

## АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.48: 631.44: 631.41  
doi: 10.17223/19988591/38/1

**В.В. Старцев, Е.В. Жангуров, А.А. Дымов**

*Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия*

### **Характеристика почв высотных поясов хребта Яптикнырд (Приполярный Урал)**

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Комплексной программы Уральского отделения РАН № 15-12-4-1 «Разнообразие растительного мира и почвенного покрова ландшафтов, перспективных для включения в состав объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО “Девственные леса Коми”».

Рассмотрены особенности дифференциации почв Приполярного Урала на примере хребта Яптикнырд в зависимости от инверсии высотных растительных поясов, при которой происходит формирование горно-тундрового пояса в нижних частях склонов. Установлено, что особенности почвообразования в пределах исследованного хребта обусловлены фактором высотной поясности, которая служит основной причиной дифференциации растительного и, как следствие, почвенного покрова от подножия до вершин горного хребта. Показано, что в суровых климатических условиях горно-тундрового пояса в верхних и нижних частях мезосклонов формируются торфяно-криоземы (Histic Cryosol (Dystric, Reductaquic)) и подбурь глееватые иллювиально-гумусовые (Stagnic Entic Podzol (Turbic, Skeletic)). Преобладающими почвами, формирующимися под разнотравными луговинами подгольцового пояса, являются дерново-криометаморфические стратифицированные (Haplic Umbrisol (Skeletic)) и серогумусовые почвы (Haplic Leptosol (Skeletic)). Смена растительных сообществ в горно-лесном поясе хребта Яптикнырд происходит от ельников разнотравных, под которыми формируются дерново-криометаморфические глееватые почвы (Stagnic Umbrisol (Skeletic)), до ельников кустарничково-зеленомошных с почвами, диагностируемыми как торфяно-подзолы иллювиально-железистые потечно-гумусовые криометаморфизованные (Histic Podzol (Skeletic)) и подзолы иллювиально-железистые (Albic Podzol (Skeletic)).

**Ключевые слова:** национальный парк «Югыд ва»; горные почвы; многолетняя мерзлота; Cryosol; Podzol; Leptosol; Umbrisol.

### **Введение**

Современным исследованиям почв горных территорий, криолитозоны и северных регионов России уделяется огромное внимание [1]. Почвы

горных областей формируются в особых экологических условиях под влиянием большого комплекса различных факторов: характера рельефа, разнообразия почвообразующих пород, различий в гидротермическом режиме, перепадов высот. Дифференциация экосистем и почвенного покрова в горах определяется законом высотной поясности. Большинство ученых [2, 3] выделяют высотный пояс в самостоятельную ландшафтную единицу, которая обуславливает особенности дифференциации растительного и почвенного покрова. Каждому высотному поясу соответствует определенный преобладающий тип растительности, границы которого позволяют индифицировать и границы пояса. Распределение высотных поясов Уральских гор, по данным [4], можно представить в виде классической схемы (снизу вверх): а) горно-лесной; б) подгольцовый; в) горно-тундровый; г) холодных гольцовых пустынь. Однако отмечаются случаи нарушения распределения растительных поясов. Явление обратного расположения горных поясов получило название «инверсия» [5]. Для большинства горных территорий, таких как Полярный и Северный Урал, Хибинские горы, характерно «классическое» распределение высотных поясов [6–11], явления инверсии не наблюдается.

Территория Приполярного Урала благодаря огромным размерам, сложному расчлененному ландшафту характеризуется значительным разнообразием наземных и водных экосистем [12, 13]. Для Приполярного Урала также характерно явление высотной поясности [14]. Однако отличительной чертой хребтов западного макросклона Приполярного Урала является инверсия высотных поясов [15]. Это проявляется в формировании горно-тундрового пояса и почв, характерных для него, не только на вершинах (выше 600 м над ур. м.), но и ниже горно-лесного пояса (до высот 450–500 м над ур. м.). Проведенные исследования [16–19] позволили выявить высокое разнообразие почв исследуемой горной территории. Однако остаются неизученными проблемы генезиса, географии и классификации почв в зависимости от распределения растительности в пределах различных горных поясов. Работы по изучению закономерностей высотно-поясного распределения почв Приполярного Урала носят единичный характер [20, 21].

Цель работы – изучение особенностей формирования почв в высотно-поясном градиенте Приполярного Урала на примере хребта Яптикнырд.

### Материалы и методики исследования

Исследования проводили на территории национального парка «Югыд ва» в северной части Приполярного Урала (63°59' с. ш., 59°13' в. д.). Объекты исследования – 7 почвенных разрезов – расположены на склоне восточной экспозиции хребта Яптикнырд, где был заложен эколого-топологический профиль (катена) протяженностью 5 км (рис. 1). По профилю происходит смена растительных сообществ, которые представлены горными мохово-лишайниковыми тундрами, луговинами, ельниками разнотравными и мохо-

во-кустарничковыми (рис. 2, 3). Почвообразующими породами хребта Яп-тикнырд служат элювий и элюво-делювий горных пород, представленных преимущественно метаморфическими сланцами и кварцито-песчаниками.

Согласно ботанико-географическому районированию территория исследования относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западносибирской провинции Евразийской таежной области [22]. Согласно почвенно-экологическому районированию [23] исследуемый район входит в Северо-Уральскую горную почвенную провинцию. Климат Приполярного Урала резко континентальный, суровый, с длительной морозной зимой и коротким прохладным летом. Среднегодовая температура воздуха равна  $-3,2^{\circ}\text{C}$ , абсолютные минимальная и максимальная температуры составляют  $-55^{\circ}\text{C}$  (январь) и  $30^{\circ}\text{C}$  (июль) соответственно [24]. Приполярный Урал является южной границей криолитозоны [25], и почвы исследуемой территории в значительной степени формируются под влиянием криогенного фактора и относятся к очень холодному подтипу длительно сезоннопромерзающего типа [26].

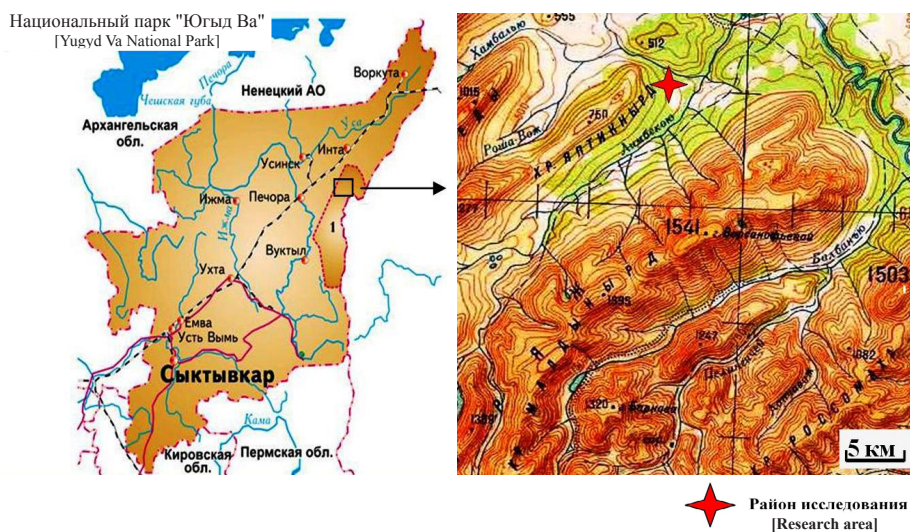
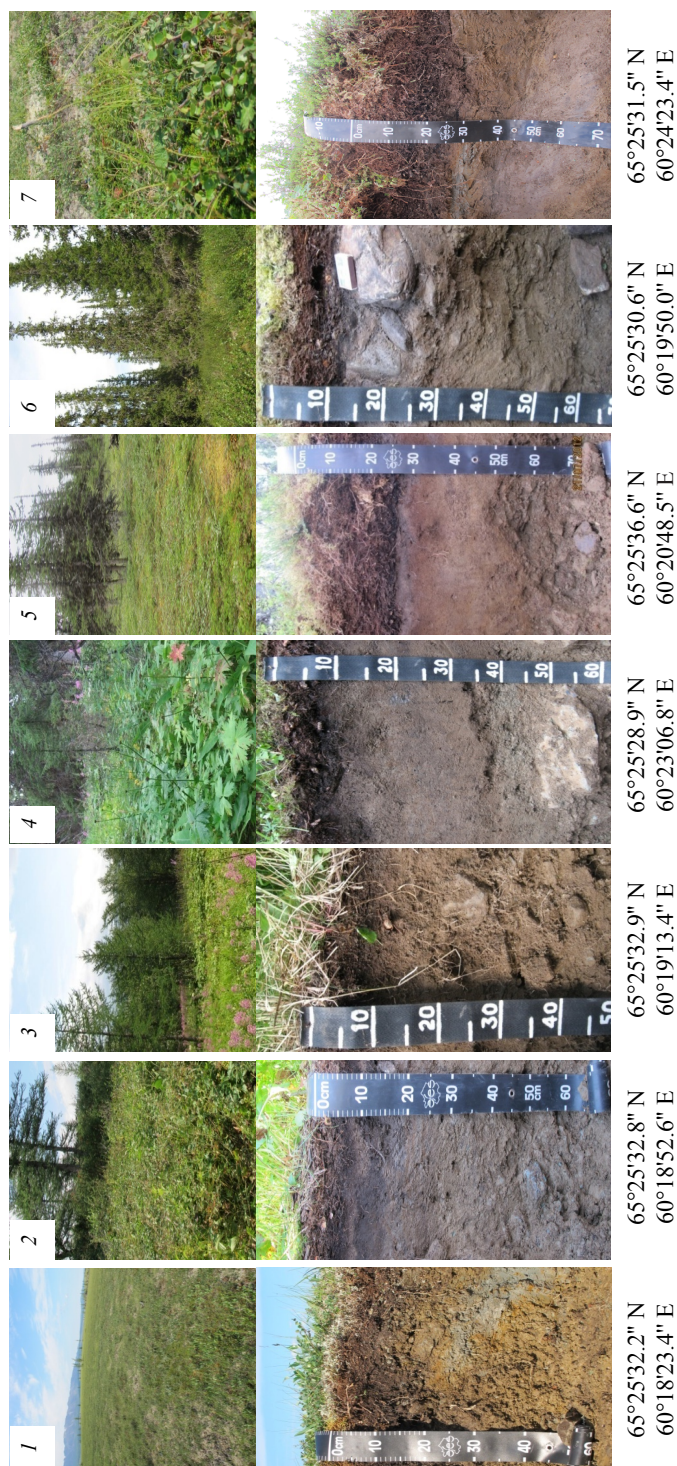


