

DOI 10.31509/2658-607x-202372-144

УДК 630*5.470.22

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЛЕСНОГО ПОКРОВА НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА ИНТЕНСИВНОГО УРОВНЯ «КИВАЧ» (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

© 2024

С. А. Мошников*, И. В. Ромашкин, А. Н. Пеккоев

Институт леса КарНЦ РАН

Россия, Республика Карелия, 185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

*E-mail: moshniks@krc.karelia.ru

Поступила в редакцию 11.04.2024

После рецензирования: 20.06.2024

Принята к печати: 24.06.2024

В статье приведены результаты анализа лесотаксационных данных (древостой, подрост, подлесок и крупные древесные остатки) рекогносцировочного этапа исследования (экспресс-оценки) на полигоне интенсивного уровня первого типа «Кивач» (Республика Карелия), заложенного в рамках развития мониторинговой сети по учёту бюджета углерода в лесных сообществах на территории Российской Федерации. Установлено, что среди лесов полигона доминируют перестойные хвойные насаждения (71% сосновые и 16% еловые). Преобладает черничный тип леса (76% среди сосняков и 38% среди ельников). Леса характеризуются как среднепродуктивные: средний класс бонитета сосновых древостоев составляет II.7, еловых и березовых – III.0. В составе подроста по встречаемости доминирует ель, средняя плотность которой в зависимости от типа леса варьирует от 0.14 до 1.70 тыс. шт. га⁻¹. Подрост сосны наиболее представлен в сосняках брусничных и черничных. Ярус подлеска образован типичными для хвойных насаждений таежной зоны видами – рябиной обыкновенной, ольхой серой, ивой козьей, можжевельником обыкновенным, шиповником иглистым. Количество крупных древесных остатков в обследованных насаждениях варьирует в широких пределах, а их распределение по запасам, типу (сухостой, валеж, пни) и видовой принадлежности зависит от преобладающей в древостое породы и лесорастительных условий. Несмотря на особенности, такие как старовозрастность и малонарушенность, леса полигона «Кивач» в значительной мере отражают породное и типологическое разнообразие насаждений среднетаежной подзоны.

Ключевые слова: Полигон «Кивач», леса, насаждения, продуктивность, естественное лесовозобновление, древесный детрит

Биогеохимический цикл углерода (C) в лесных экосистемах является одним из главнейших процессов, формирующих климатическую систему нашей

планеты. Основу биогенной составляющей углеродного цикла составляют три процесса: а) фотосинтетическое связывание C, б) его сток в основных резер-

вуарах – фитомассе, древесном детрите, подстилке и почве, а также в) гетеротрофное или термическое высвобождение С в атмосферу. Понимание механизмов, регулирующих процессы накопления и расхода С в лесах, является необходимым для разработки мер по смягчению последствий климатических изменений (Швиденко, Щепаченко, 2014). В рамках Парижского соглашения, подписанного в 2016 г. Россией и большинством стран мира, и ратифицированного Россией в 2019 г., отмечают стратегическую важность получения актуальных научных данных о климате и их дальнейшего использования для создания научно обоснованной системы климатического мониторинга (UNFCCC, 2016).

Среди лесов планеты старовозрастные таежные леса обладают наибольшим потенциалом депонирования С (Гитарский, 2007; Кудеяров и др., 2007). В последние десятилетия накоплен значительный объем данных о цикле С и его пулов в лесах таежной зоны (Gower et al., 2001; Карелин, Уткин, 2006; Комаров и др., 2006; Кудеяров, 2006; Кудеяров и др. 2007; Усольцев, 2007; Pan et al., 2011; Milakovsky et al., 2012; Бобкова и др., 2014; Швиденко, Щепаченко, 2014; Малышева и др., 2019; и др.). Несмотря на это оценка стока С в

лесах России, площадь которых составляет около 21% площади всех лесов планеты, имеет большую неопределенность и, по данным разных авторов, находится в диапазоне от 230–240 Мт С год⁻¹ (Замолотчиков и др., 2011) до 546±120 Мт С год⁻¹ (Швиденко, Щепаченко, 2014). Столь широкие расхождения обусловлены как отсутствием актуальных данных о запасах С в лесах на локальном и национальном уровнях, так и недостаточностью имеющихся знаний о значениях и диапазоне распределения С в различных компонентах лесных экосистем. Для решения задач по долговременному мониторингу эмиссии и поглощения климатически активных веществ в лесах России и уточнения данных о бюджете С в них создан Консорциум, состоящий из ведущих организаций, изучающих различные наземные экосистемы страны на региональном и национальном уровнях (<https://ritm-c.ru>). Институтом леса Карельского научного центра РАН в рамках работы в Консорциуме в 2023 г. организован тестовый полигон интенсивного уровня для мониторинга бюджета С в малонарушенных старовозрастных лесах средней тайги.

Цель исследования – на основе результатов, полученных методом

экспресс-оценки, охарактеризовать особенности породной, возрастной, типологической структуры насаждений, естественного возобновления и распределение крупных древесных остатков в лесах полигона «Кивач», заложенного в рамках формирования сети наземных объектов для реализации проекта государственной системы мониторинга углерода.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проведено в мае-июне 2023 г. на тестовом полигоне размером 2×2 км (400 га), заложенном на территории Государственного природного заповедника «Кивач» (Республика Карелия, Россия, 62.29°N, 33.77°E) (рис. 1). Объект расположен в Кондопожском районе Республики Карелия в 80 км от г. Петрозаводск. Площадь заповедника составляет 10930 га. Климатические условия обусловлены широтным положением заповедника, близостью Балтийского, Белого и Баренцева морей, а также господством западного переноса воздушных масс (Ивантер, Тихомиров, 1988). Среднегодовая температура воздуха составляет +2.4°C, среднегодовое количество осадков – 625 мм, продолжительность вегетационного периода – 90 дней (Скороходова, 2008). Леса запо-

ведника относятся к подзоне средней тайги (юго-восточной части физико-географической страны Фенноскандия, выделенной в 1898 г. В. Рамзаем). Выбор территории заповедника для закладки тестового полигона обусловлен в большей мере не модальностью по отношению к лесам республики, а категорией лесов, где исключена активная антропогенная деятельность. Это обеспечивает его сохранность в качестве постоянного элемента сети мониторинга пулов углерода на длительную перспективу. Кроме того, заповедный режим территории гарантирует сохранность приборов и оборудования, установленных на объектах исследования.

Основные методические аспекты исследования были согласованы с участниками Консорциума на предварительном этапе. Полевые исследования выполняли сотрудники ИЛ КарНЦ РАН в составе четырех групп. Перед началом полевых работ с целью отработки взаимодействия и согласования описаний пунктов методики специалистами всех направлений работ (лесная таксация, геоботаника и почвоведение) были проведены тренировочные полевые выезды.

