

УДК 631.412:546.3:547.91(470.1)

ФОРМИРОВАНИЕ ЕЛОВЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ*

© 2011 г. А. А. Дымов¹, С. В. Загирова¹, Т. И. Марченко-Вагапова²

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
168982 Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28
E-mail: aadytov@gmail.com

² Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
167982 Сыктывкар, ул. Первомайская, 54
E-mail: timarchenko@mail.ru

Поступила в редакцию 27.04.2011 г.

Представлены данные о состоянии уникального ельника на Полярном Урале. Показано разнообразие еловых фитоценозов, сформированных на глееземах криометаморфических пропитано-гумусовых, буроземах и подзолах иллювиально-гумусово-железистых. Результаты палинологического анализа подтверждают произрастание ели, начиная с середины субатлантического периода, и характеризуют основные этапы формирования почв и растительности на рассматриваемой территории. Сохранение елового биогеоценоза в течение позднего голоцена на Полярном Урале может быть связано с микроклиматическими условиями, а также с особенностями почвообразующих пород и геоморфологической приуроченностью рассматриваемого участка к нижней аккумулятивной части склона.

Полярный Урал, еловый биогеоценоз, палинологический анализ, генезис почв.

Ельники являются доминирующей лесной формацией на территории Европейского Северо-Востока России [11]. Северная граница распространения ели на территории Русской равнины соответствует 66°30' с.ш., однако островные популяции ели встречаются значительно севернее, как в равнинных [16, 18, 20, 22], так и в горных ландшафтах [9, 20]. В голоцене неоднократно происходило изменение северных пределов распространения лесной растительности на Европейском Севере [24]. Еловые леса произрастали на Полярном Урале в атлантический период, с последующей резкой деградацией в суббореальное время в результате похолодания [19]. В современный период островные популяции ели на данной территории сохранились только на тех участках, которые характеризуются благоприят-

ными для их развития микроклиматическими и почвенными условиями.

Цель настоящей работы – характеристика современного состояния и развития еловых фитоценозов на южном склоне кряжа Енганэпэ в позднем голоцене, физико-химических особенностей и генезиса преобладающих на их территории почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Согласно схеме почвенно-географического районирования северной части ЕТР территория исследований относится к району Полярного Урала, Уральской горной провинции [3]. Климат характеризуется суровой и длительной зимой, холодным летом, очень коротким вегетационным периодом. Среднегодовая температура воздуха меняется от –5 до –9 °С. Безморозный период длится до 60 дней, период активной вегетации (выше 10 °С) – до 40 дней. В холодный период года преобладают ветры юго-западного, с мая по сентябрь – восточного направления. Количество осадков 800–1000 мм, в зависимости от высоты и орографических особенностей хребтов Полярного Урала [1].

* Работа выполнена при финансовой поддержке программы ОБН РАН “Почвенно-функциональные ресурсы биосферы Европейского Северо-Востока и биолитогенные экотоны – фундаментальная основа охраны и мониторинга почвенно-земельного фонда”, программы ОНЗ РАН 14 “Состояние окружающей среды и прогноз ее динамики под влиянием быстрых глобальных и региональных природных и социально-экономических изменений” и РФФИ 11-04-00885-а.

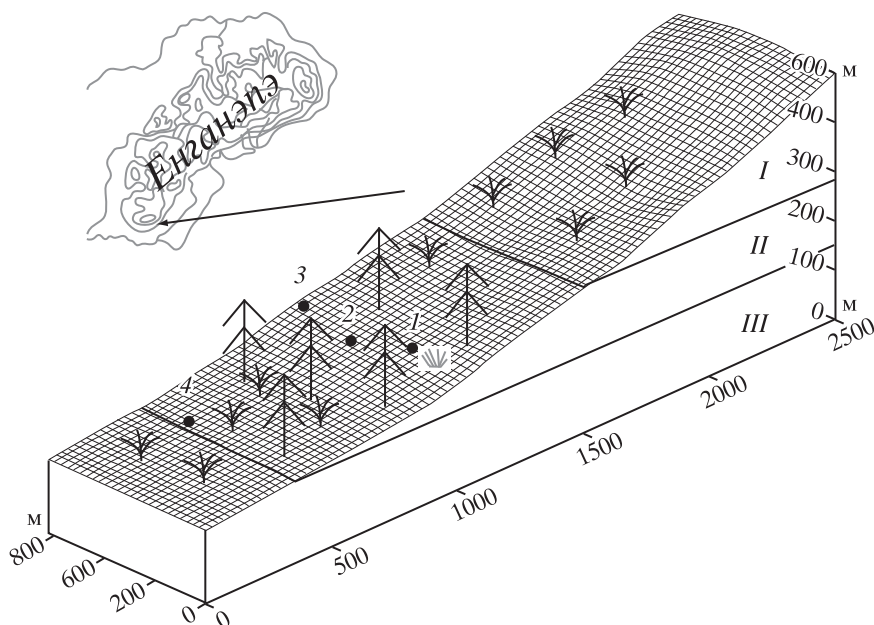


Рис. 1. Схематическое расположение пробных площадей на южном склоне кряжа Енганэпз: I – горно-тундровый пояс, II – горно-редколесный пояс, III – равнинная тундра, 1–4 – номера участков исследования.