Рис. 1. Расположение объектов исследования  
[Fig. 1. The location of research objects]

Диагностику и классификационное положение почв проводили в соответствии с полевым определителем почв России [27] и системой классификации WRB [28]. Органогенные горизонты разделяли на подгоризонты O(L), O(F), O(H) в зависимости от степени разложения растительных остатков. Для исследованных почв определяли основные физико-химические параметры: кислотность, валовое содержание углерода, азота, обменные формы кальция и магния, содержание железа и алюминия.





**Рис. 2.** Растительные сообщества и соответствующие им почвы: 1 – подбур глееватый иллювиально-гумусовый (P-80); 2 – дерново-криометаморфическая стратифицированная (P-89); 3 – серогумусовая (P-90); 4 – дерново-криометаморфическая глееватая (P-93); 5 – торфяно-подзол иллювиально-железистый потечно-гумусовый криометаморфизованный (P-91); 6 – подзол иллювиально-железистый (P-92); 7 – торфяно-криозем (P-81). Авторы фото: 1, 2 – А.А. Дымов; 3, 4, 6 – Е.В. Жангуров; 5, 7 – В.В. Старцев.

[Fig. 2. A general view and structure of the studied soils: 1 - Stagnic Entic Podzol (Turbic, Skeletic) (P-80); 2 - Haplic Umbrisol (Skeletic) (P-89); 3 - Haplic Leptosol (Skeletic) (P-90); 4 - Stagnic Umbrisol (Skeletic) (P-93); 5 - Histic Podzol (Skeletic) (P-91); 6 - Albic Podzol (Skeletic) (P-92); 7 - Histic Cryosol (Dystic, Reductaquic) (P-81). Authors of photos: 1, 2 - AA Dymov; 3, 4, 6 - EV Zhangurov; 5, 7 - VV Startsev]

Содержание углерода и азота определяли на элементном анализаторе EA-1110 (Carlo Erba, Италия) [29] в ЦКП «Хроматография» Института биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар). Степень насыщенности почвы основаниями определяли как отношение суммы обменных катионов к сумме тех же катионов и величины гидролитической кислотности, умноженное на 100%. Определение гидролитической кислотности – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212–91 Почвы). Содержание железа и алюминия, растворимых в кислом растворе оксалата аммония, проводили методом атомно-эмиссионной спектрометрии. Для извлечения из почвы несиликатных соединений железа вне зависимости от степени окристаллизованности использовали метод Мера–Джексона [30]. Определение pH – потенциометрически со стеклянным электродом (Аквилон И-500, Россия) с соотношением почва : раствор (для органогенных горизонтов – 1:25, для минеральных – 1:2,5). Гранулометрический состав определяли по методу Качинского [31]. Для определения цвета генетических горизонтов использовали шкалу Манселла [32].

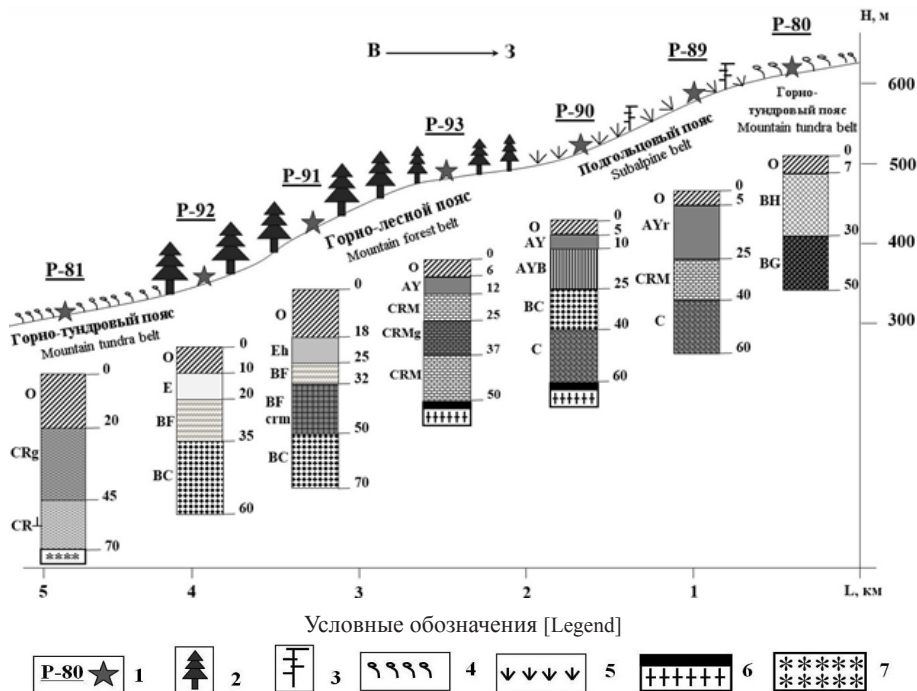


Рис. 3. Эколого-топологический почвенный профиль хребта Яптикнырд:

$L$  – протяженность склона,  $H$  – высота над уровнем моря. 1 – номер почвенного разреза; 2 – ель; 3 – лиственница; 4 – кустарничково-мохово-лишайниковая тундра;

5 – горные луговины; 6 – подстиление массивными плитами горных пород;

7 – подстиление многолетнемерзлыми породами

[Fig. 3. Ecological and topological profile of soils of the Yaptiknyrd ridge:  $L$  - The length of the slope,  $H$  - Altitude above sea level: 1 - Soil pit; 2 - Spruce; 3 - Larch;

4 - Shrub-moss-lichen tundra; 5 - Mountain meadow; 6 - Rock; 7 - Permafrost]

## Результаты исследования и обсуждение

В данной публикации мы рассматриваем почвы, формирующиеся в горно-лесном, подгольцовом и горно-тундровом поясах хребта Яптикнырд.

**Горно-тундровый пояс верхней части макросклона.** В рассматриваемой макрокатене самый верхний почвенный разрез расположен на высоте 620 м над ур. м. (65°25'32.2" с. ш., 60°18'23.4" в. д.) в горной кустарничково-лишайниковой тундре мелкобугорковато-пятнистым микрорельефом. Пятна-медальоны занимают около 5% от площади. В растительном покрове встречаются осока, карликовая березка, голубика, различные лишайники. В данных условиях формируется подбур глееватый иллювиально-гумусовый (Р-80). Формула профиля: O(L) (0–3 см) – O(F) (3–7(10) см) – ВН (7(10)–20(30) см) – ВG (20(30)–50 см). Под органогенным горизонтом формируется темно-серый (2,5 Y 4/2 по Манселлу) иллювиально-гумусовый горизонт ВН. В горизонте обильно встречаются обломки коренных пород с размером от 5 до 50 см, доля породы составляет 30–40% общего объема горизонта. Глеевый горизонт ВG имеет желтовато-бурый цвет и (2,5Y 7/4) тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Горизонт бесструктурный, влажный, содержание горной породы достигает 50%.

По физико-химическим показателям (табл. 1) подбур характеризуется кислой реакцией среды, с глубиной показатели кислотности снижаются.

