

УДК 630*5 (1–751.1)

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНОГО ФОНДА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПААНАЯРВИ»

Н. В. Петров^{1*}, Б. В. Раевский^{1, 2}, В. В. Тарасенко¹

¹Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН» (ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910), *nvpetrov@krc.karelia.ru

²Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН» (ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910)

Осуществлен всесторонний анализ цифровых картографических и атрибутивных баз данных лесного фонда национального парка «Паанаярви». В частности, проанализированы данные распределения лесного фонда по категориям земель, а покрытых лесом земель – по преобладающим породам, типам леса и классам бонитета. Особое внимание было уделено изучению структуры лесного массива в разрезе типов возрастных структур хвойных насаждений. Показано, что сосновые леса НП «Паанаярви» вплоть до 40-х гг. XX столетия подвергались существенному антропогенному воздействию, в то время как его ельники сохранились практически в естественном состоянии. Настоящим исследованием выявлено, что ни на одном из этапов «большого» сукцессионного цикла, несмотря на коренное изменение возрастной структуры древостоя и переход от условно-однородного состояния к абсолютной разновозрастности, резких падений величины запаса не происходит. Данная закономерность свидетельствует в пользу того, что в отсутствие катастрофических явлений коренные таежные леса могут устойчиво существовать в течение многих столетий.

Ключевые слова: лесоустройство; сосновые и еловые леса; возрастная структура; типы леса; динамика запаса; малонарушенные лесные территории

Для цитирования: Петров Н. В., Раевский Б. В., Тарасенко В. В. Структурные особенности лесного фонда национального парка «Паанаярви» // Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 7. С. 80–95. doi: 10.17076/eco2390

Финансирование. Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (FMEN-2022-0014), а также по проекту № ЭКО-25-2-001016 «Арктическая природа в Национальном парке „Паанаярви“: комплексный мониторинг в целях сохранения биоразнообразия», грантодатель – Президентский фонд экологических и природоохранных проектов.

N. V. Petrov^{1*}, B. V. Raevsky^{1,2}, V. V. Tarasenko¹. STRUCTURAL FEATURES OF THE FOREST FUND OF THE PAANAJARVI NATIONAL PARK

¹ Department for Multidisciplinary Research, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences (11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia), nvpetrov@krc.karelia.ru

² Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences (11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia)

The map and attributive databases of the Paanajarvi National Park (NP) forest survey were analysed. The aspects analysed include the patterns of forest land distribution by land categories and the distribution of forested areas by the main tree species, forest types and site quality classes. Special attention was paid to the NP's forest tract age structure, specifically the types of the age structure of coniferous stands. It is shown that pine stands in the NP had been exploited intensively up to the 1940s, whereas its spruce forests have remained in a near-natural state. The study revealed that, despite the fundamental transformation from a relatively even-aged to an all-aged structure, the standing stock did not drop dramatically in any of the 'major' stages of the succession cycle. This pattern is evidence that in the absence of catastrophic events primeval boreal forests can remain sustainable for many centuries.

Keywords: forest management inventory; pine and spruce forests; age structure; forest types; standing stock dynamics; undisturbed forest areas

For citation: Petrov N.V., Raevsky B.V., Tarasenko V.V. Structural features of the forest fund of the Paanajarvi National Park. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2026. No. 7. P. 80–95. doi: 10.17076/eco2390

Funding. The study was funded from the Russian federal budget through state assignment to KarRC RAS (FMEN-2022-0014), and "Arctic nature in Paanajarvi National Park: comprehensive monitoring for biodiversity conservation" project (sponsor: Presidential Fund for Environmental and Conservation Projects).

Введение

Малонарушенные лесные территории (МЛТ) являются ценнейшими объектами для широкого спектра фундаментальных экологических исследований в области изучения природной динамики бореальных экосистем в условиях меняющегося климата. Организация долговременных исследований мониторингового характера лесных ландшафтов, испытавших минимальное влияние человека, также совершенно необходима для разработки экологически щадящих сценариев природопользования. В указанном аспекте национальный парк «Паанаярви» (далее по тексту – НП) является уникальным примером крупного массива коренных северо-таежных ельников в Восточной Фенноскандии. Как отмечал Ю. Й. Сыстра, «...парк остался единственным крупным невырубленным лесным массивом в приполярной Европе и поэтому имеет исключительное значение для фундаментальных научных исследований» [Сыстра, 1995, с. 434]. Результатам изучения наземных экосистем НП было посвящено немало число научных трудов, авторство большинства которых принадлежит сотрудникам КарНЦ РАН

[Громцев, Литинский, 2003; Елина, Кузнецов, 2003 и др.]. Различные аспекты биологического разнообразия и природные особенности лесов НП были в достаточной мере охарактеризованы с использованием ландшафтного подхода [Волков и др., 1995; Громцев и др., 1995; Громцев, 2000], ботанических исследований [Vasari, 1998; Кравченко, Кузнецов, 2003; Рудковская и др., 2016 и др.], исследований заболоченности территории [Коломыцев, 2003], а также результатов изучения истории хозяйственного использования лесов [Сыстра, 1995; Бижон, Сыстра, 1999]. Имеются материалы, представляющие сугубо прикладное значение, – это Лесохозяйственный регламент лесничества 2002 г. [Лесохозяйственный регламент..., 2002], публикация А. М. Шелехова [2003], полностью основанная на данных из пояснительной лесоустроительной записки 1992 г. [Проект организации..., 1992], и План развития НП по проекту приграничного сотрудничества Tacis [План развития..., 2001]. Перечисленные труды и ведомственные документы дают определенное представление об общей структуре лесного фонда (ЛФ) парка, но лишь отчасти позволяют судить об особенностях

пространственной и возрастной структуры малонарушенных лесов НП, а также их связи с особенностями хозяйственного освоения лесов данного массива. Не зря было отмечено отсутствие систематических лесоводственных исследований на территории НП [Громцев, Литинский, 2003]. Под этим, как правило, понимается закладка системы постоянных пробных площадей (ППП) и организация на них многолетних биогеоэкологических исследований, включающих изучение динамики всех ярусов растительности. В настоящее время в рамках выполнения проекта «Арктическая природа в Национальном парке „Паанаярви“: комплексный мониторинг в целях сохранения биоразнообразия» [<https://президентский-фондприроды.рф>] появилась возможность разработки цифровой пространственной модели (ЦПМ) наземного покрова НП. Достижение указанной цели предполагает создание в натуре сети ППП для уточнения количественных характеристик тематических классов растительности. В связи с этим на подготовительном этапе была поставлена цель – выявить, проанализировать и обобщить особенности пространственной и породно-возрастной структуры лесного массива НП на основе анализа цифровой картографо-атрибутивной базы данных, сформированных по результатам лесоустроительных работ на его территории в 1991–1992 гг.

Материалы и методы

Результатом использования ГИС-технологий при лесоустроительных работах в границах того или иного объекта является массив цифровой картографической информации, в том числе так называемый повидельный (полигональный) слой с привязанной к нему базой атрибутивных данных, содержащих всю исходную информацию на уровне отдельного таксационного участка. В связи с этим возникает принципиальная возможность самого разнообразного анализа структурных характеристик большого массива данных, включая и их пространственную визуализацию. Выполняя анализ атрибутивной базы данных (БД) лесоустройства следует принимать во внимание, что данные, получаемые при таксации древостоев так называемым глазомерно-измерительным способом, изначально ориентированы на решение стандартных производственных задач. Несмотря на свою относительно невысокую точность, это, по сути, единственный источник количественной информации о территории, где представлены таежные ландшафты на уровне биогеоценозов (выделов). Такие данные

незаменимы при анализе внутренней структуры лесных массивов (ландшафтов) и расчета тех или иных обобщенных параметров.

Информация по структуре лесного фонда (ЛФ) по категориям земель, породной, типологической структуре древостоев, распределению их по классам возраста, классам бонитета была извлечена из упомянутых БД путем построения соответствующих запросов. Полученные данные сравнивались с информацией, изложенной в Объяснительной записке [Проект организации..., 1992].