Полевые исследования проводили в июле 2008 г. в лесном заказнике “Енганэпз” (Воркутинский муниципальный район, Республика Коми), основная территория которого занята еловыми редколесьями, распространенными в нижней части террасированного склона южной экспозиции. В юго-восточной части склона к ельникам примыкают березовые сообщества, образованные березой извилистой. Протяженность заказника с запада на восток около 6 км, ширина 50–500 м, общая площадь 790 га.

Для изучения растительности и почв было выбрано четыре участка: три – на территории еловых редколесий, один – на границе редколесий и равнинной тундры (рис. 1).

Для характеристики древостоя на выбранных участках закладывали по две круговые площадки радиусом 9.78 м согласно [13], на которых проводили сплошной пересчет всех деревьев и подростов. Анализ таксационных материалов выполнен в соответствии с методическими рекомендациями [4]. Для определения возраста на каждом участке отбирали керны у десяти деревьев на высоте ствола 1.3 м. Геоботанические описания напочвенного покрова выполнены по [26], латинские названия растений даны в соответствии с [25].

Идентификацию и диагностику почв проводили согласно [6]. Химический анализ образцов почв осуществлен в экоаналитической лаборатории “Экоаналит” Института биологии Коми НЦ УрО

РАН. Гранулометрический состав определяли по методу Качинского с диспергацией и кипячением в присутствии NaOH, валовой анализ – рентгенфлуоресцентным методом (VRA-33), валовое содержание углерода и азота – на анализаторе EA-1100, кислоторастворимый органический углерод – по методу Тюрина с фотометрическим окончанием. Содержание оксалатрастворимого железа определяли по методу Тамма. Обменные катионы извлекали ацетатно-аммонийной вытяжкой (pH = 7) с последующим определением на атомно-эмиссионном спектрофотометре ICP Spectro ciros. pH водной и солевой суспензий определяли потенциметрически с применением стеклянного электрода [21].

Отбор почвенных проб для спорово-пыльцевого анализа проводили с учетом генетических горизонтов. Химическую обработку проб почв для палинологических исследований осуществляли с использованием общепринятых методик: щелочной Поста, сепарационной Гричука, а также ацетализационной методики Эрдмана [17]. Изучение спор и пыльцы проводили с помощью цифрового биологического микроскопа “Motic BA 300” при увеличении 420. При интерпретации результатов спорово-пыльцевого анализа споры и пыльцу в спектрах объединяли в группы (пыльца деревьев и кустарников, пыльца трав, споры), далее определяли процентное содержание спор и пыльцевых зерен различных таксонов в каждой из групп с использованием программы “Флора” [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На исследуемой территории доминирующим видом древесных растений является ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), образующая чернично-зеленомошные, травянистые и ерниковые фитоценозы (табл. 1). Возраст деревьев ели составил 40–75 лет. Крупные живые деревья и валеж встречались единично, в основном в ельнике чернично-зеленомошном. Максимальный возраст, который удалось определить у сохранившихся крупных деревьев в лесном массиве, составил 250 лет, их средняя высота 17 м, диаметр 48 см. Число деревьев было наибольшим в чернично-зеленомошном и разнотравном типах сообществ.

У ели отмечено хорошее семеношение в 2007 и 2008 гг., шишки обильно покрывали поверхность кроны большинства деревьев. Однако численность подроста ели была очень низка, что свидетельствует о неудовлетворительном возобновлении в исследованных фитоценозах. Самая высокая численность подроста выявлена в ерниковом типе ельника.

Ниже приведены описания напочвенного покрова и почв на исследованных участках, а также характеристика палинологического состава почвенных горизонтов.

Участок 1 расположен в центральной части лесного массива, на выположенной аккумулятивной части склона (абс. высота 196 м) и представлен ельником разнотравным. Характеристика состава древостоя приведена в таблице 1. В подлеске отмечено обилие можжевельника сибирского *Juniperus sibirica* Burgst., ивы *Salix* sp., единично встречается береза карликовая *Betula nana* Ledeb. В травяном покрове выявлены: герань белоцветковая *Geranium albiflorum* Ledeb., аконит высокий *Aconitum exelsum* Reicht., бодяк девясилевидный *Cirsium helenioides* (L.), василистник малый *Thalictrum minus* L., бор развесистый *Millium effusum* L., единично встречались чемерица *Veratrum lobelianum* Bernh., иван-чай узколистный *Chamaenerion angustifolium* (L.), купальница европейская *Trollius europaeus* (L.),

