

## МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХОВЫХ ТОРФЯНО-ГЛЕЕВЫХ ПОЧВ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Г.В. Русанова, Е.Г. Кузнецова, О.В. Шахтарова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар  
E-mail: [kuznecova@ib.komisc.ru](mailto:kuznecova@ib.komisc.ru)

**Аннотация.** На основе исследований почв олиготрофных болот таежной зоны (бассейны Печоры, Вычегды) выявлены особенности их строения, этапы формирования в голоцене и модификация генезиса вследствие агромелиоративных мероприятий. Показано, что мезо-микроморфологическое строение и химико-минералогический состав структурных компонентов генетического профиля торфяно-глеевых почв маркируют стадии эволюции в голоцене.

**Ключевые слова:** верховые торфяно-глеевые почвы, таежная зона, мезо-микроморфология почв, осушение торфяных почв

### Введение

Исследование закономерностей формирования и особенностей трансформации торфяных почв в условиях антропогенного воздействия необходимо в связи с огромным водоохраным значением торфяников в обеспечении гидротермического режима ландшафтов таежной зоны европейского северо-востока России. Кроме того, благодаря депонированию в болотных почвах значительного количества органического вещества они играют важную роль в глобальном цикле углерода (Ефремов, 1994).

Болотный процесс почвообразования характеризуется торфообразованием и оглеением минеральной части почвенного профиля. Торфообразование происходит при накоплении неразложившихся или полуразложившихся растительных остатков в результате замедленной их гумификации и минерализации в условиях избыточного увлажнения. Следствием торфообразования является консервация углерода органических соединений и элементов зольного питания растений. Оглеение представляет собой почвообразовательный процесс, протекающий при переувлажнении в анаэробных условиях при наличии органического вещества и участия анаэробных микроорганизмов (Зайдельман, 1998). Наиболее характерная особенность глееобразования – переход окисленной формы железа в восстановленную.

Начало образования крупнейших торфяников на северо-востоке Европы относится к раннему голоцену (Нейштадт, 1952), а с более поздним периодом связано формирование мелкозалежных болот на плоских водоразделах (Пьявченко, 1955). Считается, что крупнейшие грядово-мочажинные болота таежной зоны являются полигенетическими. Об этом свидетельствуют структура и стратиграфия мощных торфяных залежей, различия в ботаническом составе их отдельных слоев (Алексеева, 1997). В мелкозалежных болотах, сформированных позднее, прошлые стадии генезиса торфяно-глеевых почв отражают наряду с органи-

ченными (торфяными) минеральные горизонты. Однако традиционные методы анализа не всегда являются чувствительными для выявления полигенетичности этих образований. В связи с этим нами были проведены сопряженные исследования мезо-микроморфологии и состава глинистых минералов структурных компонентов торфяно-глеевых почв. Несмотря на то, что в настоящее время осушение болотных верховых почв в таежной зоне Республики Коми проводится в ограниченных размерах, представляет интерес учет последствий влияния данного мероприятия на торфяно-глеевые почвы на основе изучения их морфогенетических особенностей.

### Объекты и методы

Особенности генезиса болотных почв изучали в подзонах северной и средней тайги. В условиях северной тайги в бассейне верхнего течения р. Печоры был заложен разрез торфяно-глеевой почвы (разрез 33). В среднетаежной подзоне (Зеленецкий массив верхового болота) на левобережье р. Вычегды исследовали болотные целинные (разрез 18) и осушенные (разрез 19) почвы.

Комплексные исследования почв включали: а) описание мезо- и микроморфологии (Каздым, 2000); б) химический анализ почв (Агрохимические..., 1975; Теория..., 2006); в) анализ структурной организации и дифференциации продуктов функционирования (кутанного комплекса) (Таргульян, 1974); г) минералогическую характеристику илистой фракции почв и структурных компонентов (Горбунов, 1971). Названия горизонтов и почв даны в соответствии с современной классификацией почв России (Классификация..., 2004; Полевой..., 2008).

### Результаты и обсуждение

В условиях северной тайги особенности генезиса почв прогрессирующего поверхностного заболачивания исследовали в бассейне верхнего течения р. Печоры. Характеристика болотной верховой торфяно-глеевой почвы дана на приме-

ре разреза 33, заложенного в центральной части замкнутой микродепрессии, на плоской вершине увала. Почва сформирована на покровных пылеватых суглинках под угнетенным сфагновым ельником.