В качестве методической основы для анализа возрастной структуры сосняков НП была взята классификация С. С. Зябченко [1984], для ельников – Н. И. Казимирова [1971] и С. А. Дыренкова [1984], модифицированная с учетом особенностей представления информации в повидельных базах данных. Древостой считался абсолютно-разновозрастным при соблюдении ряда условий: а) в древостое были выделены не менее 2 поколений сосны; б) ни одно из них не превышало по составу 4 единиц; в) возрастная разница между поколениями составляла не менее 2 классов возраста (класс возраста – 20 лет). При меньшем возрастном диапазоне, а также при доле одного из поколений 5 единиц и более древостой классифицировался как относительно-разновозрастный. Класс относительно-разновозрастных древостоев подразделялся на два подкласса по признаку преобладания по запасу: а) старшего по возрасту поколения и б) младшего по возрасту поколения. При условии выделения только одного возрастного поколения древостой считался условно-одновозрастным.

Результаты и обсуждение

Территория НП «Паанаярви» расположена в северотаежной подзоне вблизи Северного полярного круга на крайнем северо-западе Республики Карелия. Западная граница парка совпадает с государственной границей России с Финляндией. Согласно официальным данным [Особо охраняемые..., 2017; Лесохозяйственный регламент..., 2022], площадь земель ООПТ составляет 104473 га (рис. 1). По целевому назначению леса относятся к защитным.

Отличительной природной особенностью является низкогорный тип рельефа, это самая возвышенная часть региона, где максимальные отметки земли достигают 576 м (г. Нуорунен). Отсюда согласно классификации и карте географических ландшафтов Карелии [Волков и др., 1995] территории было присвоено название – низкогорный среднезаболоченный

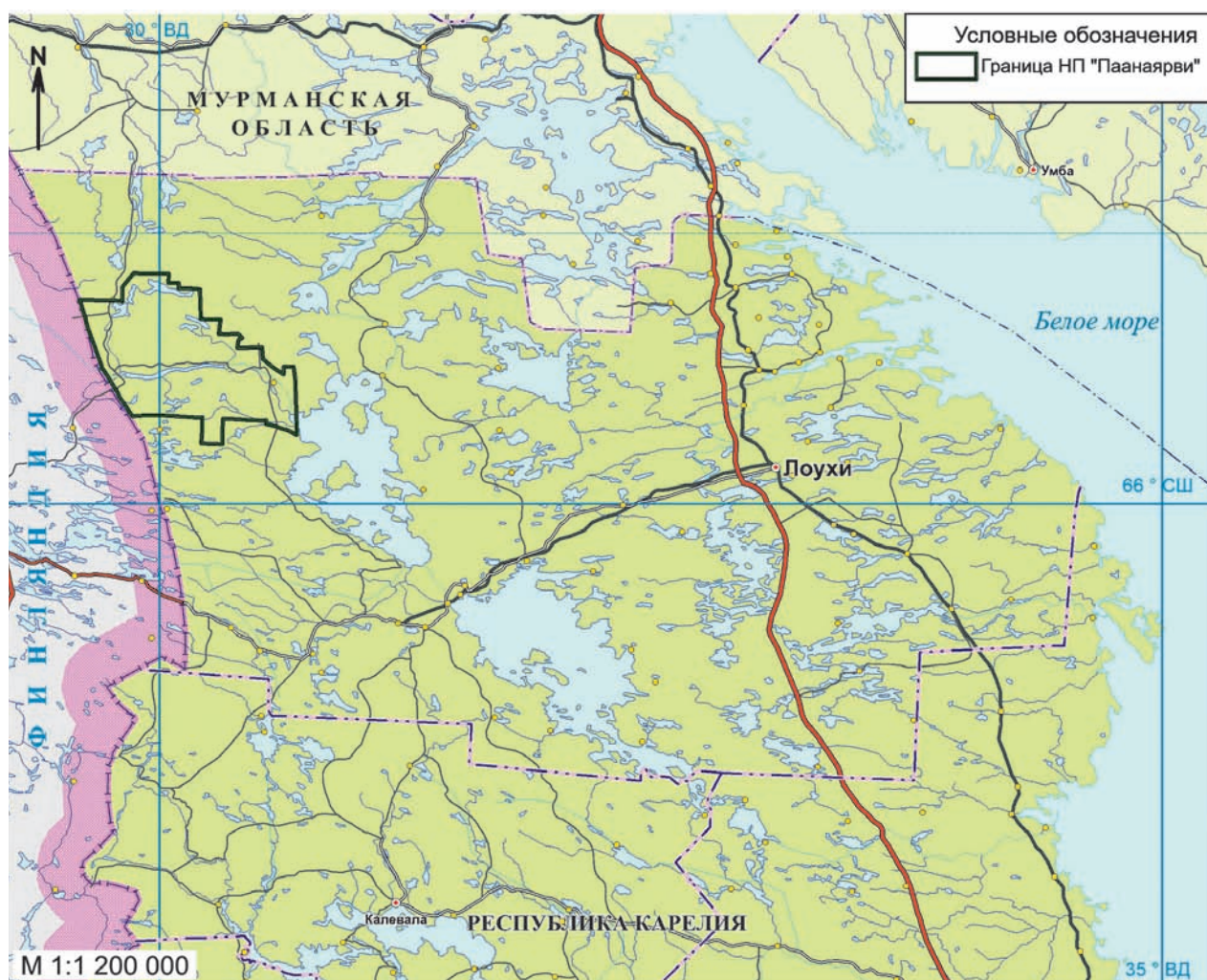


Рис. 1. Дислокация НП «Паанаярви»

Fig. 1. Location of the Paanajarvi National Park

ландшафт с преобладанием еловых местообитаний. На субландшафтном уровне ландшафт разнороден и имеет несколько типов местности (с преобладанием сосновых и еловых местообитаний). Последние оказались тесно связаны с особенностями хозяйственного освоения лесов в прошлом, что будет рассмотрено далее.

Анализ структуры ЛФ исследуемой территории (ИТ) по категориям земель на ландшафтном уровне показал следующее. Лесные земли здесь занимают 75% ЛФ, причем практически вся эта площадь относится к категории покрытых лесом земель (99% лесных земель) (табл. 1). Лишь незначительная часть в общей доле, порядка 1%, приходится на ландшафтные поляны, гари и погибшие насаждения, вырубки, что в свою очередь указывает на весьма хорошую сохранность огромного по величине лесного массива без выраженного влияния естественных катастрофических факторов по состоянию

на год лесоустройства. Нелесные земли занимают 25% ЛФ и в основном представлены водными объектами и болотами. Категории земель антропогенного происхождения в сумме составляют около 1,5% нелесных земель.

На фоне обширной по площади территории северотаежной подзоны, где имеет место доминирование сосновых лесов (по разным оценкам от 76 до 82%), для лесного покрова НП характерно выраженное преобладание ельников – на долю их участия приходится 70% покрытой лесом площади (табл. 2). Еловые насаждения произрастают на относительно богатых и в меру увлажненных почвах, сформировавшихся на осадочно-вулканогенных породах [Сыстра, 1995]. Сосняки сконцентрированы вдоль рек Оланга, Оуланкайоки и Совайоки, а также оз. Паанаярви на водно-ледниковых и аллювиальных песчаных отложениях. Лиственные леса представлены в меньшей степени –

Таблица 1. Распределение лесного фонда по категориям земель

Table 1. The areal structure of the forest fund by land categories

Категории земель Land categories	Площадь, га Area, ha	Структура, % от ЛФ Structure, % of forest fund	Структура, % в пределах категории ЛФ Structure, % within the category
Общая площадь лесного фонда Total forest fund area	104 473,0	100,0	–
Лесные земли, всего Forest lands, total	78 383,8	75,0	100,0
В т. ч. покрытые лесом – всего Including forested areas – total	77 708,8	74,4	99,1
Непокрытые лесом – всего Uncovered by forest – total	675,0	0,6	0,9
В т. ч. гари Including burning areas	38,8	0,0	~0,1
погибшие насаждения dead forests	166,0	0,2	0,2
вырубки logged area	7,0	0,0	~0
ландшафтные поляны landscaped meadows	463,2	0,4	0,6
Нелесные земли – всего Non-forest lands – total	26 089,2	25,0	100,0
В т. ч. воды Including water areas	11 686,5	11,2	44,8
дороги roads	188,0	0,2	0,7
просеки glades	115,0	0,1	0,4
усадыбы, рекультивированные земли estates, reclaimed lands	47,0	~0,0	0,2
карьер quarry	13,7	~0,0	0,1
болота bogs	12 971,0	12,4	49,7
скальные обнажения rocky outcrops	1 068,0	1,0	4,1

смешанными березняками (порядка 6% площади). Таким образом, уникальность НП заключается в том, что здесь на протяжении весьма длительного времени (формирование устойчивых еловых лесов произошло в интервале

4000–3000 лет назад) существует крупнейший компактный массив малонарушенных еловых лесов, представляющий исключительную ценность для научных исследований [Громцев, Литинский, 2003].

