

Научная статья

УДК 630*907.32(470.22)

DOI: 10.37482/0536-1036-2023-6-81-101

Система мониторинга природной динамики лесного массива заповедника «Костомукшский»

Б.В. Раевский[✉], *д-р с.-х. наук*; *ResearcherID: [K-6424-2018](https://orcid.org/0000-0002-1315-8937)*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1315-8937>

А.А. Ильинов, *канд. с.-х. наук*; *ResearcherID: [L-5854-2013](https://orcid.org/0000-0003-3416-0312)*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-0312>

М.В. Медведева, *канд. с.-х. наук*; *ResearcherID: [AAL-4191-2020](https://orcid.org/0000-0002-2543-3123)*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2543-3123>


О.В. Рудковская, *канд. биол. наук*; *ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0050-7584>*

Институт леса Карельского научного центра РАН, ул. Пушкинская, д. 11, г. Петрозаводск, Россия, 185910; borisraevsky@gmail.com[✉], ialex33@yandex.ru, mariamed@mail.ru, rudkov.o@yandex.ru

Поступила в редакцию 28.06.21 / Одобрена после рецензирования 23.09.21 / Принята к печати 25.09.21

Аннотация. Проведено исследование в заповеднике «Костомукшский» с целью разработки концепции развития сети лесного мониторинга в данном заповеднике. Показано, что в лесном покрове заповедника преобладают сосняки (80,4 % от покрытой лесом площади), далее по доле участия следуют ель (19,1 %) и береза (0,5 %). Экологический спектр лесов заповедника включает 7 групп типов леса с преобладанием черничной группы (67 %) как среди сосняков, так и среди ельников. Хвойные древостои заповедника представлены условно-однообразными, относительно- и абсолютно- разновозрастными типами возрастных структур, характеризующими различные этапы посткатастрофического восстановительного сукцессионного цикла и фазы циклической динамики субклимаксовых и климаксовых сообществ. Выявлено, что антропогенно измененные леса располагаются преимущественно в западном, граничащем с Финляндией секторе заповедника. В восточном секторе сконцентрированы малонарушенные массивы северотаежных лесов с хорошо выраженной мозаичной картиной фаз естественной возрастной динамики. Предложено развивать систему лесного мониторинга на базе ландшафтно-типологического и пространственно-временного подходов с учетом субландшафтной структуры природно-территориального комплекса заповедника. Планируется закладывать постоянные пробные площади в границах 3 модельных территорий (участков), а также в разрезе 5 типов леса для сосны и 2 – для ели. Сосновые и еловые сообщества должны быть представлены всеми возрастными группами условно-однообразных древостоев (максимум 4 пробные площади), а также не менее чем 1 пробной площадью в каждом типе (подтипе) разновозрастной структуры. Согласно предварительным оценкам, общая численность постоянных пробных площадей в составе сети лесного мониторинга заповедника «Костомукшский» должна быть не менее 98 шт. Такое значительное число опытных объектов необходимо для разработки алгоритма корректировки существующих повидельных характеристик в аспекте уточнения типа возрастной структуры древостоя и фазы возобновительной динамики.

© Раевский Б.В., Ильинов А.А., Медведева М.В., Рудковская О.В., 2023

 Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

Ключевые слова: лесной мониторинг, постоянная пробная площадь, сукцессия, возрастная структура, естественная динамика, малонарушенные леса, сосняк, ельник, заповедник «Костомукшский», Республика Карелия

Благодарности: Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение госзадания КарНЦ РАН (Институт леса КарНЦ РАН) и при финансовой поддержке заповедника «Костомукшский» (хоздоговоры № 1/016, 2/017, 3/017, 1/018, 2/018). Авторы благодарны коллективу заповедника «Костомукшский» и его директору С.В. Тархову за помощь в организации полевых работ.

Для цитирования: Раевский Б.В., Ильинов А.А., Медведева М.В., Рудковская О.В. Система мониторинга природной динамики лесного массива заповедника «Костомукшский» // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 6. С. 81–101. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-6-81-101>

Original article

The Natural Dynamics Monitoring System of the Forests in the Kostomukshsky Reserve

Boris V. Raevsky[✉], Doctor of Agriculture; ResearcherID: [K-6424-2018](https://orcid.org/0000-0002-1315-8937),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1315-8937>

Aleksey A. Ilinov, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [L-5854-2013](https://orcid.org/0000-0003-3416-0312),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-0312>

Maria V. Medvedeva, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [AAL-4191-2020](https://orcid.org/0000-0002-2543-3123),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2543-3123>

Oksana V. Rudkovskaya, Candidate of Biology; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0050-7584>

Forest Research Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, ul. Pushkinskaya, 11, Petrozavodsk, 185910, Russian Federation; borisraevsky@gmail.com[✉], ialexa33@yandex.ru, mariaimed@mail.ru, rudkov.o@yandex.ru

Received on June 28, 2021 / Approved after reviewing on September 23, 2021 / Accepted on September 25, 2021

Abstract. The concept and current results of setting up the forest monitoring network at the Kostomukshska Strict Nature Reserve (Zapovednik) are presented. It has been demonstrated that pine forests predominate in the reserve's forest cover (80.4 % of the forested area), followed by spruce (19.1 %) and birch (0.5 %). The ecological spectrum of the reserve's forests comprises 7 groups of forest types, with the bilberry group prevailing (67 %) both among pine and among spruce stands. In terms of age structure, coniferous stands in the reserve are even-aged, multi-aged and all-aged, representing stages of the post-catastrophic regeneration succession and phases of subclimax and climax community cycles. Analysis of spatial patterns in the distribution of pristine and secondary forests has shown that anthropogenically altered forests are mainly situated in the western part of the reserve, at the border with Finland. The eastern part is a concentration of pristine north-taiga forests with a distinct mosaic of natural age dynamics phases. It was suggested that the forest monitoring network should be based on the landscape typological and spatial-temporal approaches taking into account the sublandscape-level structure of the reserve's natural territorial complex and the distribution of forests in the study area by the rate of anthropogenic influence, prevalent species, forest types, and age structure types. Permanent sample plots will be established within 3 model



areas (sites). For each of the 5 forest types of pine and 2 types of spruce stands, such plots should represent all age groups of even-aged stands (4 sample plots at maximum), and at least one sample plot should be allocated for each type (subtype) of the uneven-aged structure. The preliminary estimate is that, in total, there should be at least 98 permanent sample plots in the forest monitoring network of the Kostomukshskiy Zapovednik. So many units are needed to work out the algorithm for correcting the existing forest compartment characteristics given by the forest inventory in what concerns the age structure and the succession phase of stands. It is foreseen that all the factual material thus amassed will serve as the basis for modeling the scenarios of the natural dynamics of this forest massif and, perhaps, of other objects with similar structure.

Keywords: forest monitoring, permanent sample plot, succession, age structure, natural dynamics, pristine forests, pine forest, spruce forest, Kostomukshsky Reserve, Republic of Karelia

Acknowledgements: Financial support for the research was carried out from the federal budget to fulfill the state task of the KarRC RAS (Forest Institute of the KarRC RAS) and with the financial support of the Kostomukshska Strict Nature Reserve (economic agreements No. 1, 016; 2/017. 3, 017. 1, 018. 2, 018). The authors are grateful to the staff of the Kostomukshsky Strict Nature Reserve and its director S.V. Tarkhov for assistance in organizing field work.

For citation: Raevsky B.V., Ilinov A.A., Medvedeva M.V., Rudkovskaya O.V. The Natural Dynamics Monitoring System of the Forests in the Kostomukshsky Reserve. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2023, no. 6, pp. 81–101. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-6-81-101>

Введение

Малонарушенный таежный массив – это неповторимая мозаика «пятен» (биогеоценозов), находящихся на различных этапах сукцессионной динамики после того или иного катастрофического воздействия [17, 18]. Концептуально модель динамики лесного массива в границах заповедника рассматривает его территорию как состоящую из набора площадей (участков, лесохозяйственных выделов), каждая из которых занята лесом в определенном состоянии [7]. Элементы такой мозаики принимаются как структурно и экологически однородные. Они способны переходить из одного состояния в другое по причине внутренней эволюции (сукцессии) и внешних естественных воздействий. Для построения адекватной модели лесного массива необходимо знание структурных характеристик каждого выдела (участка) с присвоением ему сукцессионного статуса (категории) и оценкой вероятности возможных внешних воздействий. При моделировании динамики заповедного лесного массива все внешние воздействия принимаются в качестве имеющих естественную природу.