хвощ луговой *Equisetum pratense* Ehrh., фиалка двухцветная *Viola biflora* L. Моховой покров не сплошной, образован зелеными мхами. Микро-рельеф выражен слабо. Описание почвы приведено на примере бурозема оподзоленного (разрез Р-3-ЕНГ), вскрытого в еловой парцелле. Строение профиля: O' (0–2 см) – O'' (2–5(7) см) – АYe (5(7)–17 см) – ВМ1 (17–36 см) – ВМ2g (36–56 см) – Вg (56–70 см) – ВСg (70–90 см). Под рыхлой подстилкой развивается серогумусовый (АYe) с бурым оттенком, комковатый, рыхлый. В верхней части горизонта наблюдаются линзы оподзоленного белесого материала. Ниже располагается коричневато-бурый структурно-метаморфический горизонт ВМ, мелкокомковато-плитчатый, с затеками гумуса по граням структурных отделностей, в нижней части с сизыми тонами оглеения, плавно переходящий в почвообразующую породу (ВСg).

Почвы развиваются на среднесуглинистых продуктах выветривания глинистых сланцев. Содержание илистой фракции увеличивается вниз по профилю от 23 до 29% (табл. 2). Распределение валового содержания железа, алюминия и кальция слабо дифференцировано. Почвы кислые – рН_{сол.} изменяется от 5.5 в верхней части подстилки до 3.7 в оподзоленном горизонте; ниже по профилю кислотность остается практически неизменной и составляет 3.9–4.0 ед. рН (табл. 2). Для почв характерны низкая гидролитическая кислотность и высокое содержание обменных катионов, преимущественно за счет кальция, что обуславливает высокую степень насыщенности основаниями. Характер распределения общего органического углерода – регрессивно-аккумулятивный. Органическое вещество минеральных горизонтов (АYe, ВМ1, ВМ2g) обогащено азотом – величина отношения С : N составляет 10–11, что свидетельствует об относительно высокой интенсивности биологического круговорота. Распределение оксалаторастворимых форм соединений железа слабо дифференцировано по профилю.

Палинологический анализ образцов из данного разреза указывает, что в конце субатлантического

Таблица 1. Характеристика древостоев (10 Е) еловых фитоценозов в заказнике “Енганэпэ”

| Номер участка | Тип елового сообщества | Число деревьев, шт. га ⁻¹ | Диаметр, см (на высоте 1.3 м) | Высота, м | Возраст, лет | Число подроста ели, шт. га ⁻¹ |
|---------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------|--------------|------------------------------------------|
| 1 | Разнотравный | 1117 | 16 | 11 | 55–65 | 117 |
| 2 | Ерниковый | 783 | 13 | 10 | 40–75 | 767 |
| 3 | Чернично-зеленомошный | 900 | 14 | 10 | 50–60 | 133 |