Таблица 2. Распределение покрытой лесом площади по преобладающим породам

Table 2. The areal structure of forested area by dominant tree species

Преобладающая порода Dominant tree species	Площадь, га Area, ha	Доля участия, % Proportion to contribution, %
Сосна Pine	18 726,8	24,1
Ель Spruce	54 377,5	70,0
Береза Birch	4 604,5	5,9
Итого Total	77 708,8	100

Распределение древостоев по классам возраста является весьма важным показателем, позволяющим косвенно характеризовать степень нарушенности лесного покрова под воздействием естественных и антропогенных факторов. В этом аспекте очень информативным оказывается сравнительный анализ данных, полученных по НП «Паанаярви», с ранее опубликованными материалами [Раевский, 2017] по изучению структуры малонарушенных лесных массивов таких крупных федеральных особо охраняемых природных территорий (ООПТ), как НП «Калевальский» и государственный природный заповедник (ГПЗ) «Костомукшский» (табл. 3, рис. 2). Указанные ООПТ располагаются в северотаежной подзоне на северо-западе Республики Карелия, так же как и НП «Паанаярви», и в непосредственной близости от него. Поэтому есть все основания предполагать сходный тип хозяйственного освоения для всех перечисленных территорий в ретроспективе, по крайней мере, последних сотен лет. Следует отметить, что до появления целлюлозно-бумажной промышленности во второй половине XX столетия еловые древостои испытывали существенно меньшее антропогенное воздействие по сравнению с сосняками. Образно выражаясь, ель считали «сорной» породой и использовали в хозяйстве минимально.

Известно, что в отсутствие масштабных катастрофических нарушений, в условиях «нормально флуктуирующей среды» и так на-

зываемой оконной динамики распределение площади лесов по классам возраста, как правило, приближено к кривой нормального распределения (Гаусса-Лапласа) с выраженной правосторонней асимметрией в сторону старших классов возраста. Как следует из рис. 2, все три графика (Б, Г, Е), описывающие распределение ельников по классам возраста, весьма схожи и имеют указанную выше асимметрию в пользу старших классов возраста. В НП «Калевальский» 97 % ельников попадают в диапазон VII–XIV классов возраста, в заповеднике «Костомукшский» – 87,6 %, а в НП «Паанаярви» – 94,4 %. Таким образом, следует подчеркнуть, что выявленное распределение площади ельников по классам возраста свидетельствует о том, что еловые леса всех трех ООПТ избежали массивованного хозяйственного освоения и крупных природных катастроф, по крайней мере, в течение последнего тысячелетия.

Сравнительно с ельниками в распределении сосняков по классам возраста наблюдаются существенные отличия как в целом по породам, так и в разрезе отдельных ООПТ. Графики распределения сосняков по классам возраста (рис. 2, А, В, Д) указывают, что асимметрия кривой в сторону старших классов наиболее выражена для НП «Калевальский», где на VII–XIV классы приходится 86,9 % площади покрытых лесом земель, для заповедника эта доля меньше – 77,7 %, а для НП «Паанаярви» составляет уже 69 %. Сказанное свидетельствует

Таблица 3. Распределение площади хвойных лесов НП «Паанаярви» по классам возраста

Table 3. The areal structure of coniferous forests of the Paanajarvi National Park by age classes

Класс возраста Age class	Сосняки Pine forests		Ельники Spruce forests	
	Площадь, га Area, ha	Доля участия, % Proportion, %	Площадь, га Area, ha	Доля участия, % Proportion, %
1	29	0,20	14	~0
2	55	0,30	36	0,1
3	326,9	1,70	75,3	0,1
4	392,9	2,10	146,3	0,3
5	2709,2	14,50	594,8	1,1
6	2915,8	15,60	2301,8	4,2
7	2069	11,00	4346,1	8,0
8	3560,9	19,00	8903,4	16,4
9	2843	15,20	14 183,3	26,1
10	1502,2	8,00	11 668,9	21,4
11	2173,6	11,60	10 944,9	20,1
12	114	0,60	897,5	1,7
13	35,3	0,20	155,2	0,3
14	–	–	110	0,2
Итого Total	18 726,8	100	54 377,5	100

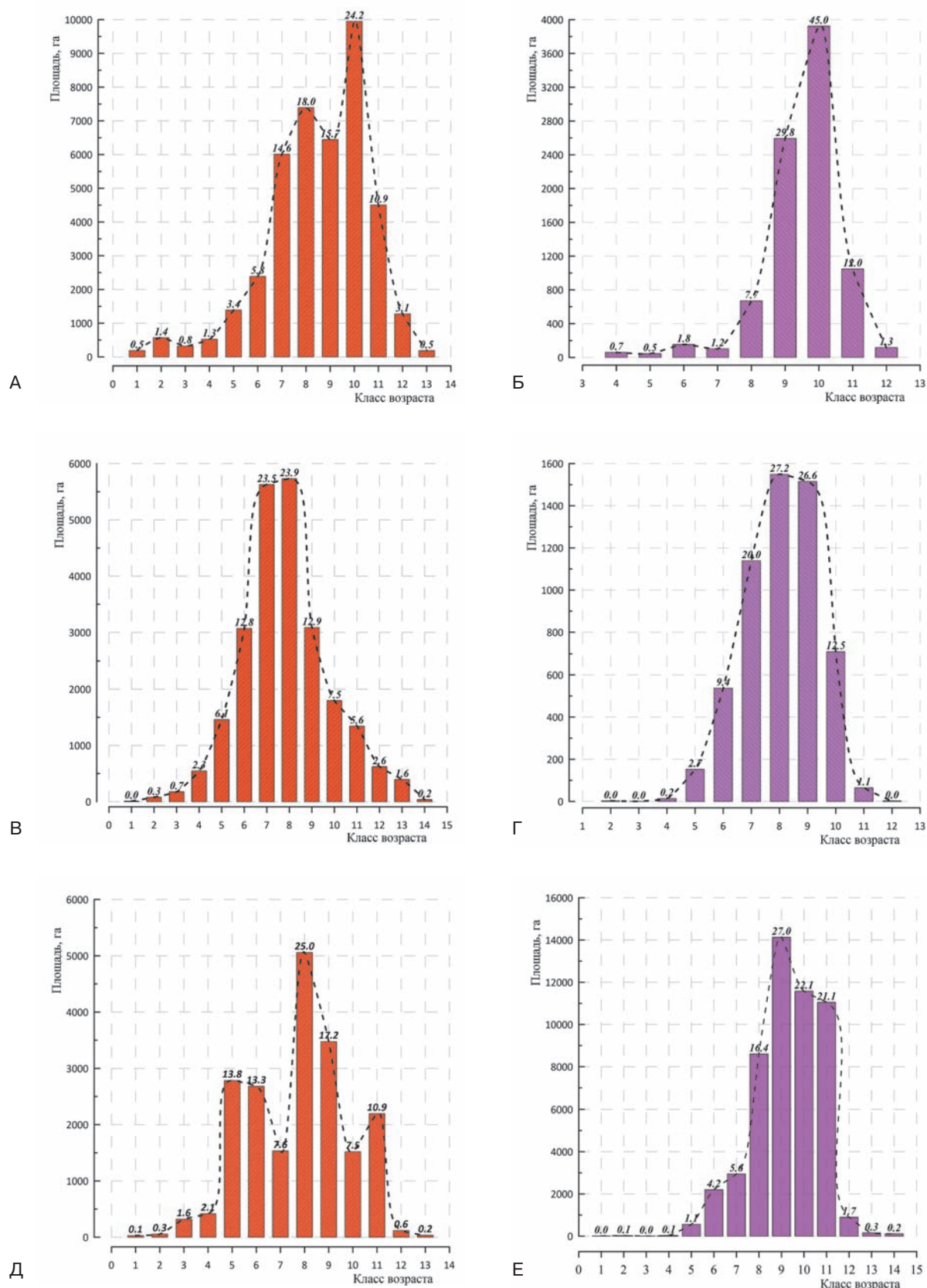


Рис. 2. Распределение сосняков и ельников по классам возраста: А, Б – НП «Калевальский»; В, Г – ГПЗ «Костомукшский»; Д, Е – НП «Паанаярви»

