



БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 551.8; 631.4(4)

Г.А. Демиденко

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПОЙМЫ И ПЕРВОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ РЕКИ ЕНИСЕЙ В ГОЛОЦЕНЕ

G.A. Demidenko

EVOLUTION OF NATURAL COMPLEXES OF THE FLOODPLAIN AND THE FIRST FLOODPLAIN TERRACE OF THE YENISEI RIVER IN THE HOLOCENE

Демиденко Г.А. – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Demidenko G.A. – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Цель исследования – изучение гумуса и его фракционного состава как важного диагностического признака генезиса на примере палеопочв поймы и первой надпойменной террасы среднего течения реки Енисей. Объектами исследования являются геологические разрезы осадочных отложений поймы и первой надпойменной террасы реки Енисей с вмещающими горизонтами палеопочв, входящими в Базу данных «Эволюции природной среды голоцена Сибири», расположенные на территории юга Приенисейской Сибири в лесостепной и степной природных зонах. Основной метод исследования – палеоэкологический мониторинг. Палеопедологический метод – один из методов палеоэкологического исследования при изучении палеопочв, погребенных в толще осадков. В зависимости от условий природной среды часть органических веществ в результате «превращений» образует сложные специфические органические соединения, получившие название гумусовых веществ. Из них и состоит наиболее характерная часть гумуса. Для диагностических целей и условий формирования палеопочв используется комплекс показателей. Комплексная методика изучения органического вещества включала как общую характеристику гумуса, так и отдельные исследования гуминовых кислот – компонента, наименее подверженного диагенезу. Некоторые свойства гумуса, такие как величина углерода гумуса, его групповой и фракционный состав, являются диагностическими показателями генезиса палеопочв и слабо подвержены вторичным изменени-

ям. Процентная величина углерода гумуса в палеопочве позволяет диагностировать почвенный профиль аналитическим путем. Гумусовые горизонты палеопочв (Ah) выделяются по величине углерода гумуса порядка 0,40–2,98 %. Эта величина увеличивается от горизонтов Ah палеопочв лесного генезиса к горизонтам Ah палеопочв степного генезиса. Палеопочвы (гумус, групповой и фракционный состав), как составные части природных комплексов прошлых периодов почвообразования, имеют диагностические признаки, показывающие динамику изменения климата в разновременные периоды голоцена. Соотношения изменения климатических показателей и гумуса (группового и фракционного состава) палеопочв показывают диапазон колебания климата и растительности в голоцене поймы и первой надпойменной террасы среднего течения реки Енисей.

Ключевые слова: голоцен, палеопочвы, органическое вещество, гумус, фракционный состав (С_{гк} : С_{фк}), климатические показатели, климат, пойма, надпойменные террасы, река Енисей.

The research objective was studying humus and its fractional structure as important diagnostic sign of genesis on the example of paleoploss of floodplain and the first floodplain terrace of middle watercourse of the Yenisei. The objects of the research were geological cuts of sedimentary deposits of the floodplain and the first floodplain terrace of the Yenisei River with containing horizons paleoploss, entering the "Evolutions of Environment of the Holocene of Siberia" Database, located

in the territory of the South of the Yenisei Siberia in forest-steppe and steppe natural zones. The main method of research was paleoecological monitoring. Paleopedologic method was one of the methods of paleoecological research when studying paleoploss, buried in the thickness of rainfall. Depending on environment conditions the part of organic substances as a result of "transformations" forms difficult specific organic compounds which received the name of humic substances. The most characteristic part of humus also consists of them. For diagnostic purposes and conditions of paleoploss formation the complex of indicators is used. Complex technique of studying of organic substance included both general characteristic of humus, and separate researches of humic acids, i.e. the component, the least subject to diagenesis. Some properties of humus, such as humus carbon size, its group and fractional structure, are diagnostic to genesis indicators paleoploss and are poor subject to secondary changes. The percentage size of carbon of humus in paleoploss allows diagnosing soil profile in analytical way. Humic horizons paleoploss are allocated (Ah) in humus carbon size about 0.40–2.98 %. This size increases from Ah horizons paleoploss forest genesis to Ah horizons paleoploss steppe genesis. Paleoploss (humus, group and fractional structure) as components of natural complexes of the last periods of soil formation, have diagnostic signs showing dynamics of climate change during the periods of the Holocene occurring at different times. The ratios of change of climatic indicators and humus (group and fractional structure) paleoploss show the range of fluctuation of climate and vegetation in the Holocene of the floodplain and the first floodplain terrace of middle watercourse Yenisei.