Таблица 2. Физико-химические свойства почв

| Гори-зонт | Глубина, см | рН | | Нг*, ммоль 100 г ⁻¹ почвы | Поглощенные катионы, ммоль 100 г ⁻¹ почвы | | V**, % | C | N | C : N | Кислото-растворимый углерод, мг 100 г ⁻¹ почвы | Оксалато-растворимые Fe ₂ O ₃ , % | Сумма частиц, % | |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------|------|------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------|--------|------|------|-------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------|-----------|
| | | вод. | сол. | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | | | | | | | <0.01 мм | <0.001 мм |
| Р-3-ЕНГ Бурозем оподзоленный (участок 1) | | | | | | | | | | | | | | |
| O' | 0-2 | 5.9 | 5.5 | 18.3 | 66.6 | 4.8 | 80 | 40.6 | 1.15 | 41 | 891 | Не опр. | Не опр. | Не опр. |
| O" | 2-5(7) | 6.0 | 4.9 | 22.9 | 40.6 | 2.5 | 65 | 14.3 | 0.90 | 19 | 374 | то же | то же | то же |
| AYe | 5(7)-17 | 5.1 | 3.7 | 8.3 | 10.3 | 0.6 | 57 | 2.5 | 0.27 | 11 | 221 | 0.69 | 39 | 23 |
| BM1 | 17-36 | 5.4 | 4.0 | 5.6 | 11.4 | 0.7 | 68 | 1.3 | 0.13 | 11 | 166 | 0.55 | 39 | 24 |
| BM2g | 36-56 | 5.4 | 3.9 | 3.3 | 12.8 | 0.9 | 80 | 0.6 | 0.06 | 10 | 112 | 0.66 | 37 | 25 |
| Bg | 56-70 | 5.6 | 3.9 | 2.3 | 14.4 | 1.0 | 87 | 0.5 | 0.05 | 11 | 94 | 0.56 | 34 | 26 |
| BCg | 70-90 | 5.7 | 3.9 | 2.5 | 16.1 | 1.3 | 87 | 0.6 | 0.05 | 13 | 82 | 0.52 | 42 | 29 |
| Р-4-ЕНГ Глезем криоагморфический потечно-гумусовый (участок 2) | | | | | | | | | | | | | | |
| O' | 0-2 | 5.1 | 4.5 | 47.0 | 26.7 | 8.6 | 43 | 35.0 | 1.16 | 35 | 2338 | Не опр. | Не опр. | Не опр. |
| O" | 2-4 | 4.8 | 3.5 | 52.8 | 10.3 | 2.8 | 20 | 20.8 | 0.84 | 29 | 558 | то же | то же | то же |
| Ghi | 4-8 | 4.6 | 3.5 | 14.2 | 5.0 | 2.0 | 33 | 14.7 | 0.66 | 26 | 448 | 0.59 | 24 | 15 |
| G | 8-21 | 6.3 | 4.3 | 2.2 | 8.2 | 1.5 | 81 | 0.6 | 0.06 | 11 | 79 | 0.65 | 32 | 18 |
| CRM1g | 21-34 | 6.6 | 4.7 | 1.9 | 10.9 | 1.6 | 87 | 0.5 | 0.05 | 12 | 71 | 0.66 | 34 | 23 |
| CRM2g | 34-55 | 6.7 | 4.9 | 1.5 | 14.0 | 1.8 | 92 | 0.5 | 0.05 | 11 | 62 | 0.57 | 38 | 25 |
| BCg | 55-70 | 6.9 | 5.0 | 1.7 | 16.0 | 2.2 | 91 | 0.3 | 0.04 | 9 | 36 | 0.43 | 34 | 27 |
| Р-7-ЕНГ Подзол иллювиально-гумусово-железистый (участок 3) | | | | | | | | | | | | | | |
| O' | 0-2 | 5.4 | 4.7 | 40.2 | 42.5 | 6.5 | 55 | 40.9 | 1.24 | 39 | 1362 | Не опр. | Не опр. | Не опр. |
| O" | 2-8 | 5.6 | 4.5 | 26.2 | 48.5 | 3.8 | 67 | 20.4 | 0.95 | 25 | 879 | то же | то же | то же |
| Ehi | 8-12 | 4.9 | 3.5 | 13.1 | 16.2 | 1.0 | 57 | 5.5 | 0.33 | 20 | 305 | 0.58 | 30 | 15 |
| BHF | 12-20 | 5.4 | 3.8 | 9.8 | 7.3 | 0.6 | 44 | 1.3 | 0.10 | 15 | 630 | 1.36 | 42 | 5 |
| BCi | 20-30 | 5.3 | 3.9 | 9.0 | 3.8 | 0.5 | 32 | 0.9 | 0.07 | 14 | 303 | 0.66 | 37 | 23 |
| CD | 30-40 | 5.2 | 3.8 | 9.2 | 3.4 | 0.5 | 30 | 0.7 | 0.06 | 13 | 195 | 0.60 | 43 | 28 |
| Р-8-ЕНГ Глезем перегнойно-горячий (участок 4) | | | | | | | | | | | | | | |
| T' | 0-3 | 4.8 | 4.1 | 28.0 | 25.9 | 7.4 | 54 | 37.0 | 0.85 | 51 | 1407 | Не опр. | Не опр. | Не опр. |
| T" | 3-7 | 4.8 | 3.8 | 37.5 | 24.6 | 3.1 | 42 | 17.7 | 0.69 | 30 | 407 | то же | то же | то же |
| Th | 7-10 | 5.2 | 3.9 | 7.9 | 10.1 | 1.0 | 58 | 3.9 | 0.24 | 19 | 177 | то же | то же | то же |
| Gox | 10-27 | 5.7 | 3.9 | 3.7 | 4.1 | 0.5 | 55 | 0.6 | 0.05 | 13 | 74 | то же | то же | то же |
| [A]h | 27-30 | 5.5 | 3.7 | 5.6 | 6.8 | 0.7 | 57 | 1.5 | 0.13 | 13 | 103 | то же | то же | то же |
| G | 30-45 | 5.6 | 3.8 | 2.9 | 4.6 | 0.6 | 64 | 0.4 | 0.04 | 12 | 56 | то же | то же | то же |
| BG1 | 45-54 | 5.7 | 3.9 | 3.2 | 10.0 | 1.7 | 79 | 0.4 | 0.04 | 12 | 49 | то же | то же | то же |
| BG2 | 54-70 | 5.9 | 4.1 | 3.0 | 12.2 | 2.3 | 83 | 0.4 | 0.04 | 13 | 44 | то же | то же | то же |

* Гидролитическая кислотность.

** Степень насыщенности основаниями.

периода (зона SA-3) здесь господствовали ерниковые тундры и сообщества из папоротников *Polypodiaceae* и плаунов *Lycopodium*, суммарно составляющие основу произраставшей тогда растительности (рис. 2а). Единично отмечена пыльца сосны и березы. Разнотравье образовано многочисленными родами семейств лютиковых, гвоздичных, колокольчиковых.

В современный период (зона SA-R) потепление привело к постепенному развитию еловых лесов, елово-березовых редколесий. Открытые участки заняты луговыми ценозами. В спорово-пыльцевых спектрах значительно присутствие пыльцы деревьев и кустарников, где группы мелколиственных и хвойных пород составляют примерно равные доли. Участие ели 40%.