Fig. 2. Distribution pattern of pine and spruce forests by age classes: А, Б – Kalevalsky National Park; В, Г – Kostomukshsky State Nature Reserve; Д, Е – Paanajarvi National Park

о том, что, по всей видимости, сосняки НП «Паанаярви» претерпели сравнительно большее антропогенное воздействие. Многовершинный характер кривой распределения возрастной структуры сосняков «Паанаярви» говорит в пользу того, что, вероятно, активных периодов эксплуатации сосновых насаждений здесь было несколько. Данный вопрос будет обсужден в разделе, посвященном возрастной структуре сосновой и еловой формаций.

Экологический спектр хвойных лесов вполне обычен для северотаежной подзоны – на ИТ выявлено 10 типов леса для сосны и 9 для ели (табл. 4). Следует отметить довольно схожее процентное распределение площадей сосняков и ельников по типам леса. В частности, в лесном покрове наблюдается абсолютное преобладание черничной группы типов леса (порядка 60 и 90 %, соответственно). Значительное преобладание ельников черничных, на наш взгляд, связано с тем, что, несмотря на пересеченность рельефа, данный тип леса в различных вариациях (черничных свежих и влажных) занимает различные положения – от относительно равнинных участков (ярус рельефа до 300 м н. у. м.) до склонов крупных по величине гор, таких как Кивакка, Нуурунен и др. Обращает на себя внимание и тот факт, что в данном типе ландшафта в условиях высотной зональности в скальном

типе преобладают редкостойные еловые леса, постепенно переходящие в предтундровые редины, тогда как в остальной части северной тайги подобные типы местообитаний в абсолютном большинстве занимают низкополотные сосняки. Сосна как экологически более пластичный вид доминирует на площадях с песчаными отложениями, где сконцентрирована основная доля брусничных сосняков. Общая доля самых низкопродуктивных сосняков и ельников на переувлажненных землях оказалась фактически одинаковой – порядка 7 %, что вполне соответствует данному типу ландшафта.

С точки зрения сравнительных оценок продуктивности очень показательным является характер распределения древостоев ИТ по классам бонитета (табл. 5). Леса преимущественно (свыше 80 % покрытой лесом площади) относятся к V классу бонитета в силу суровых климатических условий в купе с вертикальной зональностью. Наиболее производительными считаются насаждения черничной группы типов леса, занимающие наиболее выгодные положения в рельефе в плане почвенно-грунтового питания (например, ложбины стока, логовые местообитания с проточным увлажнением). Низкобонитетные древостои Va, б классов представлены сфагновой группой типов леса и редкостойными

Таблица 4. Распределение площади хвойных лесов НП «Паанаярви» по типам леса

Table 4. The areal structure of coniferous forests of the Paanajarvi National Park by forest type

Типы леса Forest types	Сосняки Pine forests		Ельники Spruce forests	
	Площадь, га Area, ha	Доля участия, % Proportion, %	Площадь, га Area, ha	Доля участия, % Proportion, %
Скальный Rocky	137,9	0,7	755,9	1,4
Лишайниковый Cladinos	420,8	2,2	0,0	–
Вересковый Callunosum	634,6	3,4	6,6	~0
Брусничный Vaccinosum	5302,7	28,3	565,3	1,0
Черничный Myrtillosum	10 887,2	58,1	49 066,1	90,2
Долгомошный Polytrichosum	371,2	2,0	3 154,9	5,8
Логовый Fontinale	23,1	0,1	167,3	0,3
Багульниковый Ledosum	665,1	3,6	319,2	0,6
Сфагновый Sphagnosum	259,4	1,4	256,2	0,5
Осоково-сфагновый Caricoso-sphagnosum	24,8	0,1	85,9	0,2
Итого Total	18 726,8	100	54 377,5	100

Таблица 5. Распределение площади хвойных лесов НП «Паанаярви» по классам бонитета
Table 5. The areal structure of coniferous forests of the Paanajarvi National Park by site classes

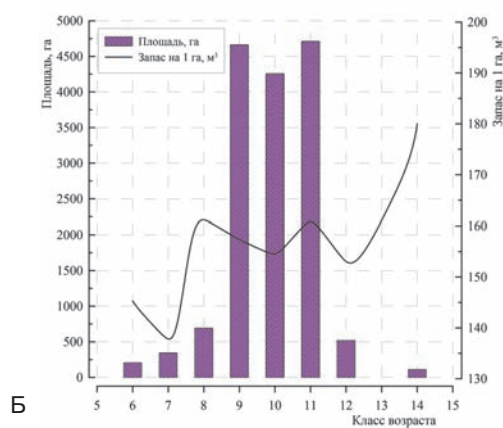
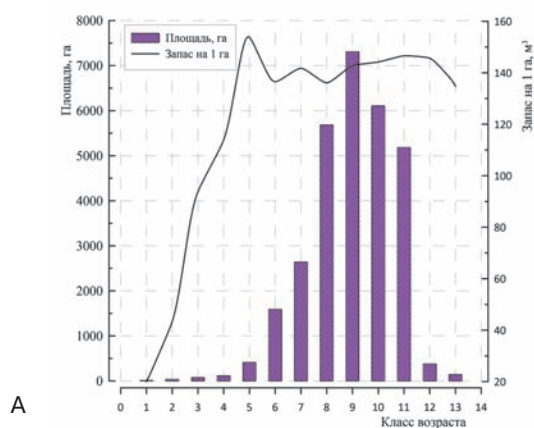
Классы бонитета Site classes	Сосняки Pine forests		Ельники Spruce forests	
	Площадь, га Area, ha	Доля участия, % Proportion, %	Площадь, га Area, ha	Доля участия, % Proportion, %
IV	2811,3	15,0	4412,6	8,1
V	15 154,8	80,9	47 436,2	87,3
Va	703,3	3,8	2464,7	4,5
Vб	57,4	0,3	64	0,1
Итого Total	18 726,8	100	54 377,5	100
Средневзвешенный бонитет Weighted average site class	IV,9	–	V,0	–

лесными сообществами скального типа. Следует отметить, что средневзвешенные бонитеты сосняков и ельников ГПЗ «Костомукшский» составляют IV,2 (для обеих пород), а для НП «Калевальский» – IV,5 и IV,8, соответственно [Раевский, 2017]. Таким образом, по отношению к лесным массивам последних двух ООПТ леса НП «Паанаярви» оцениваются как менее продуктивные, что можно считать вполне закономерным явлением.

Особый интерес представляет возрастная структура лесов сосновой и еловой формаций НП «Паанаярви», а также особенности пространственной компоновки древостоев различных типов возрастных структур, являющиеся результатом совместного действия стихийных и антропогенных факторов, главным образом естественной пирогенной динамики и хозяйственного освоения. Конструируя изменения возрастной структуры древостоя на протяжении всего сукцессионного цикла, т.е. от момента возобновления на свободной от леса площади и вплоть до формирования климаксового сообщества, Н. И. Казимиров [1971] и С. С. Зябченко [1984] использовали так называемый естественный ряд ППП, заложенных в черничном типе леса как наиболее распространенном.

Поэтому далее в статье рассматриваются закономерности, выявленные для сосняков и ельников НП, отнесенных именно к черничной группе типов леса (рис. 3–4). В связи с тем что в НП преобладают ельники, которые, к тому же, как было показано ранее, в наименьшей степени испытали антропогенное воздействие, анализ изменений возрастной структуры хвойного древостоя в процессе сукцессионного цикла следует начать именно с них.