В аспекте исследований спонтанной динамики малонарушенных лесов наибольшие успехи в последние десятилетия были достигнуты при изучении природной динамики еловых массивов европейской части РФ [4, 9, 14, 16, 17]. В таежной зоне Европейского Севера России малонарушенные лесные территории с преобладанием сосны обыкновенной крайне редки, поэтому их природная динамика до сих пор исследована недостаточно.

В конце XX – начале XXI вв. в границах Костомукшского городского округа выделены 2 крупные особо охраняемые природные территории (ООПТ)

федерального значения – государственный природный заповедник (ГПЗ) «Костомукшский» (1983 г.) и национальный парк «Калевальский» (2006 г.). С марта 2015 г. данные ООПТ (всего 123,63 тыс. га) функционируют как единое природоохранное учреждение, сохранившее наименование ГПЗ «Костомукшский». В настоящее время эти 2 заповедных кластера разделены полосой эксплуатационных лесов шириной 36 км (рис. 1). Указанные ООПТ весьма близки с ландшафтной точки зрения и в хозяйственно-историческом отношении. Целью настоящего исследования являлась разработка концепции и программы создания сети лесного мониторинга в границах именно заповедника «Костомукшский», а также анализ первых результатов в этом направлении.

Объекты и методы исследования

ГПЗ «Костомукшский», общей площадью 49 276 га, расположен в центральной части Западно-Карельской возвышенности ($64^{\circ}19'–64^{\circ}35'$ с. ш. $30^{\circ}38'–30^{\circ}03'$ в. д.). Как следует из рис. 1, территория является заповедной частью компактного малонарушенного соснового массива, занимающего около 105 000 га. В качестве методической основы для анализа возрастной структуры сосняков использовалась классификация С.С. Зябченко [5], модифицированная с учетом особенностей представления информации в выделительных базах данных. Древостой считается абсолютно-разновозрастным при соблюдении ряда условий: в нем произрастает не менее 2 поколений сосны; ни одно из них не превышает по составу 4 ед.; возраст старшего поколения равен или больше 170 лет. При доле одного из поколений 5 ед. и более древостой классифицируется как относительно-разновозрастный. В случае выделения только одного возрастного поколения сосны – относится к условно-одновозрастным. Аналогичный методический подход реализован по отношению к ельникам [4].

Всего за период 2016–2019 гг. с соблюдением основных требований ОСТ 56-69–83 «Площади пробные лесоустроительные» и с учетом особенностей структуры заповедника на субландшафтном уровне было заложено 24 постоянные пробные площади (ППП). На каждой ППП производилась нумерация деревьев с диаметром более 6,1 см на высоте груди (1,3 м). Осуществлялся пересчет насаждения по породам, ступеням толщины, а сосны и ели – по возрастным поколениям. Возраст деревьев определялся глазомерно после предварительной тренировки. Для этого у шейки корня 25–27 деревьев преобладающей породы брались керны с целью точного определения числа годовых колец. У сопутствующих пород керны отбирались у 3–4 деревьев из наиболее представленной и у 1–2 деревьев из других ступеней толщины. В дальнейшем у деревьев измерялась высота ствола с помощью высотомера Haglof. Сухостой учитывался отдельно. Таксация древостоев велась с описанием деревьев по состоянию (здоровые, поврежденные, усыхающие) и отметкой расположения их в пологе (открытая и закрытая вершина). Учет естественного возобновления производился на трех 5-метровых лентах, прокладываемых параллельно короткой стороне ППП примерно на равном расстоянии друг от друга. Подрост изучался с подразделением его по группам высот (до 0,25; 0,26–0,50; 0,51–1,00; 1,01–1,50; 1,51–2,00; свыше 2,00 м), а также по состоянию: жизнеспособный, нежизнеспособный, погибший.

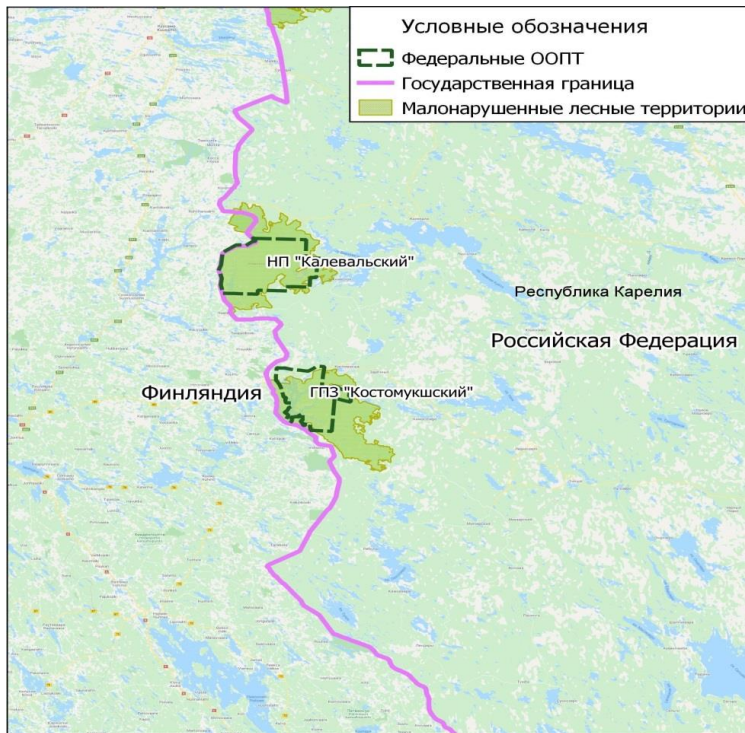


Рис. 1. Географическое положение ГПЗ «Костомукшский»

Fig. 1. Location of the Kostomukshsky Reserve

Геоботанические описания напочвенного покрова выполнялись по общепринятой методике [12]. Закладывались линейные серии, или трансекты, учетных площадок 10×10 м. Взаимное расположение и количество учетных площадок варьировало от 4 до 20 в зависимости от общей размерности ППП, сложности мезорельефа и гетерогенности напочвенного покрова. На каждой ППП закладывался почвенный разрез. Для более детального исследования почвенного покрова делались прикопки. Производились отбор образцов для почвенного анализа и описание почв [6]. Обработка материала велась используемыми в лесной таксации и лесоводственных исследованиях методами [8, 15].

Результаты исследования и их обсуждение

Подробные результаты анализа повидельной базы данных заповедника «Костомукшский» были опубликованы ранее [13]. Показано, что по составу пород лесные сообщества заповедника являются типичными для северотаежной подзоны Восточной Фенноскандии. Число лесобразующих пород ограничено – это виды родов сосна (*Pinus sylvestris* L.), ель (*Picea × fennica* (Regel) Kom.) и береза (*Betula* sp.). В покрытой лесом площади преобладают сосняки (80,4 %), далее по доле представленности следуют ельники (19,1 %) и березняки (0,5 %). Экологический спектр лесов заповедника обычен для северотаежной подзоны и укладывается в рамки 7 групп типов леса. Наблюдается преоблада-

ние черничной группы типов леса, причем у сосны (66,8 %) и ели (66,6 %) доли этих формаций различаются незначительно. Было установлено 11 типов леса для сосны, 9 – для ели и 7 – для березы. Возраст насаждений сосны колеблется в пределах I–XIV, а для ели – II–XII классов возраста (класс возраста – 20 лет), демонстрируя характер распределения, свойственный для малонарушенных таежных лесов. Структура лесного фонда заповедника по категориям земель и распределение древостоев сосновой и еловой формаций по классам возраста свидетельствуют, что изучаемые леса избежали промышленного освоения, хотя и испытали в прошлом определенное антропогенное воздействие. Анализ этой информации в отношении лесов заповедника позволяет сформулировать набор базовых положений, закладываемых в основу проектируемой системы ППП:

- сосняки и ельники являются основными объектами для закладки ППП;
- в сосняках ППП закладываются в 5 типах леса – вересковом, брусничном, черничном, долгомошном и багульниковом;
- в ельниках – в 2 типах – черничном и долгомошном;
- в системе должен быть представлен весь возрастной спектр хвойных биогеоценозов с таксационным возрастом для сосны в диапазоне 30–320 лет и для ели – 40–240 лет.