Видовой состав травянистых растений довольно разнообразен. Присутствуют злаки, полынь. Из разнотравья встречаются представители семейств *Ranunculaceae*, *Polygonaceae*, *Onagraceae*, *Geraniaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae* и др. Среди споровых господствует *Selaginella selaginoides*. Достаточно велико участие папоротников семейства *Polypodiaceae* и *Sphagnum* sp.

Возможно, увеличение доли трав в составе травяного покрова и их “устойчивое” распространение под пологом развивающихся еловых редколесий в течение, как минимум, последних двух столетий и способствовали формированию буроземов.

Участок 2 расположен в центральной части заказника, на пологом склоне (абс. высота 177 м) и представлен ельником ерниковым. Подлесок образован обильно растущей березой карликовой, встречаются единичные куртины можжевельника и ивы. В травяно-кустарничковом покрове преобладают: черника *Vaccinium myrtillus* L., голубика *Vaccinium uliginosum* L., отмечены небольшие пятна овсяницы луговой *Festuca pratensis* Huds., единично представлены герань белоцветковая, золотая розга *Solidago vigaurea* L., седмичник европейский *Trientalis europaea* L., одуванчик *Taraxacum* sp., хвощ луговой. Проективное покрытие мхов и лишайников яруса составило 100%. Хорошо выражены микроповышения в виде минеральных кочек, заросших зелеными мхами. Почвенный разрез (P-4-ЕНГ) был заложен в еловой парцелле. Почвы представлены глееземами криометаморфическими потечно-гумусовыми. Строение профиля: O' (0–2 см) – O'' (2–4 см) – Ghi (4–8 см) – G (8–21 см) – CRM1 (21–34 см) – CRM2 (34–55 см) – BCg (55–70 см). Для них характерно формирование под маломощной моховой, торфянистой подстилкой тиксотропного среднесугли-

нистого глеевого горизонта (G), в верхней части пропитанного потечным гумусом (Ghi). Под ним формируется сизо-серый средний суглинок (горизонты CRM1g, CRM2g), с плитчато-комковатой структурой, подстилаемый горизонтом BCg. Доля илистой фракции увеличивается вниз по профилю от 15 до 27%. Содержание кремния, железа, алюминия и кальция слабо дифференцировано по профилю. Почвы кислые – минимальное значение $pH_{\text{кол}}$ составляет 3.5 в Ghi горизонте. Максимальная гидролитическая кислотность наблюдается в подстилке. В минеральных горизонтах гидролитическая кислотность низкая. Для почв характерна высокая степень насыщенности основаниями в минеральных горизонтах. Содержание общего и кислоторастворимого углерода плавно уменьшается с глубиной. Почвы отличает низкое содержание органического углерода в минеральных горизонтах. Распределение оксалоторастворимых форм соединений железа слабо дифференцировано.

Палинологический анализ образцов из этого разреза (рис. 2б) отражает следующие этапы формирования растительности. Похолодание, произошедшее в конце субатлантического периода (зона SA-3), привело к распространению тундрово-болотных сообществ. В общем составе растительности преобладали споровые растения, участие древесных форм и трав не велико. Единично встречена пыльца видов семейства *Betulaceae*. Среди разнотравья отмечены гречишные, кипрейные, гераниевые, сложноцветные и колокольчиковые. Среди споровых господствуют папоротники семейства *Polypodiaceae*.

В современный период (зона SA-R) состав спорово-пыльцевого спектра отражает существование еловых лесов с примесью березы, наряду с болотными и луговыми формациями. Произошло улучшение климатических условий. Пыльца древесных растений преобладает, в первую очередь, видов рода *Betula*. Участие пыльцы ели увеличивается.

Видовое разнообразие травянистых растений возрастает. Все время присутствуют злаки, вересковые *Ericaceae*, полыни, маревые. Разнотравье представлено *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Apiacea*, *Onagraceae*, *Valerianaceae*, *Caryophyllaceae*, *Campanulaceae*, *Asteraceae* и др. Среди споровых господствуют сфагновые мхи, папоротники семейства *Polypodiaceae*, *Lycopodium selago*, *Selaginella selaginoides*.

Отличие спорово-пыльцевых комплексов P-4-ЕНГ от комплексов из других участков заклю-

чается в преобладании спор и пыльцы представителей тундрово-болотных сообществ (*Betula*, *Polygonaceae*, *Sphagnum* sp. и др.) в минеральных горизонтах почвы (рис. 2б). Заселение елью данного участка, ранее занятого тундровыми сообществами, возможно, происходило в последние два столетия, характеризующиеся трендом повышения температур на Полярном Урале [2]. На относительную молодость развития елового сообщества на данном участке указывает также слабая дифференциация почвенного профиля. По профилю почвы сохраняются морфологически диагностируемые признаки поверхностных глеевых горизонтов, свойственных тундровым почвам, на которые “накладывается” современное влияние лесной растительности, вследствие чего в верхней минеральной части профиля формируется пропитанный гумусом горизонт Ghi.