**Описание мезо-микроморфологии:**

- О 0-2 см Рыхлый; желтые, бурые и темно-бурые растительные остатки.
- T1 2-12 см Светло-желтый слаборазложившийся сфагновый торф с округлыми черными выбросами клещей.
- T2 12-24 см Желто-бурый среднеразложившийся сфагновый торф с черными обуглившимися растительными остатками.
- T3 24-38 см Темно-коричневый, плотный торф. Большое количество древесных остатков – буро-коричневых уплотненных и обуглившихся черных (рис. 1а).
- Th 38-45 см Черный, хорошо минерализованный, мелкоагрегированный, слоеватого сложения, много корней (рис. 1б).
- ELh 45-61 см Сизый, с ржавыми пятнами, слоеватый, с мелкими округлыми и пластинчатыми буроокрашенными (сизыми в изломе) агрегатами. Черные и коричневые разлагающиеся растительные остатки, конкреции. Иногда глинистые пленки вокруг зерен скелета. Плазменно-пылеватый (рис. 1в)
- BFH 61-68 см Бурая охристо-ржавая цементированная прослойка с конкрециями, пластинчатыми и округлыми агрегатами. Изотропная плазма, пленки вокруг скелетных зерен. В отраженном свете охристый (рис. 1г).
- G 68-102 см На серо-сизом фоне – бурые пятна, черные конкреции. В нижней части плитчато-ореховатый, фрагментарный. Глинистые пленки на зернах скелета. На поверхности агрегатов глинистые кутаны, перекрывающиеся скелетанами (рис. 1д).

По структурной организации (слоеватое сложение элювиальной части, ореховато-призматическая структура нижних горизонтов), а также аккумуляции скелетан и глинистых кутан на тех же глубинах, как в глееподзолистых почвах, формирующихся на рассматриваемой территории в

автоморфных условиях, можно предположить, что почва в своем раннем развитии прошла аналогичные стадии. Черты наложившегося позднее заболачивания вуалируют прежний профиль. Потечный гумус, большое количество конкреций, ожелезнение тонкодисперсной массы – признаки нарастающего гидроморфизма.

Торфонакопление позднее происходило уже на текстурно-дифференцированный профиль, образование которого относится к более ранним этапам оптимизации климата. По мере усиления гидроморфизма наблюдается стирание черт подзолистого профиля, лучше сохранившихся в нижней части, и наложение признаков наступающего заболачивания.

По гранулометрическому составу почва средне-суглинистая. Фракция 0.25-0.05 мм равномерно распределена по профилю. Минимум ила отмечается не в гор. ELh, а ниже, в гор. G. С глубиной содержание этой фракции увеличивается. Миграция ила вглубь профиля затрудняется вследствие непроницаемого экрана BFH. Горизонт ELh не является элювиальным в современный период по гранулометрическому составу. В гор. G возможна в настоящее время боковая миграция ила над нижерасположенной уплотненной толщей. Основная дифференциация профиля до глубины 60 см произошла, очевидно, в ранние стадии педогенеза.

Почва сильноокислая по всему профилю (см. таблицу), минимум поглощенных оснований наблюдается в минеральной толще до 100 см. Аккумуляция потечного гумуса происходит в гор. ELh, с глубиной его содержание снижается. Полуторные оксиды аккумулируются в слое торфа и в небольших количествах – в горизонте BFH. Локальные накопления отмечены также в темных пятнах гор. G.

