

УДК 630*182:502.172 (470.22)

СУБЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВОДЛОЗЕРСКИЙ» НА УРОВНЕ МЕСТНОСТИ

Н. В. Петров, В. А. Карпин, А. В. Туюнен

Институт леса Карельского научного центра РАН

Приведены результаты исследований субландшафтной структуры лесов карельской части национального парка «Водлозерский». Выделено семь типов географических местностей, составлена их цифровая карта. Описаны особенности формирования и динамики лесного покрова на примере трех географических местностей, наиболее отличающихся по составу четвертичных отложений, генетически связанных с ними почв, сочетанию форм мезорельефа и степени заболоченности территории. Представлены данные о типологической структуре, составе и возрастной структуре лесов, их приуроченности к мезоформам рельефа. Дана краткая ретроспективная оценка пожарной динамики древостоев.

Ключевые слова: ландшафтный профиль; мезорельеф; тип местности; типологическая структура лесов; древостой; пожарная динамика.

N. V. Petrov, V. A. Karpin, A. V. Tuyunen. SUB-LANDSCAPE (LOCALITY LEVEL) CHARACTERISTICS OF FOREST COVER FORMATION IN VODLOZERSKY NATIONAL PARK

The results of studies on the sub-landscape structure of forests in the Karelian part of the Vodlozersky national park are presented. Seven types of geographical localities (local landscape) were identified, their digital map was produced. Characteristics of the forest cover formation and dynamics are described for three localities that differed the most in the composition of Quaternary sediments, genetically related soils, combination of mesorelief forms, and degree of paludification. Data are presented on the typological structure, composition and age structure of the forests, their positions in mesorelief. The fire history of the forests is briefly described.

Keywords: landscape profile; landform; ecosite; typological structure of forests; tree stands; fire dynamics.

Введение

Классическое определение ландшафта характеризует его как территорию с закономерным повторением взаимосвязанных сочетаний геологического строения, форм рельефа, поверхностных и подземных вод,

микrokлиматов, почвенных разностей, фито- и зооценозов [Солнцев, 1948]. Таким образом, само определение понятия «ландшафт» подразумевает разнородность его внутренней структуры. Это обуславливает обособление внутри ландшафтных контуров генетически однородных территорий – местностей