Участок 3 расположен в западной части заказника на пологом склоне (абс. высота 180 м) и представлен ельником чернично-зеленомошным. Микрорельеф выражен слабо. В подлеске встречаются небольшие куртины можжевельника, реже березы карликовой и ивы. В травяно-кустарничковом ярусе преобладала черника, часто встречалась герань белоцветковая, единично отмечены седмичник европейский, золотая розга, злаки, чемерица. В мохово-лишайниковом покрове преобладают зеленые мхи. Почва – подзол иллювиально-гумусово-железистый глинисто-иллювирированный. Ниже приведено описание разреза Р-7-ЕНГ. Строение профиля О' – (0–2 см) – О" (2–8 см) – Ehi (8–12 см) – ВНФ (12–20 см) – ВСi (20–30 см) – CD (30–40 см). Почвы кислые – рН_{сол.} в подзолистом горизонте составляет 3.5. Подстилка и верхние минеральные горизонты Ehi и ВНФ характеризуются высоким содержанием обменного кальция. Распределение обменных оснований и общего углерода носит аккумулятивный характер, плавно уменьшаясь от подстилки к подстилающим горизонтам. Распределение валового содержания, оксалоторастворимых форм соединений железа и кислоторастворимого углерода носит элювиально-иллювиальный характер. Наблюдается обеднение илом горизонта ВНФ и увеличение его доли в горизонте ВСi.

На данном участке отмечено наибольшее количество пыльцы древесных пород в почве (рис. 2в), а в их составе – пыльцы ели, начиная с зоны SA-3, что свидетельствует о достаточно длительном существовании елового фитоценоза.

Палинологический спектр (зона SA-3) характеризует холодные условия и указывает на развитие березовых редколесий с кустарничковыми, болот-

но-тундровыми и травянистыми ассоциациями. В общем составе преобладают споровые растения, участие древесных форм и трав не велико. Среди отмеченных деревьев и кустарников наибольшую роль играет *Betula* sect. *Albae* и *Betula* sect. *Fruticosae*. Содержание ели временами достигает 32%. Травы представлены кипрейными, гречишными, гераниевыми, сложноцветными и др. Среди споровых господствуют папоротники семейства *Polypodiaceae*.

Современный период (зона SA-R) характеризуется улучшением климатических условий и развитием елово-березовых редколесий, где открытые площади были заняты луговыми ценозами. Среди пыльцы древесных растений пыльца представителей семейства *Betulaceae* по-прежнему является доминирующей. Численность представителей хвойных (*Piceae* sp. и *Pinus sylvestris*) на протяжении всего периода достаточно велика.

Разнообразие травянистых растений сохраняется. Все время присутствуют злаки, вересковые. Разнотравье представлено *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Apiacea*, *Onagraceae*, *Valerianaceae*, *Caryophyllaceae*, *Campanulaceae* и *Asteraceae*. Несмотря на преобладание папоротников семейства *Polypodiaceae*, их плотность значительно снижается. Возрастает участие сфагновых мхов, видов рода *Lycopodium* sp., *Selaginella selaginoides*.

Участок 4 расположен в нижней, аккумулятивной части склона (абс. высота 157 м), на границе с равнинной тундрой, и представлен одиночно стоящими деревьями ели. Микрорельеф образован высокими кочками (до 50 см), некоторые из них полностью заросли осокой дернистой *Carex caespitosa* L. На кочках часто встречаются голубика, вороника, единично отмечены морощка *Rubus chamaemorus* L., пушица влагалищная *Eriophorum vaginatum* L., герань белоцветковая, подмаренник *Galium* sp., золотая розга. В мохово-лишайниковом ярусе кочек преобладают зеленые мхи, редко – лишайники. В микропонижениях отмечены хвощ топяной *Equisetum limosum* L. и лесной *E. sylvaticum* L., сфагновые мхи. Почвы представлены глеевыми перегнойно-торфяными. Морфологические описания приведены на примере разреза Р-8-ЕНГ. Строение профиля: Т' (0–3 см) – Т" (3–7 см) – Th (7–10 см) – Gox (10–27 см) – [A]h(27–30 см) – G (30–45 см) – BG1 (45–54 см) – BG2 (54–70 см). Под торфянистой подстилкой располагается сизый с ржавыми линзами и пятнами суглинистый горизонт G, прерываемый погребенным серым суглинистым, комковатым горизонтом [A]h мощностью около 3–5 см.

Ниже залегают среднесуглинистые горизонты BG1 и BG2.

Почвы развиваются на мощном слое делювиальных отложений. В профиле выделяется погребенный горизонт на глубине 27–30 см, который характеризуется увеличением общего органического углерода. Значения pH, валовой состав по профилю рассматриваемой почвы практически не изменяются (табл. 2). Для минеральных горизонтов характерна низкая гидролитическая кислотность. Нижние минеральные горизонты характеризуются высоким содержанием кальция и высокой степенью насыщенности основаниями.