Значение рН водной вытяжки варьирует от 4,5 в органогенных до 5,7 в нижнем глеевом горизонте. В составе обменных катионов преобладает  $\text{Ca}^{2+}$ . Наиболее высокие показатели биогенного накопления обменных оснований выявлены в среднеразложившемся подстилочном горизонте O(F). Степень насыщенности основаниями увеличивается с глубиной, в минеральных горизонтах показатель достигает 67%, что говорит о средней насыщенности основаниями данного типа почв. Наблюдается некоторое увеличение содержания оксалаторастворимых форм железа и алюминия в верхних минеральных горизонтах, содержание дитиониторастворимого железа возрастает с глубиной. Максимальное накопление углерода (41%) и азота (1,15%) характерно для органогенных горизонтов. В минеральных горизонтах наблюдается их значительное уменьшение. Показатель отношения C : N варьирует от 46 в подстилке до 14 в нижних минеральных горизонтах, что свидетельствует о низкой обеспеченности почвы азотом [33]. По гранулометрическому составу наблюдается резкое возрастание фракции физической глины в нижнем минеральном горизонте (табл. 2).

Анализ литературы свидетельствует о том, что ареал распространения подбуров, которые встречаются в холодных гумидных областях, очень широк и затрагивает горные тундры, подгольцовые редколесья, верхнюю часть горно-таежного пояса [34–38]. На Приполярном Урале подбуры изучены в горно-лесном и горно-тундровом поясах [15].

Т а б л и ц а 1 [Table 1]

**Физико-химические свойства исследуемых почв**  
**[Physical and chemical properties of the researched soils]**

Гори- зонг [Horizon]	Глубина, см [Depth, cm]	Цвет [Color]	pH		Hr	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	V	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		C	N	C/N
			H <sub>2</sub> O								Джексон [Accord- ing to Jackson]				
			KCl	смоль/кг [сmol/kg]											
												% мас. [% mas]			
Горно-тундровый пояс [Mountain tundra belt]															
Подбур глееватый иллювиально-гумусовый (P-80) [Stagnic Entic Podzol (Turbic, Skeletic)]															
O(L)	0-3	—	4,5	3,5	43,0	16,1±1,2	3,4±0,26	31	—	—	—	—	41,0±1,3	1,05±0,19	46
O(F)	3-7(10)	—	5,0	4,1	35,0	27,4±2,1	2,7±0,20	46	—	—	—	—	29,3±0,9	1,15±0,21	30
BH	7(10)-20(30)	2,5Y 4/2	5,4	4,2	10,0	18,7±1,4	1,4±0,14	67	1,00±0,15	0,6±0,14	1,14	1,14	8,0±1,4	0,55±0,10	17
BG	20(30)-50	2,5Y 7/4	5,7	4,2	5,1	7,0±0,5	0,9±0,09	60	0,81±0,12	0,5±0,12	1,17	1,17	1,3±0,2	0,11±0,02	14
Подзолковый пояс [Subalpine belt]															
Дерново-криогетаморфическая стратифицированная (P-89) [Haplic Umbrisol (Skeletic)]															
O(L)	0-1	—	5,9	5,3	31,0	88,0±7,0	6,2±0,5	75	—	—	—	—	36,3±1,2	2,00±0,40	21
O(F+H)	1-5	—	5,7	5,1	31,0	107,0±8,0	3,3±0,25	78	—	—	—	—	38,7±1,2	2,00±0,40	23
AYr	5-25	2,5Y 3/2	5,8	4,5	9,6	30,6±2,3	0,8±0,08	77	1,13±0,17	0,92±0,22	1,29	1,29	8,2±1,5	0,73±0,13	13
CRM	25-40	2,5Y 7/2	6,2	4,5	3,4	12,6±0,9	0,5±0,05	79	0,59±0,09	0,34±0,08	1,03	1,03	0,8±0,2	0,11±0,02	9
C	40-60	2,5Y 6/3	6,2	4,5	3,1	15,3±1,2	0,6±0,06	84	0,54±0,08	0,35±0,08	0,98	0,98	0,8±0,2	0,10±0,03	9
Серогумусовая (P-90) [Haplic Leprosol (Skeletic)]															
O	0-5	—	5,6	5,1	30,0	38,7±2,9	1,8±0,18	57	—	—	—	—	38,6±1,2	1,70±0,30	26
AY	5-10	2,5Y 5/2	5,1	3,8	11,0	15,4±1,2	0,8±0,08	61	0,66±0,10	0,4±0,10	0,92	0,92	5,6±1,0	0,67±0,12	10
AYB	10-25	2,5 Y 6/3	5,3	3,8	7,9	5,5±0,4	0,3±0,03	42	0,85±0,13	0,42±0,10	1,31	1,31	1,9±0,3	0,28±0,05	8
BC	25-40	2,5Y 5/2	5,5	4,0	5,5	7,0±0,5	0,5±0,05	58	0,63±0,09	0,39±0,09	1,01	1,01	2,5±0,4	0,39±0,07	7
C	40-60	2,5 Y 6/3	5,6	4,0	4,5	4,4±0,3	0,2±0,02	51	0,39±0,09	0,32±0,08	0,85	0,85	0,7±0,15	0,21±0,04	4
Горно-лесной пояс [Mountain forest belt]															
Дерново-криогетаморфическая глееватая (P-93) [Stagnic Umbrisol (Skeletic)]															
O	0-6	—	5,1	4,7	36,0	86±6	4,6±0,30	72	—	—	—	—	33,0±1,1	1,70±0,30	23
AY	6-12(15)	2,5Y 5/2	5,2	3,9	11,0	21,9±1,6	1,1±0,11	68	0,96±0,14	0,54±0,13	1,28	1,28	4,2±0,8	0,37±0,06	13
CRM	12(15)-25	2,5Y 5/4	5,5	3,9	7,4	15,2±1,1	1,2±0,12	69	1,040,16±	0,45±0,11	1,40	1,40	1,9±0,3	0,19±0,03	12
CRMg	25-37	2,5 Y 6/3	5,5	4,0	7,4	7,9±0,6	0,7±0,07	54	0,98±0,15	0,52±0,12	1,34	1,34	1,7±0,3	0,17±0,03	12
CRM	37-50	2,5 Y 6/4	5,6	4,0	4,0	7,2±0,5	0,7±0,07	67	0,56±0,08	0,28±0,07	0,93	0,93	0,6±0,13	0,06±0,04	12



Окончание табл. 1 [Table 1 (end)]

Гори- зонт [Horizon]	Глубина, см [Depth, cm]	Цвет [Color]	pH		Hr	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	V	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Джексон [Accord- ing to Jackson]	C	N	C/N
			H <sub>2</sub> O KCl											
			% мас. [% mas]											
Торфяно-подзол иллювиально-железистый потенно-гумусовый криометаморфизованный (P-91) [Histic Podzol (Skeletal)]														
O(L)	0-7(10)	—	4,4	3,5	36,0	13,90±1,0	3,8±0,29	33	—	—	—	28,2±0,9	0,72±0,13	46
O(F)	7(10)-16	—	4,0	3,0	62,0	24,70±1,8	3,0±0,22	31	—	—	—	44,2±1,4	1,05±0,19	49
O(H)	16-18	—	4,0	3,1	66,0	23,60±1,8	2,6±0,19	28	—	—	—	39,5±1,3	1,14±0,20	40
Eh	18-25	10 YR6/2	4,1	3,1	16,0	2,70±0,2	0,4±0,04	17	0,56±0,13	0,49±0,12	0,84	3,5±0,6	0,23±0,04	18
BF	25-32	10 YR6/4	4,4	3,5	17,0	2,18±0,2	0,4±0,04	13	1,67±0,40	0,76±0,18	2,05	2,6±0,5	0,18±0,03	17
BF <sup>erm</sup>	32-50	2,5 Y 6/4	4,6	3,7	14,0	1,57±0,1	0,7±0,07	14	1,33±0,32	0,95±0,23	1,95	1,2±0,2	0,08±0,02	17
BC	50-70	2,5 Y 6/4	—	—	—	—	—	—	0,21±0,05	0,22±0,05	0,83	0,9±0,2	0,08±0,02	13
Подзол иллювиально-железистый (P-92) [Albic Podzol (Skeletal)]														
O(L)	0-5	—	4,3	3,6	41,0	17,30±1,3	5,1±0,40	35	—	—	—	43,4±1,4	1,13±0,20	45
O(F)	5-8	—	4,5	3,5	49,0	27,60±2,1	4,9±0,40	40	—	—	—	47,3±1,5	1,80±0,30	31
O(H)	8-10	—	4,5	3,6	53,0	26,80±2,0	4,5±0,30	37	—	—	—	37,8±1,2	2,00±0,40	22
E	10-20	10 YR6/3	5,1	3,3	7,9	6,90±0,5	2,6±0,19	54	0,24±0,06	0,22±0,05	0,46	2,1±0,4	0,16±0,03	15
BF	20-35	2,5 Y 6/4	5,3	3,8	3,6	2,86±0,3	1,4±0,14	54	0,28±0,07	0,11±0,03	0,71	0,7±0,2	0,06±0,02	13
BC	35-60	2,5 Y 6/3	5,5	4,0	4,1	2,81±0,3	1,7±0,17	52	0,22±0,05	0,23±0,06	0,83	0,5±0,1	0,04±0,01	14
Горно-тундровый пояс [Mountain tundra belt]														
Торфяно-криозем (P-81) [Histic Cryosol (Dystric, Reductaque)]														
O	0-7	—	4,4	3,4	49,2	13,7±1,0	8,20±0,60	31	—	—	—	40,9±1,3	1,03±0,19	46
T1	7-15	—	3,3	3,9	—	15,2±1,4	5,70±0,42	—	—	—	—	43,0±1,4	1,22±0,22	41
T2	15-20(30)	—	4,2	3,4	38,4	7,0±0,5	3,06±0,23	21	0,78±0,12	0,72±0,17	1,36	21,4±0,7	0,94±0,17	27
CR <sub>g</sub>	20(30)-45	2,5 Y 6/4	3,5	4,2	—	2,2±0,2	1,00±0,10	—	—	—	—	4,4±0,8	0,18±0,03	29
CR <sub>l</sub>	45-70	2,5 Y 6/3	5,0	3,6	12,5	3,7±0,3	2,23±0,17	32	1,19±0,18	0,67±0,16	0,89	1,1±0,2	0,07±0,02	18

Примечание. Цвет определяли по шкале Манселла в сухом состоянии; Hr – гидrolитическая кислотность; V – степень насыщенности основаниями; прочерк – не определяли, нет данных.