Keywords: *Holocene, paleoploss, organic substance, humus, fractional structure (Cgk: Cfk), climatic indicators, climate, floodplain, floodplain terraces, the Yenisei River.*

Введение. К одной из групп экологических факторов – по времени – относятся такие факторы, как эволюционные, исторические, действующие. Эволюция – это развитие геоэко систем всех уровней интеграции и размерностей во времени и пространстве. Представление об эволюции экосистем необходимо для понимания современного состояния природной среды и прогнозирования ее изменений [1–4, 6, 7, 11, 12].

По словам З.Э. Пианка (1981), «климат и растительность оказывают решающее влияние на процессы почвообразования и на состав животного мира. Существует поразительный параллелизм между концепцией почвообразования и концепцией развития экологических сообществ» [10]. Почва – ключевой компонент наземной экосистемы, так как многие

процессы, имеющие решающее значение, происходят в почве [4–7, 9, 12].

Огромная территория Сибири изучена значительно слабее, чем европейская часть Евразии. Представления о главных этапах развития природы, в том числе и на территории Приенисейской Сибири, существуют в результате палеоэкологических и палеopedологических исследований [4–9].

Голоцен (послеледниковье, постгляциал, постюрм, постплейстоцен) – это современное межледниковье (потепление) продолжительностью 10–12 тыс. лет. Несмотря на свою небольшую продолжительность, голоцен насыщен палеоэкологическими и археологическими событиями. Человек измерял свой образ жизни в зависимости от климатических факторов, оказывающих основополагающее влияние на эволюцию экосистем.

Цель исследования: изучение гумуса и его фракционного состава как важного диагностического признака генезиса на примере палеопочв поймы и первой надпойменной террасы Среднего течения реки Енисей.

Объектами исследования являются геологические разрезы осадочных отложений поймы и первой надпойменной террасы реки Енисей с вмещающими горизонтами палеопочв, входящих в Базу данных «Эволюции природной среды голоцена Сибири», расположенных на территории юга Приенисейской Сибири в лесостепной и степной природных зонах [4–6].

Основной метод исследования – палеоэкологический мониторинг – изучает экосистемы геологического прошлого, условия существования организмов разного уровня, в том числе и человека. Палеopedологический метод – один из методов палеоэкологического исследования при изучении палеопочв, погребенных в толще осадков. При этом палеопочвы рассматриваются как бы «репер» в состоянии природных комплексов (палеоэко системы), что дает возможность реконструировать палеоэкологическую обстановку в голоцене.

Результаты исследования и их обсуждение. В зависимости от условий природной среды часть органических веществ в результате «превращений» образует сложные специфические органические соединения, получившие название гумусовых веществ. Из них и состоит наиболее «характерная» часть гумуса.

Для диагностических целей и условий формирования палеопочв используется комплекс показателей. Комплексная методика изучения органического вещества включала как общую характеристику гумуса, так и отдельные исследования гуминовых кислот – компонента, наименее подверженного диагенезу. Некоторые свойства гумуса, такие как величина уг-

лерода гумуса, его групповой и фракционный состав, являются диагностическими показателями генезиса палеопочв и слабо подвержены вторичным изменениям.

Процентная величина углерода гумуса в палеопочве позволяет диагностировать почвенный профиль аналитическим путем. Гумусовые горизонты палеопочв (Ah) выделяются по величине углерода гумуса порядка 0,40–2,98 % (табл. 1). Эта величина увеличивается от горизонтов Ah палеопочв лесного генезиса к горизонтам Ah палеопочв степного генезиса.

Пойма среднего течения р. Енисей

Геологический разрез «Остров Татышев 1». Расположен на островной пойме реки Енисей в черте города Красноярска.

Органическое вещество погребенных аккумулятивных горизонтов Ah1–Ah3 относится к фульватно-гуматному типу и имеет отношение С_{кг} : С_{фк}, равное 1,6–1,3 соответственно (табл. 1). В группе фульвокислот много фракции 2, связанной с гуматами кальция. Содержание агрессивных фульвокислот незначительно, что подчеркивает слабую подвижность гумусовых веществ. Наиболее оптически плотной является фракция 2 гуминовых кислот. Низкое содержание негидролизованного остатка (35,4–41,3). Эти показатели органического вещества свойственны почвам черноземного типа.