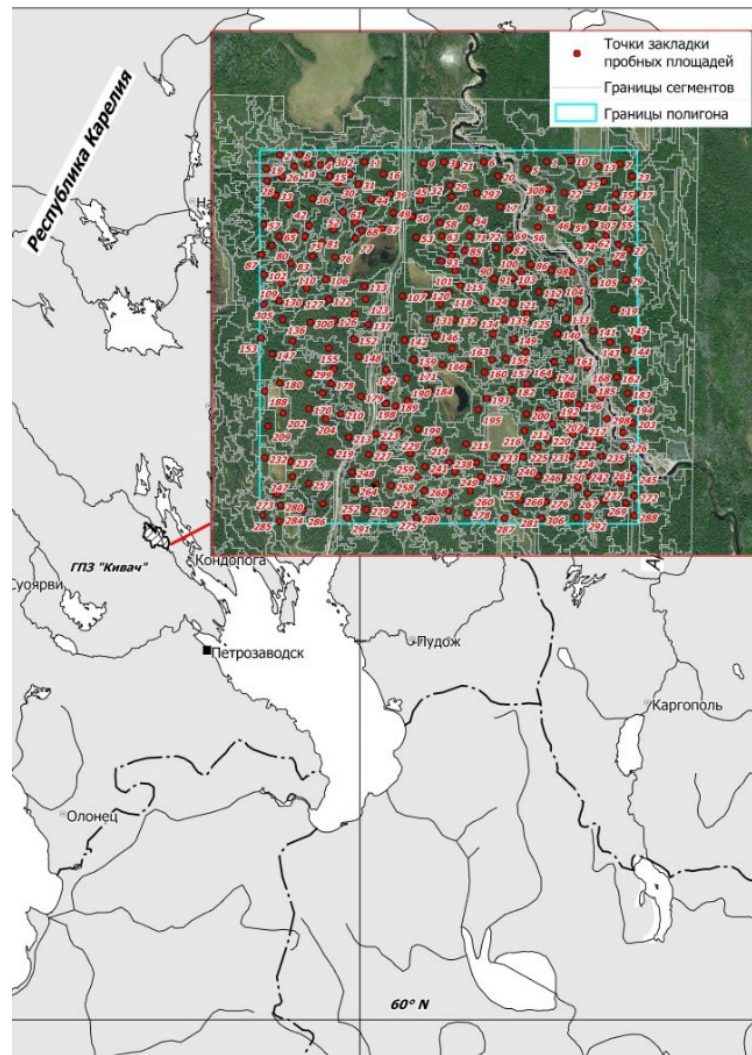


Рисунок 1. Расположение тестового полигона «Кивач» и точек закладки реласкопических площадок на его территории

На предварительном этапе специалистами ЦЭПЛ РАН на основании данных дистанционного зондирования (космических снимков и информации, полученной на предварительном этапе с БПЛА) территория тестового полигона была разбита на 310 сегментов, в каждом из которых определены координаты точек, где было необходимо выполнить комплексное (таксационное,

геоботаническое и почвенное) описания (ritm-c.ru).

Координаты точек в натуре определяли с применением навигаторов Garmin 62S, Garmin 64, с точностью определения местоположения (по данным навигаторов) в большинстве случаев до 7 м. Основные таксационные характеристики древостоев получали на реласкопических площадках (РП). Центр

РП помечали обвязанным маркировочной лентой и подписанным водостойким маркером колышком. На месте определяли тип леса – на основе данных по продуктивности древостоя, составу живого напочвенного покрова (ЖНП) и почве, согласно известным методическим указаниям (Сукачев, Зонн, 1961). Далее в древостое выявляли элементы леса. По каждому элементу леса определяли следующие показатели:

- возраст (по отобранным возрастным буравам у основания ствола кернам не менее чем у 3-4 деревьев, лет);
- сумму площадей сечений (с применением полнотомера, м²);
- диаметр (мерной вилкой у 3-4 деревьев, близких к среднему, см);
- высоту (высотомером Suunto (Финляндия) у 3-4 деревьев, близких к среднему, м).

Описание подроста и подлеска производили глазомерно. У подроста определяли состав, густоту и среднюю высоту по породам. У подлеска определяли среднюю высоту и густоту по принятым в лесной таксации категориям: «отсутствует», «единичный», «средней густоты», «густой».

Запасы крупных древесных остатков в зависимости от их типа определяли различными способами,

исходя из цели работы на рекогносцировочном этапе исследования. Оценку запасов сухостоя проводили на РП, валежа и пней – глазомерно. Для валежа определяли преобладающую группу пород (хвойные/лиственные) и примерный запас по трем категориям: менее 30 м³ га⁻¹, от 30 до 60 м³ га⁻¹, более 60 м³ га⁻¹. Для пней естественного (бурелом и т.п.) и антропогенного (рубки) происхождения определяли численность на единицу площади (шт. га⁻¹).

В ходе камеральных работ осуществляли расчет основных таксационных показателей древостоя. Определяли:

- средние значения возраста, диаметра и высоты;
- состав древостоя по запасу, в ед.;
- относительную полноту древостоя;
- запас стволовой древесины, в м³ га⁻¹;
- класс бонитета;
- тип лесорастительных условий – на основании описания древостоя и живого напочвенного покрова.

Для расчета таксационных показателей использовали общепринятые в лесной таксации методы (Анучин, 1982) и стандартные таблицы (Третьяков и др., 1965).

При анализе полученных результатов насаждения группировали по древесным породам, типам леса, возрастным группам и т.д., в которых рассчитывали среднее значение оцениваемого показателя, диапазон колебаний, стандартную ошибку.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Древесный ярус. Породный состав.

Леса полигона представлены основными лесообразующими породами Карелии

(рис. 2). Преобладают хвойные насаждения – 87% полигона, в основном за счет высокой доли сосняков. Среди лиственных насаждений доминируют березняки, занимающие почти 10% полигона. Представленная структура несколько отличается от структуры лесного фонда республики (Ананьев, Мошников, 2016; Государственный доклад..., 2022), что проявляется в несколько большей доле сосняков и пропорциональном снижении участия ельников.

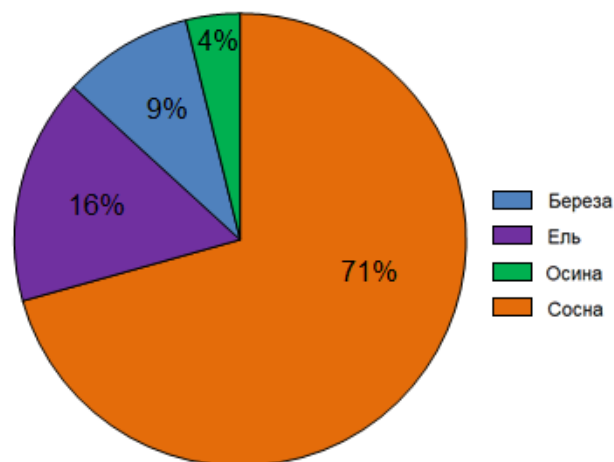


Рисунок 2. Распределение РП полигона «Кивач» по преобладающим породам

Пространственное распределение лесов по преобладающим породам на полигоне неравномерное (рис. 3). Сосняки, учитывая их доминирование, в большей степени сосредоточены в центральной и северо-западной части полигона, ельники и особенно березняки – преимущественно в восточной и северо-восточной части и приурочены к долине про-

текающей здесь реки Сандалка. Осинники также в основном сосредоточены в северо-восточной части полигона.

Возрастная структура. В целом леса полигона характеризуются сравнительно высоким возрастом, что обусловлено категорией защитности территории. В то же время в лесах, расположенных на этой территории, в

1790-1840 гг. осуществлялась массовая заготовка древесины на углежжение для нужд Александровского и Кончезерского литейных заводов, которая производилась в большинстве случаев в форме сплошных рубок (Ивантер, Тихомиров, 1988). Наибольшим средним возрастом характеризуется сосна – 171 год (с диапазоном 65–230 лет), затем ель – 131 год (с максимумом 180 лет); значения для березы и осины близки – 81 и 79 лет, соответственно. В целом, учитывая статус территории, структура лесов полигона ожидаемо отличается от региональной. При этом следует отметить, что доля спелых и перестойных лесов в республике также довольно велика – 34% (Государственный доклад..., 2022). Среди сосняков наиболее распространены абсолютно и относительно одновозрастные, в более редкостойных насаждениях (особенно в переувлажненных условиях) встречаются относительно разновозрастные, представленные преимущественно двумя-тремя поколениями – от 60 до 230 лет. Ельники в большей мере представлены относительно разновозрастными насаждениями, характерные для этой породы абсолютно разно-

возрастные (от всходов до возраста естественного отмирания) в ходе этапа экспресс-оценки обнаружены не были. Березняки и осинники преимущественно одновозрастные.