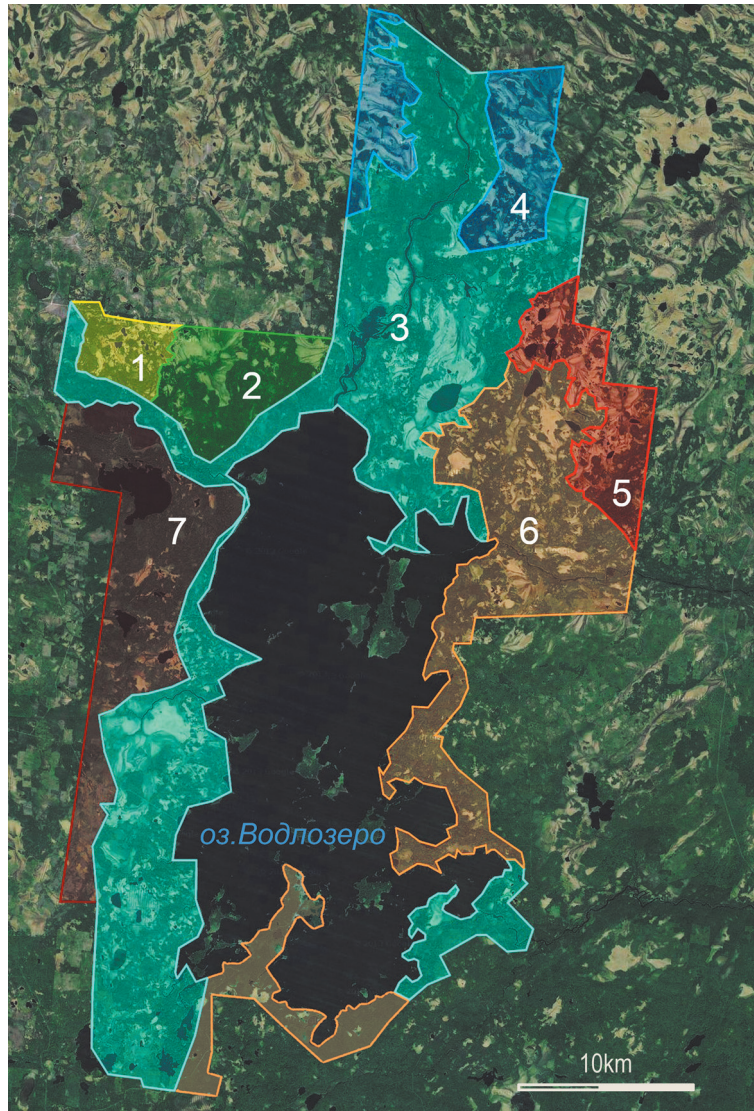


Рис. 1. Карта географических местностей НП «Водлозерский», созданная на основе космического снимка Landsat 7. Типы местностей НП «Водлозерский» (доля в % от занимаемой площади суши):

1 – водно-ледниковая мелкогрядово-холмистая сильнозаболоченная с относительным преобладанием сосновых местообитаний (2 %); 2 – озерно-ледниковая мелкогрядовая среднезаболоченная с ярко выраженным преобладанием еловых местообитаний (6 %); 3 – озерных и озерно-ледниковых среднезаболоченных равнин с преобладанием еловых местообитаний (50 %); 4 – ледниково-аккумулятивная холмистая сильнозаболоченная с преобладанием еловых местообитаний (8 %); 5 – озерных сильнозаболоченных равнин с сосново-еловыми местообитаниями (6 %); 6 – ледниковая сложного рельефа среднезаболоченная с относительным преобладанием еловых местообитаний (14 %); 7 – ледниковая холмисто-грядовая среднезаболоченная с ярко выраженным преобладанием еловых местообитаний (14 %)

рангом ниже географического ландшафта площадью порядка нескольких тысяч гектаров, имеющих одинаковый геологический фундамент, один комплекс форм рельефа, климат и состоящих из динамически сопряженных урочищ [Анненская и др., 1962; Громцев, 2000, 2008].

Район исследований относится к подзоне средней тайги и находится на восточной границе Фенноскандии.

Территория карельской части национального парка (НП) «Водлозерский» представлена тремя типами географического ландшафта на площади 127 000 га:

1. Ледниковый холмисто-грядовый среднезаболоченный с преобладанием еловых местообитаний.
2. Водно-ледниковый холмисто-грядовый сильнозаболоченный с сосново-еловыми местообитаниями.
3. Озерных и озерно-ледниковых среднезаболоченных равнин с сосново-еловыми местообитаниями.

Основой исследований послужила карта местностей НП «Водлозерский», составленная коллективом лаборатории ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем ИЛ КарНЦ РАН. В процессе настоящих исследовательских работ границы местностей на карте были уточнены (откорректированный вариант карты представлен на рисунке 1). В результате в пределах данных типов ландшафта, ограниченных контурами НП, выделено семь типов местности. Для этого применялись хорошо известные принципы, используемые при выделении ландшафтов [Волков, 1990; Громцев, 2000 и др.]. В названии местности с большей точностью указывалась степень преобладания типов местообитаний по коренным формациям: 50–70 % покрытой лесом площади – относительное; 70–90 % – ярко выраженное; более 90 % – абсолютное. При приблизительно равном соотношении указывалось «с сосново-еловыми местообитаниями».