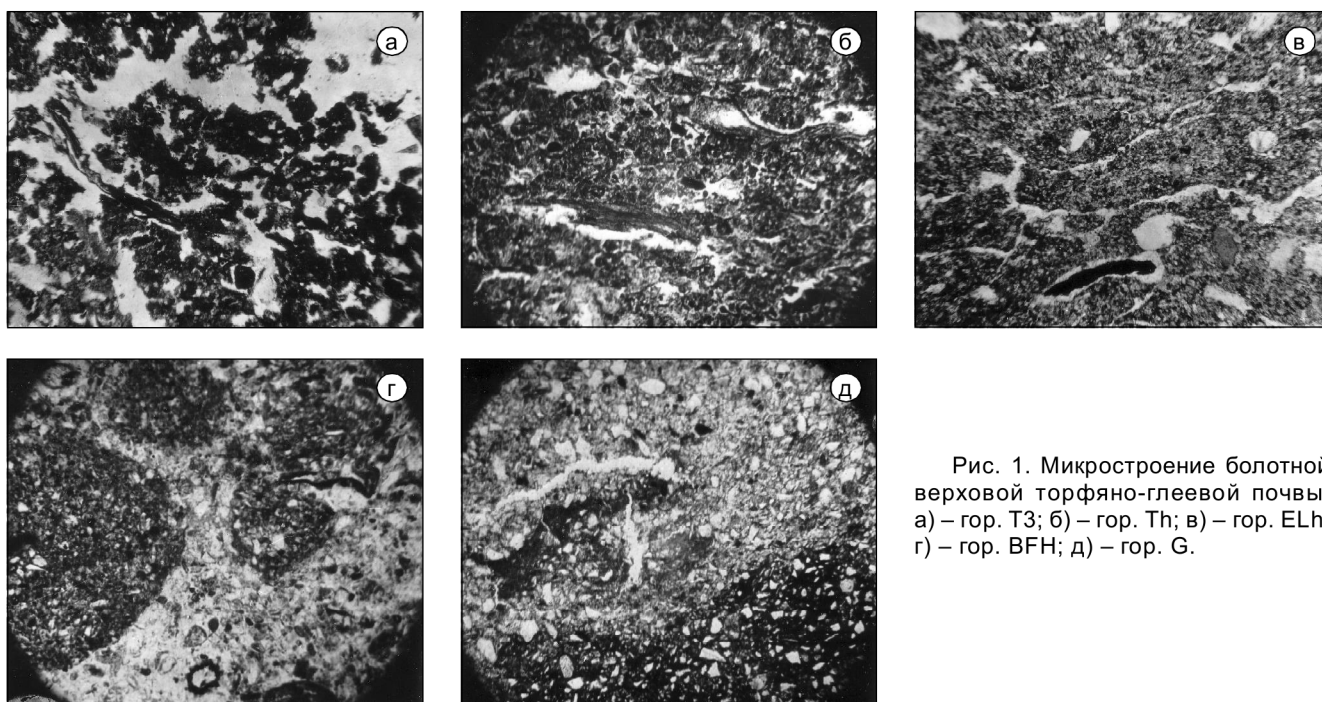


Рис. 1. Микростроение болотной верховой торфяно-глеевой почвы: а) – гор. T3; б) – гор. Th; в) – гор. ELh; г) – гор. BFH; д) – гор. G.

Физико-химические свойства верховой торфяно-глеевой почвы

Горизонт	Глубина, см	Гигроскопическая влажность, %	pH		Гумус, %	Поглощенные катионы, ммоль/100 г почвы			Вытяжка Тамма, %				Вытяжка Джексона, %	
			водный	солевой		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% от валового	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% от валового	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% от валового
O	0-2	6.51	4.00	3.70	–	2.65	2.33	22.19	0.69	6.64	0.17	1.38	1.02	9.82
T1	2-12	7.85	3.70	3.15	–	2.45	1.61	34.57	0.67	9.47	0.36	1.68	0.73	10.32
T2	12-24	11.45	3.95	3.45	–	3.44	1.47	39.33	0.52	8.76	0.71	4.39	0.72	12.14
T3	24-38	10.54	4.15	3.25	–	1.26	1.11	35.06	0.45	8.41	0.88	4.76	0.53	9.90
Th	38-45	8.27	4.10	3.35	–	1.11	0.28	30.69	0.34	15.52	0.96	6.52	0.39	17.80
EL	45-61	3.17	4.10	3.55	12.68	0.19	0.07	10.81	0.22	13.20	0.86	6.84	0.31	18.67
Bhf	61-68	2.51	4.90	3.95	3.74	0.24	0.05	6.08	1.22	32.79	0.42	3.52	1.68	45.16
EL	68-82-язык	2.17	4.75	3.75	0.91	0.78	0.42	8.12	1.14	27.67	0.30	2.43	1.37	33.25
G	68-102	4.00	4.75	3.80	0.61	0.36	0.13	3.69	0.53	18.27	0.10	0.93	0.69	23.79
	Темные пятна	2.65	5.05	3.60	1.01	2.40	0.60	7.96	0.73	14.60	0.74	5.77	1.61	32.20