Важным фактором в проектировании пространственной структуры системы мониторинга является хорошая изученность территории заповедника в ландшафтно-экологическом аспекте. Для заповедника характерно доминирование денудационно-тектонического холмисто-грядового с комплексами ледниковых и водно-ледниковых образований среднезаболоченного ландшафта с преобладанием сосновых местообитаний. Как было отмечено А.Н. Громцевым, «Леса представленного здесь естественного соснового массива, в разрезе отдельных насаждений (биогеоценозов), в отдельно взятый момент времени, всегда находятся на различных стадиях преимущественно пирогенных сукцессионных рядов» [3, с. 77]. При проектировании системы мониторинга необходимо учитывать внутриландшафтную дифференциацию на крупные морфологические части – местности, поскольку «...в отличие от ландшафта с “преимущественно” одними типами генетических форм рельефа и рыхлых отложений местность характеризуется ярко выраженным единством генезиса форм рельефа и однородным составом четвертичного покрова» [2, с. 67]. С учетом сказанного представляется целесообразной организация системы лесного мониторинга на базе модельных территорий, отражающих все разнообразие местностей заповедника и степень антропогенной нарушенности лесных биогеоценозов (рис. 2). На рис. 2 показано расположение модельных участков, номера которых совпадают с номерами типов местностей, выделенных при составлении ландшафтной карты заповедника [2, 3]. По данным последнего лесоустройства, хвойные древостои с возрастом основного поколения моложе 141 года занимают 38,1 % от покрытой лесом площади заповедника. Пространственная компоновка их основной части в районе оз. Каменного позволяет довольно точно очертить границы существенного антропогенного воздействия в прошлом. Антропогенно измененные леса располагаются преимущественно в западном, граничащем с Финляндией секторе заповедника, который с середины 60-х гг. XX в. отсекается линией пограничных инженерно-технических сооружений.

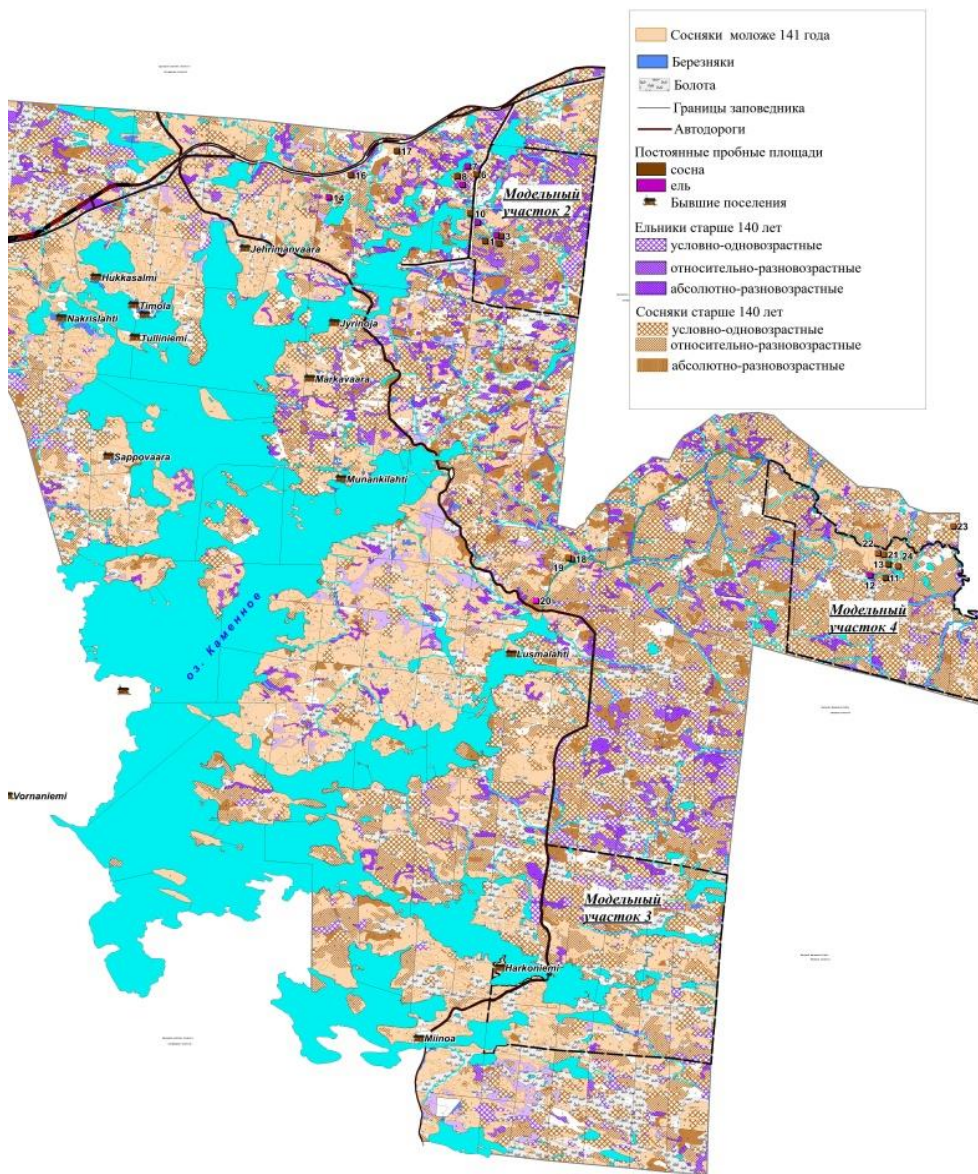


Рис. 2. Дислокация модельных участков на территории ГПЗ «Костомукшский»

Fig. 2. Layout of model areas and sample plots location in the Kostomukshsky Reserve

На рис. 2 линия инженерно-технических сооружений совпадает с линией автодороги, пересекающей заповедник с северо-запада на юго-восток. Дислокация модельного участка 1, который должен представлять массив типичных для заповедника лесов, испытавших антропогенное воздействие, окончательно не определена. По всей видимости, он будет располагаться

у северной границы заповедника в районе ППП 14, 16 и 17. В восточном секторе заповедника сконцентрированы наименее нарушенные массивы северотаежных лесов с хорошо выраженной пространственной мозаикой фаз естественной возрастной динамики. Здесь выделены модельные участки 2, 3 и 4. В пределах каждого из них подбор объектов и планирование размещения ППП должны осуществляться таким образом, чтобы максимально представить намеченный выше типологический спектр сосновых и еловых биогеоценозов (выделов) во временном (возрастном) диапазоне этапов сукцессионного цикла.

Наблюдаемый нами в заповеднике тип сукцессионного цикла относится к вторичной сукцессии [11, 19, 20]. Особенностью сукцессионных процессов в северотаежных сосновых лесных массивах является то, что вне антропогенного влияния (земли, вышедшие из-под сельскохозяйственного пользования, и т. п.) стадия начального леса протекает практически без участия пионерных лиственных пород. Отсутствие осинников и малая доля березняков в заповеднике подтверждают этот факт. В бедных экстремально сухих и влажных местообитаниях сосна обыкновенная берет на себя роль как пионерной, так и климаксовой породы. В более благоприятных почвенно-гидрологических условиях породой заключительной стадии формирования леса становится ель.

Особенности возобновительного процесса и продолжительность отдельных этапов сукцессионного цикла сосняков Карелии играют существенную роль при организации мониторинга. Считается [5], что условно-однообразные сосняки формируются при быстром заселении (в течение 20–40 лет) открытых гарей (горельников с уничтоженным древостоем) и сплошных ветровалов. В этих древостоях 80–90 % запаса и числа деревьев пересчетных размеров приходится на 2 смежных класса возраста. При таксации выделяется 1 поколение. Это 1-й крупный этап сукцессионного цикла восстановления коренного таежного сообщества после некоего катастрофического нарушения. Относительно-разновозрастные хвойные древостои начинают формироваться за пределами 200-летнего рубежа в условиях так называемого режима оконной динамики. Он подразумевает отсутствие в течение 200–280 лет каких-либо тотальных катастрофических нарушений и фрагментарное, оконное разреживание полога 1-го поколения под воздействием таких экзогенных факторов, как ветровалы, снеговалы и низовые пожары. По мнению С.С. Зябченко [5], время вхождения сосны 2-й генерации в верхний полог (280–300 лет с начала заселения территории сосной) следует считать началом 2-го периода, который продолжается до момента начала распада поколения сосны 2-й генерации (480–500 лет). Это 2-й крупный этап сукцессионного цикла, при прохождении которого насаждению свойственна относительная разновозрастность. По мере распада сосны 2-й генерации создается благоприятная экологическая обстановка для роста сосны 3-й генерации (примерно 600 лет после заселения сосной территории). По завершении 2-го этапа сукцессии появляются условия для достижения абсолютной разновозрастности (разно-

возрастные насаждения с выраженными поколениями). Это 3-й, финальный, этап сукцессионного цикла, заканчивающийся формированием климаксового биогеоценоза.