Высокий средний возраст сосновых древостоев определяется особенностями возрастной структуры лесов полигона (распределение по группам возраста выполнено в соответствии с Приказом Рослесхоза № 105 от 09.04.2015 «Об установлении возрастов рубок»). Почти 82% сегментов с преобладанием сосны сосредоточено в группе перестойных лесов, 7% – в спелых, чуть более чем по 5% – в средневозрастных и приспевающих. В ельниках возрастная структура несколько более сглаженная: хотя доля перестойных насаждений по-прежнему велика (46% сегментов), возрастает участие спелых и приспевающих лесов (22 и 20%, соответственно). Среди березняков перестойные насаждения занимают 41% сегментов, в то время как приспевающие и спелые характеризуются близкими с ельниками значениями (21 и 24%, соответственно). Осинники полностью представлены спелыми и перестойными насаждениями в пропорции 1:2.

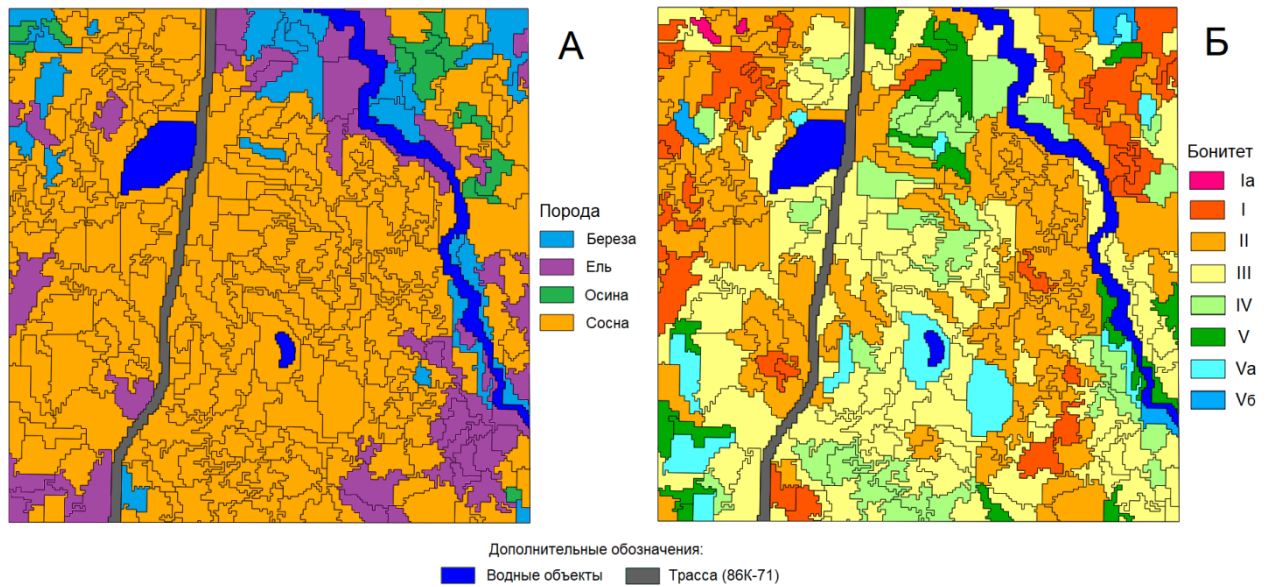


Рисунок 3. Распределение территории полигона «Кивач» по преобладающим породам (А) и классам бонитета (Б)

Типологическая структура. В данном аспекте можно констатировать, что леса полигона в основном произрастают в автоморфных условиях. Преобладает зеленомошная группа типов леса (черничные и брусничные типы), суммарно занимающая 70% полигона (62 и 8%, соответственно), что, вероятно, связано со сравнительно равнинным рельефом территории. Ксероморфные условия (лишайниковый, вересковый типы леса) практически не представлены. Полугидроморфными и гидроморфными условиями (багульниковый, осоково-сфагновый, хвощево-сфагновый и сфагновый типы леса) можно охарактеризовать чуть менее 13% полигона. Таким образом, можно отметить несколько отличную типологическую структуру лесов полигона от

лесов республики в целом (Biotic diversity..., 2003) и ее среднетаежной части (Казимиров и др., 1977; Biotic diversity..., 2003; Волков, 2008). Отличия проявляются в большей доле черничных типов леса на полигоне за счет сокращения остальных, особенно брусничных и характеризующих переувлажненные местообитания.

В разрезе пород можно отметить следующее: среди сосняков наблюдается подавляющее преобладание черничного типа леса – 76% сегментов, далее идет брусничный – 7% сегментов, а также багульниковый и осоково-сфагновый типы – по 5%. В еловых лесах также наиболее распространен черничный тип – 38% сегментов, сравнительно широко представлены травяно-таволговый и приручейный типы – 18 и 16%, соот-

ветственно, встречается брусничный тип – 12%. Переувлажненные (осоково- и хвощево-сфагновые типы) сравнительно редки и суммарно занимают 6% сегментов. Наиболее разнообразно в типологическом аспекте представлены березняки: наибольшее количество сегментов относится к травяно-злаковому типу леса – 31%, часто встречаются черничный и осоково-сфагновый типы, занимающие 21 и 17% сегментов, соответственно. Наименьшим типологическим разнообразием характеризуются осиновые леса, 50% которых представлены травяно-злаковым и 25% – черничным типами леса.

Класс бонитета. Леса полигона характеризуются средней в целом, но сравнительно высокой для Карелии продуктивностью. Наибольшим средним классом бонитета обладают осиновые древостои – I.3, средними показателями по продуктивности характеризуются сосновые и еловые (II.7 и III.0, соответственно), а также березовые древостои (III.0) (см. рис. 1). Наиболее высокопродуктивные насаждения сосредоточены в основном в северо-западной и северо-восточной части полигона. В центральной и юго-западной частях можно наблюдать «вкрапления» низкопродуктивных древостоев, пред-

ставленных преимущественно переувлажненными сосняками. Для сравнения, согласно данным В. А. Ананьева и С. А. Мошникова (2016), до 40% хвойных древостоев Карелии растут по V-Vб классам бонитета, а средний показатель составляет IV.7. Среди лиственных до 75% площади характеризуются II-III классами бонитета. При этом следует учитывать, что низкие средние по республике показатели во многом определяются тем, что почти 60% лесов расположены в северотаежной подзоне (Карельский северо-таежный район), почвенно-гидрологические и климатические условия которой обуславливают значительно более низкую продуктивность лесов, преимущественно хвойных.

В разрезе древесных пород распределение по классам бонитета выглядит следующим образом. Почти 75% сосновых лесов полигона характеризуются II-III классами бонитета, 10% – IV, V и ниже классами – 8%. В ельниках ситуация сходная – почти 70% древостоев характеризуются II-III классами бонитета, однако несколько больше лесов низкой продуктивности (V класс бонитета и ниже) – 12%. Березняки распределены более равномерно: среди них встречаются как древостои I (21%

сегментов), так и V-Va классов бонитета (25%); древостои II-III классов бонитета представлены в 43% сегментов. Осинники плотно расположены в I-III классах бонитета, почти 2/3 из которых – в I классе. Древостои с преобладанием этой породы и продуктивностью ниже III класса бонитета в ходе рекогносцировочного этапа не обнаружены.