[Note. Color - according to the Munsell scale in the dry state; Hr - Hydrolytic acidity; V - Base saturation; the dash - not determined, no data].



Т а б л и ц а 2 [Table 2]

**Гранулометрический состав исследованных почв**  
[Texture of the researched soils]

Горизонт [Horizon]	Глуби- на, см [Depth, cm]	Размер механических фракций, мм и их содержание, % [The size of mechanical fractions, mm and their content, %]						Сумма частиц [Sum of particles] [Sum of
-----------------------	---------------------------------	--	--	--	--	--	--	---

Примечание. Прочерк – нет данных.

[Note. The dash - no data].

**Подгольцовый пояс.** Нижняя граница распространения подгольцового пояса на Приполярье Урале располагается на высоте 500 м над ур. м. В подгольцовом поясе преобладают разнотравные луга, формирующиеся

на склонах восточной и южной экспозиций по межгорным седловинам и ложбинам стока. Горные луга занимают незначительные пространства, в которых основную фитоценоотическую роль играют злаки и разнотравье [39]. На склоне крутизной 7–10° на высоте 600 м над ур. м. (65°25'32.8" с. ш., 60°18'52.6" в. д.) формируется *дерново-криометаморфическая стратифицированная почва* (Р-89). Формула профиля: O(L) (0–1 см) – O(F+H) (1–5 см) – АУг (5–25 см) – CRM (25–40 см) – С (40–60 см). Подстилочный горизонт достигает мощности 5 см, под ним формируется стратифицированный серогумусовый горизонт АУг – темно-серый (2,5Y 5/2) слабооструктуренный легкий суглинок, пронизан корнями разнотравья. Горизонт характеризуется наличием наносного негумусированного природного минерального материала, который разделяет серогумусовый горизонт на две части, что, вероятно, связано со склоновыми процессами. Именно разнотравная растительность, почвенная биота и роющая деятельность мелких млекопитающих горных луговых сообществ [40] могут способствовать формированию серогумусового горизонта. Формирующийся ниже горизонт CRM – серо-бурый (2,5Y 7/2) средний суглинок, характеризуется пластинчато-плитчато-ореховатой структурой, что позволяет диагностировать тип почвы как криометаморфический. Формирование горизонта CRM в суровых климатических условиях Приполярного Урала [41], вероятно, связано с процессами многократного промерзания и оттаивания минеральных горизонтов. Горизонт С – буровато-желтый (2,5Y 6/3) средний суглинок, слабо-оструктурен, имеет близкое подстиление плотными породами. Доля породы увеличивается от 15% в верхней части почвенного профиля до 70% общего объема в горизонте С.

Органогенный горизонт наиболее кислый. Показатель рН минеральных горизонтов характеризуется плавным увеличением с глубиной до близких к нейтральным значениям (до 6,2). Показатель гидролитической кислотности резко уменьшается от органогенных к минеральным горизонтам. Почва имеет высокую степень насыщенности основаниями – до 84% в нижнем минеральном горизонте С. Наиболее высокие концентрации содержания обменных  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  характерны для органогенных горизонтов. Максимальное содержание как оксалаторастворимой, так и дитиониторастворимой формы железа и алюминия, углерода и азота наблюдается для серогумусового горизонта АУг. Концентрации углерода в подстилке достигали 38,7%, азота – 2,0%, в минеральных горизонтах углерода – 8,2%, азота – 0,73%. Отношение С : N в минеральной части профиля уменьшается от 13 до 9. Почва развивается на средних суглинках, вниз по профилю наблюдается увеличение содержания илистой фракции. Схожие закономерности отмечены для почв подгольцового пояса, развивающихся в луговых экотонах Северного Урала [11, 42, 43].

На пологом склоне 3–5° на высоте 540 м над ур. м. (65°25'32.9" с. ш., 60°19'13.4" в. д.) под разнотравной луговой растительностью формируется *серогумусовая почва* (Р-90). Формула профиля: О (0–5 см) – АУ (5–10 см) – АУВ (10–25 см) – ВС (25–40 см) – С (40–60 см). Органогенный горизонт

представлен хорошо разложившейся оторфованной подстилкой с остатками сухой травы на поверхности. Под ним формируется маломощный серогумусовый горизонт АУ – коричневато-серый (2,5Y 5/2) легкий суглинок с примесью хорошо разложившихся остатков подстилки в верхней части. Срединный горизонт АУВ является переходным в профиле, представляет собой желтовато-светло-коричневый (2,5Y 6/3) легкий суглинок, имеет слабовыраженную мелкокомковатую структуру. Переход к нижним горизонтам ВС и С ясный по изменению окраски и увеличению щебнистости. Содержание обломков горных пород увеличивается от 60% на глубине 20 см до 90% на глубине 60 см. С глубины 60 см идет резкое подстилание массивными плитчатыми обломками горных пород.

Почва слабокислая, значения рН слабо дифференцированы по профилю. Почва слабонасыщена основаниями, содержание  $\text{Ca}^{2+}$  убывает вниз по профилю от 38,7 до 4,4, содержание  $\text{Mg}^{2+}$  – от 1,8 до 0,2. Максимальное содержание оксалато- и дитиониторастворимых форм железа приурочено к переходному минеральному горизонту АУВ. Накопление несиликатных форм железа в почве идет по элювиально-иллювиальному типу. Содержание оксалаторастворимой формы алюминия не дифференцировано по профилю. Распределение углерода и азота в профиле почвы носит регрессивно-аккумулятивный характер. Органогенный горизонт содержит максимальные концентрации углерода и азота, значительно снижающиеся в минеральных горизонтах. Органическое вещество минеральных горизонтов обогащено азотом – отношение С : N снижается в минеральной части профиля с 10 до 4 единиц. В гранулометрическом составе мелкозема максимальное содержание имеет крупнопылеватая фракция, убывающая вниз по профилю. Распределение илистой фракции хорошо коррелирует с профильным распределением оксалато- и дитиониторастворимых форм железа с максимальным содержанием в переходных горизонтах. Аналогичные показатели характерны для серогумусовых почв, развивающихся под горными луговыми сообществами, и горно-луговых дерновых почв, формирующихся под разнотравно-злаковой растительностью в подгольцовом поясе хребтов Мань-пупунер и Печерья-Талыхчах Северного Урала [43, 44].

**Горно-лесной пояс** имеет самую большую протяженность на исследованном хребте, которая составляет почти 3 км. Перепад высот от верхней границы (540 м над ур. м.) пояса к нижней (340 м над ур. м.) около 200 м. Значительные пространства в верхней части горно-лесного пояса хребта Яп-тикнырд занимают ельники разнотравные, почвы которых охарактеризованы разрезом Р-93, заложенным на очень пологом склоне крутизной 2–3° (500 м над ур. м., 65°25'28.9" с. ш., 60°23'06.8" в. д.) и вскрывшим *дерново-криометаморфическую глееватую* почву (Р-93). Формула профиля: О (0–6 см) – АУ (6–12(15) см) – CRM (12(15)–25 см) – CRMg (25–37 см) – CRM (37–50 см). Органогенный горизонт в нижней части является грубогумусированным (смесь органических остатков разной степени разложения с минеральными

компонентами). Морфологическим признаком, который позволят отнести почву к типу криометаморфических, является наличие в профиле нескольких хорошо выраженных модификаций криометаморфического горизонта. Это говорит о влиянии криогенного фактора не только на почвы горно-тундрового пояса, где складываются более холодные микроклиматические условия [41], но и на почвы, формирующиеся под пологом древесной растительности. В верхней части горизонт CRM – желтовато-коричневый (2,5Y 5/4) тяжелый суглинок, имеет рассыпчатую тонкоплитчатую структуру, структурные отдельности которой имеют длину 5–7 мм и толщину 2–3 мм. Ниже формируется горизонт CRMg – желтовато-коричневый тяжелый суглинок (2,5Y 6/3) с четко выраженными морфологическими признаками оглеения в виде серо-сизых пятен с ржавыми потеками. Горизонт имеет отчетливо выраженную многопорядковую плитчатую структуру: плитки толщиной 5–8 мм рассыпаются на более тонкие плитки до 2–4 мм. Самый нижний горизонт CRM – коричневатого-бурый (2,5Y 6/4) плотный средний суглинок, с глубины 50 см подстилаемый массивной плитой горных пород.