Как отмечал Н. И. Казимиров [1971], примерно до 180 лет (с момента заселения открытой площади) насаждения характеризуются выраженной одновозрастностью, т.е. наличием одного поколения леса (вида-эдификатора). Второе поколение ели поселяется под пологом (в «окнах») древостоя первого поколения в начале его распада, т.е. в возрасте 170–180 лет, а третье – в период завершения распада того же поколения, или в 280–300 лет. Данные рис. 3, А свидетельствуют о том, что среди условно-одновозрастных ельников НП по площади преобладают древостои 9 класса возраста (161–180 лет), при этом древостоев такой возрастной структуры старше 13 класса (240–260 лет) не выявлено. Таким образом, на ИТ, согласно имеющимся фактическим данным,



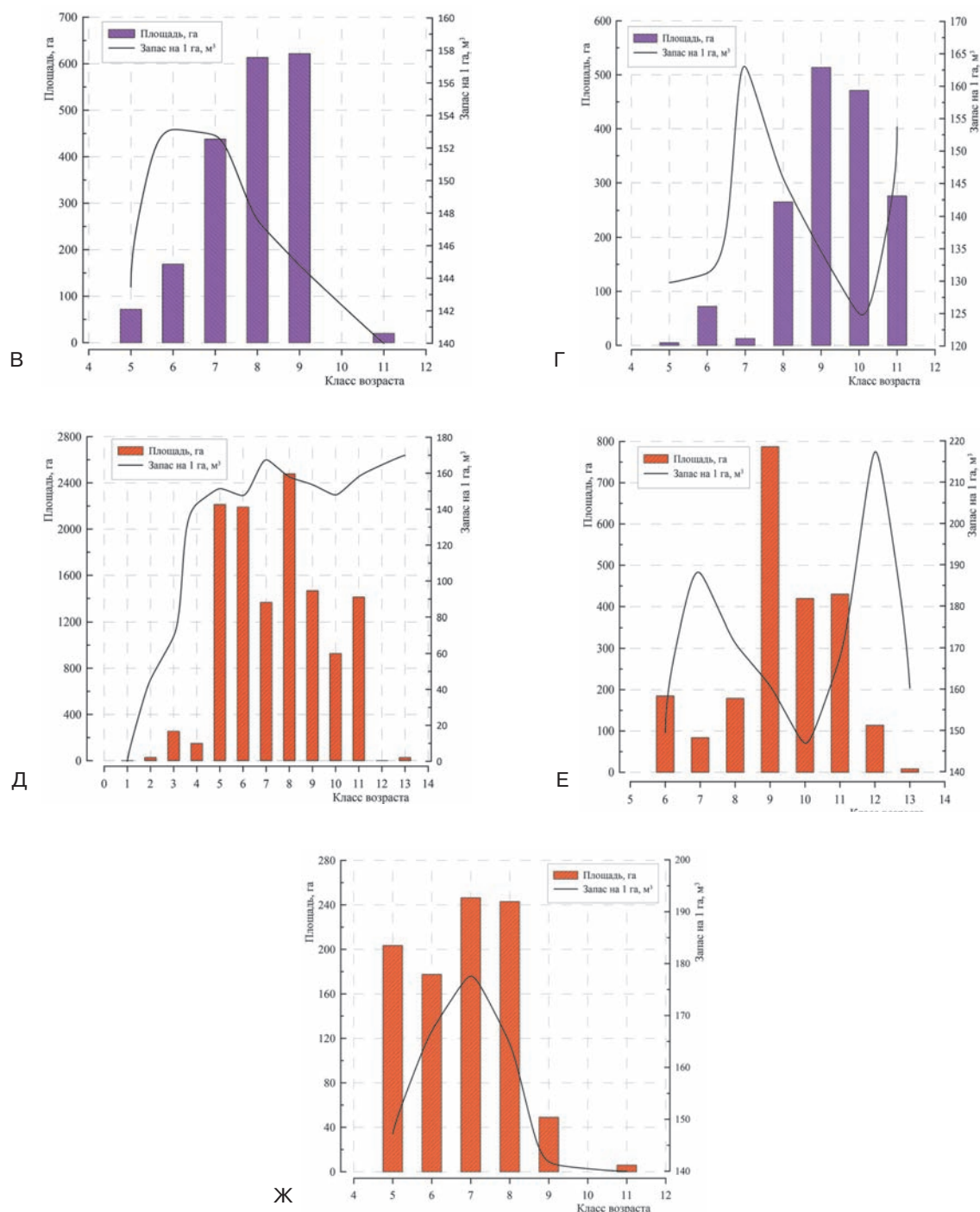


Рис. 3. Распределение сосняков и ельников НП «Паанаярви» черничной группы типов леса, представляющих различные типы возрастных структур, по классам возраста и запасу:

ельники: А – условно-одновозрастные; Б – относительно-разновозрастные с преобладанием старшего поколения; В – относительно-разновозрастные с преобладанием младшего поколения; Г – абсолютно-разновозрастные; сосняки: Д – условно-одновозрастные; Е – относительно-разновозрастные с преобладанием старшего поколения; Ж – относительно-разновозрастные с преобладанием младшего поколения

Fig. 3. Distribution pattern of pine and spruce forests of the Paanajarvi National Park, v. myrtillus group of forest types, representing different types of age structures, by age classes and growing stock:

spruce forests: А – conditionally even-aged; Б – relatively uneven-aged with a predominance of the older generation; В – relatively uneven-aged with a predominance of the younger generation; Г – absolutely uneven-aged; pine forests: Д – conditionally even-aged; Е – relatively uneven-aged with a predominance of the older generation; Ж – relatively uneven-aged with a predominance of the younger generation

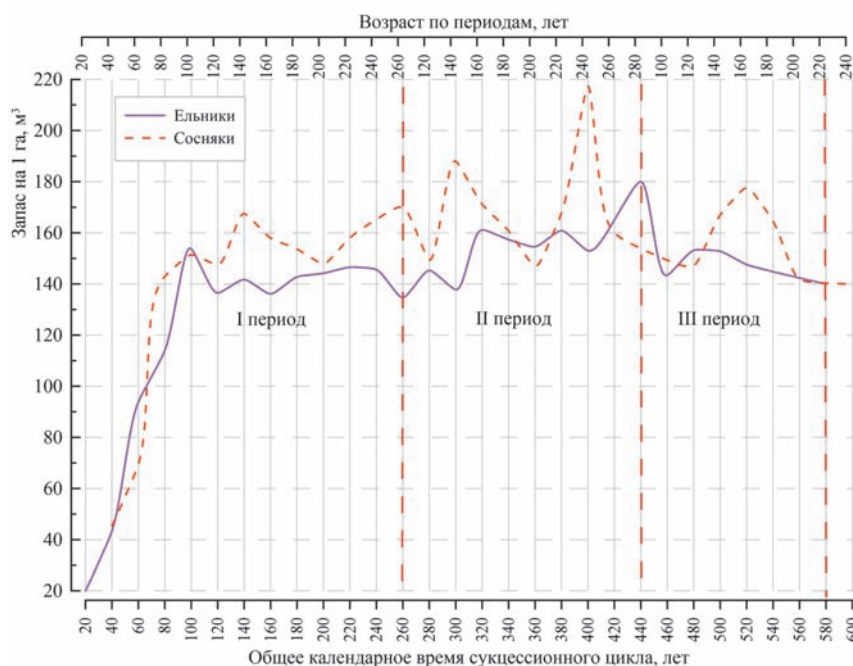


Рис. 4. Динамика среднего запаса ельников и сосняков черничной группы типов леса в сукцессионном цикле

Fig. 4. Dynamics of the average stock of v. myrtillus spruce and pine forests in succession cycle

I период завершается примерно в 260 лет (в том числе календарных) с момента возникновения ельника (см. рис. 4). В указанный период календарное время развития ельника совпадает с его средним возрастом.