Исследования состава глинистых минералов показали, что в почве силикатная фаза илистой фракции представлена каолинитом, диоктаэдрическим иллитом и смешанослойным слюда-сметитовым минералом, унаследованными от почвообразующей породы (пылеватого покровного суглинка). Усиление гидроморфизма способствует образованию почвенных хлоритов, особенно в буроокрашенных агрегатах горизонта ELh. В процессе оглеения защитные пленки гидроксидов железа на поверхности глинистых частиц растворяются, что способствует внедрению гидроксидов алюминия в межпакетные промежутки глинистых минералов. Процесс хлоритизации заключается в образовании прослоев Al и Fe в 2:1 силикатах. Вследствие того, что почвенный хлорит, отчетливо диагностируемый в верхней толще профиля, не обнаружен в глинистых кутанах нижних горизонтов, можно констатировать отсутствие современной миграции глин и смену очередных этапов эволюции.

Таким образом, формирование болотных почв обусловлено сменой климатических периодов в голоцене, о чем свидетельствует различная скорость прироста торфа на различных стадиях эволюции. Высокие темпы аккумуляции торфа в раннем голоцене (Vorren, 2007) были заторможены резким похолоданием и уменьшением увлажнения в SB-3 (3200-2200 л.н.) и последующие холодные фазы позднего голоцена (Заболачивание..., 2008). В этот период произошло формирование многочисленных мелкозалежных болот на плоских водоразделах, депрессиях рельефа (Пьявченко, 1955) с сохранением минерального почвенного профиля под торфом.

В среднетаежной подзоне (Зеленецкий массив верхового болота) на левобережье р. Вычегды исследовали целинные и осушенные почвы. Целинная болотная верховая торфяно-глеевая почва (разрез 18) описана в краевой части сфагнового верхового болота, в разреженном сосново-еловом лесу с примесью березы.

Описание мезо-микроморфологии:

O 0-15 см Сфагновый очес из неразложившихся мхов, растительные ткани желтого цвета.  
 T 15-35(40) см Желтоватый, светло-бурый, слабо уплотнен. Преобладают слабо разложившиеся растительные остатки. Местами черные выбросы клещей.  
 Ghf 35(40)-60 см Темно-коричневый с палево-сизыми пятнами, плотный, прокрашен потечным гумусом. Много обуглившихся растительных остатков. На зернах скелета – бурые пленки (рис. 2а).  
 G с 60 см Сизый, локально-палево-сизый, компактный. Строение песчано-плазменное. Светло-желтые глинистые пленки на зернах скелета (рис. 2б).

Торфяно-глеевая почва, сформированная на окраине верхового болота, характеризуется наличием сфагнового торфа мощностью 40 см, аккумуляцией потечного гумуса, ожелезнением тонкодисперсной массы нижележащего горизонта и наличием Fe-глинистых пленок на зернах скелета в нижней части профиля.

Осушенная открытыми дренажными каналами болотная верховая торфяно-глеевая почва верхового болота (разрез 19) имеет следующее мезомикростроение:

PT 0-26 см Светло-бурый, слабо уплотнен, остатки растений средне- и сильно разложившихся, с бурым содержанием.  
 PTR1 26-30 см Бурый, плотный, цементирован, с коричневыми и черными микрозонами, с выбросами клещей, энхитрид. Гумусовые пленки на зернах скелета.  
 PTR2 30-40 см Коричнево-бурый, плотный; гумусовая тонкодисперсная масса и агрегаты, выбросы клещей.  
 Bhf 40-60 см Светло-бурый, с микрозонами конкреций. Органическая плазма вуалирует скелет. Растительные остатки, выбросы клещей (рис. 2в).  
 BD 60-100 см Светло-бурый, с красноватыми микрозонами, цементациями. Округлые трещиноватые агрегаты вуалированы гумусо-глинистой тонкодисперсной массой. Глинистые пленки на зернах. Красно-коричневые и черные натёки, углефицированные растительные остатки (рис. 2г).