Гумус погребенного аккумулятивного горизонта Ah4 имеет содержание углерода гумуса (% к почве) 0,96 %. По групповому составу гумус относится к гуматно-фульватному типу (С_{кг} : С_{фк} равное 0,8). Степень гумификации характеризуется как средняя и слабая. Характерной особенностью гумуса является высокое содержание негидролизованного остатка (52,6).

Первая и вторая палеопочвы относятся к черноземному типу почвообразования с следами луговости под степной растительностью. Третья и четвертая палеопочвы относятся к дерновой лесной почве с признаками оглеения. Формирование почвы происходило первоначально под лесной растительностью в умеренно-теплых и влажных климатических условиях.

Промежуточные стратиграфические слои между голоценовыми палеопочвами имеют очень низкие величины углерода гумуса. Это говорит о неблагоприятных условиях климата для гумусообразования.

Первая надпойменная терраса среднего течения реки Енисей. Геологический разрез «Краеведческий музей 1». Расположен на левом берегу реки Енисей в черте г. Красноярска.

Групповой состав гумуса погребенного аккумулятивного горизонта Ah1 относится к фульватно-гуматному типу и имеет отношение С_{кг} : С_{фк} равное 1,8 (табл.). Погребенные аккумулятивные горизонты Ah2, Ah3 относятся к гуматно-фульватному типу и имеет отношение С_{кг} : С_{фк} равное 0,5 и 0,3 соответственно. В них отмечается высокая степень негидролизованного остатка и значительное содержание агрессивных фульвокислот.

Первая палеопочва развивались в степных условиях при сухом и теплом климате по типу черноземов. Вторая и третья палеопочва формировались в умеренно-теплых и влажных условиях под лесной или таежной растительностью по типу лесной почвы.

Геологический разрез «Няша 1». Поверхность первой надпойменной террасы реки Енисей (севернее пос. Березовка). На этом участке поверхность террасы осложнена формами бугристо-западинного эолового рельефа.

Групповой состав гумуса голоценовых палеопочв археологических памятников Приенисейской Сибири

| Генетические горизонты палеопочв | C, % к почве | Гуминовые кислоты (С _{кг}), сумма | Фульво-кислоты (С _{фк}), сумма | С _{кг} + С _{фк} | С _{кг} : С _{фк} | Негидролизующий остаток |
|--|--------------|---|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Геологический разрез «Няша 1» | | | | | | |
| Ah1 | 1,52 | 40,1 | 31,6 | 71,7 | 1,3 | 28,3 |
| Ah 2 | 2,20 | 42,5 | 25,1 | 67,6 | 1,7 | 32,4 |
| Ah 3 | 0,86 | 20,9 | 27,8 | 48,7 | 0,5 | 51,3 |
| Ah 4 | 1,28 | 44,6 | 27,1 | 71,7 | 1,6 | 28,3 |
| Геологический разрез «Усть-Караульная 2» | | | | | | |
| Ah 1 | 1,17 | 52,2 | 23,8 | 76,0 | 2,2 | 24,0 |
| Ah 2 | 0,95 | 57,8 | 23,2 | 81,0 | 2,5 | 19,0 |
| Ah 3 | 0,40 | 37,8 | 27,0 | 64,8 | 1,4 | 35,2 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|------|------|------|------|-----|------|
| ABh 4 | 0,41 | 5,0 | 45,0 | 50,0 | 0,1 | 50,0 |
| Геологический разрез «Краеведческий музей 1» | | | | | | |
| Ah 1 | 1,12 | 43,2 | 23,4 | 66,6 | 1,8 | 33,4 |
| Bh1 | 0,46 | 25,0 | 33,6 | 58,6 | 0,7 | 41,4 |
| Ah 2 | 0,31 | 16,1 | 32,3 | 48,4 | 0,5 | 51,6 |
| Ah 3 | 0,62 | 11,3 | 41,8 | 53,1 | 0,3 | 46,9 |
| Геологический разрез «Остров Татышев 1» | | | | | | |
| Ah 1 | 1,22 | 34,9 | 21,8 | 56,7 | 1,6 | 41,3 |
| ABh 2 | 1,02 | 37,2 | 22,8 | 60,0 | 1,6 | 38,9 |
| Ah 3 | 2,98 | 41,1 | 32,0 | 73,1 | 1,3 | 35,4 |
| BCh3 | 0,57 | 19,9 | 43,6 | 63,5 | 0,4 | 35,9 |
| Ah 4 | 0,96 | 19,8 | 25,3 | 45,1 | 0,8 | 52,6 |

