – С. 3–4.
2. *Демиденко Г.А.* Характеристика голоценовых палеопочв археологических памятников Южной Сибири // Гуманитарные науки в Сибири. – 1996. – № 3. – С. 16–19.
3. *Демиденко Г.А.* Эволюция почвенного покрова юга Средней Сибири в голоцене (по материалам базы данных) // Лесоведение. – 2000. – № 2. – С. 59–67.
4. *Демиденко Г.А.* Почвенный покров Приенисейской Сибири в голоцене // География и природные ресурсы. – 1998. – № 1. – С. 87–91.
5. *Демиденко Г.А.* Реконструкция природных комплексов Сибири в голоцене: учеб. пособие. – Красноярск, 1999. – 152 с.
6. *Демиденко Г.А., Котенева Е.В.* Эволюция палеоландшафтов Красноярской лесостепи в позднем плейстоцене и голоцене. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2012. – 144 с.
7. *Демиденко Г.А., Котенева Е.В.* Эволюция палеоландшафтов Красноярской лесостепи в позднем плейстоцене и голоцене // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 12. – С. 91–95.
8. *Демиденко Г.А.* Корреляция экосистем лесостепной и степной зон Сибири в голоцене // Вестн. КрасГАУ. – 2014. – № 4. – С. 161–166.

9. Зубаков В.А. Плейстоценовые отложения долины р. Енисей на участке Красноярск – устье р. Ангары // Четвертичный период, его история. К 7 конгрессу ИНКВА (США, 1965). – М.: Наука, 1965. – С. 105–125.
10. Кинд Н.В. Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. – М.: Наука, 1974. – 225 с.
11. Роде А.А. О «почве-памяти», «почве-моменте» и двуединстве почв. – М., 1947.
12. Соколов И.А., Таргульян О.В. Взаимодействие почвы и среды: почва – память и почва – момент // Изучение и освоение природной среды. – М., 1976. – С. 150–164.
13. Турыгина О.В., Демиденко Г.А. Экологическая реконструкция пойменных экосистем бассейна среднего течения Енисея в голоцене // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 4. С. 97–105.
14. Турыгина О.В., Демиденко Г.А. Морфолого-аналитическая характеристика погребенных почв в пойменных экосистемах среднего течения реки Енисей // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 4. – С. 105–115.
15. Турыгина О.В., Демиденко Г.А. Реконструкция пойменных экосистем среднего течения реки Енисей в голоцене. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2010. – 154 с.
16. Турыгина О.В., Демиденко Г.А. Эволюция пойменных экосистем среднего течения реки Енисей в голоцене. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – 190 с.
17. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. – 198 с.