Распределение по полнотам также служит подтверждением сравнительно высокой продуктивности лесов полигона – среднее значение относительной полноты составляет 0.77. Наибольшим значением показателя характеризуются осиновые древостои (1.04), наименьшим – ельники (0.68). Сосновые и березовые древостои обладают близкими к среднему по полигону значениями – 0.77 и 0.78, соответственно. При этом стоит отметить, что 53% сосновых древостоев полигона относятся к высокополнотным (0.8 и выше) и лишь 17% – к низкополнотным (0.3-0.5). В ельниках больше доля низкополнотных древостоев (28% сегментов) и меньше высокополнотных (32%). В березняках наблюдается сходная с сосняками закономерность.

Среди осинников 83% сегментов представлено высокополнотными древостоями.

Естественное возобновление. Подрост в лесах полигона представлен теми же породами, которые преобладают в древостоях – сосной, елью, березой, осиной. Доля участия этих пород в составе подроста зависит от преобладающей породы материнского полога и типа лесорастительных условий. Абсолютным доминантом по встречаемости в различных типах леса выступает подрост ели, который встречается практически на всех сегментах полигона. Густота елового возобновления колеблется в зависимости от типа леса в диапазоне от 0.14 до 1.70 тыс. шт. га⁻¹ при высоте от 1 до 4 м (табл. 1). Известно, что ель в таежной зоне обладает высоким лесовозобновительным потенциалом. Как показали более ранние исследования (Зябченко, Иванчиков, 1988; Соколов, 2006), сосновые насаждения с подростом ели в Карелии встречаются в 53% сосняков, в то время как в ельниках и березняках еловое возобновление присутствует, как правило, повсеместно.

Таблица 1. Характеристика подроста, произрастающего в сосновых и еловых насаждениях полигона «Кивач»

Преобладающая порода	Тип леса	Характеристика подроста			
		порода	встречаемость в данном типе леса, %	средняя густота, тыс. шт. га ⁻¹	средняя высота, м
Сосна	брусничный	сосна	47	2.36	1.6
		ель	100	0.38	1.5
		береза	12	0.01	1.3
	черничный	сосна	24	1.26	2.0
		ель	92	0.51	2.1
		береза	10	0.09	1.6
	травяно-злаковый	сосна	11	0.21	1.0
		ель	100	0.55	2.4
	багульниковый	сосна	60	0.10	1.0
		ель	100	0.14	1.5
		береза	40	0.07	1.8
	осоково-сфагновый	сосна	63	0.10	1.0
		ель	88	0.20	1.4
		береза	38	0.03	2.3
хвощово-сфагновый	сосна	33	0.01	0.5	
	ель	67	0.35	2.0	
сфагновый	сосна	100	0.08	0.8	
	ель	50	0.24	1.0	
	береза	50	0.08	1.5	
Ель	брусничный	ель	100	0.44	1.1
	черничный	сосна	6	0.20	1.0
		ель	94	0.40	1.7
		береза	6	0.01	1.0
		осина	11	0.01	1.0
	кисличный	ель	100	1.20	3.5
		береза	100	0.30	4.0
	травяно-злаковый	ель	100	0.93	1.9
	таволговый	ель	100	1.30	2.0
	приручейный	ель	100	1.70	1.9
береза		25	0.05	2.0	
осоково-сфагновый	ель	100	0.65	1.9	
сфагновый	ель	100	0.70	2.0	

В сосняках густота подроста сосны на минеральных, хорошо дренированных почвах в брусничном и черничном типах леса составляет 1.3–2.4 тыс. шт. га⁻¹, средняя высота – 1.8 м. Максимальная густота естественного возобновления сосны (до 10 тыс. шт. га⁻¹) зафиксирована в отдельных сосняках брусничных, что связано, возможно, с воздействием пожара. После низовых

пожаров в сосняках изменяются структура и мощность лесной подстилки, трансформируется живой напочвенный покров, меняются микроклимат, водный и химический режимы почв, что способствует обильному возобновлению сосны (Kuusela, 1990; Санников, 1992; Hille, Den Ouden, 2004; Ковалева и др., 2011). В насаждениях с более влажными условиями произрастания молодое поко-

ление сосны очень редкое (густота 0.01–0.10 тыс. шт. га⁻¹; средняя высота – 0.8 м). Подрост березы в сосняках представлен не везде (встречаемость по типам леса – от 0 до 40%), а его густота варьирует в пределах 0.01–0.1 тыс. шт. га⁻¹. Возобновление осины в насаждениях с доминированием сосны не зафиксировано, что в целом характерно для лесов Карелии (Волков, 2008).

В ельниках обычно доминирует подрост ели (густота – 0.4–1.7 тыс. шт. га⁻¹). Его количество в ельниках брусничного и черничного типов (в среднем 0.4 тыс. шт. га⁻¹) на порядок ниже средних показателей для еловых насаждений Карелии данной группы, где густота подрост ели составляет 3–5 тыс. шт. га⁻¹ (Соколов, 2006). В то же время, в других типах лесорастительных условий эти значения близки к средним по региону (Казимиров, Цветков, 1975; Волков, 2008). В ельниках кисличных и приручейных, наряду с елью, отмечено незначительное участие подрост березы, а в ельниках черничных – осины, березы и сосны.

В насаждениях с преобладанием в составе лиственных пород (табл. 2)

встречаемость подрост ели по типам леса достигает 100%. Его густота (0.2–1.0 тыс. шт. га⁻¹) и средняя высота (1.8 м) в целом мало отличаются от таковых в хвойных насаждениях полигона. Густота подрост березы в зависимости от типа леса составляет от 0.2 до 0.6 тыс. шт. га⁻¹, а осины не превышает 0.04 тыс. шт. га⁻¹, при невысокой встречаемости в березняках приручейных и осинниках травяно-злаковых.

Подлесок. Подлесочный ярус насаждений полигона образован рябиной обыкновенной, ольхой серой, ивой козьей, можжевельником обыкновенным, шиповником иглистым, крушиной ломкой, черемухой обыкновенной. Доля сегментов, где присутствует хотя бы один вид подлеска, составляет 65%. Как правило, подлесок отсутствует в высокополотных сосняках и ельниках, а также в насаждениях с подростом ели, сосны и березы густотой 1.5 тыс. шт. га⁻¹ и более. В целом на полигоне наибольшую представленность имеет рябина (встречаемость 83%), затем – ольха серая (25%), ива (14%), можжевельник (13%) и шиповник (13%). Другие породы встречаются единично.