Гумус погребенных аккумулятивных горизонтов Ah1, Ah2, Ah4 характеризуется высокой степенью гумификации и относится к фульватно-гуматному типу (см. табл.). Гуминовые кислоты доминируют над фульвокислотами. В составе гуминовых кислот преобладают гуматы кальция при очень низком содержании свободных и среднесвязанных с глинистыми минералами гуминовых кислот. Органическое вещество этих погребенных горизонтов отличает от перекрывающих их осадков низкое содержание негидролизованного остатка, что характерно для почв черноземного типа. Органическое вещество погребенного аккумулятивного горизонтов Ah3 относится к гуматно-фульватному типу. Отношение Скг : Сфк, в отличие от Ah1, Ah2, Ah4, равно меньше 1 (0,55). Степень гумификации низкая.

Первая, вторая и четвертая палеопочвы развивались в степных условиях при сухом и теплом климате по типу черноземов. Третья палеопочва формировалась в умеренно-теплых и влажных условиях под лесной растительностью по типу серой лесной почвы.

Геологический разрез «Усть-Караульная 2». Расположен на левом берегу реки Енисей в 20 км южнее города Красноярск в прирусловой части р. Караульная.

Органическое вещество погребенного аккумулятивного горизонта Ah1 относится к фульватно-гуматному типу и имеет отношение Скг : Сфк, равное 2,2 (см. табл.). В группе фульвокислот много фракции 2, связанной с гуматами кальция. Содержание агрессивных фульвокислот незначительно, что подчеркивает слабую подвижность гумусовых веществ. Наиболее оптически плотной является фракция 2 гуминовых кислот. Наблюдается низкое содержание негидролизованного остатка, что свидетельствует о высокой зрелости коллоидного комплекса палеопочвы и хорошей гумификации органических остатков.

Групповой состав гумуса погребенного аккумулятивного горизонта Ah2 свидетельствует о резком преобладании гуминовых кислот надфульвокисло-

тами (Скг : Сфк равное 2,5). Среди гуминовых кислот наиболее оптически плотной является фракция 2, связанная с гуматами кальция, которая имеет слабую подвижность.

Погребенный аккумулятивный горизонт Ah3 отличается низким содержанием гумуса с иным соотношением гидролизуемой и негидролизуемой части. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты (Скг : Сфк равное 1,4). Среди гуминовых кислот преобладает фракция 2, которая доминирует и среди фульвокислот. Наиболее оптически плотной является фракция 2, хотя ее величина (22,2) несколько ниже величин в погребенных аккумулятивных горизонтах предыдущих палеопочв. Величина негидролизованного остатка возрастает до 35,2%. При сходном типе гумусообразования, одинаковом соотношении фракций гуминовых кислот, горизонт Ah3 отличается повышенным содержанием агрессивных фульвокислот (фракция 1а составляет 38% от суммы фульвокислот).

Перераспределение гумуса в погребенном генетическом горизонте ABh 4 аккумулятивный характер, несмотря на низкое содержание углерода гумуса (0,41%), которое с глубиной уменьшается. Групповой состав гумуса свидетельствует о высоком содержании фульвокислот (Скг : Сфк равное 0,1). Среди фульвокислот превалирует фракция 2, прочносвязанная с сгуматами кальция и агрессивная фракция 1а. Среди гуминовых кислот превалирует фракция 3. Характерной особенностью гумуса является высокое содержание негидролизованного остатка (50,0).

Первая палеопочва развивалась в степных условиях при сухом и теплом климате по типу черноземов. Вторая палеопочва схожа с первой по характеру распределения гумуса и его фракционному составу. Но ее морфологический облик позволяет предполагать ее формирование под лесостепной растительностью (парковые сосновые и сосново-лиственные леса) при более влажном климате и в условиях выраженной ветровой деятельности. Третья палеопочва в исходном состоянии имела при-

знаки, свойственные почве лесной зоны. Четвертая палеопочва относится к дерновой лесной с признаками лугового почвообразования, которое проявляется в наличие железистых и железисто-марганцевых новообразований. Ее формирование происходило в холодных климатических условиях при повышенном грунтовым увлажнении.

Заключение. Палеопочвы (гумус, групповой и фракционный состав), как составные части природных комплексов прошлых периодов почвообразования, имеют диагностические признаки, показывающие динамику изменения климата в разновременные периоды голоцена. Соотношения изменения климатических показателей и гумус (групповой и фракционного состава) палеопочвы показывают диапазон колебания климата и растительности в голоцене поймы и первой надпойменной террасы Среднего течения реки Енисей.