Описание исследованных почв на мезо- и микроуровнях свидетельствует о том, что под влиянием осушения усиливается разложение торфа,

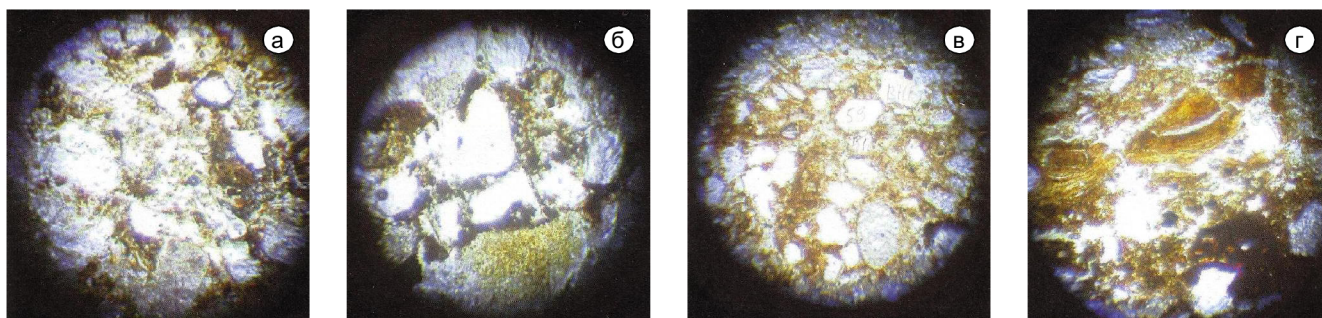


Рис. 2. Микростроение целинной (а – гор. Ghf; б – гор. G) и осушенной (в – гор. BFH; г – гор. BD) почв.

минеральные горизонты насыщаются почечным гумусом, образуются трещины усыхания, происходит метаморфизация глеевых горизонтов. На месте компактного гор. G формируется микроагрегированный, обогащенный гумусовой тонкодисперсной массой с гроздьевидными агрегатами горизонт. Меньшая степень подвижности соединений Fe под влиянием осушения делает его структурообразующим агентом наряду с органическим веществом. Появляются микрзоны цементации соединений Fe, натечные формы соединений Fe с гумусом. Формируется новый тип почвы – торфозем агроминеральный.

#### Заключение

В результате исследований торфяно-глеевых почв таежной зоны выявлены особенности дифференциации профилей, отражающие смену климатических периодов в течение голоцена, а также модификация строения почв вследствие агро-мелиоративных мероприятий.

Установлено, что различные стадии эволюции торфяно-глеевых почв маркируются не только ботаническим составом торфа (Алексеева, 1997), но и особенностями мезо-микроморфологии, химико-минералогического состава структурных компонентов генетического профиля. Сделано предположение, что в подзоне северной тайги торфяно-глеевая почва в своем раннем развитии прошла те же этапы, что и глееподзолистая, формирующаяся в аутомофных условиях на рассматриваемой территории. Об этом свидетельствуют структурная организация минеральной части профиля, а также аккумуляции скелетан и глинистых кутан на тех же глубинах, что и в глееподзолистых почвах. В дальнейшем торфонакопление происходило уже на текстурно-дифференцированный профиль. По мере усиления гидроморфизма отмечается стирание черт подзолистого профиля, лучше сохранившихся в нижней части, и наложение признаков наступающего заболачивания. Почвенный хлорит, отчетливо диагностируемый в верхней толще профиля, не обнаружен в глинистых кутанах нижних горизонтов, что свидетельствует об отсутствии современной миграции глин и смене очередных этапов эволюции.