Почва отличается кислой реакцией среды с незначительным уменьшением вниз по профилю (рН 5,1–5,6), низким содержанием обменных оснований  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в минеральных горизонтах. Содержание оксалато- и дитиониторастворимых форм железа имеет элювиально-иллювиальный тип распределения по профилю почвы. Максимальным накоплением характеризуется верхний минеральный горизонт CRM. Распределение алюминия носит аккумулятивный характер с плавным убыванием вниз по профилю. Максимальные концентрации углерода (33,0%) и азота (1,70%) выявлены в подстилке. Минеральные горизонты содержат значительно меньше углерода и азота. Величины отношения C : N в срединных минеральных горизонтах (12–13) свидетельствуют о средней обеспеченности гумуса азотом. Профиль почвы формируется на тяжелосуглинистых отложениях, в гранулометрическом составе максимальное содержание имеют крупнопылеватая и илистая фракции с равномерным убыванием вниз по профилю.

Согласно литературным данным в горно-лесном поясе низкогорий Приполярного Урала в формировании почв огромная роль также принадлежит процессу подзолообразования, что приводит к большому разнообразию почв данного типа. Учитывая, что решающая роль в формировании почвенного профиля принадлежит иллювиированию железа, следует рассматривать горные подзолы Приполярного Урала как иллювиально-железистые, а с учетом особенностей гумуса – как потечно-гумусовые [17]. В средней части горно-лесного пояса исследованной катены на склоне крутизной 3–5° формируется ельник кустарничково-зеленомошный. Благодаря наличию большого количества старых и упавших деревьев, приствольным микровозвышениям у корней деревьев хорошо выражен микрорельеф. В данных условиях формируется *торфяно-подзол иллювиально-железистый потечно-гумусовый криометаморфизованный* (Р-91). Координаты: 65°25'36.6" с. ш., 60°20'48.5" в. д. Фор-

мула профиля: O(L) (0–7(10) см) – O(F) (7(10)–16 см) – O(H) (16–18 см) – Eh (18–25 см) – BF (25–32 см) – BF<sub>сгм</sub> (32–50 см) – BC (50–70 см). Почва обладает хорошо выраженной дифференциацией на генетические горизонты. Профиль почвы формируется под мощным органогенным торфянистым горизонтом (18 см), состоящим из нескольких подгорizonтов разной степени разложения, густо пронизан корнями кустарничков, единично встречаются угли и гифы грибов. Верхний минеральный подзолистый горизонт Eh пропитан потечным гумусом, вследствие чего имеет более темную окраску (10YR 6/2). Явление потечности гумуса широко распространено в горных почвах, особенно холодных областей. Горизонт BF – темно-бурый (2,5Y 6/4) средний суглинок, обладает мелко-икряной структурой, встречаются характерные ржавые прослойки. Формирующийся ниже горизонт BF<sub>сгм</sub> – желтовато-бурый, обладает непрочной криометаморфической плитчато-мелкоореховатой структурой, обильно щебнист (доля породы 10%), переход к нижнему минеральному горизонту постепенный по увеличению доли породы и уменьшению оструктуренности.

Горизонты кислые, наиболее кислыми являются подгорizonты O(L) и O(H), с глубиной показателя pH увеличиваются (4,0–4,6). Распределение обменных оснований, C и N по профилю происходит по регрессивно-аккумулятивному типу с максимальными концентрациями в органогенных горизонтах и резким убыванием в минеральных. Высокие показатели соотношения C : N в минеральных горизонтах (13–18) говорят о низкой интенсивности обогащения гумуса почвы азотом. Максимальное аккумулялирование оксалато- и дитиониторастворимых форм железа и алюминия происходит в горизонтах BF и BF<sub>сгм</sub>. По гранулометрическому составу можно сказать, что почва формируется на средних / тяжелых суглинках. В профиле преобладают крупнопылеватая и илистая фракции. Наибольшее содержание фракции ила и физической глины приходится на иллювиально-железистые горизонты BF и BF<sub>сгм</sub> (40–49%). Схожие закономерности физико-химических свойств характерны для подзолов иллювиально-железисто-гумусовых глинисто-иллювирированных потечно-гумусовых, встречающихся на Полярном Урале [7].

*Подзол иллювиально-железистый* (Р-92) развивается в ельнике кустарничково-зеленомошном на высоте 340 м над ур. м. (65°25'30.6" с. ш., 60°19'50.0" в. д.) Формула профиля: O(L) (0–5 см) – O(F) (5–8 см) – O(H) (8–10 см) – E (10–20 см) – BF (20–35 см) – BC (35–60 см). Морфологически профиль почвы хорошо дифференцирован на генетические горизонты. Подстилка мощностью 10 см делится на несколько подгорizonтов с разной степенью разложения растительных остатков от свежего мохового очеса до хорошо разложившегося органического материала. Ниже формируется подзолистый горизонт E – серовато-белесый, супесчано-легкосуглинистый, бесструктурный, имеет включения хорошо окатанных валунов размером 5–15 см. Почвы характеризуются морфологически и аналитически выраженной иллювиальной аккумуляцией алюмо-железо-гумусовых соединений, формирующих специфический хемогенный Al-Fe-гумусовый горизонт [45].



Данный тип почвы характеризуется выносом соединений железа и аккумулярованием его оксалато- и дитионитрастворимых форм в иллювиально-железистом горизонте BF. Почва кислая, pH органогенных горизонтов 4,3–4,5. Минеральные горизонты менее кислые – 5,1–5,5. Максимальным накоплением обменных оснований  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и общего углерода характеризуется срединный среднеразложившийся подгоризонт подстилки. В минеральных горизонтах содержание элементов значительно снижается. Отношение C : N по профилю почвы и его высокие значения (14–16) в минеральных горизонтах указывают на низкую обеспеченность гумуса азотом, что свойственно почвам, формирующимся в лесных экосистемах. Почва формируется на сильно опесчаненных легкосуглинистых породах, илистая и фракция физической глины в профиле имеют неравномерное распределение с минимальным содержанием в горизонте BF. Полученные морфологические и физико-химические данные согласуются с аналогичными подзолами Приполярного Урала [46], исследованными ранее, а также подзолами горно-лесного пояса Хибин [6, 47].

**Горно-тундровый пояс нижней части макросклона.** Формирование горно-тундрового пояса в нижних частях макросклонов может быть обусловлено близким к поверхности залеганием многолетней мерзлоты, которая не дает развиваться древесным породам. Проведенные ранее исследования в горно-тундровом поясе Приполярного Урала, подстилающем горно-лесной [20, 41], показали, что в условиях близкого залегания мерзлотного водоупора (35–45 см) формируются глееземы мерзлотные и торфяно-глееземы мерзлотные [20, 21].

В нижней части склона хребта Яптикнырд на высоте 320 м над ур. м. (65°25'31.5" с. ш., 60°24'23.4" в. д.) преобладает мохово-кустарничковая растительность. Хорошо выражен криогенный мелкокочковатый микрорельеф в сочетании с пятнами-медальонами. Пологий склон, застойное увлажнение, близкое подстилание многолетнемерзлых пород данного участка создают условия для формирования *торфяно-криозема* (P-81). Формула профиля: O (0–7) – T1 (7–15) – T2 (15–20(30)) – CRg (20(30)–45) – CR<sup>⊥</sup> (45–70). Органогенный горизонт имеет мощность до 20 см и стратифицирован на подгоризонты разной степени разложения. Формирующийся ниже горизонт CRg – бесструктурный средний суглинок, слегка тиксотропен и имеет признаки оглеения в виде серо-сизых пятен, пронизан корнями. Горизонт CR<sup>⊥</sup> представляет собой серо-бурую бесструктурную минеральную массу среднесуглинистого гранулометрического состава. Горизонт мерзлотный, очень плотный, холодный. Интересной особенностью является полное отсутствие в тайой части почвенного профиля щепнистого крупнозема.

Почва слабокислая, характерно неравномерное распределение кислотности с глубиной. Содержание  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  плавно убывает по профилю почвы до глубины 45 см, где происходит некоторое увеличение концентрации обменных оснований, что характерно для почв, подстилаемых многолетнемерзлыми породами. Почва формируется на сильноопесчаненных средних

суглинках. В гранулометрическом составе нижнего мерзлого минерального горизонта преобладают мелкопесчаная и илистая фракции. Распределение углерода и азота носит плавный аккумулятивный характер. Максимально высокие концентрации углерода – 43,0 и азота – 1,22% содержатся в органическом горизонте, в минеральных существенно меньше: углерод – 4,4, азот – 0,18%. Органическое вещество слабо обогащено азотом – отношение  $C : N$  в минеральных горизонтах составляет 18–29, что говорит о низкой интенсивности биологического круговорота.