Начало II периода характеризуется существенным снижением среднего возраста древостоя, при этом резкого падения его запаса не происходит, т. е. катастрофического распада древостоя не наблюдается. Насаждения изменяют свою возрастную структуру и преобразуются в относительно-разновозрастные с преобладанием по запасу старшего поколения. В этом случае постепенное снижение запаса I поколения компенсируется подрастающим вторым поколением. К 320 годам календарного возраста усыхают практически все экземпляры первого поколения, но активно растет и набирает запас не только второе, но уже и третье поколение ели, что приводит к увеличению общего запаса насаждения в этот период. Как отмечал Н.И. Казимиров [1971], «...возникновение четвертого поколения связано с начинающимся распадом второго поколения, которое происходит примерно в 400 лет с начала развития ельника» (в нашем случае – 440 лет). Происходит омоложение древостоя, в нем по запасу начинает преобладать младшее поколение ели. Средний запас в этот период незначительно снижается. По мнению Н.И. Казиминова, пятое поколение ели появляется в период начала распада третьего поколения и совпадает с завершением распада второго поколения. Этот момент приходится на рубеж 460–480 лет

и знаменует собой постепенный переход к стадии (периоду) абсолютной разновозрастности (в нашем случае 560–580 лет). Естественная динамика древостоев на этой заключительной стадии носит, как правило, циклический характер в виде осциллирующих дигрессивно-демутационных смен, принадлежащих к соответствующему варианту и фазе (подфазе) возобновительной динамики [Дыренков, 1984]. Поэтому, рассматривая природную сукцессию сосновых и еловых таежных сообществ, можно говорить о «большом» сукцессионном цикле, охватывающем всю динамику смен начиная от возникновения леса на освободившейся территории, и о «малых» циклах на заключительной климаксовой стадии.

Все сказанное справедливо также и в отношении структуры «большого» сукцессионного цикла сосняков, который достаточно детально рассматривался в предшествующей публикации [Раевский, 2017]. Как подчеркивал С.С. Зябченко [1984], «в развитии сосняков цикличность определяется преимущественно волновым характером естественного возобновления после умеренных низовых пожаров, способствующих минерализации почвы и появлению сосны новой генерации. Сильные устойчивые пожары существенно нарушают эндогенный ход развития сосновых экосистем или практически полностью уничтожают древостой». Возможно, что несколько более амплитудные по сравнению с ельниками колебания запаса в сукцессионном цикле сосняков (см. рис. 4) связаны именно со спецификой пирогенного режима.

Как уже было отмечено, таежный массив, который ныне рассматривается нами в границах НП, сформировался в течение последних 4000–3000 тыс. лет. Весьма вероятно также, что на ранних этапах его формирования доля сосняков по площади в нем была больше, чем сегодня. Логично предположить, что в субатлантике (в последние 2500 лет) доминирование

ели несомненно усиливалось. Указанных временных периодов вполне достаточно для реализации нескольких полных сукцессионных циклов. Анализируемые нами фактические данные позволяют охарактеризовать возрастную структуру лесов НП на одном из этапов этого бесконечного сложного спирально-циклического движения (табл. 6).

Таблица 6. Распределение ельников и сосняков НП «Паанаярви» по типам возрастных структур

Table 6. The areal structure of spruce and pine forests of the Paanajarvi National Park by age structure types

Тип возрастной структуры Age structure types	Класс бонитета Site class	Класс возраста Age class	Плотность Stand density	Состав и структура Stand composition and structure	Запас, м³/га Timber stock, m³/ha	Площадь, га Area, ha	Площадь, % Area, %
Ельники черничные V. myrtillus spruce forests							
Условно-одновозрастные Conditionally even-aged	V	9,0	0,6	7,9E ₁₇₅ 2,1B ₁₀₇ Ед.Ос ₈₀	142 (100%)	29873,1	60,8
Относительно-разновозрастные с преобладанием старшего поколения Relatively uneven-aged with a predominance of the older generation	IV,9	9,9	0,62	6,1E ₁₉₀ 2,4E ₁₂₀ 1,5B ₁₀₅ Ед.Ос ₉₀	157 (+10,5%)	15543,7	31,7
Относительно-разновозрастные с преобладанием младшего поколения Relatively uneven-aged with a predominance of the younger generation	V	7,8	0,63	5,9E ₁₅₀ 2,8E ₂₁₀ 1,3B ₁₁₀	148 (+4,2%)	1946,7	4,0
Абсолютно-разновозрастные Absolutely uneven-aged	IV,9	9,3	0,6	3,8E ₁₉₀ 3,6E ₁₃₀ 2,5B ₁₁₀ Ед.Ос ₉₀	136 (–4,2%)	1702,5	3,5
Итого Total	V	9,3	0,61	–	147	49066	100
Сосняки черничные V. myrtillus pine forests							
Условно-одновозрастные Conditionally even-aged	V,0	7,7	0,65	5,8C ₁₅₀ 2,5E ₁₅₀ 1,7B ₁₀₀ Ед.Ос	157 (100%)	8691,0	79,8
Относительно-разновозрастные с преобладанием старшего поколения Relatively uneven-aged with a predominance of the older generation	IV,8	9,3	0,63	7,6C ₁₉₀ 2,4C ₁₀₀ Ед.Б ₁₀₀	163 (+3,8%)	1532,9	14,1
Относительно-разновозрастные с преобладанием молодого поколения Relatively uneven-aged with a predominance of the younger generation	IV,9	6,7	0,63	7,4C ₁₂₀ 2,6C ₂₀₀ +E ₁₃₀ Ед.Б ₉₀	136 (–13,4%)	642,9	5,9
Абсолютно-разновозрастные Absolutely uneven-aged	V,0	11	0,70	3C ₂₁₀ 2C ₂₅₀ 2C ₁₆₀ 2E ₁₉₀ 1Ос ₉₀	200 (+27,4%)	20,4	0,2
Итого Total	IV,9	7,9	0,65	–	157	10887,2	100