Результаты палинологического анализа образцов почв данного разреза оказались наиболее информативными (рис. 2г). Можно выделить ряд этапов развития растительности, которые хорошо согласуются со схемой зонального деления субатлантического периода голоцена [12] и изменчивостью летней температуры воздуха и почв на рассматриваемой территории [2, 10, 14].

В начале субатлантического периода (зона SA-1) на исследуемой территории широкое развитие получили болотно-тундровые формации, так как климат был холодным и влажным. Существовали березовые редколесья и разнообразные кустарниковые группировки. Единично произрастали хвойные породы *Picea* sp. и *Pinus sylvestris*, ива, ольха. Значительное развитие получили травяные ассоциации из мезофильного и гигрофильного разнотравья. Состав его был достаточно разнообразен и представлен родами семейств кипрейных, гераниевых, колокольчиковых, лютиковых, крестоцветных, розоцветных, гречишных, гвоздичных и сложноцветных. Среди споровых господствовали папоротники семейства Polypodiaceae. Разнообразен состав плаунов, достаточно велико присутствие спор *Selaginella selaginoides*.

В середине субатлантического периода (зона SA-2) последовало потепление климата, что привело к формированию на данной территории северотаежных еловых лесов с примесью сосны, березы. Суммарная доля пыльцы *Pinus sylvestris* и *Picea* sp. в палинологических комплексах этого времени превышает суммарную долю рода *Betula* и составляет около 50%. Наряду с бореальными элементами флоры, болотными и луговыми формациями существовали и ксерофитные перигляциальные сообщества. Так, в составе пыльцы травянистых растений отмечены вересковые, злаковые, пыльца ксерофитов (попыней, маревых). Мезофильное разнотравье было представлено семействами кипрейных, гераниевых, колокольчиковых, лютиковых, розоцветных, сложноцветных, вале-

рьяновых и другими. В целом пыльца травянистых растений становится более многочисленной. Среди споровых по-прежнему господствовали папоротники из семейства Polypodiaceae (почти 41%). Содержание спор *Selaginella selaginoides* и сфагновых мхов возрастает.

В конце субатлантического периода (зона SA-3), когда снова произошло похолодание, лесные сообщества утратили свое господствующее положение, на смену им пришли редколесья, образованные березой с незначительным участием ели, разреженные и светлые. Значительную площадь занимали ерниковые тундры. Видовой состав разнотравья стал бедным, распространились сообщества папоротников и плаунов. Похожие комплексы для этого периода отмечены Л.Д. Никифоровой [12] для территорий севернее широтного колена р. Печоры.

В современный период (зона SA-R) на исследуемой территории вновь увеличилось участие ели в лесных формациях. Наряду с лесными фитоценозами были широко распространены ерниковые заросли. Открытые площадки заняты луговыми сообществами, на что указывает состав пыльцы травянистых растений. В спорово-пыльцевых спектрах высокая доля пыльцы злаков, все время присутствует пыльца полыни, маревых, вересковых. Разнотравье представлено лютиковыми, крестоцветными, розоцветными, гречишными, гвоздичными, колокольчиковыми и сложноцветными. В некоторых образцах отмечены зонтичные, кипрейные, вальдерьяновые и другие. Среди споровых господствуют сфагновые мхи, папоротники семейства Polypodiaceae. В целом спорово-пыльцевые спектры периода SA-R отражают современный состав видов растений. Незначительное участие ели в фитоценозе связано, прежде всего, с процессами заболачивания, возникающего в результате поступления воды, стекающей со склона.

В спорово-пыльцевых спектрах на всех участках отмечена пыльца сосны, которая не представлена в составе современной флоры заказника, что свидетельствует об ее заносном характере. Сходные спорово-пыльцевые спектры были получены при анализе торфяных отложений [7, 15, 19] и геологических разрезов [5] Полярного Урала.

Заключение. Использование результатов морфологической диагностики и основных физико-химических свойств почв, а также данных спорово-пыльцевого анализа позволило объяснить генетические особенности почвообразования под преобладающими типами растительности и выявить эволюцию еловых экосистем в позднем

голоцене на территории заказника Енганэпэ. Доминирование травянистой растительности под пологом еловых редколесий на Полярном Урале приводит к образованию буроземов. Возможно, этому процессу предшествовало развитие папоротниково-плауновых сообществ, что привело к формированию мощного серо-гумусового горизонта. Продвижение ели на территории с преобладанием тундровой растительности приводит к формированию глееземов криометаморфических потечно-гумусовых. Развитие подзолов иллювиально-гумусово-железистых приурочено к ельникам чернично-зеленомошным, являющимся реликтовыми образованиями.

Результаты палинологического анализа свидетельствуют, что еловые редколесья на территории заказника существуют не менее 1800 лет, то есть с начала среднего субатлантического периода. В течение этого времени участие ели в составе растительных сообществ неоднократно менялось в связи с изменением климата. В современный период ель доминирует, образуя разные типы фитоценозов.