Таким образом, этап существования условно-одновозрастных древостоев охватывает стадии начального и промежуточного леса и представляет собой однонаправленный поступательный процесс. Время вхождения 2-й генерации в верхний полог знаменует переход к стадии заключительного леса. Именно в этот период в сравнительно благоприятных почвенно-экологических условиях возможна смена сосны елью и формирование субклимаксового и климаксового сообществ с господством последней. Естественная динамика древостоев на заключительной стадии, как правило, циклична: наблюдаются осциллирующие дигрессивно-демутационные смены, принадлежащие к соответствующему варианту и фазе (подфазе) возобновительной динамики [1, 4, 16]. В развитии сосняков цикличность определяется преимущественно волновым характером естественного возобновления после умеренных низовых пожаров, способствующих минерализации почвы и появлению особей новой генерации. Сильные устойчивые пожары существенно нарушают эндогенный ход развития сосновых экосистем или практически полностью уничтожают древостой [5].

Как следует из табл. 1, для исследуемого массива средняя общая продолжительность стадий начального и промежуточного леса составила примерно 200 лет при фактическом максимальном возрасте условно-одновозрастных сосняков 260, а ельников – 210 лет. Стадии начального и промежуточного леса, характеризующиеся условной одновозрастностью древостоя, были разбиты на 4 возрастных периода продолжительностью около 60 лет каждый. Величина периода, равная 3 классам возраста, была принята, во-первых, в связи с замедленным развитием хвойных древостоев в северотаежных условиях: до 60-летнего возраста они выглядят как молодняки; во-вторых, с желанием разбить направленную во времени стадию начального и промежуточного леса на примерно равные хронологические отрезки. В разрезе избранного набора типов леса закладка ППП планируется во всех группах возраста условно-одновозрастных насаждений (табл. 1), а также во всех вариантах типов возрастной структуры, включая выделенные подтипы разновозрастных древостоев (табл. 2). Таким образом, в границах модельного участка максимальное число ППП в одном типе леса может достигать 7 шт. Однако, как будет показано ниже, конкретное число ППП определяется возрастным диапазоном условно-одновозрастных насаждений и представленностью остальных типов возрастной структуры на модельном участке.

В пределах выбранных типов леса ППП закладываются с учетом производительности древостоев, а именно – в насаждениях, характеризующихся самым распространенным в типе леса классом бонитета. Для черничного и брусничного типов – это IV, для верескового, долгомошного и багульникового – V.

Таблица 1

Распределение условно-одновозрастных сосняков и ельников в заповеднике
«Костомукшский» по группам возраста
Distribution of even-aged pine and spruce forests in the Kostomukshsky Reserve
by age groups

Тип леса	Группа возраста, лет							
	0–60		61–120		121–180		181–260	
	Воз- раст, лет	Пло- щадь, га	Воз- раст, лет	Пло- щадь, га	Воз- раст, лет	Пло- щадь, га	Воз- раст, лет	Пло- щадь, га
<i>Сосняки</i>								
Скальный	–	–	110	1,2	159	11,8	195	1,0
Беломошный	25	6,5	110	1,7	160	21,3	210	3,4
Вересковый	47	49,5	74	20,5	149	86,1	210	9,9
Брусничный	37	39,3	99	279,2	152	682,5	210	103,9
Черничный	42	48,6	101	1535,6	151	6158,8	200	725,0
Травяно-злаковый	–	–	100	17,3	151	93,3	198	21,9
Таволговый	38	2,0	110	2,6	130	2,2	–	–
Осоко-сфагновый	49	8,2	77	9,0	160	64,7	195	7,6
Долгомошный	41	12,0	97	88,0	152	269,1	201	61,5
Багульниковый	46	44,4	94	68,1	156	285,8	201	106,8
Сфагновый	53	7,8	93	26,9	160	87,7	202	8,5
<i>Среднее/Итого</i>	42	218,3	96	2050,1	152	7763,3	203	1049,5
<i>Ельники</i>								
Брусничный	–	–	–	–	180	0,8	–	–
Черничный	40	2,5	107	280,0	150	841,3	197	17,3
Травяно-злаковый	–	–	–	–	135	4,1	–	–
Приручейный	–	–	–	–	155	11,2	190	5,4
Осоко-сфагновый	–	–	88	3,9	158	43,4	190	1,7
Долгомошный	35	1	109	70,8	158	600,9	195	58,4
Багульниковый	–	–	–	–	180	1,7	195	6,4
Сфагновый	–	–	–	–	140	2,8	–	–
<i>Среднее/Итого</i>	38	3,5	101	354,7	157	1506,2	193	89,2

Примечание: Полужирным шрифтом выделены типы леса, в которых планируется закладка ППП.

Таблица 2

**Распределение сосняков и ельников старше 140 лет в заповеднике
«Костомукшский» по типам возрастных структур
Distribution of pine and spruce forests over 140 years old in the Kostomukshsky
Reserve by age structure types**

Тип возрастной структуры (фаза динамики)	Класс бонитета	Класс возраста	Относительная полнота	Состав и структура	Запас, м ³ /га	Площадь		
						га	%	
<i>Сосняки</i>								
Условно-одно-возрастные	IV,1	VIII,3	0,66	7,6C ₁₆₀ 2E ₁₂₀ 0,4Б ₉₀	197	8084,4	46,5	
Относительно-разновозрастные, в т. ч.:	IV,4	VIII,9	0,62	4,7C ₂₀₀ 4C ₁₃₀ 1,3E ₁₄₀ +Б	179	7591,7	43,6 (100)	
	подтип 1	IV,4	X	0,59	6,2C ₁₉₀ 2,6C ₁₂₀ 1,2E ₁₄₀ +Б ₉₀	161	4012,4	52,9
	подтип 2	IV,3	VII,4	0,68	6,3C ₁₄₀ 2,3C ₂₁₀ 1E ₁₃₀ 0,4Б ₁₀₀	198	3579,3	47,1
Абсолютно-разновозрастные	IV,1	VIII,9	0,63	3,1C ₂₀₀ 2,9C ₁₃₀ 2,4E ₁₅₀ 1,6E ₁₂₀ /Б ₁₀₀ +Ос ₁₀₀	190	1715,8	9,9	
<i>Ельники</i>								
Условно-одно-возрастные	IV,6	VIII,3	0,6	6,6E ₁₆₀ 2,3C ₁₆₀ 1,1Б ₉₀	177	1528,8	31,3	
Относительно-разновозрастные, в т. ч.:	IV,0	VIII,4	0,7	5,1E ₁₇₀ 2,4E ₁₁₀ 1,4C ₁₆₀ 1,1Б ₁₀₀	212	1570,5	32,1 (100)	
	подтип 1	IV,1	VIII,7	0,7	5,5E ₁₇₀ 2E ₁₁₀ 1,4C ₁₆₀ +1,1Б ₁₀₀	213	1467,6	93,4
	подтип 2	IV,7	VII,1	0,7	5,5E ₁₃₀ 1,7E ₁₉₀ 1,4C ₁₅₀ 1,2Б ₁₀₀ 0,2Ос ₁₁₀	194	102,9	6,6
Абсолютно-разновозрастные	IV,1	VIII,5	0,7	3,5E ₁₇₀ 2,3E ₁₁₀ 2,1C ₁₆₀ 1,1Б ₁₀₀ 1Ос ₁₀₀	206	1791,4	36,6	

Модельный участок 2. Территория – крупные денудационно-тектонические возвышенности с преобладанием сосновых местообитаний. Доля ельников в структуре покрытой лесом площади сравнительно высока (36,5 %), преобладает черничный тип леса, составляя соответственно 75,4 и 81,7 % от площади сосновых и еловых биогеоценозов. Распределение по типам возрастных структур сосняков и ельников участка в разрезе выбранных для мониторинга типов леса приведено в табл. 3.

Кроме описанных вариантов возрастной структуры насаждений, для условно-одновозрастного типа было выделено 2 подтипа, а именно подтип УО-1 с коэффициентом участия главной породы меньше 8 и УО-2, для которого данный параметр равен и больше 8. При прочих одинаковых условиях ППП закладываются в подтипе УО-2.