Таблица 2. Характеристика подроста, произрастающего в насаждениях с преобладанием лиственных пород полигона «Кивач»

Преобладающая порода	Тип леса	Характеристика подроста			
		порода	встречаемость в данном типе леса, %	средняя густота, тыс. шт. га ⁻¹	средняя высота, м
Береза	брусничный	ель	100	1.00	1.0
	черничный	ель	100	0.48	1.8
	кисличный	ель	100	0.43	1.9
		береза	33	0.60	2.0
	травяно-злаковый	ель	100	0.58	2.1
		береза	23	0.53	4.2
	таволговый	ель	100	0.45	2.0
	приручейный	ель	100	0.19	2.3
		береза	67	0.41	2.4
		осина	17	0.01	2.0
осоково-сфагновый	сосна	33	0.20	4.0	
	ель	100	0.27	1.3	
	береза	33	0.49	1.5	
хвощово-сфагновый	ель	100	0.31	1.3	
	береза	14	0.16	4.0	
Осина	черничный	ель	100	0.50	1.9
	травяно-злаковый	ель	100	0.45	2.2
		осина	11	0.04	0.5
	приручейный	ель	100	0.80	2.0
хвощёво-сфагновый	ель	100	0.28	1.8	
	береза	100	0.02	2.5	

Крупные древесные остатки. Сухостой отмечен на 62% сегментов полигона. Запасы сухостоя варьируют в достаточно широком диапазоне значений – от 1 до 189 м³ га⁻¹, при этом среднее значение составляет 42 м³ га⁻¹, что сопоставимо со значениями, полученными для сосновых лесов Республики Карелия (Мошников и др., 2019). Распределение запасов сухостоя по видовой принадлежности имеет следующие закономерности: сухостой сосны встречается на 86% сегментов со средним значением запаса 43 м³ га⁻¹, березы – на 17% (средний запас – 12 м³ га⁻¹), ели –

на 12% (15 м³ га⁻¹), осины – на 2% (22 м³ га⁻¹). Наибольший средний запас сухостоя (47 м³ га⁻¹) отмечен в сосняках, несколько меньший – в осинниках и ельниках (27 и 22 м³ га⁻¹, соответственно), наименьший – в березняках (17 м³ га⁻¹) (рис. 4). В зависимости от типа леса наибольшие средние запасы сухостоя наблюдаются в сосняках черничных и брусничных (около 50 м³ га⁻¹) и, в среднем, несколько превышают значения, полученные для сосняков черничных среднетаежной подзоны на территории Республики Карелия (Мошников и др., 2021). В ельниках значимых

различий по этому показателю между типами леса не отмечено. Без учета преобладающей породы в травяно-злаковом, багульниковом, приручейном, а также в хвощово- и осоково-сфагновом типах лесах средние запасы сухостоя

варьируют от 16 до 33 м³ га⁻¹. В сфагновом типе леса средний запас сухостоя не превышает 8 м³ га⁻¹, в то время как в насаждениях таволгового и кисличного типов леса он отсутствует (рис. 4).

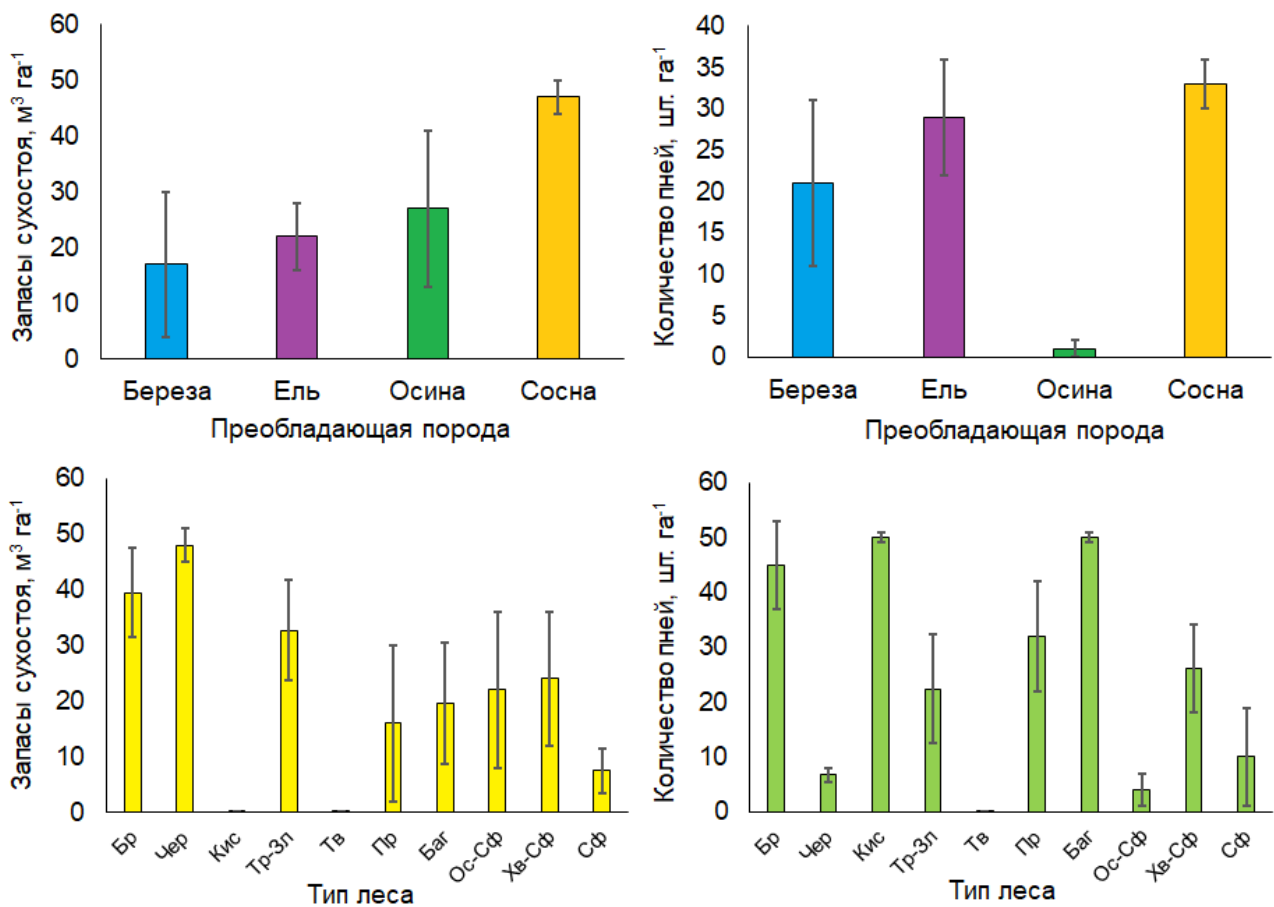


Рисунок 3. Распределение запасов сухостоя (м³ га⁻¹) и количества пней (шт. га⁻¹) по преобладающим породам древостоя и типам леса полигона «Кивач». Показаны средние значения и стандартная ошибка среднего. Обозначения: типы леса: Бр – брусничный, Чер – черничный, Кис – кисличный, Тр-Зл – травяно-злаковый, Тв – таволговый, Пр – приручейный, Баг – багульниковый, Ос-Сф – осоково-сфагновый, Хв-Сф – хвощово-сфагновый, Сф – сфагновый

Пни (в основном естественного происхождения – нижние части упавших стволов) отмечены только на 24% сегментов полигона, где их количество в за-

висимости от преобладающей породы древостоя варьирует от 1 до 100 шт. га⁻¹. Среднее количество пней и их встречаемость увеличиваются в ряду: осин-

ники (1 (1) шт. га⁻¹, 5% полигона) < березняки (21 (1...50) шт. га⁻¹, 7% полигона) < ельники (29 (1...50) шт. га⁻¹, 14% полигона) < сосняки (33 (1...100) шт. га⁻¹, 76% полигона). При этом в 55% сосновых насаждений (41% от общего количества сегментов с пнями) среднее количество пней составляет 50 шт. га⁻¹, а в 30% (23% от общего) – 10 шт. га⁻¹. Наибольшее абсолютное значение (100 шт. га⁻¹) отмечено в сосняке черничном. В разрезе типологической структуры наибольшие средние значения количества пней отмечены в кисличном (50 шт. га⁻¹, 3% полигона), багульниковом (50 шт. га⁻¹, 3% полигона) и брусничном (45 шт. га⁻¹, 11% полигона) типах лесах, наименьшие – в черничном (7 шт. га⁻¹, 58% полигона), сфагновом (10 шт. га⁻¹, 4% полигона) и осоково-сфагновом (4 шт. га⁻¹, 20% полигона) типах (рис. 4). На четырех сегментах, приуроченных к березнякам и ельникам таволгового типа леса, пни отсутствуют.