Исследование этих почв в уникальных условиях инверсии горных растительных поясов с близким залеганием многолетней мерзлоты, вероятно, может позволить использовать их как индикатор глобальных изменений, связанных с потеплением климата планеты.

### **Заключение**

Формирование почв исследуемой территории определяется влиянием фактора высотной поясности, характеризующего смену растительных сообществ от вершины до подножия хребта, фактора инверсии горных поясов, обусловленного близким подстиланием многолетнемерзлых пород в нижней части макросклона, что связано с эффектом конвективного выхолаживания долин, суровым климатом Приполярного Урала, в котором формируются почвы с морфологически выраженными признаками криогенеза различной интенсивности.

В горно-тундровом поясе верхней части макросклона под мохово-кустарничково-лишайниковым растительным покровом формируются подбурь глееватые иллювиально-гумусовые. Развивающиеся под разнотравными лугами подгольцового пояса почвы представлены дерново-криометаморфическими стратифицированными и серогумусовыми типами, которые сменяются дерново-криометаморфическими глееватыми, характерными для верхней части горно-лесного пояса в ельниках разнотравных. В ельниках кустарничково-зеленомошных формируются торфяно-подзолы иллювиально-железистые потечно-гумусовые криометаморфизованные и подзолы иллювиально-железистые. Для горно-тундрового пояса нижней части макросклона характерны торфяно-криоземы.

Таким образом, на основе полученных нами данных по макрокатене исследуемого хребта Яптикнырд и анализа существующей литературы можно предположить, что катенарная дифференциация почв и инверсия высотных растительных поясов является закономерным явлением для горных хребтов Приполярного Урала.

### **Литература**

1. Горячкин С.В. Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). М. : ГЕОС, 2010. 414 с.

2. Гвоздецкий Н.А. Ландшафты СССР. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. 320 с.
3. Авессамолова И.А., Петрушина М.Н., Хорошев В.А. Горные ландшафты: структура и динамика. М. : Изд-во МГУ, 2002. 158 с.
4. Горчаковский П.Л. Флора и растительность высокогорий Урала. Свердловск : Ин-т биологии УФ АН СССР, 1966. Вып. 48. 270 с.
5. Федоров А.С., Горячкин С.В., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. География почв : учеб. пособие. СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2013. 256 с.
6. Переверзев В.Н. Генетические особенности почв природных поясов Хибинских гор (Кольский полуостров) // Почвоведение. 2010. № 5. С. 548–557.
7. Дымов А.А., Жангуров Е.В. Морфолого-генетические особенности почв кряжа Енгаңзэ (Полярный Урал) // Почвоведение. 2011. № 5. С. 515–524.
8. Семиколенных А.А., Бовкунов А.Д., Алейников А.А. Почвы и почвенный покров таежного пояса Северного Урала // Почвоведение. 2013. № 8. С. 911–923.
9. Почвы и почвенный покров Печоро-Илычского заповедника (Северный Урал) / под ред. С.В. Дёгтевой, Е.М. Лаптевой. Сыктывкар : Изд-во Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН, 2013. 328 с.
10. Самофалова И.А., Лузянина О.А. Почвы заповедника «Басеги» и их классификация // Пермский аграрный вестник. 2014. № 1 (5). С. 50–59.
11. Самофалова И.А. Морфолого-генетические особенности почв на горе Хомги-Нёл (Северный Урал, заповедник «Вишерский») // Пермский аграрный вестник. 2015. № 4 (12). С. 64–72.
12. Дёгтева С.В., Мартыненко В.А. Растительность и флора природного парка «Югыд ва» (Республика Коми) // Ботанический журнал. 2000. Т. 85, № 11. С. 76–86
13. Биоразнообразие водных и наземных экосистем бассейна реки Кожым (северная часть Национального парка «Югыд Ва» / отв. ред. Е.Н. Патова. Сыктывкар : Изд-во Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН, 2010. 192 с.
14. Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорий Урала. М. : Наука, 1975. 248 с.
15. Дымов А.А., Жангуров Е.В. Разнообразие и генетические особенности почв Приполярного Урала // Пермский аграрный вестник. 2014. № 3 (7). С. 45–52.
16. Беляев С.В., Забоева И.В., Попов В.А., Рубцов Д.М. Почвы Печорского промышленного района. М. ; Л. : Наука, 1965. 112 с.
17. Фирсова В.П., Дедков В.С. Почвы высоких широт горного Урала. Свердловск : Изд-во УНЦ АН СССР, 1983. 93 с.
18. Симонов Г.А. Почвы // Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар : Изд-во Коми НЦ УрО РАН, 1994. С. 11–29.
19. Русанова Г.В., Кюхри П. Почвы границы леса и горной тундры Приполярного Урала // Почвоведение. 2001. № 4. С. 409–417.
20. Жангуров Е.В., Дубровский Ю.А., Дымов А.А. Характеристика почв и растительного покрова высотных поясов хребта Малдындырд (Приполярный Урал) // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 4. С. 46–52.
21. Дымов А.А., Жангуров Е.В., Старцев В.В. Почвы северной части Приполярного Урала: морфология, физико-химические свойства, запасы углерода и азота // Почвоведение. 2013. № 5. С. 507–516.
22. Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Ботанико-географическое районирование // Растительность европейской части СССР. Л. : Наука, 1980. С. 10–20.
23. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб 1 : 2500000 / И.С. Урусевская, И.О. Алябина, В.П. Винюкова, Л.Б. Востокова, Е.И. Дорофеева, С.А. Шоба, Л.С. Щипихина ; под ред. Г.В. Добровольского, И.С. Урусевской. М. : Талка+, 2013.
24. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии / под ред. А. И. Таскаева. М. : ДиК ; Дрофа, 1997. 116 с.

25. Оберман Н.Г. Мерзлые породы и криогенные процессы Восточно-Европейского сектора субарктики // Почвоведение. 1998. № 5. С. 540–550.
26. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. М. : Колос, 1972. 360 с.
27. Полевой определитель почв России. М. : Почвенный ин-т им В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
28. IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
29. Кондратенко Б.М., Ванчикова Е.В., Естафьева А.Г. Методика выполнения измерений содержания углерода и азота в твердых объектах методом газовой хроматографии на элементном анализаторе EA 1110 (CHNS-O) : свидетельство об аттестации методики измерений № 88-17641-94-2009. Сыктывкар : Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2006. 12 с.
30. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Л.А. Воробьевой. М. : ГЕОС, 2006. 400 с.
31. Теории и методы физики почв / под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. М. : Гриф и К, 2007. 616 с.
32. Standard Soil Color Charts. Japane, 1970. 13 p.
33. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. № 8. С. 918–926.
34. Соколов И.А. Почвы зоны стлаников Северо-Востока СССР // Растительность лесотундры и пути ее освоения / под ред. Б.А. Тихомирова. Л. : Наука, 1967. С. 140–145.
35. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М. : Наука, 1971. 266 с.
36. Молоков В.А. Об эволюции почв среднегорья хребта Хамар-Дабан // Исследование компонентов лесных биогеоценозов Сибири / отв. ред. Л.К. Поздняков. Красноярск : Изд-во АН СССР, Сиб. отд-ния, Ин-та леса и древесины им. В.Н. Сукачева, 1976. С. 135–136.
37. Макеев О.В. Криогенные почвы // Криогенные почвы и их рациональное использование / ред. О.В. Макеев. М. : Наука, 1977. С. 5–13.
38. Дедков В.С. Неоподзоленные лесные почвы Танну-Ола (Восточный Саян) // Особенности горного почвообразования под пологом лесов / отв. ред. П.Л. Горчаковский. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1978. С. 100–118.
39. Дёгтева С.В. Сообщества травянистых растений Печоро-Ильчского заповедника // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI в. : материалы Всерос. конф. Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2008. Ч 5. С. 77–80.
40. Бобрецов А.В. Популяционная экология мелких млекопитающих равнинных и горных ландшафтов Север-Востока европейской части России. М. : Тов. науч. изд. КМК, 2016. 381 с.
41. Старцев В.В., Жангуров Е.В., Дымов А.А. Годовая динамика температур органогенных горизонтов почв Приполярного Урала // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2016. № 2 (26). С. 28–35.
42. Титова А.А., Горячкин С.В. Почвы горных лугово-лесных экотонов Северного Урала // Труды Печоро-Ильчского заповедника. 2010. Вып. 16. С. 195–201.
43. Жангуров Е.В., Дубровский Ю.А., Дымов А.А. Морфолого-генетические особенности горных лугов Северного Урала // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 75. С. 36–47.
44. Забоева И.В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар : Коми книж. изд-во, 1975. 344 с.
45. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск : Ойкумена, 2004. 342 с.

46. Жангуров Е.В., Дымов А.А. Минеральный состав песчаных фракций в профиле подзолов хребта Малдынырд (Приполярный Урал) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 11. С. 20–23.
47. Переверзев В.Н. Почвообразование в лесной зоне Кольского полуострова // Вестник Кольского научного центра РАН. 2011. № 2. С. 74–82.