До недавнего времени специализированных работ по описанию лесов НП «Водлозерский» с использованием субландшафтной основы не проводилось. Исследование лесных массивов на уровне местности является актуальной задачей, в том числе и для региона в целом, так как сведения о субландшафтной структуре лесов до сих пор нуждаются в дополнении. В данном контексте целью исследований было выявление особенностей формирования лесного покрова на примере географических местностей, наиболее отличающихся по генезису и формам рельефа, составу четвертичных отложений, степени заболоченности территории. Результаты исследований в дальнейшем будут востребованы для дополнения картографических данных атрибутивной информацией о лесном покрове национального парка.

Материалы и методы

Для исследований лесов использовался ландшафтный подход, подробно изложенный в ряде публикаций [Волков и др., 1990; Громцев, 2000, 2008 и др.]. Изучение особенностей формирования лесного покрова было построено на анализе данных, полученных с участков

ключевых трансект (профилей), заложенных в трех наиболее контрастных для данных типов ландшафта географических местностях в карельской части НП «Водлозерский» (рис. 2).

Закладка ландшафтных профилей производилась в соответствии с методическими указаниями [Киреев, Лебедев, 2000; Жучкова, Раковская, 2004 и др.]. Предварительное расположение профиля намечалось с использованием целого ряда исходных материалов: топографических карт и космических снимков, плана лесонасаждений, карты четвертичных отложений. На втором этапе проводилось рекогносцировочное обследование территории. Тщательный подбор места расположения профиля был необходим для того, чтобы с наибольшей точностью отразить мезорельеф территории и типологическую структуру лесов. Общая протяженность трех профилей составила 9 километров. Объектом исследований являлись практически не затронутые деятельностью человека лесные массивы, сформировавшиеся естественным путем. Их описание проводилось в соответствии с методическими указаниями по изучению типов леса [Сукачев, Зонн, 1961]. При определении названия местности руководствовались принципами, изложенными Г. Н. Анненской [1962] и А. Н. Громцевым [2000, 2008].

Результаты и обсуждение

Ледниковая холмисто-грядовая среднезаболоченная местность с ярко выраженным преобладанием еловых местообитаний (№ 7 на рис. 1). Данная местность весьма показательна с точки зрения неоднократно описанного в литературе процесса формирования абсолютно разновозрастных ельников, когда процесс частичного распада и обновления происходит в режиме так называемой ГЭП-мозаики (от англ. *gap* – окно, промежуток), или мозаики прогалин, возникающих после ветровала отдельных деревьев или их групп [Разнообразие..., 2003]. Кроме этого, преобразование еловых древостоев в разновозрастные было возможным при условии отсутствия крупных лесных пожаров, полностью уничтожающих лесной покров. По данным стратиграфических анализов торфяных залежей, такие пожары в подобного рода массивах могли случаться не чаще 1–2 раз в тысячелетие [Громцев, 2000, 2008]. По нашей оценке, большая часть лесов, расположенных в южном направлении от оз. Пильмасозеро (координаты трансекты: начало 62°24.151' с. ш., 36°41.551' в. д., конец 62°24.0223' с. ш., 36°44.2086' в. д.), была