Сохранению еловых редколесий на территории заказника в течение длительного периода может способствовать южная экспозиция склона и преобладание ветров южного и юго-восточного направлений в холодную часть года, что снижает мощность снежного покрова и удлиняет вегетационный период [23]. Значительную роль играет также богатство почвообразующих пород основными элементами питания, обусловленное преобладанием в составе продуктов выветривания глинистых сланцев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М.: Дрофа, 1997. 116 с.
2. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Хантемиров Р.М., Нурзбаев М.М. Изменчивость летней температуры воздуха в высоких широтах Северного полушария за последние 1.5 тыс. лет: сравнительный анализ данных годовичных колец деревьев и ледовых кернов // Докл. Академии наук. 1998. Т. 358. № 5. С. 681–684.
3. Государственная почвенная карта России (масштаб 1 : 1 000 000). Объяснительная записка к листу Q–41 (Воркута). Сыктывкар: Коми НЦ, 2011. 82 с.
4. Захаров В.К. Лесная таксация. Изд. 2-е. М.: Лесн. пром-ть, 1967. 406 с.
5. Калецкая М.С., Миклухо-Маклай А.Д. Некоторые черты четвертичной истории восточной части Печорского бассейна и западного склона Полярного Урала // Труды Института географии АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. LXXVI. 66 с.
6. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
7. Кокшарова В.Л., Карпенко Л.В., Орлова Л.А. Динамика растительности верхней границы леса в голоцене на Полярном Урале // Экология. 1999. № 2. С. 121–125.
8. Кочанова М.Д., Спиридонова Е.А., Алешинская А.С. Новое программное обеспечение для обработки данных спорово-пыльцевого анализа // Матер. XI Всерос. палинологической конф. “Палинология: теория и практика”. М.: ПИН РАН, 2005. С. 13–14.
9. Кремнецкий К.В., МакДональд Г.М., Галабала Р.О., Лавров А.С., Чичагова О.А., Пустовойтов К.Е. Об изменении северной границы ареалов некоторых видов деревьев и кустарников в голоцене // Бот. журн. 1996. Т. 81. № 4. С. 10–25.
10. Кудеяров В.Н., Демкин В.А., Гиличинский Д.А., Горячкин С.В., Рожков В.А. Глобальные изменения климата и почвенный покров // Почвоведение. 2009. № 9. С. 1027–1042.
11. Леса Республики Коми / Под. ред. Козубова Г.М., Таскаева А.И., Дёгтевой С.В. М.: Дизайн. Информ. картография, 1999. 332 с.
12. Никифорова Л.Д. Динамика ландшафтных зон голоцена северо-востока Европейской части СССР // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 154–162.
13. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. 60 с.
14. Павлов А.В. Мерзлотно-климатические изменения на севере России: Наблюдения, прогноз // Изв. РАН. Серия географическая. 2003. № 6. С. 39–50.
15. Панова Н.К., Янковская В., Корона О.М., Зиновьев Е.В. Динамика растительности и экологических условий на Полярном Урале в голоцене // Экология. 2003. № 4. С. 248–260.
16. Производительные силы Коми АССР. М.–Л., 1954. Т. 3. Ч. 1. Растительный мир. 377 с.
17. Пыльцевой анализ. М.: Госгеолитиздат, 1950. 571 с.
18. Русанова Г.В., Канев В.В. Почвы лесных островков бассейна р. Море-ю (Большеземельская тундра) // Почвоведение. 2003. № 10. С. 1177–1188.
19. Сурова Т., Троицкий Л., Пуннинг Я.-М. Палеогеография и абсолютная хронология голоцена Полярного Урала // Изв. АН ЭССР. 1975. Т. 24. Химия – геология. № 2. С. 152–159.
20. Танфильев Г.И. Пределы лесов в Полярной России (по исследованиям в тундре Тиманских самоедов). Одесса, 1911. 285 с.

21. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
22. Толмачев А.И., Токаревских С.А. Исследование района "лесного острова" у р. Море-Ю в Большеземельской тундре // Бот. журн. 1968. № 4. С. 560–566.
23. Троицкий Л.С., Ходаков В.Г., Михалев В.И., Гуськов А.С., Лебедева И.М., Адаменко В.Н., Живкович Л.А. Оледенение Урала. Гляциология. № 16. М.: Наука, 1966. 310 с.
24. Хотинский Н.А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М., 1982. С. 39–45.
25. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.
26. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. 447 с.

The Formation of Spruce Biogeocenoses in the Polar Urals

A. A. Dymov, S. V. Zagirova, T. I. Marchenko-Vagarova

The data on the state of a unique spruce forest in the Polar Urals are represented. The diversity of spruce phytocenoses developed on cryometamorphic humus-enriched gley soils brown soils and illuvial-humus-iron podzols is shown. The results of the palynological analysis confirm the fact that spruce has been growing from the middle of the Subatlantic period. They also characterize the main developmental stages of soils and vegetation in the territory studied. The maintenance of the spruce biogeocenosis during the Late Holocene may be related to the microclimatic conditions, properties of the parent rocks, and the location of this area at the lower accumulative part of the range slope.