*Поступила в редакцию 17.04.2016 г.; повторно 12.05.2017 г.;  
принята 17.05.2017 г.; опубликована 15.06.2017 г.*

**Авторский коллектив:**

**Старцев Виктор Викторович** – аспирант отдела почвоведения Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Россия, 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28).

E-mail: [startsev@ib.komisc.ru](mailto:startsev@ib.komisc.ru)

**Жангуров Егор Васильевич** – канд. с.-х. наук, н.с. отдела почвоведения Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Россия, 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28).

E-mail: [zhan.e@mail.ru](mailto:zhan.e@mail.ru)

**Дымов Алексей Александрович** – канд. биол. наук, с.н.с. отдела почвоведения Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Россия, 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28).

E-mail: [aadymov@gmail.com](mailto:aadymov@gmail.com)

Startsev VV, Zhangurov EV, Dymov AA. Characteristics of soils in altitudinal belts of the Yaptiknyrd ridge (Subpolar Urals). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2017;38:6-27. doi: 10.17223/19988591/38/1 In Russian, English summary

**Viktor V. Startsev, Egor V. Zhangurov, Alexey A. Dymov**

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

### **Characteristics of soils in altitudinal belts of the Yaptiknyrd ridge (Subpolar Urals)**

The aim of this work was to study specific features of soil formation depending on the altitude-zonal gradient of the Subpolar Urals using the example of the Yaptiknyrd ridge.

We carried out the research in the territory of the Yugyd Va National Park (63°59' N, 59°13' E) in the northern part of the Subpolar Urals (See Fig. 1). Research facilities (7 soil profiles) (See Fig. 2) were located on the eastern slope of the Yaptiknyrd ridge. According to the soil-ecological zoning the study area is in the north of the Ural mountain soil province. The climate of the Subpolar Urals is continental, harsh, with long frosty winters and short cool summers. We diagnosed and classified soil position in accordance with “Field guide of soils in Russia” and classification system WRB. For the studied soils we determined the main physical and chemical parameters: acidity, total content of C and N, exchangeable cations -  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$ , content of Fe and Al (See Table 1). The content of carbon and nitrogen was determined using elemental analyzer EA 1110 (Carlo Erba, Italy). The degree of saturation of soil bases was determined as the ratio of the sum of exchangeable cations to the sum of the same cations and hydrolytic acidity values, multiplied by 100%. Granulometric composition was determined according to the method of Kachinsky (See Table 2). The colors of the genetic horizons were determined using the Munsell scale.

We examined the soils that form in the mountain-forest, subalpine and mountain-tundra belts of the Yaptiknyrd ridge. Our research showed that Histic Cryosol and Stagnic Entic Podzol form under harsh climatic conditions of the mountain-tundra



belt in the upper and lower parts of slopes. The dominant soils forming under mixed grass meadows with subalpine belt are Haplic Umbrisol and Haplic Leptosol. Stagnic Umbrisol, Histic Podzol and Albic Podzol form in the mountain forest zone. We found that soil formation in the study area was influenced by a high-altitude zone factor, which determines the change of plant communities from the top to the foot of the ridge; a factor for inversion of the mountain belts due to the close occurrence of permafrost, due to the effect of convective cooling of the valleys; a severe climate in the Subpolar Urals, in which soils with morphologically distinct signs of cryogenesis of various intensities form. Thus, basing on the obtained data on the macrocatena (See Fig. 3) of the investigated Yaptiknard ridge and analysis of the existing literature, we can assume that catenary differentiation of soils and inversion of high-altitude vegetation belts is a regular phenomenon for the mountain ranges of the Subpolar Urals.

*The article contains 3 Figures, 2 Tables, 47 References.*

**Key words:** Yugyd Va National Park; mountain soils; permafrost; Cryosol; Podzol; Leptosol; Umbrisol.

**Funding:** The research was partially supported by the Complex Program of the Ural Branch of the RAS (No 15-12-4-1 “The Diversity of vegetation and soil cover of a landscape perspective for inclusion “The Virgin Komi Forests” on the UNESCO world heritage list).

### References

1. Goryachkin SV. Pochvennyy pokrov Severa (struktura, genezis, ekologiya, evolyutsiya) [The soil cover of the North (Structure, genesis, ecology, evolution)]. Moscow: GEOS Publ.; 2010. 414 p. In Russian
2. Gvozdetkiy NA. Landshafty SSSR [Landscapes of the USSR]. Leningrad: Leningrad State University Publ.; 1985. 320 p. In Russian
3. Avessamolova IA, Petrushina MN, Khoroshev VA. Gornye landshafty: struktura i dinamika [Mountain landscapes: Structure and dynamics]. Moscow: Moscow State University Publ.; 2002. 158 p. In Russian
4. Gorchakovskiy PL. Flora i rastitel'nost' vysokogoriy Urala [Flora and vegetation of high mountains of the Urals]. Sverdlovsk: Institute of Biology of the YrO AS SSSR; 1966. Vol. 48. 270 p. In Russian
5. Fedorov AS, Goryachkin SV, Kasatkina GA, Fedorova NN. Geografiya pochv: uchebnoe posobie [The geography of soils: Textbook]. St. Petersburg: St. Petersburg State University Publ.; 2013. 256 p. In Russian
6. Pereverzev VN. Genetic features of soils in altitudinal natural zones of the Khibiny Mountains. *Eurasian Soil Science*. 2010;43(5):509-518. doi: [10.1134/S1064229310050042](https://doi.org/10.1134/S1064229310050042)
7. Dymov AA, Zhangurov EV. Morphological-genetic characterization of soils on the Enganepe Ridge. *Eurasian Soil Science*. 2011;44(5):471-479. doi: [10.1134/S1064229311050048](https://doi.org/10.1134/S1064229311050048)
8. Semikolennykh AA, Bovkunov AD, Aleinikov AA. Soils and the soil cover of the taiga zone in the northern Urals (upper reaches of the Pechora River). *Eurasian Soil Science*. 2013;46(8):821-832. doi: [10.1134/S1064229313080085](https://doi.org/10.1134/S1064229313080085)
9. *Pochvy i pochvennyy pokrov Pechoro-Ilychskogo zapovednika (Severnyy Ural)* [Soils and soil cover of the Pechora-Ilych Nature Reserve (Northern Urals)]. Degteva SV and Lapteva EM, editors. Syktyvkar: Institute of Biology of the KSC Publ.; 2013. 328 p. In Russian
10. Samofalova IA, Luzianina OA. Classification of soils of the nature reserve Basegi. *Perm Agrarian Journal*. 2014;1(5):50-59. In Russian, English summary
11. Samofalova IA. Morphological and genetic features of soils on Homgi-Nyol mountain (Northern Urals, Vishera reserve)]. *Perm Agrarian Journal*. 2015;4(12):64-72. In Russian, English summary