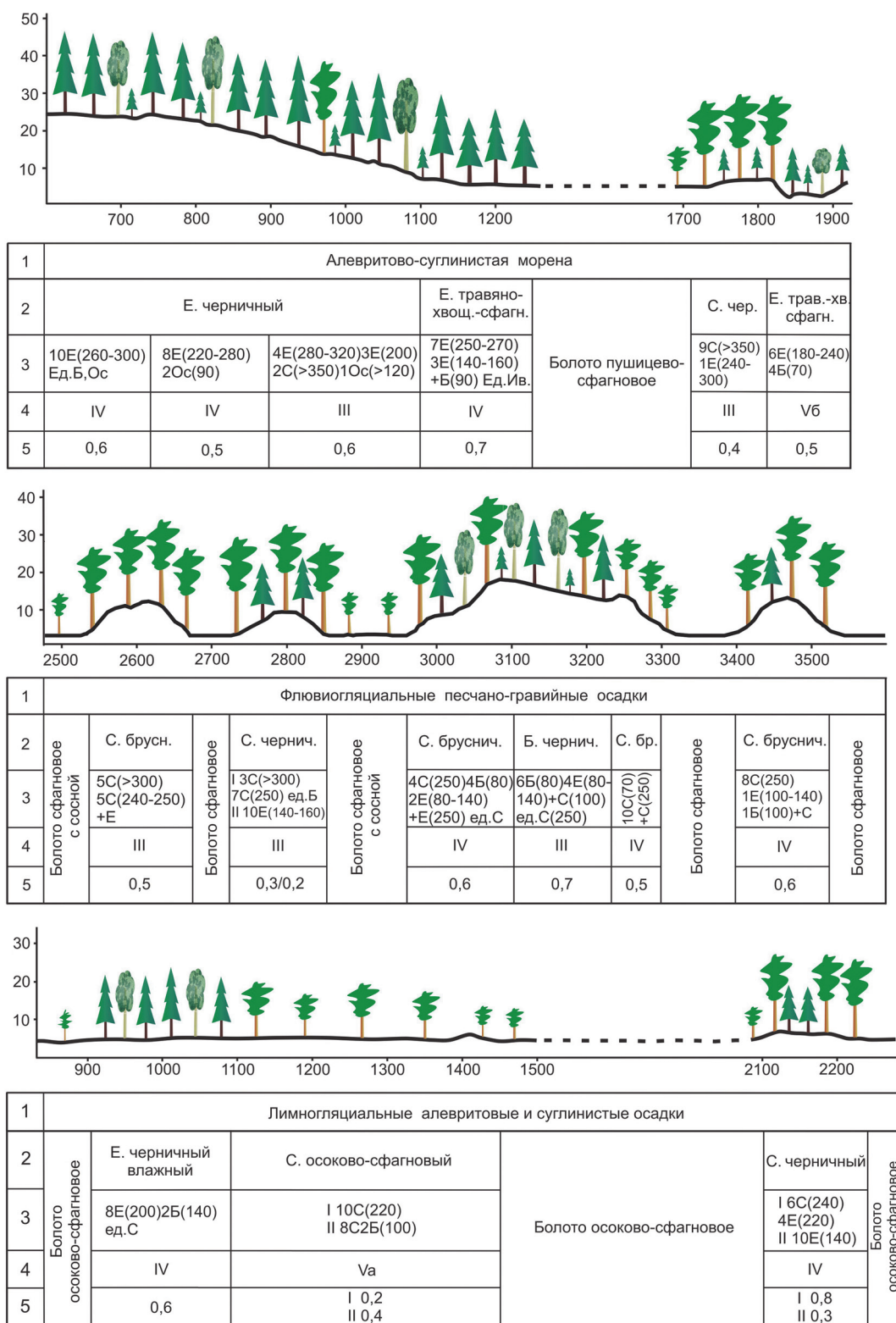


Рис. 2. Фрагменты ландшафтных профилей (сверху вниз: ледниковая холмисто-грядовая среднезаболоченная местность с ярко выраженным преобладанием еловых местообитаний; водно-ледниковая мелкогрядово-холмистая сильнозаболоченная местность с относительным преобладанием сосновых местообитаний; озерные сильнозаболоченные равнины с сосново-еловыми местообитаниями). 1 – генезис и состав четвертичных отложений; 2 – тип леса; 3 – состав и возраст древостоя; 4 – класс бонитета; 5 – полнота древостоя; по оси абсцисс – горизонтальное проложение, м; по оси ординат – относительная высота над уровнем моря, м

Лесотипологическая структура трех типов местности НП «Водлозерский» (по данным ландшафтных профилей)