Литература

1. Величко А.А. Палеогеография современного состояния природной среды и прогноз // Бюл. комиссии по изучению четвертичного периода. – М., 1980. – № 50. – С.12–23.
2. Величко А.А. Современное состояние концепции покровных оледенений Земли // Изв. АН СССР. Сер. «География». – 1987. – № 3. – С. 21–34.
3. Величко А.А. Вводное замечание ответственного редактора // Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Вып. 1. – М.: Наука, 1993. – С. 36–37.
4. Демиденко Г.А. Реконструкция природных условий Приенисейской Сибири в голоцене. – Красноярск, 1996. – 100 с.
5. Демиденко Г.А. Эволюция природных комплексов Сибири в голоцене. – Красноярск, 2002. – 160 с.
6. Демиденко Г.А., Турьгина О.В. Изменение климата Сибири в позднеплейстоценовое – голоценовое время. – Красноярск, 2017. – 248 с.
7. Демиденко Г.А., Хижняк С.В. Влияние глобального изменения климата на флуктуацию природных зон и подзон Приенисейской Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 7. – С. 97–106.
8. Евсеева Н.Г., Жилина Т.Н. Палеогеография конца позднего плейстоцена и голоцена (корреляция событий): учеб. пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2010. – 180 с.
9. Зыкина В.С. Структура лессово-почвенной последовательности и эволюция педогенеза плейстоцена Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. – Новосибирск, 2006. – 36 с.
10. Пианка З.Э. Эволюционная экология. – М.: Мир, 1981. – 399 с.
11. Vaganov E.A., Hughes M.K., Shashkin A.V. Growth dynamics of conifer tree rings // Ecological studies: analysis and synthesis. – 2006. – Т. 183. – P. 23–27.
12. Zykina V.S., Zykina V.S. The loess soil sequence of the brunheschron from west Siberia and its correlation to global and climate records // Quaternary International. – 2008. – Т. 179, № 1. – P. 171–175.

Literatura

1. Velichko A.A. Paleogeografija sovremennogo sostojanija prirodnoj sredy i prognoz // Bjul. komissii po izucheniju chetvertichnogo perioda. – M., 1980. – № 50. – S.12–23.
2. Velichko A.A. Sovremennoe sostojanie koncepcii pokrovnyh oledenений Zemli // Izv. AN SSSR. Ser. «Geografija». – 1987. – № 3. – S. 21–34.
3. Velichko A.A. Vvodnoe zamechanie otvetstvennogo redaktora // Razvitie landshaftov i klimata Severnoj Evrazii. Vyp. 1. – M.: Nauka, 1993. – S. 36–37.
4. Demidenko G.A. Rekonstrukcija prirodnyh uslovij Prienisejskoj Sibiri v golocene. – Krasnojarsk, 1996. – 100 s.
5. Demidenko G.A. Jevoljucija prirodnyh kompleksov Sibiri v golocene. – Krasnojarsk, 2002. – 160 s.
6. Demidenko G.A., Turygina O.V. Izmenenie klimata Sibiri v pozdneplejstocenovoe – golocenovoe vremja. – Krasnojarsk, 2017. – 248 s.
7. Demidenko G.A., Hижняк S.V. Vlijanie global'nogo izmenenija klimata na fluktuaciju prirodnyh zon i podzon Prienisejskoj Sibiri // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 7. – S. 97–106.
8. Evseeva N.G., Zhilina T.N. Paleogeografija konca pozdnego plejstocena i golocena (korreljacija sobytij): ucheb. posobie. – Tomsk: Izd-vo NTL, 2010. – 180 s.
9. Zykina V.S. Struktura lessovo-pochvennoj posledovatel'nosti i jevoljucija pedogeneza plejstocena Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra geol.-mineral. nauk. – Novosibirsk, 2006. – 36 s.
10. Pianka Z.Je. Jevoljucionnaja jekologija. – M.: Mir, 1981. – 399 s.
11. Vaganov E.A., Hughes M.K., Shashkin A.V. Growth dynamics of conifer tree rings // Ecological studies: analysis and synthesis. – 2006. – Т. 183. – R. 23–27.
12. Zykina V.S., Zykina V.S. The loess soil sequence of the brunheschron from west Siberia and its correlation to global and climate records // Quaternary International. – 2008. – Т. 179, № 1. – R. 171–175.