Валеж по итогам визуальной оценки на половине обследованных сегментов полигона по запасу не превышает 30 м³ га⁻¹, на 32% сегментов значения находятся в диапазоне 30-60 м³ га⁻¹, на 18% – выше 60 м³ га⁻¹. В сосняках на 63% сегментов запасы валежа находятся в пределах 30 м³ га⁻¹, на 25% – в диапазоне

от 30 до 60 м³ га⁻¹, на 12% – превышают 60 м³ га⁻¹, что в целом согласуется с региональными данными (Мошников и др., 2019). В ельниках это соотношение между вышеописанными группами составляет уже 23, 38 и 39%, соответственно. В осинниках и березняках различных типов леса запасы валежа варьируют в пределах 30-60 м³ га⁻¹ и лишь на двух сегментах, приуроченных к травянисто-злаковому типу леса, значения превышают 60 м³ га⁻¹.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Леса тестового полигона интенсивного уровня «Кивач» представлены четырьмя основными лесообразующими породами Карелии. В составе преобладают сосновые насаждения – 71% от общей площади полигона. Еловые насаждения занимают 16% полигона, оставшаяся часть представлена березняками и осинниками в пропорции два к одному. Древостои характеризуются выраженной старовозрастностью. Наибольшим средним возрастом обладают сосновые насаждения (171 год), наименьшими – березняки и осинники (81 и 79 лет, соответственно). Относительно равнинный рельеф полигона и почвенные условия обуславливают преобладание

на его территории зеленомошной группы типов леса с доминированием черничного типа леса, что особенно проявляется в сосновых и еловых насаждениях. В березняках и осинниках наиболее часто встречается травяно-злаковый тип леса. Выявленные закономерности подтверждаются и сравнительно высокой продуктивностью лесов полигона. Средний класс бонитета по породам не опускается ниже III, а две трети осиновых древостоев характеризуются I классом бонитета. Большая часть лесов характеризуется средне- и высокополнотностью: средний показатель относительной полноты составляет 0.77, в то время как к низкополнотным (0.3-0.5) отнесены около 15% насаждений.

Естественное возобновление по видовому составу является типичным для условий среднетаежной подзоны Карелии. В подросте наиболее распространена по встречаемости ель, которая представлена практически повсеместно. Подрост сосны приурочен в основном к соснякам брусничным и черничным, где его численность достигает в среднем 2.4 тыс. шт. га⁻¹. Подлесочные породы встречаются на 65% территории полигона. Наиболее часто встречаются рябина обыкновенная, ольха серая, ива, можжевельник и шиповник.

Количество крупных древесных остатков в обследованных сегментах варьирует в широких пределах. Их распределение по запасам, типу (сухостой, валеж, пни) и видовой принадлежности зависит от преобладающей в древостое породы и лесорастительных условий. Среднее значение запасов сухостоя составляет 42 м³ га⁻¹, при этом наибольшие значения этого показателя отмечены в сосняках черничного и брусничного типов леса. Пни выявлены менее чем на четверти обследованных сегментов и наибольшие средние значения их количества отмечены в сосняках багульникового, кисличного и брусничного типов леса. При этом наибольшие абсолютные значения, а также наибольшая доля сегментов с количеством пней 50 и более шт. га⁻¹ относится к насаждениям черничного типа леса. Запасы валежа на половине обследованных сегментов не превышают 30 м³ га⁻¹. Средние запасы валежа в сосняках ниже по сравнению с таковыми в еловых и лиственных насаждениях.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что, несмотря на некоторые особенности, в частности старовозрастность и малонарушенность, леса полигона «Кивач» в значительной мере отражают породное и типологическое

разнообразии среднетаежной подзоны. Это свидетельствует об их репрезентативности и обоснованности использования выбранного объекта для проведения мониторинговых исследований. По итогам экспресс-оценки специалистами ЦЭПЛ РАН были определены места закладки сети постоянных пробных площадей (ППП), отражающих разнообразие лесов полигона «Кивач». Проведенные в 2023-2024 гг. на ППП комплексные исследования (лесотаксационные, геоботанические, физиологические, почвенные и другие) позволяют оценить вклад исследуемых экосистем в баланс углерода среднетаежных лесов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам ИЛ КарНЦ РАН, принимавшим участие в сборе и обработке полевого материала: Борису Владимировичу Раевскому, Владимиру Александровичу Карпину, Оксане Алексеевне Рудковской, Анастасии Вячеславовне Кикеевой, Надежде Васильевне Гениковой, Вере Владимировне Тимофеевой, Гульнаре Вялитовне Ахметовой, Сергею Геннадьевичу Новикову, Антону Николаевичу Солодовникову, Елене Викторовне Мошкиной, а также руководству и работникам Государственного

природного заповедника «Кивач» за содействие в выполнении исследований.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананьев В. А., Мошников С. А.* Структура и динамика лесного фонда Республики Карелия // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2016. № 4 (352). С. 19–29.
- Анучин Н. П.* Лесная таксация. М.: Лесная промышленность, 1982. 552 с.
- Бобкова К. С., Машика А. В., Смагин А. В.* Динамика содержания углерода органического вещества в среднетаежных ельниках на автоморфных почвах. СПб. Наука, 2014. 270 с.
- Волков А. Д.* Типы леса Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 180 с.

- Гитарский М. Л.* Эмиссия и поглощение парниковых газов антропогенного происхождения лесами России: Дисс. ... док. биол. наук (спец. 03.00.16). Москва: ИГКЭ, 2007. 206 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2022 году: информационное электронное издание / МПРиЭ Республики Карелия; ред.: А. Н. Громцев, В. В. Каргинова-Губинова, О. Л. Кузнецов, Е. Г. Полина. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2023.
- Замолодчиков Д. Г., Зукерт Н. В., Честных О. В.* Подходы к оценке углерода сухостоя в лесах России // *Лесоведение*. 2011. № 5. С. 61–71.
- Зябченко С. С., Иванчиков А. А.* Особенности естественного возобновления леса Карелии // Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Красноярск, 13-15 сентября 1988 г. Красноярск, 1988. С. 90–91.
- Ивантер Э. В., Тихомиров А. А.* Заповедник «Кивач» // Заповедники СССР. Заповедники европейской части РСФСР. Ч. 1. М., 1988. С. 100–128.
- Казимиров Н. И., Волков А. Д., Зябченко С. С., Иванчиков А. А., Морозова Р. М.* Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера. Карел. фил. Ин-т леса АН СССР -Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1977. 303 с.
- Казимиров Н. И., Цветков В. Ф.* Лесовосстановление на европейском Северо-Западе (Мурм. обл. и Карел. АССР) // *Возобновление леса*. Сб. науч. тр. М., 1975. С. 23–27.
- Карелин Д. В., Уткин А. И.* Скорость разложения крупных древесных остатков в лесных экосистемах // *Лесоведение*. 2006. № 2. С. 26–33.
- Ковалева Н. М., Иванова Г. А., Кукавская Е. А.* Восстановление напочвенного покрова после низовых пожаров в среднетаежных сосняках // *Лесоведение*. 2011. № 5. С. 30–35.
- Комаров А. С., Припутина И. В., Михайлов А. В., Чертов О. Г.* Биогеохимический цикл углерода в лесных экосистемах центра Европейской России и его техногенные изменения // *Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв*. М.: Наука, 2006. С. 362–377.
- Кудеяров В. Н.* Вклад почвенного покрова России в мировой биогеохимический цикл углерода // *Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв*. М.: Наука, 2006. С. 345–361.