Тип леса	Представленность типа леса (в % от покрытой лесом площади)		
	Ледниковая холмисто-грядовая среднезаболоченная местность с ярко выраженным преобладанием еловых местообитаний	Водно-ледниковая мелкогрядово-холмистая сильнозаболоченная местность с относительным преобладанием сосновых местообитаний	Озерные сильнозаболоченные равнины с сосново-еловыми местообитаниями
С. брусничный	0	27	0
С. черничный	20	28	25
С. черничный влажный	0	0	12
С. осоково-сфагновый	0	0	20
С. кустарничково-сфагновый	5	0	0
Итого	25	55	57
Е. черничный	46	40	14
Е. черничный влажный	9	2	16
Е. чернично-сфагновый	0	0	3
Е. травяно-хвощово-сфагновый	20	3	2
Е. кустарничково-сфагновый	0	0	8
Итого	75	45	43

пройдена лесным пожаром не менее 400 лет назад. С высокой долей вероятности об этом свидетельствует единичное участие в составе древостоев сосен предельного возраста 350–400 лет (точное значение не указано по причине сердцевинных гнилей). Присутствует сухостой сосны. Причем отмечено, что данное поколение сосны пожаром затронуто не было, оно могло возникнуть лишь на участке открытой гари. По мере роста сосновых лесов формировался второй еловый ярус, постепенно вытеснивший сосну из основного полога. По данным Н. И. Казиминова [1971], для формирования климаксовых среднетаежных ельников Карелии необходим срок 500–600 лет. Наши исследования показали, что существующие здесь ельники уже представлены как минимум несколькими поколениями в возрасте 250–320 и 120–150 лет, в отдельных случаях отмечены фрагменты массивов с участием в составе ели в возрасте 170–240 лет.

В лесном покрове ельники черничные свежие являются доминирующим типом леса (почти 50 % от покрытой лесом площади) и в основном приурочены к пологим склонам гряд и холмов. Сосняки, как правило, располагаются на возвышенных элементах рельефа с дренированными почвами или по окраинам болот, их суммарная доля в покрытой лесом площади составляет 25 %. Однако их количество постепенно снижается по причине долговременного отсутствия лесных пожаров, отпада старых деревьев и отсутствия возобновления сосны.

Границы между типами леса довольно четко выражены, что обусловлено холмисто-грядовым типом рельефа (см. рис. 2). Наиболее типичный переход между крайними по степени увлажненности местообитаниями: ельник черничный свежий – ельник травяно-хвощово-сфагновый – болото. Относительная высота холмов и гряд колеблется в пределах 20–40 м. Четвертичные отложения представлены алевритово-суглинистой мореной. Алевриты являются материнскими породами наиболее плодородных лесных почв. Это подтверждается наличием на профиле хвойно-лиственных древостоев с запасом до 270 м³/га. Почвенный покров отличается широким распространением подзолистых легкосуглинистых завалуненных почв с ельниками черничными свежими. Под сосняками черничными чаще встречаются супесчаные подзолы. Общая заболоченность территории составляет порядка 40 %, из которых на долю открытых болот приходится около 20 %, а остальная часть занята заболоченными лесными землями, среди которых наибольшее распространение получили ельники травяно-хвощово-сфагновые и сосняки кустарничково-сфагновые (табл.).

Водно-ледниковая мелкогрядово-холмистая сильнозаболоченная местность с относительным преобладанием сосновых местообитаний (№ 1 на рис. 1). Данная местность в пределах карельской части НП представлена одним контуром, расположенным в 4 км в северо-западном направлении