12. Degteva SV, Martynenko VA. Rastitel'nost' i flora prirodnogo parka «Yugyd va» (Respublika Komi) [Vegetation and flora of the Yugyd-Va Natural Park (Komi republic)]. *Nauka Publishers*. 2000;85(11):76-86. In Russian
13. *Bioraznoobrazie vodnykh i nazemnykh ekosistem basseina reki Kozhym (severnaya chast' Natsional'nogo parka «Yugyd Va»* [Biodiversity of aquatic and terrestrial ecosystems of the Kozhym river basin (northern part of the Yugyd Va National Park)]. Patova EN, editor. Syktyvkar: Institute of Biology of the KSC Publ.; 2010. 192 p. In Russian
14. Gorchakovskiy PL. Rastitel'nyy mir vysokogoriy Urala [The flora of high mountains of the Urals]. Moscow: Nauka Publ.; 1975. 248 p. In Russian
15. Dymov AA, Zhangurov EV. Diversity and genetic characteristics of soils in Subpolar Ural. *Perm Agrarian Journal*. 2014;3(7):45-52. In Russian, English summary
16. Belyaev SV, Zaboeva IV, Popov VA, Rubtsov DM. Pochvy Pechorskogo promyshlennogo rayona [Soils of the Pechora industrial region]. Moscow; Leningrad: Nauka Publ.; 1965. 112 p. In Russian
17. Firsova VP, Dedkov VS. Pochvy vysokikh shirot gornogo Urala [Soils of high latitudes of the Ural Mountains]. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR Publ.; 1983. 93 p. In Russian.
18. Simonov GA. Pochvy [Soils]. In: *Vliyanie razrabotki rossypanykh mestorozhdeniy Pripolyarnogo Urala na prirodnuyu sredu* [Influence of the development of placer deposits in the Subpolar Urals on the natural environment]. Syktyvkar: Institute of Biology of the KSC Publ.; 1994. pp. 11-29. In Russian
19. Rusanova GV, Kuhri P. Soils of the Forest-Tundra Ecotone in the Polar Urals. *Eurasian Soil Science*. 2001;34(4):363-370. In Russian
20. Zhangurov EV, Dubrovsky YuA, Dymov AA. Characteristics of soil and vegetation cover of the altitudinal belts of Malydy-nyrd ridge (Sub-polar Urals). *Izvestiya Komi Nauchnogo Tsentra URO RAN*. 2012;4:46-52. In Russian
21. Dymov AA, Zhangurov EV, Startsev VV. Soils of the northern part of the Subpolar Urals: Morphology, physicochemical properties, and carbon and nitrogen pools. *Eurasian Soil Science*. 2013;46(5):459-467. doi: [10.1134/S1064229313050025](https://doi.org/10.1134/S1064229313050025)
22. Isachenko TI, Lavrenko EM. Botaniko-geograficheskoe rayonirovanie [Botanical and geographical zoning]. In: *Rastitel'nost' Evropeiskoi chasti SSSR* [Vegetation of the European part of the USSR]. Gribova SA, editor. Leningrad: Nauka Publ.; 1980. pp. 10-20. In Russian
23. Urusevskaya IS, Alyabina IO, Vinyukova VP, Vostokova LB, Dorofeeva EI, Shoba SA, Shchipikhina LS. Karta pochvenno-ekologicheskogo rayonirovaniya Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:2500000 [The map of soil-ecological zoning of the Russian Federation. Scale 1:2500000]. Dobrovol'skiy GV and Urusevskaya IS, editors. Moscow: "Talka+" Publ.; 2013.
24. *Atlas Respubliki Komi po klimatu i gidrologii* [Atlas of the Komi Republic on climate and hydrology]. Taskaev AI, editor. Moscow: DiK. Drofa Publ.; 1997. 116 p. In Russian
25. Oberman NG. Merzlye porody i kriogennyye protsessy Vostochno-Evropeyskogo sektora subarktiki [Permafrost rocks and cryogenic processes in the Eastern European sector of the Subarctic]. *Eurasian Soil Science*. 1998;5:540-550. In Russian
26. Dimo VN. Teplovoy rezhim pochv SSSR [The thermal regime of soils of the USSR]. Moscow: Kolos Publ.; 1972. 360 p. In Russian
27. *Polevoy opredelitel' pochv Rossii* [Field guide of soils in Russia]. Moscow: Pochvennyy Institut im. VV Dokuchaeva Publ.; 2008. 182 p. Available at: [http://soils.narod.ru/download/field\\_guide\\_int.pdf](http://soils.narod.ru/download/field_guide_int.pdf) (accessed 11.04.2017). In Russian
28. *IUSS Working Group WRB. World reference base for soil resources 2006*. 2nd ed. World Soil Resources Reports. №. 103. Rome: FAO; 2006. 145 p.
29. Kondratenok BM, Vanchikova EV, Estaf'eva AG. Metodika vypolneniya izmereniy soderzhaniya ugleroda i azota v tverdykh ob'ektakh metodom gazovoy khromatografii

- na elementnom analizatore EA 1110 (CHNS-O): svidetel'stvo ob attestatsii metodiki izmereniy № 88-17641-94-2009 [The method of measurements of carbon and nitrogen in solid objects by gas chromatography using the elemental analyzer EA 1110 (CHNS-O): certificate of attestation of measurement procedures No 88-17641-94-2009]. Syktyvkar: Institute of Biology of the KSC Publ.; 2006. 12 p. In Russian
30. *Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv* [Theory and practice of soil chemical analysis]. Vorob'eva LA, editor. Moscow: GEOS Publ.; 2006. 400 p. In Russian
  31. *Teorii i metody fiziki pochv* [Theory and methods of soil physics]. Shein EV and Karpachevskii LO, editors. Moscow: "Grif i K" Publ.; 2007. 616 p. In Russian
  32. Fujihira Industry Company. Revised Standard Soil Color Charts. Japane Tokyo: Fujihira Industry Co; 1970. 13 p.
  33. Orlov DS, Biryukova ON, Rozanova MS. Revised system of the humus status parameters of soils and their genetic horizons. *Eurasian Soil Science*. 2004;37(8):798-805.
  34. Sokolov IA. Pochvy zony stlanikov Severo-Vostoka SSSR [Soils of the pine zone in the North-East of the USSR]. In: *Rastitel'nost' lesotundry i puti ee osvoeniya* [The vegetation of the forest tundra and the ways of its development]. Tikhomirov BA, editor. Leningrad: Nauka Publ.; 1967. pp. 140-145. In Russian
  35. Targulian VO. Pochvoobrazovanie i vyvetrivanie v kholodnykh gumidnykh oblastiakh [Soil formation and weathering in cold humid regions]. Moscow: Nauka Publ.; 1971. 266 p. In Russian
  36. Molokov VA. Ob evolyutsii pochv srednegor'ia khrebta Khamar-Daban [The evolution of soils of the Khamar-Daban ridge]. In: *Issledovanie komponentov lesnykh biogeotsenozov Sibiri* [The research of components of forest ecosystems in Siberia]. Pozdnyakov LK, editor. Krasnoyarsk: AN SSSR Publ.; 1976. pp. 135-136. In Russian
  37. Makeev OV. Kriogennyye pochvy [Cryogenic soils]. In: *Kriogennyye pochvy i ikh ratsional'noe ispol'zovanie* [Cryogenic soils and their rational use]. Makeev OV, editor. Moscow: Nauka Publ.; 1977. pp. 5-13. In Russian
  38. Dedkov VS. Neopodzolennyye lesnye pochvy Tannu-Ola (Vostochnyi Saian) [Unpodzolized forest soils of the Tannu-Ola mountains (Eastern Sayan)]. In: *Osobennosti gornogo pochvoobrazovaniia pod pologom lesov* [Features of mountain soil formation under forest canopy]. Gorchakovskiy PL, editor. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR Publ.; 1978. pp. 100-118. In Russian
  39. Degteva SV. Soobshchestva travianistyykh rastenii Pechoro-Ilychskogo zapovednika [Communities of herbaceous plants of the Pechora-Ilych Nature Reserve]. In: *Fundamental'nye i prikladnye problemy botaniki v nachale XXI v.* Materialy. vseros. konf. [Fundamental and applied problems of botany in the beginning of XXI-th century. Proceedings.]. Vol. 5. Petrozavodsk: Karel'skiy Nauchnyy Tsentr RAN Publ.; 2008. pp. 77-80. In Russian
  40. Bobretsov AV. Populyatsionnaya ekologiya melkikh mlekopitayushchikh ravninnykh i gornykh landshaftov Severo-Vostoka evropeyskoy chasti Rossii [Population ecology of small mammals of plains and mountain landscapes of the North-East of the European part of Russia]. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. Publ.; 2016. 381 p. In Russian
  41. Startsev VV, Zhangurov EV, Dymov AA. The annual temperature dynamics of soil organogenic horizons of the Subpolar Urals. *Izvestiya Komi Nauchnogo Tsentra URO RAN*. 2016;2(26):28-35. In Russian, English summary
  42. Titova AA, Goriachkin SV. Pochvy gornykh lugovo-lesnykh ekotonov Severnogo Urala [Soils of mountain meadow-forest ecotones of the Northern Urals]. *Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika*. 2010;16:195-201. In Russian
  43. Zhangurov YeV, Dybrovskiy YuA, Dymov AA. Morphologic-genetic peculiarities of soils in mountain meadows of the Northern Urals. *Biulleten' Pochvennogo Instituta im. VV Dokuchaeva*. 2014;75:36-47. In Russian
  44. Zaboeva IV. Pochvy i zemel'nye resursy Komi ASSR [Soils and land resources of the Komi ASSR]. Syktyvkar: Komi knizhnoe izdatelstvo; 1975. In Russian

45. Shishov LL, Tonkonogov VD, Lebedeva II, Gerasimova MI. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii [Classification and diagnostics of soils of Russia]. Smolensk: Oykumena Publ.; 2004. 342 p. In Russian
46. Zhangurov EV, Dymov AA. Mineral composition of sandy fractions in podzols of Maldynyrd Range (Subpolar Urals). *Vestnik Instituta Geologii Komi NTs UrO RAN – Vestnik of the Institute of Geology of the Komi Science Centre UB RAS*. 2014;11(239):20-23. In Russian, English summary
47. Pereverzev VN. Soil formation in a forest zone of Kola Peninsula. *Vestnik Kol'skogo Nauchnogo Tsentra RAN – Herald of the Kola Science Centre RAN*. 2011;2:74-82. In Russian, English summary

*Received 17 April 2016; Revised 12 May 2017;  
Accepted 17 May 2017; Published 15 June 2017*

**Authors info:**

**Startsev Viktor V**, Postgraduate Student, Department of Soil Science, Institute of Biology, Komi Scientific Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 28 Kommunisticheskaya Str., Syktyvkar 167982, Russian Federation.

E-mail: [startsev@ib.komisc.ru](mailto:startsev@ib.komisc.ru)

**Zhangurov Egor V**, Cand. Sci. (Agric.), Researcher, Department of Soil Science, Institute of Biology, Komi Scientific Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 28 Kommunisticheskaya Str., Syktyvkar 167982, Russian Federation.

E-mail: [zhan.e@mail.ru](mailto:zhan.e@mail.ru)

**Dymov Alexey A**, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Department of Soil Science, Institute of Biology, Komi Scientific Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 28 Kommunisticheskaya Str., Syktyvkar 167982, Russian Federation.

E-mail: [aadymov@gmail.com](mailto:aadymov@gmail.com)