- Кудеяров В. Н., Заварзин Г. А., Благодатский С. А., Борисов А. В., Воронин П. Ю., ..., & Чертов О. Г. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России. М.: Наука, 2007. 315 с.
- Мальшева Н. А., Филипчук А. Н., Золина Т. А., Сильнягина Г. В. Количественная оценка запасов древесного детрита в лесах Российской Федерации по данным ГИЛ // Лесохозяйственная информация. 2019. № 1. С. 101–128.
- Мошников С. А., Ананьев В. А., Матюшкин В. А. Оценка запасов крупных древесных остатков в среднетаежных сосновых лесах Карелии // Лесоведение. 2019. № 4. С. 266–273.
- Мошников С. А., Ананьев В. А., Ромашкин И. В. Структура и динамика запасов крупных древесных остатков в сосняках черничных средней тайги // Экология. 2021. № 2. С. 123–133.
- О Консорциуме «РИТМ углерода». URL: <https://ritm-c.ru/about/> (дата обращения: 10.06.2024).
- Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 9 апреля 2015 г. N 105 Об установлении возрастов рубок. URL: <https://golnk.ru/7nl71> (дата обращения 20.02.2024).
- Санников С. Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 256 с.
- Скороходова С. Б. О климате заповедника «Кивач» // Труды государственного природного заповедника «Кивач». 2008. № 4. С. 3–34.
- Соколов А. И. Лесовосстановление на вырубках Северо-Запада России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 215 с.
- Сукачев В. Н., Зонн С. В. Методические указания к исследованию типов леса. М.: АН СССР, 1961. 104 с.
- Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. М.: Лесная промышленность, 1965. 460 с.
- Усольцев В. А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 2007. 636 с.
- Швиденко А. З., Щепаченко Д. Г. Углеродный бюджет лесов России // Сибирский лесной журнал. 2014. № 1. С. 69–92.
- Biotic diversity of Karelia: conditions of formation, communities and species / Eds.: A. N. Gromtsev, S. P. Kitaev, V. I. Krutov, O. L. Kuznetsov, T. Lindholm, E. B. Yakovlev. Petrozavodsk: Karelian research Centre of RAS, 2003. 244 p.
- Gower S. T., Krankina O., Olson R. J., Apps M., Linder S., Wang C. Net primary

- production and carbon allocation patterns of boreal forest ecosystems // *Ecological Applications*. 2001. Vol. 11(5). P. 1395–1411.
- Hille M., Den Ouden J. Improved recruitment and early growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings after fire and soil scarification // *European Journal of Forest Research*. 2004. Vol. 123. P. 213–218.
- Kuusela K. The Dynamics of Boreal Coniferous Forests. Helsinki: SITRA, 1990. 172 p.
- Milakovsky B., Frey B., James T. Carbon dynamics in the boreal forest // *Managing Forest Carbon in a Changing Climate* / Eds: M. S. Ashton, M. L. Tyrrell, D. Spalding, B. Gentry. Springer Science&Business Media, New York, 2012. P. 109–135.
- Pan Y., Birdsey R. A., Fang J., Houghton R., Kauppi P. E., ..., & Hay D. A large and persistent carbon sink in the world's forests // *Science*. 2011. Vol. 333. P. 988–993.
- The Paris Agreement. 2016. URL: <https://clck.ru/3Ce3kM> (дата обращения 15.02.2024).
- Karelija (Structure and Dynamics of the Forest Reserves of the Republic of Karelia), *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2016, No 4 (352), pp. 19–29.
- Anuchin N. P., *Lesnaya taksatsiya* (Forest taxation), Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1982, 552 p.
- Biotic diversity of Karelia: conditions of formation, communities and species* / Eds.: A. N. Gromtsev, S. P. Kitaev, V. I. Krutov, O. L. Kuznetsov, T. Lindholm, E. B. Yakovlev, Petrozavodsk, Karelian research Centre of RAS, 2003, 244 p.
- Bobkova K. S., Mashika A. V., Smagin A. V., *Dinamika sodержaniya ugleroda organicheskogo veshchestva v srednetayezhnykh yel'nikakh na avtomorfnykh pochvakh* (Dynamics of carbon content of organic matter in mid-taiga spruce forests on automorphic soils), Saint-Petersburg, Nauka, 2014, 270 p.
- Gitarskiy M. L., *Emissiya i pogloshcheniye parnikovykh gazov antropogennogo proiskhozhdeniya lesami Rossii* (Emission and absorption of greenhouse gases of anthropogenic origin by Russian forests. Doctor's biol. sci. thesis), Moscow: IGKE, 2007, 206 p.
- Gosudarstvennyj доклад o sostoyanii okruzhayushchej sredy Respubliki Kareliya v 2022 godu*: informacionnoe

REFERENCES

Anan'ev V. A., Moshnikov S. A., *Struktura i dinamika lesnogo fonda Respubliki*

- elektronnoe izdanie (State report on the state of the environment of the Republic of Karelia in 2022: information electronic publication), Eds.: A. N. Gromcev, V. V. Karginova-Gubinova, O. L. Kuznecov, E. G. Polina, Petrozavodsk: KarNC RAN, 2023.
- Gower S. T., Krankina O., Olson R. J., Apps M., Linder S., Wang C., Net Primary Production and Carbon Allocation Patterns of Boreal Forest Ecosystems, *Ecological Applications*, 2001, Vol. 11, No 5, pp. 1395–1411.
- Hille M., Den Ouden J., Improved Recruitment and Early Growth of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Seedlings After Fire and Soil Scarification, *European Journal of Forest Research*, 2004, Vol. 123, pp. 213–218.
- Ivanter E. V., Tikhomirov A. A., *Zapovednik «Kivach»* (Reserve “Kivach”), *Zapovedniki SSSR. Zapovedniki yevropeyskoy chasti RSFSR*. Vol. 1, Moscow, 1988, pp. 100–128.
- Karelin D. V., Utkin A. I., *Skorost' razlozheniya krupnykh drevesnykh ostatkov v lesnykh ekosistemakh* (Rate of decomposition of large woody residues in forest ecosystems), *Lesovedeniye*, 2006, No 2, pp. 26–33.
- Kazimirov N. I., Tsvetkov V. F., *Lesovosstanovleniye na yevropeyskom Severo-Zapade* (*Murm. obl. i Karel. ASSR*) (Forest restoration in the European North-West (Murmansk region and Karelian ASSR), *Vozobnovleniye lesa. Sb. nauch. tr.*, Moscow, 1975, pp. 23–27.
- Kazimirov N. I., Volkov A. D., Zhabchenko S. S., Ivanchikov A. A., Morozova R. M., *Obmen veshchestv i energii v sosnovykh lesakh Yevropeyskogo Severa* (Metabolism of substances and energy in pine forests of the European North of the USSR), Petrozavodsk-Leningrad: Nauka, 1977, 303 p.
- Komarov A. S., Pripulina I. V., Mikhaylov A. V., Chertov O. G., *Biogekhimicheskiy tsikl ugleroda v lesnykh ekosistemakh tsentra Yevropeyskoy Rossii i yego tekhnogennyye izmeneniya* (Biogeochemical carbon cycle in forest ecosystems of the center of European Russia and its technogenic changes), *Pochvennyye protsessy i prostranstvenno-vremennaya organizatsiya pochv*, Moscow, Nauka, 2006, pp. 362–377.
- Kovaleva N. M., Ivanova G. A., Kukavskaya E. A., *Vosstanovlenie napochvennogo pokrova posle nizovykh pozharov v srednetaezhnykh sosnyakh* (Restoration of the Ground Cover after Surface Fires in Pine Forests of Middle Taiga), *Lesovedeniye*, 2011, No 5, pp. 30–35.