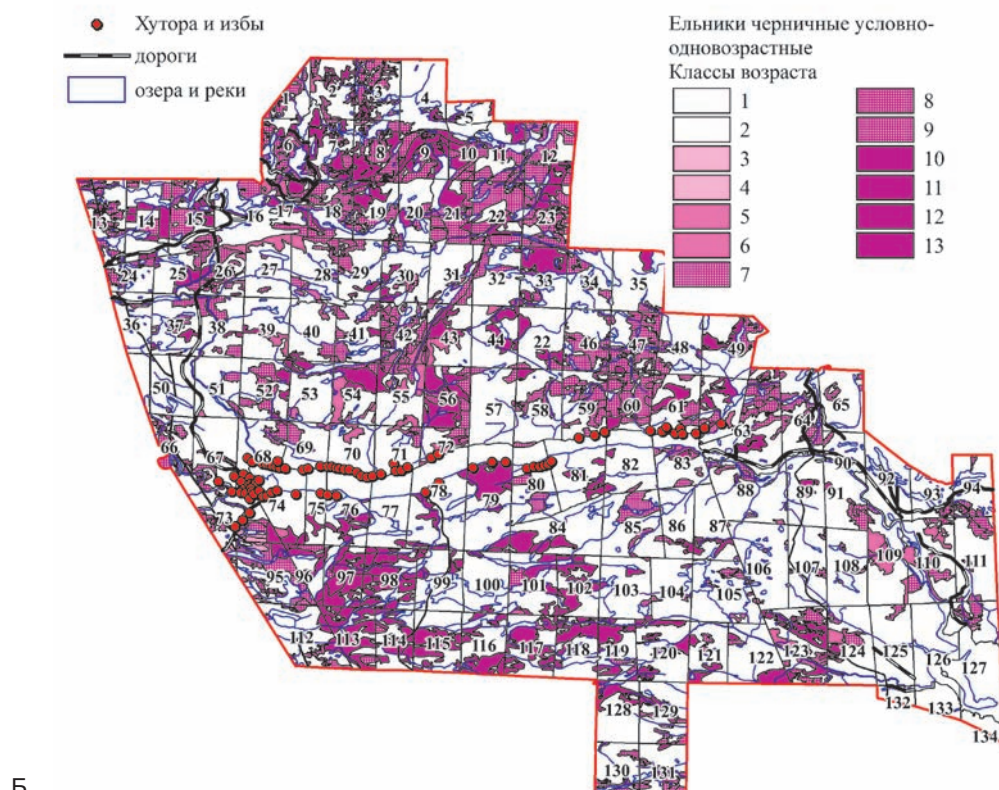
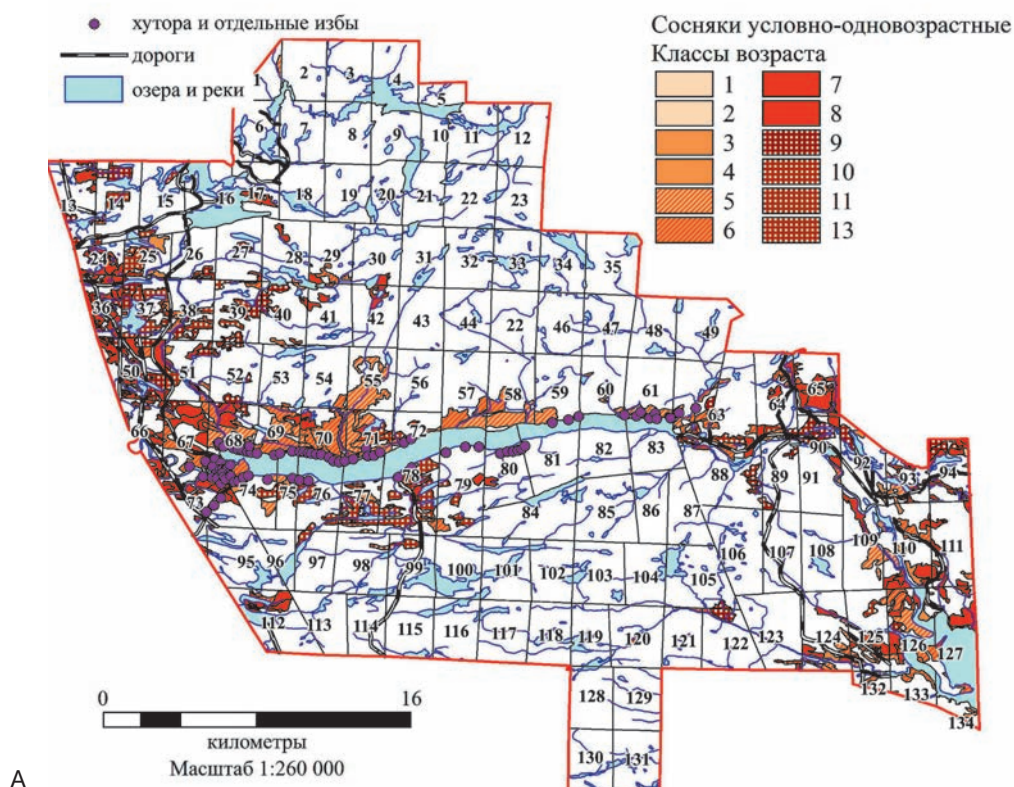


Рис. 5. Карты-схемы бывших финских поселений по берегам оз. Паанаярви и условно-одновозрастных сосняков и ельников

Fig. 5. Schematic maps of pre-existing Finnish settlements along the margins of Lake Paanajarvi and conditionally even-aged pine and spruce forests

Анализируя данные табл. 6, прежде всего следует отметить высокие доли условно-одновозрастных ельников и сосняков в НП – 60,8 и 79,8%, соответственно. Для сравнения: в ГПЗ «Костомукшский» – 31,3 и 46,5%, в НП «Калевальский» – 75,9 и 51,3%. Кроме самих величин соответствующих долей очень важной и информативной оказывается пространственная локализация выделов. Например, в ГПЗ «Костомукшский» условно-одновозрастные сосняки младше VII оказались сконцентрированными в окрестностях оз. Каменного, где в силу понятных причин были сосредоточены основные поселения в XVIII–XX столетиях. В НП «Калевальский» крупные массивы условно-одновозрастных ельников и сосняков были выявлены с юго-западной стороны центральной и южной частей оз. Нижняя Лабука, что также связано с историей заселения данной местности [Раевский, 2017].

Локализация условно-одновозрастных сосняков в НП «Паанаярви» имеет свою специфику (рис. 5, А). Информация, отраженная на рис. 4, позволяет выделить не менее трех периодов активной эксплуатации сосняков данного района. Просматриваются следы довольно интенсивных рубок начиная с первых десятилетий XIX столетия, связанных с активным заселением края, которое сопровождалось ростом числа хуторов и населения. Древесина использовалась для строительства и производства пиломатериалов преимущественно на месте. Также по берегам р. Оланги и оз. Паанаярви хорошо локализируются рубки начала XX столетия, связанные со строительством Николаевской железной дороги. Транспортировка сортиментов осуществлялась сплавом. В качестве третьего периода следует выделить лесопользование в сосновых насаждениях на бывшей территории Финляндии с 1920 по 1944 г. [Сыстра, 1995; Бижон, Сыстра, 1999].

Пространственная компоновка выделов условно-одновозрастных ельников НП выглядит существенно иначе (рис. 5, Б). На текущий момент отсутствие достаточных данных не позволяет как-либо определенно трактовать наблюдающуюся картину. Вопрос требует дальнейшего изучения. Можно только предположить, что возникновение сравнительно крупных удаленных от жилья и дорог массивов одновозрастных ельников, по всей видимости, не связано с деятельностью человека и произошло вследствие крупных лесных пожаров в ретроспективе последних 250 лет.

Заключение

Весь опыт лесоводственных исследований крупных особо охраняемых территорий Восточной Финноскандии, в том числе и результаты

настоящих исследований, свидетельствует, по всей видимости, о том, что здесь не сохранилось сколько-нибудь крупных лесных массивов, абсолютно не затронутых влиянием человека. Однако данный факт ни в коей степени не умаляет, а даже, наоборот, придает еще большее значение усилиям по сохранению и всестороннему изучению последних сохранившихся здесь малонарушенных лесных территорий. В указанном отношении систематические комплексные исследования всех аспектов биоразнообразия уникального приполярного массива еловой тайги, каковым является территория НП «Паанаярви», имеют исключительное значение.

Исследования структуры лесного фонда НП, проведенные по материалам последнего лесоустройства, однозначно свидетельствуют о том, что его сосновые леса испытали существенное антропогенное воздействие в ретроспективе последних столетий. В противоположность им большая часть еловых биогеоценозов сохранила свою природную структуру нетронутой и представляет огромный интерес с точки зрения исследований растительных сукцессий. В частности, настоящим исследованием было показано, что в процессе «большого» сукцессионного цикла, несмотря на коренное изменение возрастной структуры древостоя и переход от условно-одновозрастного состояния к абсолютной разновозрастности, резких падений величины запаса не происходит. В отсутствие катастрофических явлений коренные таежные леса могут благополучно существовать в течение многих столетий и тысячелетий.

Тем не менее согласно анализу всей имеющейся информации, несмотря на всю провозглашаемую ценность именно малонарушенных лесных сообществ, собственно лесоводственные исследования, как правило, представлены в ней совершенно недостаточно. Причин такому положению дел великое множество, и среди прочих следует отметить, во-первых, большую трудоемкость таких работ, во-вторых, их значительную долговременность. Однако дефицит информации о структуре малонарушенного лесного массива и различных аспектах ее динамики рано или поздно начинает ограничивать информативность исследований по другим аспектам биоразнообразия. В связи со всем сказанным необходимо подчеркнуть, что планируемая разработка актуальной цифровой пространственной модели наземного покрова НП «Паанаярви» призвана дать толчок такого рода комплексным биогеоэкологическим исследованиям, направленным на изучение динамики как отдельных лесных биогеоценозов, так и всего массива в целом.

Литература

Арктическая природа в Национальном парке «Паанаярви»: комплексный мониторинг в целях сохранения биоразнообразия. [Электронный ресурс]. URL: <https://президентскийфондприроды.рф> (дата обращения: 15.03.2026).

Бижон А. В., Сыстра Ю. И. Коренные леса северо-западной части Республики Карелия // Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Петрозаводск, 06.07–08.07.1999). Петрозаводск, 1999. С. 191–192.

Волков А. Д., Громцев А. Н., Еруков Г. В. и др. Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика) / Ред. А. Д. Волков, А. Н. Громцев. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 194 с.