от северного побережья оз. Водлозеро (координаты трансекты: начало 62°28.9' с. ш., 36°42.267' в. д., конец 62°30.833' с. ш., 36°43.316' в. д.). Отличается высокой степенью заболоченности – более 50 % территории, в том числе на открытые болота приходится около 32 %. Леса данной местности характеризуются высокой пирогенной уязвимостью, и только благодаря их расчлененности болотными массивами возможна естественная локализация лесных пожаров. По литературным данным, повалыные пожары, охватывающие и заболоченные местообитания, здесь могли происходить до пяти раз в тысячелетие [Громцев, 2000, 2008]. На большей части профиля были обнаружены обгоревшие остатки сосны и сухостой, что свидетельствует о сильном пожаре, произошедшем в этих лесах не менее 300 лет назад в аномально засушливый год. Открытая гарь являлась почти идеальным местом для возобновления сосновых лесов. Нынешние древостои в основном представлены двумя поколениями сосны в возрасте 200–250 и более 300 лет. Однако проведение выборочных рубок в прошлом, отсутствие низовых пожаров и близость к обширным еловым массивам озерных и озерно-ледниковых среднезаболоченных равнин привели к значительному увеличению доли ели в сосновых лесах. Установлено, что это явление особенно распространено на пологих склонах гряд в черничных местообитаниях (в настоящее время доля ельников черничных составляет 40 %).

Типологическая структура лесов довольно однообразна. Сосняки черничные и брусничные составляют 55 % покрытой лесом площади и занимают возвышенные участки гряд на супесчаных почвах. В отдельных случаях на грядах, сложенных из легкосуглинистых почв, встречаются елово-сосновые древостои. Данная местность сформирована из флювиогляциальных образований, сложенных песчано-гравийными осадками. Фоновым типом рельефа являются всхолмления в виде пологих гряд и холмов различной конфигурации. Относительная их высота в среднем составляет 10–15 м. Границы между типами леса четко выражены. При маршрутном обследовании территории выявлено, что наиболее типичными переходами между контрастными по степени увлажненности местообитаниями являются: сосняк брусничный (черничный) – болото, сосняк черничный – ельник травяно-хвощово-сфагновый.

Озерные сильнозаболоченные равнины с сосново-еловыми местообитаниями (№ 5 на рис. 1). Контур расположен примерно в 10 км к северо-востоку от северного

побережья оз. Водлозеро (координаты трансекты: начало 62°31.691' с. ш., 37°22.871' в. д., конец 62°31.789' с. ш., 37°20.284' в. д.). Данный тип местности сформирован из болотных и лесоболотных систем. Характеризуется высокой заболоченностью – до 80 % от общей площади территории, причем на долю открытых болот приходится свыше 50 % земель [Материалы..., 2007]. Среди болот преобладает осоково-сфагновый тип. Мощность торфяников превышает 2–3 м. Крупные болотные массивы представляют собой абсолютно плоскую поверхность, простирающуюся порой на десятки километров. Леса покрывают около 50 % территории, включая низкополотные древостои по периферии болот. Древостои характеризуются низкой пирогенной уязвимостью. Пожары легко локализируются естественным образом благодаря чередованию болот и суходолов. Ряд косвенных признаков позволяют утверждать, что территория подверглась повалыному пожару не менее 350 лет назад. К числу таких признаков можно отнести предельный возраст сосны более 300 лет и остатки сухостойных сосен с сильными огневыми повреждениями. В целом процесс восстановления лесов после пирогенного воздействия подробно описан в монографии [Материалы..., 2007]. В настоящее время лесной покров представлен несколькими поколениями сосны в возрасте около 200–300 лет в черничном типе местообитания и 100–200 лет в осоково-сфагновом типе. Возрастной состав ели относительно однороден во всех условиях местообитаний, он представлен двумя поколениями в возрасте около 200 лет в основном ярусе и 140 лет во втором ярусе сосняков черничных. Основная часть сообществ зеленомошной группы занята сосняками черничными и черничными влажными на подзолах и торфянистых иллювиально-железисто-гумусовых супесчаных подзолах – 37 % от покрытой лесом площади. Господствующей формацией заболоченных лесов являются сосняки осоково-сфагновые – 20 % покрытой лесом площади, как правило, занимающие периферийные части болотных массивов. Среди ельников на избыточно увлажненных подзолистых суглинистых почвах преобладают черничные влажные, чернично-сфагновые и другие типы, в сумме составляющие 29 %.