Под влиянием осушения верховой торфяно-глеевой почвы происходит трансформация типа почвообразования в результате развития следующих процессов: 1) биогенной деструкции и гумификации; 2) агрегации и уплотнения сложения; 3) образования ожелезненных с микроконкрециями зон; 4) иллювиальной аккумуляции гумуса.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Пространственно-временные закономерности формирования торфяных почв на европейском северо-востоке России и их трансформации в условиях меняющегося климата и антропогенного воздействия» (Гр. 115020910065).*

#### ЛИТЕРАТУРА

- Агрохимические методы исследования почв. – Москва : Наука, 1975. – 656 с.
- Алексеева, Р. Н. Болота // Республика Коми : энциклопедия : в 3 т. / Р. Н. Алексеева. – Сыктывкар, 1997. – Т. 1. – С. 28–30.
- Горбунов, Н. И. Методы минералогического и микроморфологического изучения почв / Н. И. Горбунов. – Москва, 1971. – 175 с.
- Ефремов, С. П. Запасы углерода в экосистемах болот / С. П. Ефремов, Т. Т. Ефремова, И. В. Мелентьева // Углерод в экосистемах лесов и болот России. – Красноярск, 1994. – С. 128–139.
- Заболачивание среднетаежного моренно-ледникового ландшафта в голоцене (юг Архангельской области) / К. Н. Дьяконов, Т. А. Абрамова, И. П. Серегина, А. П. Безделова // Вестник Московского университета. Серия 5, Геоморфология. – 2008. – № 2. – С. 28–34.
- Зайдельман, Ф. Р. Процесс глееобразования и его роль в формировании почв / Ф. Р. Зайдельман. – Москва : Изд-во МГУ, 1998. – 316 с.
- Каздым, А. А. Изготовление прозрачных почвенных шлифов / А. А. Каздым, С. Н. Седов // Вестник Московского университета. Серия 17, Почвоведение. – 2000. – № 2. – С. 26–29.
- Классификация и диагностика почв России / сост.: Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.
- Нейштадт, М. И. О происхождении позднечетвертичной эпохи (послевалдайской и голоценовой) в СССР и Европе / М. И. Нейштадт. – Москва : Изд-во АН СССР, 1952. – С. 25–39. – (Материалы по четвертичному периоду СССР ; вып. 3).
- Организация, состав и генезис дерново-палево-подзолистой почвы на покровных суглинках: морфологическое исследование / В. О. Таргульян, А. Г. Бирина, А. В. Куликов, Т. А. Соколова, Л. К. Целищева. – Москва : Наука, 1974. – 55 с.

Полевой определитель почв. – Москва : Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. – 182 с.

Пьявченко, Н. И. Бугристые торфяники / Н. И. Пьявченко. – Москва : Изд-во АН СССР, 1955. – 279 с.

Теория и практика химического анализа почв / отв. ред. Л. А. Воробьева. – Москва : ГЕОС, 2006. – 400 с.

Borren, W. Carbonexchangein Western Siberian Watershed mires and implication for the greenhouse effect / W. Borren // Netherlands Geographical Studies 355. – Utrecht, 2007. – 125 p.

## MORPHOGENETIC FEATURES OF PEAT-GLEY SOILS FORMATION IN THE TAIGA ZONE OF THE KOMI REPUBLIC

**G.V. Rusanova, E.G. Kuznetsova, O.V. Shakhtarova**

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

*Summary.* Structure features, evolution stages and genesis dynamics under impact of agro-melioration activities have been revealed for the soils developed in taiga oligotrophic peat mires (Pechora and Vychegda river basins). Mezo-micromorphological structure and chemic-mineralogical composition of structural components of peat-gley soil genetic profile were found to be markers of the Holocene evolution stages as well as the botanical composition of peat.

According to the structural features (placic texture of eluvial part, nuciform-prismatic structure of lower horizons) and sceletans and clay cutans accumulation at the depths as in automorphic gleyic podzolic soils forming in the study area, it is possible to suppose that peaty-gley soils passed through the analogical evolution stages. The podzolic features expressed better in the lower part of the profile were decreased with increased hydromorphism and covered by the features of initiating overlogging.

Soil chlorite, which is clearly diagnosable in upper part of the profile, was not detected in clay cutans of lower horizons that indicates the deficiency of present-day clay migration and shift of the evolution stages. Under the impact of draining oligotrophic peat-gley soil, type soil formation changed as result of: 1) biogenic destruction and humification; 2) aggregation and packing of structure; 3) creation of ferruginized zones with microseparations; 4) illuvial accumulation of humus. New soil type has been also found – agromineral torphozem.

*Key words:* Peat-gley soil, taiga zone, mezo-micromorphology, soil melioration