Таблица 3

**Распределение сосняков и ельников в границах модельного участка 2
по типам возрастных структур**
**Distribution of pine and spruce stands within the boundaries of model plot 2
by age structure type**

Тип возрастной структуры	Состав и структура	Средние		Запас, м ³ /га	Диапазон возраста, лет	Пло- щадь, %	Коли- чество ППП, шт.
		высота, м	диаметр, см				
<i>Сосняк брусничный</i>							
УО-2	8C ₁₉₀ 1E ₁₅₀ 1Б ₁₁₀	18,0	26	193	15...190	14,5	3
ОТНР-1	6C ₂₁₀ 2C ₁₂₀ 1E ₁₂₀	19,0	30	161	190...230	79,4	1
ОТНР-2	5C ₁₂₀ 3C ₂₁₀ 1E ₁₂₀	16,0	18	144	120...150	6,1	1
АР	–	–	–	–	–	–	–
<i>Сосняк черничный</i>							
УО-1	6C ₁₇₀ 2E ₁₄₀ 2Б ₁₂₀ Ос _{ед.}	20,9	30	200	130...210	52,2	–
УО-2	8C ₁₄₀ 1E ₁₁₀ 1Б ₁₁₀	21,4	26	247	130...210	11,4	2
ОТНР-1	5C ₁₉₀ 2C ₁₃₀ 1E ₁₆₀ 1Б ₁₂₀	20,0	31	208	150...210	6,6	1
ОТНР-2	6C ₁₅₀ 1C ₂₁₀ 2E ₁₂₀ 1Б ₁₁₀	20,0	25	217	110...150	17,8	1
АР	4C ₁₅₀ 2C ₂₁₀ 2E ₁₇₀ 2Б ₁₁₀	20,5	28	220	100...250	12,0	1
<i>Сосняк багульниковый</i>							
УО-1	7C ₂₁₀ 3E ₁₇₀	13,0	22	57	210	4,6	1
ОТНР-1	6C ₂₁₀ 2C ₁₁₀ 1E ₁₈₀ 1Б ₁₁₀	13,7	25	85	150...250	88,5	1
ОТНР-2	–	–	–	–	–	–	–
АР	4C ₁₉₀ 3C ₁₃₀ 3E ₁₉₀ +Б ₇₀	16,0	28	111	190	6,9	1
<i>Ельник черничный</i>							
УО-1	6E ₁₄₀ 3C ₁₇₀ 1Б ₁₁₀	16,6	20	185	110...170	10,6	–
УО-2	9E ₁₉₀ 1C ₁₆₀ 1Б ₁₂₀	19,5	23	218	170...190	1,2	2
ОТНР-1	5E ₁₅₀ 2E ₁₅₀ 2C ₁₆₀ 1Б ₁₁₀	20,3	24	219	130...200	56,9	1
ОТНР-2	5E ₁₃₀ 1E ₁₉₀ 2C ₁₅₀ 1Б ₁₁₀	18,5	26	254	110...130	1,8	1
АР	4E ₁₅₀ 3E ₉₀ 2C ₁₇₀ 1Б ₁₁₀	20,3	24	214	130...200	29,5	1
<i>Ельник долгомошный</i>							
УО-1	7E ₁₆₀ 2C ₁₇₀ 1Б ₁₁₀	16,0	20	134	140...210	18,7	–
УО-2	8E ₁₇₀ 1C ₁₈₀ 1Б ₁₁₀	18,0	22	183	170...180	20,9	1
ОТНР-1	6E ₁₇₀ 2E ₁₁₀ 1C ₁₇₀ 1Б ₁₁₀	19,5	24	190	150...190	58,9	1
ОТНР-2	–	–	–	–	–	–	–
АР	3E ₁₃₀ 3E ₂₀₀ 2C ₂₀₀ 2Ос ₁₃₀ 1Б ₁₃₀	17,0	20	190	130	1,5	1

Примечание: УО-1, УО-2 – условно-одновозрастный (подтипы 1 и 2 соответственно); ОТНР-1, ОТНР-2 – относительно-разновозрастный (подтипы 1 и 2 соответственно); АР – абсолютно-разновозрастный.

С учетом типологической представленности сосняков и ельников в разрезе типов возрастных структур и диапазона возрастов условно-одновозрастных насаждений в границах модельного участка требуется заложить 21 ППП. На текущий момент здесь уже создано 6 ППП. Их характеристики приведены в табл. 4. В верхней половине строки дана характеристика выдела по материалам лесоустройства, а в нижней – ППП, созданной в его границах.

Таблица 4

Основные характеристики пробных площадей в границах модельного участка 2
Main characteristics of the sample plots within the boundaries of the model site 2

Квар-тал/ выдел № ППП	Год учета	Пло- щадь, га	Состав и структура	Тип леса	Класс возраста	За- пас, м ³ /га	Бо- нитет	Тип возрастной структуры
36 / 30 1	2014	17,0	6C ₁₉₀ 2C ₁₃₀ 1E ₁₁₀ 1B ₁₁₀	Со- сняк брус- нич- ный	X	166	IV	ОТНР-1
	2017	0,7	4,2C ₁₈₀ 1,8C ₈₀ 1,3C ₁₄₀ 0,6C ₃₁₀ 0,2E ₆₀ 1,9B ₉₀		IX	145	IV	АР
36 / 23 2	2014	6,8	5E ₁₅₀ 2E ₉₀ 2C ₁₇₀ 1B ₁₁₀ + Ос ₁₁₀	Ель- ник чер- нич- ный	VIII	254	IV	ОТНР-1
	2017	0,6	4,0E ₁₁₀ 1,7C ₃₁₀ 1,4E ₂₅₀ 0,7C ₁₂₀ 1, 2B ₉₀ 1Ос ₉₀		VI	235	V	АР
36 / 24 3	2014	12,0	6C ₂₃₀ 2C ₁₁₀ 1E ₁₁₀ 1B ₉₀	Со- сняк брус- нич- ный	XII	181	V	ОТНР-1
	2016	0,6	5,2C ₂₉₀ 2,9C ₁₁₀ 0,8E ₁₁₀ 0,3C ₇₀ 0,8B ₈₀		XV	157	V	ОТНР-1
36 / 15 4	2014	4,3	4E ₁₉₀ 3E ₁₁₀ 2C ₁₉₀ 1B ₁₁₀	Ель- ник чер- нич- ный	X	175	V	АР
	2017	0,4	4,5E ₂₂₀ 1,6C ₃₁₀ 2E ₁₄₀ 1,3C ₁₄₀ 0,6B ₁₃₀		XI	160	V	АР
36 / 32 5	2014	9,0	7C ₂₁₀ 2C ₁₁₀ 1B ₁₁₀	Со- сняк брус- нич- ный	XI	155	V	ОТНР-1
	2019	0,8	8C ₃₁₀ 1C ₁₁₀ 0,4E ₁₁₀ 0,6B ₈₀		XVI	123	V	ОТНР-1
35 / 3 10	2014	5,6	5C ₂₁₀ 4C ₁₁₀ 1B ₇₀ + E ₁₁₀	Со- сняк брус- нич- ный	XI	134	V	ОТНР-1
	2016	0,4	3,7C ₁₁₀ 3,3C ₁₈₀ 1,8C ₂₃₀ 0,5C ₃₁₀ 0,1E ₁₀₀ 0,6B ₈₀ Ос _{ед}		VI	138	V	АР

Анализируя данные табл. 4, следует отметить, что при последнем лесоустройстве заповедника (2013–2015 гг.) в ходе таксации разновозрастных сосняков выделялось, как правило, не более 2 поколений сосны, возраст старшего поколения зачастую занижался. Подробная таксация на ППП позволила выявить крайне немногочисленное поколение сосны с возрастом более 300 лет как в сосняках, так и в ельниках. Последнее вполне объяснимо и свидетельствует о том, что после некоего катастрофического воздействия пионерной породой на данном участке была сосна. Затем, с задержкой в несколько десятилетий, сформировался ярус ели, которая в дальнейшем успешно возобновлялась.

Модельный участок 3. Выделен в сильно заболоченных депрессиях кристаллического фундамента с ярко выраженным преобладанием сосновых местообитаний. В связи с особенностями рельефа и почвенно-гидрологических условий для данной модельной территории характерна наивысшая по сравнению с другими участками доля нелесных земель (35,5 %). Свыше 60 % сосняков и ельников представлены черничным типом леса. Распределение хвойных древостоев по типам возрастных структур на участке в разрезе выбранных для мониторинга типов леса приведено в табл. 5.