Проявляется направление смены части сосновых лесов на еловые. Этому способствует одновременно несколько причин. Во-первых, явление экспансии ели типично в условиях равнинного рельефа, когда семена могут распространяться по насту на многие километры. Во-вторых, имеются подходящие условия для

закрепления и роста ели, это наличие тонкодисперсного материала, суглинков и алевритов. В-третьих, долговременное отсутствие сильных лесных пожаров способствует активному развитию елового подроста.

Подстилающие породы в основном представлены алевритами и суглинками, выполняющими роль водоупора. Отчетливо проявляется тенденция превращения лесных сообществ на участках, сложенных минеральными суглинистыми осадками, в заболоченные, а затем в лесоболотные. Озерный генезис местности определяет равнинный рельеф территории. Относительные превышения весьма незначительны – до 5–7 м. Равнинный тип рельефа исключает резкое и частое чередование различных типов условий произрастания. Сосняки черничные по направлению к болоту последовательно сменяются на черничные влажные условия местообитаний, затем кустарничково- или осоково-сфагновые и далее – болото. Следует также отметить частое чередование различных по площади земель, состоящих из отложений минерального состава, заболоченных лесов и открытых болотных систем.

Заключение

Пространственная компоновка лесного покрова НП «Водлозерский», а соответственно, и особенности его динамики определяются внутриландшафтным устройством территории. Прослеживается четкая связь между ландшафтообразующими признаками и обликом лесных экосистем. Состав четвертичных отложений, особенности почвенного покрова, сочетания форм мезорельефа определяют облик и характер лесных массивов, формирующихся в пределах географической местности. Наиболее характерные различия лесного покрова между соседними контурами местностей отмечены в преобладании коренных местообитаний, доминировании пород, процессах восстановления лесной растительности, ходе пожарных режимов.

Результаты исследований показывают закономерности строения лесного покрова на субландшафтном уровне и могут учитываться при планировании и ведении природоохранной деятельности в пределах парка, а также позволяют провести функциональное зонирование участков, ценных в рекреационном, природоохранном отношении, и определить уровень

и интенсивность допустимого антропогенного воздействия на лесные экосистемы.

В целом субландшафтная структура НП «Водлозерский» достаточно сложна, и ее дальнейшее изучение представляется актуальной задачей.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (тема № 0220-2014-0004) и Программы Президиума РАН «Биоразнообразии природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» (тема № 0220-2015-0014).

Литература

- Анненская Г. Н., Видина А. А., Жучкова В. К. и др. Морфологическая структура географического ландшафта. М.: Моск. ун-т, 1962. 54 с.
- Волков А. Д., Громцев А. Н., Еруков Г. В. и др. Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура и динамика). Петрозаводск: Карелия, 1990. 284 с.
- Громцев А. Н. Ландшафтная экология таежных лесов (теоретические и прикладные аспекты). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. 144 с.
- Громцев А. Н. Ландшафтные эталоны коренных лесов // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. С. 55–60.
- Громцев А. Н. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 250 с.
- Жучкова В. К., Раковская Э. М. Методы комплексных физико-географических исследований. М.: Академия, 2004. 368 с.
- Казимиров Н. И. Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.
- Киреев Д. М., Лебедев П. А. Лесное ландшафтоведение. Полевые описания ландшафтных фаций. Методические указания. СПб.: ЛТА, 2000. 32 с.
- Материалы инвентаризации природных комплексов и природоохранная оценка территории «Чукозеро» / Ред. А. Н. Громцев. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 137 с.
- Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды / Под общ. ред. Громцева А. Н. и др. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2003. 262 с.
- Солнцев Н. А. Природный ландшафт и некоторые его общие закономерности // Тр. 2-го Всесоюз. географ. съезда. М., 1948. Т. 1. С. 258–269.
- Сукачев В. Н., Зонн С. В. Методические указания к изучению типов леса. М.: АН СССР, 1961. 143 с.