Громцев А. Н. Ландшафтная экология таежных лесов (теоретические и прикладные аспекты). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 144 с.

Громцев А. Н., Коломыцев В. А., Шелехов А. М. Ландшафтные особенности и рекреационная оценка экосистем Паанаярвского национального парка // Природа и экосистемы Паанаярвского национального парка. Петрозаводск, 1995. С. 7–18.

Громцев А. Н., Литинский П. Ю. Леса района национального парка «Паанаярви»: природные особенности, современное состояние, планирование лесопользования // Труды Карельского научного центра РАН. 2003. Вып. 3. С. 15–19.

Дыренков С. А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука, 1984. 174 с.

Елина Г. А., Кузнецов О. Л. Растительный покров Паанаярвского национального парка и его динамика в позднеледниковье – голоцене // Труды Карельского научного центра РАН. 2003. Вып. 3. С. 20–29.

Зябченко С. С. Сосновые леса Европейского Севера. Л.: Наука, 1984. 248 с.

Казимиров Н. И. Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.

Коломыцев В. А. Структура заболоченности национального парка Паанаярви (по данным дистанционного зондирования и наземных наблюдений) // Труды Карельского научного центра РАН. 2003. Вып. 3. С. 64–67.

Кравченко А. В., Кузнецов О. Л. Охраняемые сосудистые растения национального парка «Паанаярви» // Труды Карельского научного центра РАН. 2003. Вып. 3. С. 30–37.

Лесохозяйственный регламент лесничества Национальный парк «Паанаярви». Пгт. Пяозерский, 2002. 64 с.

Особо охраняемые природные территории Республики Карелия / Министерство природных ресурсов и экологии Республики Карелия. Петрозаводск, 2017. 432 с.

План развития Национального парка «Паанаярви». Проект Tacis ENVRUS9704. Петрозаводск, 2001. 78 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства государственного природного национального парка «Паанаярви». Т. I. Объяснительная записка. Ирпень, 1992. 63 с.

Раевский Б. В. Сравнительный анализ структурных особенностей лесного фонда заповедника «Костомукшский» и национального парка «Калевальский» // Труды Карельского научного центра РАН. 2017. № 4. С. 3–14. doi: 10.17076/them532

Рудковская О. А., Раевский Б. В., Ильинов А. А., Медведева М. В. Сравнительная оценка биоразнообразия растительных сообществ низкогорий национального парка «Паанаярви» // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2016. Т. 20, № 2. С. 26–35.

Сыстра Ю. И. Леса Паанаярвского национального парка и их будущее // Лесное хозяйство и многообразие природы: доклады Финско-Российского семинара: материалы Финско-Российского семинара (Йоэнсуу, 29.11–01.12.1994). Йоэнсуу, 1995. С. 433–435.

Шелехов А. М. Характеристика лесного фонда национального парка «Паанаярви» // Труды Карельского научного центра РАН. 2003. Вып. 3. С. 178–181.

Vasari Y. Finnish botanical studies within the Paanajärvi National Park before 1944 // Oulanka Reports. 1998. Vol. 19. P. 5–9.

References

Arctic nature in the Paanajarvi National Park: comprehensive monitoring for biodiversity conservation. URL: <https://prezidentskijfondprirody.rf> (accessed: 15.03.2026). (In Russ.)

Bizhon A. V., Systra Yu. I. Indigenous forests of the northwestern part of the Republic of Karelia. *Korennye lesa taezhnoi zony Evropy: sovremennoe sostoyanie i problemy sokhraneniya: mat-ly mezhdunar. nauch. – prakt. konf.* (Petrozavodsk, 06.07–08.07.1999) = *Indigenous forests of the taiga zone of Europe: current state and conservation issues. Proceed. of the int. scientific and practical conf.* (Petrozavodsk, July 6 – July 8, 1999). Petrozavodsk, 1999. P. 191–192. (In Russ.)

Development Plan for the Paanajarvi National Park. Tacis project ENVRUS9704. Petrozavodsk, 2001. 78 p. (In Russ.)

Dyrenkov S. A. Structure and dynamics of boreal spruce forests. Leningrad: Nauka; 1984. 174 p. (In Russ.)

Elina G. A., Kuznetsov O. L. The vegetation cover of the Paanajarvi National Park and its dynamics in the late Glacial-Holocene period. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2003;3:20–29. (In Russ.)

Forestry regulations for the Paanajarvi National Park. Urban-type settlement of Pyaozerskii, 2002. 64 p. (In Russ.)

Gromtsev A. N. Landscape ecology of taiga forests (theoretical and applied aspects). Petrozavodsk: KarRC RAS; 2000. 144 p. (In Russ.)

Gromtsev A. N., Kolomytsev V. A., Shelekhov A. M. Landscape features and recreational assessment of ecosystems in the Paanajarvi National Park. *Priroda i ekosistemy Paanayarvskogo natsional'nogo parka = Nature and ecosystems of the Paanajarvi National Park*. Petrozavodsk, 1995. P. 7–18. (In Russ.)

Gromtsev A. N., Litinskii P. Yu. Forests of the Paanajarvi National Park: natural features, current state, and forest management planning. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2003;3:15–19. (In Russ.)

Kazimirov N. I. Spruce forests of Karelia. Leningrad: Nauka; 1971. 140 p. (In Russ.)

Kolomytsev V. A. The structure of wetlands in the Paanajarvi National Park (based on remote sensing and field studies). *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2003;3:64–67. (In Russ.)

Kravchenko A. V., Kuznetsov O. L. Protected vascular plants of the Paanajarvi National Park. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2003;3:30–37. (In Russ.)

Project for the organization and development of forestry in the Paanajarvi National Park. Vol. I. Explanatory note. Irpen'; 1992. 63 p. (In Russ.)

Raevskii B. V. Comparative analysis of the structural features of the forest fund of the Kostomukshsky Nature Reserve and the Kalevsky National Park. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2017;4:3–14. (In Russ.). doi: 10.17076/them532

Rudkovskaya O. A., Raevskii B. V., Il'inov A. A., Medvedeva M. V. Comparative assessment of the biodiversity of lowland plant communities in the Paanajarvi National Park. *Vestnik MGUL – Lesnoi vestnik = Forestry Bulletin*. 2016;20(2):26–35. (In Russ.)

Shelekhov A. M. Characteristics of the forest fund in the Paanajarvi National Park. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2003;3:178–181. (In Russ.)

Specially protected natural areas of the Republic of Karelia. Ministry of Natural Resources and Ecology of the Republic of Karelia. Petrozavodsk, 2017. 432 p. (In Russ.)

Systra Yu. I. Forests of the Paanajarvi National Park and their future. *Lesnoe khozyaistvo i mnogoobrazie prirody: doklady Finsko-Rossiiskogo seminar: mat-ly Finsko-Rossiiskogo seminar (Joensuu, 29.11–01.12.1994) = Forestry and the diversity of nature: Proceed. of the Finnish-Russian seminar (Joensuu, Nov. 29 – Dec. 1, 1994)*. Joensuu, 1995. P. 433–435. (In Russ.)

Vasari Y. Finnish botanical studies within the Paanajarvi National Park before 1944. *Oulanka Reports*. 1998;19:5–9.

Volkov A. D., Gromtsev A. N., Erukov G. V. et al. Ecosystems of the western northern taiga landscape (structure and dynamics). Petrozavodsk: KarRC RAS; 1995. 194 p. (In Russ.)

Zyabchenko S. S. European boreal pine forests. Leningrad: Nauka; 1984. 248 p. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 22.04.2026; принята к публикации / accepted: 14.05.2026.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Петров Николай Владимирович

канд. с.-х. наук, научный сотрудник

e-mail: nvpetrov@krc.karelia.ru

Раевский Борис Владимирович

д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

e-mail: borisraevsky@gmail.com

Тарасенко Виктор Владимирович

научный сотрудник

e-mail: victor.tarasenko.2208@mail.ru

CONTRIBUTORS:

Petrov, Nikolai

Cand. Sci. (Agr.), Researcher

Raevsky, Boris

Dr. Sci. (Agr.), Leading Researcher

Tarasenko, Victor

Researcher