Таблица 5

Распределение сосняков и ельников в границах модельного участка 3 по типам возрастных структур
Distribution of pine and spruce forests within the boundaries of model plot 3 by age structure types

Тип возрастной структуры	Состав и структура	Средние		Запас, м ³ /га	Диапазон возраста, лет	Площадь, %	Количество ППП, шт.
		высота, м	диаметр, см				
<i>Сосняк вересковый</i>							
УО-2	10C ₁₅₀	14,0	16	124	110...150	31,3	2
ОТНР-1	6C ₂₁₀ 4C ₁₃₀ +E ₁₅₀	17,5	26	132	210	23,5	1
ОТНР-2	7C ₁₃₀ 3C ₁₉₀ +E ₁₅₀	16,5	18	181	110...130	45,2	1
АР	–	–	–	–	–	–	–
<i>Сосняк брусничный</i>							
УО-2	10C ₁₇₀ +E ₁₅₀	18,3	26	140	110...250	19,8	3
ОТНР-1	6C ₁₉₀ 3C ₁₄₀ 1Б ₆₀	18,5	28	154	110...250	27,7	1
ОТНР-2	7C ₁₅₀ 2C ₂₂₀ 1E ₁₅₀	17,3	22	159	105...170	49,9	1
АР	4C ₁₉₀ 3C ₁₃₀ 2E ₁₄₀ 1Б ₈₀	20,0	30	152	190	2,6	1
<i>Сосняк черничный</i>							
УО-1	6C ₁₅₀ 3E ₁₃₀ +Б ₉₀	18,4	25	177	35...230	16,5	–
УО-2	9C ₁₇₀ 1E ₁₃₀	19,8	27	213	35...230	28,5	4
ОТНР-1	6C ₁₇₀ 3C ₁₁₀ 1E ₁₁₀	20,6	27	199	115...250	13,7	1
ОТНР-2	6C ₁₃₀ 3C ₂₁₀ 1E ₁₁₀ +Б ₉₀	18,9	23	219	65...160	34,4	1
АР	4C ₂₁₀ 2C ₁₄₀ 3E ₁₅₀ 1Б ₉₀	19,8	34	162	75...230	6,9	1

Окончание табл. 5

Тип возрастной структуры	Состав и структура	Средние		За- пас, м ³ /га	Диапазон возраста, лет	Пло- щадь, %	Коли- чество ППП, шт.
		высота, м	диа- метр, см				
<i>Сосняк багульниковый</i>							
УО2	10C ₁₇₀ +E ₁₇₀	12,2	19	75,0	35...210	60,6	4
ОТНР-1	7C ₂₁₀ 3C ₁₅₀ +E ₁₅₀	13,0	22	64,0	130...210	26,9	1
ОТНР-2	6C ₁₁₀ 3C ₁₉₀ 1E ₁₃₀	12,0	14	95	55...110	12,5	1
АР	–	–	–	–	–	–	–
<i>Сосняк долгомошный</i>							
УО-1	6C ₁₅₀ 3E ₁₂₀ 1Б ₁₀₀	16,2	22	131	85...210	78,8	1
УО-2	8C ₁₉₀ 1E ₁₇₀ 1Б ₈₀	15,0	22	111	170...190	9,7	2
ОТНР-1	–	–	–	–	–	–	–
ОТНР-2	–	–	–	–	–	–	–
АР	4C ₁₅₀ 2C ₉₅ 3E ₁₁₀ 1Б ₈₀	18,0	26	181	150	11,5	1
<i>Ельник черничный</i>							
УО-1	6E ₁₅₀ 3E ₁₈₀ 1Б ₁₀₀	17,4	19	161	110...170	41,8	–
УО-2	8E ₁₅₀ 1C ₁₅₀ 1Б ₉₀	17,0	18	138	150	10,1	2
ОТНР-1	5E ₁₉₀ 3E ₁₃₀ 2C ₁₉₀	20,0	24	176	190	2,1	1
ОТНР-2	5E ₁₄₀ 2E ₁₉₀ 3C ₂₀₀	16,0	17	141	140...150	16,1	1
АР	4E ₁₇₀ 3E ₁₃₀ 3C ₁₇₀	19,2	23	173	150...190	29,9	1
<i>Ельник долгомошный</i>							
УО-1	6E ₁₄₀ 3C ₁₆₀ 1Б ₉₀	17,4	20	176	115...170	63,0	–
УО-2	8E ₁₇₀ 1C ₁₉₀ 1Б ₉₀	16,5	19	144	170	10,2	2
ОТНР-1	–	–	–	–	–	–	–
ОТНР-2	8E ₁₅₀ 2E ₁₉₀ +C ₁₉₀ +Б ₉₀	16,0	16	115	150	4,3	1
АР	4E ₁₉₀ 3E ₁₃₀ 2C ₁₉₀ 1Б ₉₀	18,0	22	125	115...190	22,5	1

В границах данного модельного участка работы по созданию ППП еще не проводились. С учетом типологической и возрастной структуры лесов здесь требуется заложить не менее 36 ППП.

Модельный участок 4. Расположен на компактном массиве песчаных водно-ледниковых отложений с преобладанием сосновых местообитаний. В структуре сосняков высока доля лишайниковой группы типов леса (21,0 %), характеризующейся максимально широким возрастным диапазоном условно-одновозрастных насаждений, и слабо представлена долгомошная группа (0,8 %). Частота пожарных нарушений значительная, и абсолютно-разновозрастные сосняки, по всей видимости, не успевают сформироваться. Поэтому данный тип возрастной структуры отмечен преимущественно для ельников. Варианты типов возрастных структур и типов леса, в которых планируется закладка ППП, представлены в табл. 6.

Таблица 6

**Распределение сосняков и ельников в границах модельного участка 4
по типам возрастных структур**
**Distribution of pine and spruce forests within the boundaries of model plot 4
by age structure types**

Тип возраст- растной структуры	Состав и структура	Средние		За- пас, м ³ /га	Диа- пазон возрас- та, лет	Пло- щадь, %	Коли- чество ППП, шт.
		высо- та, м	диа- метр, см				
<i>Сосняк вересковый</i>							
УО-2	10C ₁₅₀	17,8	19,0	177	25...210	32,7	4
ОТНР-1	7C ₂₅₀ 3C ₁₄₀	18,0	37,1	122	190...250	21,0	1
ОТНР-2	7C ₁₅₀ 3C ₂₂₀	16,9	18,5	154	130...150	46,3	1
АР	—	—	—	—	—	—	—
<i>Сосняк брусничный</i>							
УО-2	10C ₁₇₀ +E ₁₅₀	20,0	26,0	202	65...210	36,0	3
ОТНР-1	7C ₂₁₀ 3C ₁₄₀	20,0	32,0	162	190...270	35,5	1
ОТНР-2	6C ₁₅₀ 3C ₂₂₀ 1E ₁₃₀ +Б ₉₀	17,8	20,0	168	130...150	28,5	1
АР	—	—	—	—	—	—	—
<i>Сосняк черничный</i>							
УО-1	7C ₁₇₀ 3E ₁₄₀ +Б ₇₀	20,6	26,0	200	150...190	39,7	—
УО-2	10C ₁₅₀ +E ₁₂₀	20,3	24,0	232	130...250	36,0	2
ОТНР-1	6C ₂₁₀ 2C ₁₃₀ 2E ₁₃₀ +Б ₈₀	21,7	34,0	170	180...250	7,5	1
ОТНР-2	6C ₁₅₀ 3C ₂₃₀ 1E ₁₃₀ +Б ₉₀	19,3	23,0	202	140...170	14,3	1
АР	3C ₁₄₀ 3C ₁₉₀ 3E ₁₃₀ 1Б ₉₀	19,0	22,0	206	140...210	2,5	1
<i>Сосняк багульниковый</i>							
УО-2	10C ₁₉₀ +E ₁₅₀	3,3	22,0	75,5	150...230	33,9	2
ОТНР-1	6C ₂₁₀ 3C ₁₄₀ 1E ₁₃₀	13,8	24,0	66,1	210...250	59,6	1
ОТНР-2	8C ₁₃₀ 2C ₁₉₀	12,0	14,0	69,0	130	6,5	1
АР	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ельник черничный</i>							
УО-1	6E ₁₆₀ 3C ₁₈₀ 1Б ₉₀	18,4	22,0	192	150...170	13,6	—