Поступила в редакцию 19.08.2016

References

Annenskaya G. N., Vidina A. A., Zhuchkova V. K., Konovalenko V. G., Mamai I. I., Pozdneeva M. I., Smirnova E. D., Solntsev N. A., Tsesel'chuk Yu. N. Morfologicheskaya struktura geograficheskogo landshafta [Morphological structure of geographical landscapes]. Moscow: Mosk. un-t, 1962. 54 p.

Gromtsev A. N. Landshaftnaya ekologiya taezhnykh lesov (teoreticheskie i prikladnye aspekty) [Landscape ecology of taiga forests: theoretical and applied aspects]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2000. 144 p.

Gromtsev A. N. Landshaftnye etalony korennykh lesov [Landscape models of primeval forests]. Raznoobrazie bioty Karelii: usloviya formirovaniya, soobshchestva, vidy [Biotic Diversity of Karelia: Conditions of Formation, Communities, and Species]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003. P. 55–60.

Gromtsev A. N. Osnovy landshaftnoi ekologii evropeiskikh taezhnykh lesov Rossii [Fundamentals of landscape ecology of European taiga forests in Russia]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. 250 p.

Kazimirov N. I. El'niki Karelii [Spruce forests of Karelia]. Leningrad: Nauka, 1971. 140 p.

Kireev D. M., Lebedev P. A. Lesnoe landshaftovedenie. Polevye opisaniya landshaftnykh fatsii. Metodicheskie ukazaniya [Forest landscape science. Field descriptions of environmental facies. Methodology guidelines]. St. Petersburg: LTA, 2000. 32 p.

Materialy inventarizatsii prirodnykh kompleksov i prirodookhrannaya otsenka territorii «Chukozero» [Inventory material on the natural complexes and nature conservation assessment of the Chukozero Area]. Ed. A. N. Gromtsev. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007. 137 p.

Raznoobrazie bioty Karelii: usloviya formirovaniya, soobshchestva, vidy [....]. Ed. Gromtsev A. N. et al. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2003. 262 p.

Solntsev N. A. Prirodnyi landshaft i nekotorye ego obshchie zakonomernosti [Natural landscape and some of its general patterns]. Tr. 2-go Vsesoyuz. geograf. s'ezda [Proceed. of the 2nd All-Union Geographical Congress]. Moscow, 1948. Vol. 1. P. 258–269.

Sukachev V. N., Zonn S. V. Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu tipov lesa [Methodology guidelines for forest types studying]. Moscow: AN SSSR, 1961. 143 p.

Volkov A. D., Gromtsev A. N., Erukov G. V., Karavaev V. N., Kolomytsev V. A., Kurkhinen Yu. P., Lak G. Ts., Pyzhin A. F., Sazonov S. V., Shelekhov A. M. Ekosistemy landshaftov zapada srednei taigi (struktura i dinamika) [Landscape ecosystems of the western part of the Middle Taiga Subzone (structure and dynamics)]. Petrozavodsk: Kareliya, 1990. 284 p.

Zhuchkova V. K., Rakovskaya E. M. Metody kompleksnykh fiziko-geograficheskikh issledovaniy [Methods of complex physical and geographical research]. Moscow: Akademiya, 2004. 368 p.

Received August 19, 2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Петров Николай Владимирович

младший научный сотрудник лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: nvpetrov@krc.karelia.ru

Карпин Владимир Александрович

младший научный сотрудник лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: landscapeexplorer@gmail.com

Туюнен Андрей Владимирович

младший научный сотрудник лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: tuyunen@krc.karelia.ru

CONTRIBUTORS:

Petrov, Nikolai

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nvpetrov@krc.karelia.ru

Karpin, Vladimir

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: landscapeexplorer@gmail.com

Tuyunen, Andrei

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: tuyunen@krc.karelia.ru