- Kudeyarov V. N., *Vklad pochvennogo pokrova Rossii v mirovoy biogeokhimicheskiy tsikl ugleroda* (Contribution of Russian soil cover to the global biogeochemical carbon cycle), *Pochvennyye protsessy i prostranstvenno-vremennaya organizatsiya pochv*, Moscow: Nauka, 2006, pp. 345–361.
- Kudeyarov V. N., Zavarzin G. A., Blagodatskiy S. A., Borisov A. V., Voronin P. Yu., ... & Chertov O. G., *Puly i potoki ugleroda v nazemnykh ekosistemakh Rossii* (Pools and flows carbon in terrestrial ecosystems of Russia), Moscow: Nauka, 2007, 315 p.
- Kuusela K., *The Dynamics of Boreal Coniferous Forests*, Helsinki: SITRA, 1990, 172 p.
- Malysheva N. A., Filipchuk A. N., Zolina T. A., Sil'nyagina G. V., *Kolichestvennaya otsenka zapasov drevesnogo detrita v lesakh Rossiyskoy Federatsii po dannym GIL* (Quantitative assessment of wood detritus reserves in the forests of the Russian Federation according to GIL data), *Lesohozyajstvennaya informatsiya*, 2019, No 1, pp. 101–128.
- Milakovsky B., Frey B., James T., Carbon dynamics in the boreal forest [In:] *Managing forest carbon in a changing climate*, Eds: M. S. Ashton, M. L. Tyrrell, D. Spalding, B. Gentry. Springer, New York, 2012, pp. 109–135.
- Moshnikov S. A., Ananyev V. A., Matyushkin V. A., *Otsenka zapasov krupnykh drevesnykh ostatkov v srednetaezhnykh sosnovykh lesakh Karelii* (Assessment of the stocks of coarse woody debris in middle taiga pine forests of Karelia), *Lesovedenie*, 2019, No 4, pp. 266–273.
- Moshnikov S. A., Ananyev V. A., Romashkin I. V., *Structura i dinamika zapasov krupnykh drevesnykh ostatkov v sosnyakakh chernichnykh srednei taiga* (Structure and dynamics of the stocks of coarse woody debris in blueberry pine forests of the middle taiga), *Ecology*, 2021, No 2, pp. 123–133.
- Pan Y., Birdsey R. A., Fang J., Houghton R., Kauppi P. E., ..., & Hay D., A large and persistent carbon sink in the world's forests, *Science*, 2011, Vol. 333, pp. 988–993.
- Sannikov S. N., *Ekologiya i geografiya yestestvennogo vozobnovleniya sosny obyknovlennoy* (Ecology and geography of natural regeneration of Scots pine), Moscow: Nauka, 1992, 256 p.
- Shvidenko A. Z., Shchepashchenko D. G., *Uglerodnyy byudzhnet lesov Rossii* (Carbon budget of Russian forests), *Sibirskiy lesnoy zhurnal*, 2014, No 1, pp. 69–92.

- Skorokhodova S. B., O klimate zapovednika «Kivach» (The climate of the Kivach nature reserve), *Trudy gosudarsvennogo prirodnogo zapovednika «Kivach»*, 2008, No 4, pp. 3–34.
- Sokolov A. I., *Lesovosstanovlenie na vyrubkah Severo-Zapada Rossii* (Reforestation of Cuts in the North-West Russia), Petrozavodsk: KarRC RAS, 2006, 215 p.
- Sukachev V. N., Zonn S. V., *Metodicheskiye ukazaniya k issledovaniyu tipov lesa* (Guidelines for the study of forest types), Moscow: USSR Academy of Sciences, 1961, 104 p.
- The Paris Agreement, 2016, URL: <https://clck.ru/3Ce3kM> (2024, 20 February).
- Tret'yakov N. V., Gorskiy P. V., Samoylovich G. G., *Spavochnik taksatora* (Taximan's forest book). Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1965, 460 p.
- Usol'tsev V. A., *Biologicheskaya produktivnost' lesov Severnoy Yevrazii: metody, baza dannykh i prilozheniya* (Biological productivity of forests in Northern Eurasia: methods, database and its applications), Ekaterinburg: Ural'skoye otdeleniye RAN, 2007, 636 p.
- Volkov A. D. *Tipy lesa Karelii* (Forest types of Karelia), Petrozavodsk: KarRC RAS, 2008, 180 p.
- www.ritm-c.ru/en/about-consortium/goal-and-objectives/ (2024, 10 June).
- Zamolodchikov D. G., Zukert N. V., Chestnykh O. V., *Podkhody k otsenke ugleroda sukhostoya v lesakh Rossii* (Approaches to assessing the carbon of dead wood in Russian forests), *Lesovedeniye*, 2011, No 5, pp. 61–71.
- Zjabchenko S. S., Ivanchikov A. A., *Osobennosti estestvennogo vozobnovleniya lesa Karelii* (Features of Natural Forest Regeneration in Karelia), *Tezisy dokladov Vsesojuznoj konferencii*, (Abstracts of Reports of the All-Union Conference), Krasnojarsk, 13-15 September 1988, Krasnojarsk, pp. 90–91.

FEATURES OF THE STRUCTURE OF FOREST COVER ON THE EXAMPLE OF THE INTENSIVE LEVEL POLYGON "KIVACH" (REPUBLIC OF KARELIA)

S. A. Moshnikov*, I. V. Romashkin, A. N. Pekkoev

*Forest Research Institute of KarRC RAS
Pushkinskaya st. 11, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185910, Russia*

*E-mail: moshniks@krc.karelia.ru

Received: 11.04.2024

Revised: 20.06.2024

Accepted: 24.06.2024

The study represents the results of the forest inventory observations (the data of forest stand, undergrowth, understory, coarse woody debris) based on the reconnaissance stage (the express assessment) of the research on the intensive level polygon "Kivach" (Republic of Karelia) within the implementation of the monitoring framework of the carbon budget in the forests of Russian Federation. We found that within the polygon the old-growth overmature coniferous forest stands dominate: 71% of the test site area is represented by pine stands, 16% – by spruce ones. The blueberry forest type predominates representing 76 and 38% of pine and spruce stands, respectively. The productivity of the studied forest stands is middle: the average quality class of pine stands is II.7, whereas spruce and birch stands have III.0 only. The composition of the undergrowth is dominated by spruce with the average density in range from 0.14 to 1.70 thousand pcs ha⁻¹. Pine undergrowth is most represented in lingonberry and blueberry pine forests. The understory layer is formed by tree species typical of coniferous boreal forests – common mountain ash, gray alder, goat willow, common juniper, and needle hips. Within the polygon the coarse woody debris amount varies widely and its distribution by stock, type (standing and downed deadwood and stumps) and species identity depends on the dominant tree species of the stand and forest site conditions. Despite the old-growth and low-disturbed status, the forest sites of the polygon "Kivach" largely reflect the tree species and typological diversity of the forests in the middle taiga subzone.

Keywords: *Kivach, boreal forests, forest stands, productivity, undergrowth, understory, woody detritus*

Рецензент: к.с.-х.н. Бондарев А. И.