Окончание табл. 6

Тип возраст- растной структуры	Состав и структура	Средние		За- пас, м ³ /га	Диа- пазон возрас- та, лет	Пло- щадь, %	Коли- чество ППП, шт.
		высо- та, м	диа- метр, см				
<i>Ельник черничный</i>							
УО-2	8E ₁₅₀ 1C ₁₇₀ 1Б ₉₀	17,0	18,0	150	130...150	6,0	1
ОТНР-1	5E ₁₇₀ 2E ₁₂₀ 2C ₁₇₀ 1Б ₉₀	20,5	26,0	214	170...190	20,7	1
ОТНР-2	–	–	–	–	–	–	–
АР	4E ₁₉₀ 2E ₁₂₀ 3C ₁₉₀ 1Б ₉₀	20,8	25,0	184	170...190	59,7	1
<i>Ельник долгомошный</i>							
УО-1	6E ₁₇₀ 2C ₁₈₀ 2Б ₈₀	17,1	20,0	140	150...190	50,0	–
УО-2	8E ₁₅₀ 1C ₁₇₀ 1Б ₉₀	16,5	19,0	127	150...190	33,1	2
ОТНР-1	5E ₁₇₀ 2E ₁₂₀ 2C ₁₇₀ 1Б ₉₀	19,7	24,0	183	170...190	10,9	1
ОТНР-2	–	–	–	–	–	–	–
АР	4E ₁₃₀ 3E ₁₇₀ 2C ₁₅₀ 1Б ₉₀	16,0	18,0	150	130	6,0	1

Максимальный охват всего разнообразия типов леса, возрастных этапов и типов возрастных структур потребует закладки в границах модельного участка не менее 27 ППП. В настоящее время здесь заложено 6 пробных площадей, характеристики которых приведены в табл. 7.

Данные табл. 7 говорят о хорошем соответствии характеристик выдела и заложенной в нем ППП. Только в одном случае (ППП 13) требуется корректировка данных о подтипе возрастной структуры в связи с неточной глазомерной оценкой возраста. Информация по подросту на ППП свидетельствует, что для сосняков лишайниковых и вересковых в условиях интенсивного пожарного режима характерно обильное естественное возобновление сосны, когда численность жизнеспособного подроста достигает 5–8 тыс. шт./га. В сосняке брусничном, находящемся на 2-м этапе условно-одновозрастной стадии сукцессии (ППП 21), также было учтено значительное количество жизнеспособного подроста сосны (≈ 3 тыс. шт./га). Однако уже при переходе к 3-му этапу (ППП 24) численность подроста сокращается на порядок.

Таким образом, опыт закладки ППП в девственных сосняках заповедника показывает, что в них может быть выделено до 4 поколений сосны. Это неизбежно ведет к перекалфикации части относительно-разновозрастных насаждений в абсолютно-разновозрастные. Данный факт важно учитывать при характеристике и моделировании спонтанной динамики малонарушенного таежного массива.

Таблица 7

Основные характеристики пробных площадей в границах модельного участка 4
Main characteristics of the sample plots within the model site boundaries 4

Квар-тал/ выдел № ППП	Год уче- та	Пло- щадь, га	Состав и структура	Тип леса	Класс воз- раста	Запас, м ³ /га	Бони- тет	Тип возрастной структуры
152 / 27 № 11	2014	3,8	7C ₂₃₀ 3C ₁₅₀	Сосняк брус- ничный	XII	166,0	IV	ОТНР-1
	2018	0,5	8,5C ₂₁₀ 0,8C ₃₁₀ 0,5C ₁₅₀ 0,2C ₇₀ E _{ед}		XI	207,0	IV	ОТНР-1
151 / 21 № 12	2014	5,3	4E ₁₉₀ 3E ₁₃₀ 3C ₁₉₀	Ельник чернич- ный	X	190,0	IV	АР
	2018	0,4	4,4E ₁₈₀ 2,6E ₂₄₀ 1,9C ₁₉₀ 0,4C ₂₅₀ 0,1E ₁₁₀ 0,6B ₁₂₀		IX	285,3	IV	АР
152 / 17 № 13	2014	8,4	8C ₂₁₀ 2C ₁₅₀	Сосняк верес- сковый	XI	166,0	V	ОТНР-1
	2018	0,5	6C ₁₃₀ 4C ₃₆₀	Сосняк лишай- нико- вый	XVIII	135,5	V	ОТНР-2
152 / 17 № 21	2014	15	10C ₆₅	Сосняк брус- ничный	IV	95,0	V	УО-2
	2019	0,2	9C ₈₀ 1C ₄₇₀		IV	176,5	V	УО-2
152 / 10 № 22	2014	6,5	10C ₂₅	Сосняк бело- мош- ный	II	13,0	V	УО-2
	2019	0,3	10C ₄₀ +B ₄₀		II	27,2	V	УО-2
152 / 23 № 24	2014	10,	10C ₁₇₀	Сосняк брус- ничный	IX	193,0	V	УО-2
	2019	0,3	9C ₁₄₀ 1C ₃₅₀ E _{120 ед}		VII	187,0	V	УО-2

Итак, систему лесного мониторинга в заповеднике планируется разви- вать на базе ландшафтно-типологического и пропорционального простран- ственно-временного подходов с учетом субландшафтной структуры его при- родно-территориального комплекса, а также особенностей распределения лесов по степени их антропогенной нарушенности, преобладающим породам, типам леса и типам возрастных структур. Реализация указанных подходов на базе выбранных модельных территорий должна обеспечить создание системы ППП, отражающей естественную структуру покрытой лесом части заповедни- ка. Площадь модельных территорий (6448 га) составляет 13,1 % от общей пло- щади заповедника. Доли выбранных для закладки ППП 5 типов леса по сосне и 2 типов леса ели занимают соответственно 98,9 и 95,8 % в площадной струк- туре типологического спектра сосновых и еловых ценозов. Базовым элементом данной системы выступает ППП, заложенная в одном из выбранных типов леса и характеризующая этап сукцессионного цикла и фазу естественной динамики лесной экосистемы. Методика подбора насаждения для закладки ППП вклю-

чает в себя ряд этапов камеральных и полевых работ. В первую очередь при помощи выделительной цифровой картографической базы данных формируется выборка выделов, удовлетворяющая поставленным требованиям. Такая работа уже выполнена: для визуализации пространственного распределения потенциальных объектов в ходе закладки ППП в разрезе модельных территорий, типов леса и возрастных структур сосняков и ельников было создано 59 вариантов тематических карт. В дальнейшем отобранные выделы таксируются в натуре глазомерно-измерительным способом [10]. ППП закладывается в наиболее типичном по комплексу таксационных параметров для данного типа леса, типа возрастной структуры и фазы естественной динамики выделе.

Всего в заповеднике «Костомукшский» в малонарушенных хвойных биогеоценозах требуется 84 ППП (12 ППП уже созданы в 2016–2019 гг.). В итоге малонарушенные хвойные биогеоценозы в разрезе типов леса должны быть представлены следующим количеством ППП: 60 сосняков, в т. ч. 10 вересковых, 16 брусничных, 17 черничных, 4 долгомошных и 13 багульниковых; 24 ельника, в т. ч. 13 черничных и 11 долгомошных. Заявленный пропорциональный подход соблюдается и позволяет охватить все этапы большого сукцессионного цикла, но распределение ППП по категориям оказывается неравномерным.

Кроме ППП, отмеченных в табл. 4 и 7, в настоящее время также заложено 12 ППП в антропогенно измененных лесах заповедника. Для полноты получаемых экспериментальных данных, видимо, потребуется закладка не менее 2 ППП в березовых насаждениях. По завершении работ общая численность ППП в составе сети лесного мониторинга заповедника «Костомукшский» должна составить не менее 98 шт.

Заключение

В настоящей статье представлены концептуальные основы и базовые параметры программы развития сети лесного мониторинга в заповеднике «Костомукшский». Предложенные ландшафтно-типологический и пространственно-временной подходы учитывают структуру природно-территориального комплекса заповедника на субландшафтном уровне, а также особенности пространственно-возрастного распределения лесов исследуемой территории по преобладающим породам, типам леса и типам возрастных структур. На предварительном этапе формирования сети мониторинга был осуществлен всесторонний анализ структурных характеристик лесного массива заповедника. Уточнены пространственные особенности дислокации малонарушенных и производных лесов, типологическая и породно-возрастная структуры лесов, в т. ч. по типам возрастных структур. Полученные данные позволили определить районы заповедника, где локализованы массивы малонарушенных или производных лесов, выполнить предварительный подбор объектов (выделов) в разрезе необходимых типов леса и фаз сукцессионного цикла. Необходимо сконцентрировать усилия на наиболее полном представлении в сети мониторинга малонарушенных сосняков и ельников тех типов леса, фаз и подфаз возобновительной динамики, которые наилучшим образом будут характеризовать природную динамику лесного массива. Уже сегодня формируемая система лесного мониторинга заповедника «Костомукшский» служит пространственным каркасом для проведения широкого круга работ по изучению потенциала не-

древесных ресурсов леса, биологического разнообразия и видового состава сообществ сосудистых растений, мхов, лишайников, насекомых, грибов и иных групп организмов. Таким образом, можно утверждать, что в границах крупных особо охраняемых территорий лесной зоны именно сеть лесного мониторинга должна служить пространственной основой для организации комплексных исследований наземных экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Волков А.Д. Биоэкологические основы эксплуатации ельников северо-запада таежной зоны России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. 250 с.
Volkov A.D. *Bioecological Principles of Boreal Spruce Forest Management in the North-West of Russia*. Petrozavodsk, KarRC RAS Publ., 2003. 250 p. (In Russ.).
2. Громцев А.Н. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 238 с.
Gtromtsev A.N. *Basic Principles of Landscape Ecology of European Boreal Forests*. Petrozavodsk, KarRC RAS Publ., 2008. 238 p. (In Russ.).
3. Громцев А.Н. Леса заповедника «Костомукшский»: структура, динамика, ландшафтные особенности // Тр. КарНЦ РАН. 2009. № 2. С. 71–78.
Gromtsev A.N. Forests of the Nature Reserve “Kostomukhsky”: Structure, Dynamics, Landscape Peculiarities. *Proceedings of Karelian Research Centre RAS*, 2009, no. 2, pp. 71–78. (In Russ.).
4. Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1984. 174 с.
Dyrenkov S.A. *Structure and Dynamics of Boreal Spruce Forests*. Leningrad, Nauka Publ., 1984. 174 p. (In Russ.).
5. Зябченко С.С. Сосновые леса Европейского Севера. Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1984. 248 с.
Zabchenko S.S. *Pine Forests of European North*. Leningrad, Nauka Publ., 1984. 248 p. (In Russ.).
6. Классификация и диагностика почв России / авт. и сост. Л.Л. Шишов, В.В. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
Shilov L.L., Tonkonogov V.V., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. *Soils Classification and Diagnostics in Russia*. Smolensk, O'kumena, 2004. 342 p. (In Russ.).
7. Коровин Г.Н., Голованов А.С., Зукерт Н.В., Корзухин М.Д., Неведьев В.В. Лесные ресурсы: динамика, прогнозирование и оптимальное управление / науч. ред. М.Д. Корзухин; РАН ЦЭПЛ. М.: ЦЭПЛ РАН, 2013. 176 с.
Korovin G.N., Golovanov A.S., Zukert N.V., Korzukhin M.D., Nefedjev V.V. *Forest Resources: Dynamics, Forecasting and Optimal Management*. Moscow, CEPL RAS Publ., 2013. 176 p. (In Russ.).
8. Лесотаксационные таблицы / сост. Н.И. Казимиров, В.В. Кабанов. Петрозаводск: Карелия, 1976. 32 с.
Kazimirov N.I., Kabanov V.V. *Forest Survey Tables*, Petrozavodsk. Karelia, 1976. 32 p. (In Russ.).
9. Методическое пособие по организации и ведению лесного мониторинга на особо охраняемых природных территориях Северо-Запада России (на примере НП «Водлозерский») / сост. В.А. Ананьев, Б.В. Раевский; ИЛ КарНЦ РАН, Нац. парк «Водлозерский». Петрозаводск, 2010. 42 с.
Ananyev V.A., Raevsky B.V. *Guidelines for Forest Monitoring Network Development in Protected Areas in the North-West Russia (by the example of Vodlozersky National Park)*. Petrozavodsk, KarRC RAS Publ., 2010. 42 p. (In Russ.).

10. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации: утв. приказом Федер. службы лесн. хоз-ва РФ от 15 июня 1993 г. № 155. М.: ЮНИФИР: Всерос. науч.-исслед. информ. центр по лесн. ресурсам, 1993. 71 с.
- Guidelines for Forest Assessment of Cutting Areas in Russian Federation.* Approved by the order of the Federal Forestry Service of the Russian Federation from June 15, 1993, no. 155. Moscow, UNIFIR, All-Russian Scientific and Research Information Center for Forest Resources Publ., 1993. 71 p. (In Russ.).
11. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 741 с.
- Odum U. *Basic Principles of Ecology.* Moscow, Mir Publ., 1975. 741 p. (In Russ.).
12. Полевая геоботаника / под общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. Т. 3. М.; Л.: АН СССР, 1964. 530 с.
- Lavrenko E.M., Korchagin A.A. *Field Geobotany.* Moscow, Leningrad, Academy of Sciences of the Soviet Union Publ., 1964. 530 p. (In Russ.).
13. *Раевский Б.В.* Сравнительный анализ структурных особенностей лесного фонда заповедника «Костомукшский» и национального парка «Калевальский» // Тр. КарНЦ РАН. 2017. № 4. С. 3–14.
- Raevsky B.V. Comparative Analyses of Forest Lands Structure of the Nature Reserve “Kostomukshskiy” and the Nature Park “Kalevalskiy”. *Proceedings of Karelian Research Centre RAC*, 2017, no. 4, pp. 3–14. (In Russ.). <https://doi.org/10.17076/them532>
14. *Стороженко В.Г.* Сукцессионная динамика коренных разновозрастных ельников Европейской России // Вопр. лесн. науки. 2021. Т. 4, № 3. Ст. № 89. Режим доступа: <https://jfsi.ru/4-3-2021-storozhenko/> (дата обращения: 16.10.23).
- Storozhenko V.G. Succession Dynamics of Native Spruce forests of Different Ages in European Russia. *Voprosy lesnoy nauki*, 2021, vol. 4, no. 3, art. 89. (In Russ.).
15. *Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г.* Справочник таксатора: таблицы для таксации леса. 2-е изд., перераб. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 457 с.
- Tretyakov N.V., Gorskiy P.V., Samoylovich G.G. *Forest Survey Data Book.* Moscow, Timber industry Publ., 1965. 457 p. (In Russ.).
16. *Федорчук В.Н., Кузнецова М.Л., Андреева А.А., Мосеев Д.В.* Резерват “Вепский лес”. Лесоводственные исследования. СПб.: СПбНИИЛХ, 1998. 208 с.
- Fedorchuk V.N., Kusnetsova M.L., Andreeva A.A. *Nature Reserve “Vepskiy les”. Forestry investigations.* Saint-Petersburg, SPbFRI Publ., 1998. 208 p. (In Russ.).
17. *Федорчук В.Н., Шорохов А.А., Шорохова Е.В., Кузнецова М.Л., Тетюхин С.В.* Массивы коренных еловых лесов: структура, динамика, устойчивость. СПб.: Политехн. ун-т, 2012. 135 с.
- Fedorchuk V.N., Schorokhov A.A., Schorokhova E.V., Kusnetsova M.L., Tetuhin S.V. *Primeval Forest Tracts: Structure, Dynamics, Stability.* Saint-Petersburg, Polytechnic university Publ., 2012. 135 p. (In Russ.).
18. *Чумаченко С.И., Смирнова О.В.* Моделирование сукцессионной динамики насаждений // Лесоведение. 2009. № 6. С. 3–17.
- Chumachenko S.I., Smirnova O.V. Modeling of the Forest Succession Dynamics. *Lesovedenie*, 2009, no. 6, pp. 3–17. (In Russ.).
19. Clements F.E. Nature and Structure of the Climax. *Journal of Ecology*, 1936, vol. 24, no. 1, pp. 252–284. <https://doi.org/10.2307/2256278>
20. Schmidt-Vogt H. Struktur und Gynamik naturlicher Fichtenwalder in der borealen Nadelwaldzone. *Schweiz. Z. Forstwes*, 1985, vol. 136, no. 12, pp. 977–994. (In Germ.).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest