

## Современное состояние древесного яруса среднетаёжных хвойных и лиственных насаждений (на примере тестового полигона «Ляльский», Республика Коми)

© 2024. А. В. Манов, к. с.-х. н., н. с.,  
А. Ф. Осипов, к. б. н., с. н. с., С. В. Загирова, д. б. н., зав. отделом,  
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения  
Российской академии наук,  
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,  
e-mail: manov@ib.komisc.ru

Леса занимают доминирующее положение в растительном покрове Республики Коми и играют ключевую роль в поддержании экологического равновесия в Субарктическом регионе. В последние десятилетия они подвергаются интенсивному освоению и техногенному воздействию, что приводит к деградации и уничтожению значительных площадей таёжных лесов. Основными факторами, влияющими на состав, структуру и состояние этих лесов, являются рубки, пожары, ветровалы, вредители, болезни, аэротехногенные выбросы промышленных предприятий и объектов энергетики. Применение ландшафтного подхода в мониторинге и охране таёжных лесов предполагает оценку виталитетной структуры древостоев. Целью данной работы стала оценка жизненного состояния древостоев хвойных и лиственных лесов на тестовом полигоне «Ляльский», организованном в 2023 г. в средней тайге Республики Коми. Исследования проводили на 29 постоянных пробных площадях, заложенных в наиболее распространённых типах леса в регионе. Территория тестового полигона покрыта приспевающими и спелыми еловыми и сосновыми формациями, а также перестойными березняками и осинниками. Эти насаждения формируют смешанные по составу, средне- и низкобонитетные, разновозрастные древостои, представляющие различные типы растительных сообществ с разным уровнем влажности. Результаты показали, что древостои на территории полигона в целом характеризуются как здоровые, с высокими показателями жизнестойкости деревьев. Лишь на отдельных участках с участием лиственных пород (берёзы, осины) отмечено незначительное ослабление их состояния, что обусловлено сохранением старых экземпляров деревьев или конкурентными взаимоотношениями между молодыми особями. Полученные результаты будут использованы для сопоставления данных о жизненном состоянии деревьев с оценками запасов фитомассы и углерода в лесах на особо охраняемых природных территориях, а также послужат основой для долговременного мониторинга на ландшафтном уровне.

**Ключевые слова:** средняя тайга, лесные экосистемы, жизненное состояние древостоев, ландшафтный подход, мониторинг лесов.

## Current state of the tree layer of middle taiga coniferous and deciduous forests (case-study of the test site “Lyalsky”, Komi Republic)

© 2024. A. V. Manov ORCID: 0000-0002-5070-0078  
A. F. Osipov ORCID: 0000-0003-0618-9660, S. V. Zagirova ORCID: 0000-0002-3304-4160  
Institute of Biology of Komi Scientific Centre  
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,  
e-mail: manov.komi@gmail.com

Forests occupy a dominant position in the vegetation cover of the Komi Republic and play a key role in maintaining ecological balance in the Subarctic region. In recent decades they have been subjected to intensive development and technogenic impact, which leads to degradation and destruction of significant areas of taiga forests. The main factors affecting the composition, structure and condition of these forests are logging, fires, windthrow, pests, diseases, aerotechnogenic emissions from industrial enterprises and energy facilities. Application of the landscape approach to monitoring and protection of taiga forests implies assessment of vitality structure of stands. The aim of this work was to assess the vital state of stands of coniferous and deciduous forests at the test site “Lyalsky”, organized in 2023 in the middle taiga of the Komi Republic. The research was carried out on 29 permanent sample plots created in the most common forest types in the region. The test site territory is covered with mature and ripe spruce and pine formations, as well as overmatures birch and aspen forests. These stands form mixed, medium- and low bonitet, mixed-age stands representing different types of

plant communities with different moisture levels. The results show that the stands on the site are generally characterized as healthy, with high tree vigour. Only in some areas with deciduous species (birch, aspen) there is a slight weakening of their condition, which is due to the preservation of old specimens of trees or competitive relationships between young individuals. The results obtained will be used to compare data on the vital state of trees with estimates of phytomass and carbon stocks in forests in specially protected areas, and will also serve as a basis for long-term monitoring at the landscape level.

**Keywords:** middle taiga, forest ecosystems, vital state of stands, landscape approach, forest monitoring.

Леса Республики Коми занимают доминирующее положение в растительном покрове и играют ключевую роль в поддержании экологического равновесия в Субарктическом регионе [1]. В прошлом основными факторами, влияющими на состав, структуру и состояние этих лесов, а также на динамику лесообразовательных процессов, были рубки, пожары, ветровалы и поражающие деревья насекомые и грибные заболевания. Однако за последние 50 лет стало очевидно, что наиболее разрушительное воздействие на природные комплексы данного региона оказывают интенсивное освоение и транспортировка минеральных и углеводородных ресурсов, что приводит к деградации и уничтожению значительных площадей таёжных лесов. Также негативный эффект оказывают аэротехногенные выбросы промышленных предприятий, объектов энергетики и транспорта. В последние годы на западе Республики Коми наблюдается массовое усыхание ели, распространившееся с Архангельской области [2].

В условиях сильного загрязнения атмосферы выбросами  $SO_2$  с примесями тяжёлых металлов наблюдается снижение ростовых процессов у хвойных растений на 40–70% [3]. Единственным способом повысить и, возможно, восстановить жизнеспособность лесных сообществ до первоначального уровня является сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, например, путём модернизации очистных сооружений.

Лесные биогеоценозы (экосистемы) являются открытыми системами, взаимосвязанными с окружающей средой разнообразными потоками вещества и энергии [4]. Это обуславливает то, что даже локальные техногенные нарушения могут распространяться на региональном и даже глобальном уровне через «транспортные» сети (циркуляцию атмосферы, влагооборот, сток, миграцию организмов и др.). Поэтому мониторинг лесных сообществ и их защита должны основываться на учёте местных ландшафтных особенностей, типов леса и структурно-функциональной организации фитоценозов, с применением ландшафтного подхода [5]. Одной из главных

целей лесного мониторинга является оценка состояния древесного полога [6].

В рамках создания Национальной системы мониторинга динамики климатически активных веществ в наземных экосистемах РФ [7] в 2023 г. был организован тестовый полигон «Ляльский», на территории которого проводилась оценка жизненного состояния древостоев хвойных и лиственных лесов.

Цель работы – оценка жизненного состояния древесного полога лесных экосистем на территории полигона «Ляльский» в условиях средней тайги Республики Коми.

### Объекты и методы исследования

Тестовый полигон «Ляльский» размерами 2×2 км расположен в западной части Республики Коми, в пределах Средне-Восточного лесотаксационного района европейской части России (62°15' с. ш., 50°41' в. д.). Территория полигона входит в границы государственного природного заказника регионального значения с одноимённым названием.

Территория Ляльского тестового полигона характеризуется относительно плоским рельефом с уклонами 1–3°, прорезанным долинами ручьёв и покрытым лесной растительностью. Здесь преобладают подзолистые почвы, сформированные на двучленных и одночленных отложениях [8]. Помимо этого, на почвенно-растительные условия оказали влияние сельскохозяйственные и техногенные воздействия, имевшие место на рубеже XIX–XX веков, а также пожары и рубки. Климат района исследований характеризуется как умеренно континентальный с продолжительной и многоснежной зимой. Лето в этих условиях короткое и умеренно тёплое, а весна и осень – длительные и холодные. Обилие осадков на фоне слабого испарения приводит к избыточной влажности климата и почвы. Световой период в летние месяцы длится практически круглые сутки, что обуславливает увеличение суммы фотосинтетически активной радиации (ФАР) и снижение перепадов температуры в течение суток. Преобладающими являются ветры южного и юго-западного направлений [9].

Исследования жизненного состояния лесов на Ляльском тестовом полигоне проводили на 29 постоянных пробных площадях (ППП) размерами 50×50 м, заложенных в наиболее распространённых типах леса в соответствии с методическими указаниями [10]. Краткая характеристика древостоев хвойных и мелколиственных насаждений приведена в таблице 1.

Естественное возобновление в исследованных фитоценозах представлено теми же видами, что образуют материнский полог. Подрост характеризуется различными показателями в зависимости от типов леса. Под пологом еловых древостоев развивается подрост разной величины, его количество колеблется в широких пределах, от 3,2 до 9,9 тыс. шт./га. Слабый возобновительный процесс отмечен в сосняках (0,5–3,1 тыс. шт./га). Наилучшее возобновление ели выявлено в мелколиственных насаждениях, где количество подроста составляет 3,2–14,3 тыс. шт./га. Подлесочные породы преимущественно имеют групповое размещение одного вида по площади. В подлеске в небольшом количестве присутствуют жимолость, ива, можжевельник, рябина и шиповник. Валежник и пни представлены всеми древесными породами тестового полигона. Запасы валежника в отдельных типах леса достигают 104,5 м<sup>3</sup>/га. Численность пней варьирует от 0 до 200 шт./га. Стадия разложения валежника и пней в среднем соответствует 2.

На каждой ППП проведён сплошной перебор деревьев. Высоты деревьев измеряли у 15–20 деревьев каждого элемента леса. Возраст деревьев определяли по кернам, путём подсчёта числа годичных слоёв. Для основного элемента леса возраст определяли у 3–5 средних модельных деревьев, а для сопутствующих элементов леса – у 1–3 средних деревьев. Категорию санитарного состояния устанавливали для всех деревьев согласно приложению 1 к Правилам санитарной безопасности в лесах (Постановление Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 года № 2047).

Анализ экологической структуры древостоев на территории полигона «Ляльский» проводили с применением методики, основанной на визуальной оценке состояния деревьев по характеристикам их крон и соответствующим коэффициентам жизнестойкости [11]. Этот метод был разработан для мониторинга состояния древостоев как в повреждённых, так и в фоновых насаждениях, где структура древесной растительности в значительной степени определяется процессами конкуренции

за жизненное пространство и питательные вещества. Данный подход широко используется в качестве информативного показателя состояния лесов при проведении их мониторинга [7].

При оценке состояния древостоев предлагается присваивать определённые коэффициенты для каждого дерева, отражающие их жизненный и продукционный потенциалы. Эти коэффициенты в первую очередь зависят от объёма способных к нормальному функционированию ассимиляционных органов у растений. Коэффициент здорового дерева приравнивается к 100%, а сухостоя – к нулю. Для деревьев с промежуточными состояниями указываются соответствующие им коэффициенты. При расчётах учитывался только свежий сухостой, так как в первые годы после гибели он ещё оказывает определённое влияние на функционирование древостоя [11].

Индексы жизненного состояния древостоев рассчитывают как по числу деревьев, так и по объёму стволовой древесины. Относительное жизненное состояние древостоя вычислялось по формуле [11]:

$$L_n = (100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4) / N,$$

где  $L_n$  – жизненное состояние древостоя, %;  $n_1, n_2, n_3, n_4$  – количество здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев на 1 га соответственно;  $N$  – общее количество деревьев на 1 га, за исключением старого сухостоя.

При значении  $L_n = 100–80\%$  жизненное состояние древостоя считается здоровым, при значении 79–50 – ослабленным, при значении 49–20 – сильно ослабленным, при значении  $\leq 19\%$  – древостой полностью разрушен.

Анализ жизненного состояния древостоев по объёму стволовой древесины ( $L_v$ ) осуществлялся той же формуле и коэффициентам, что и для числа деревьев.

Термин «жизненное состояние» или «жизненность» (деревьев, древостоя) нами трактуется как параметр морфометрических характеристик роста и развития деревьев в момент наблюдения за ними.

## Результаты и обсуждение

Древостой является главным компонентом лесных насаждений, поэтому его состояние имеет важнейшее значение для «здоровья» всего растительного сообщества. Территория тестового полигона «Ляльский» покрыта приспевающими и спелыми еловыми и со-

Таблица 1 / Table 1

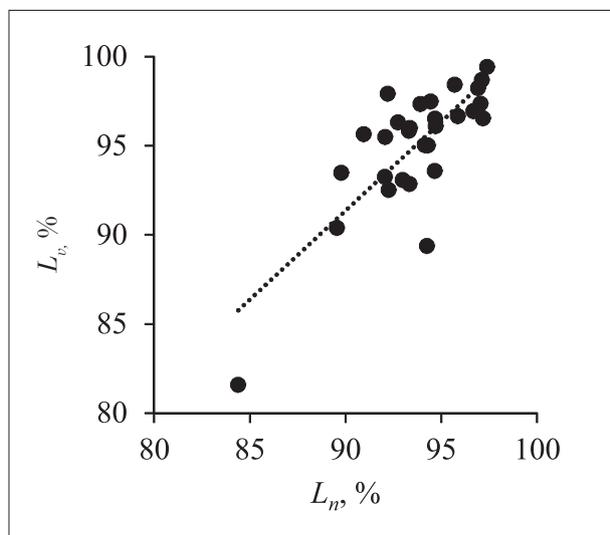
Таксационная характеристика древостоев / Taxation characteristics of forest stands

№ ППП Constant sample area	Тип леса Forest type	Состав древостоя Forest stands' composition	Класс возраста Age class	Средний Mean		Полнота абсолютная, м <sup>2</sup> /га Basal area, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	Запас, м <sup>3</sup> /га Growing stock, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Класс бонитета Capacity class
				диаметр, см diameter, cm	высота, м height, m			
Ельники / Spruce forests								
14	Черничный свежий Bilberry	4ЕЗБ2Ос1С ед.Пх	IV	16,9	16,1	35,2	357,2	III
40	Травяно- черничный Grass- bilberry	4Е4Ос1С1Б ед.Пх	IV	18,8	18,5	35,1	370,1	III
51	Травяно- сфагновый Grass- sphagnum	7Е1Пх1Б1Ос ед.С	VI	22,7	18,5	32,9	369,7	IV
82	Травяной Grass	4Е4Ос2Б+Пх	IV	17,6	17,4	35,1	370,5	III
88	Черничный свежий Bilberry	4Е4Б2С ед.Пх,Ос	V	22,1	18,5	40,3	430,9	IV
115	Травяной Grass	8Е1Пх1Б+С	V	20,2	16,5	28,6	309,3	IV
145	Сфагново- черничный Sphagnum- bilberry	8Е1Пх1Б ед.Ос	V	17,4	15,7	29,5	301,4	IV
157	Таволговый Meadowsweet	5ЕЗБ2Пх+С ед.Ос	IV	16,7	14,4	28,9	290,5	IV
163	Кустарничково- сфагновый Shrubby- sphagnum	7Е1Пх1Б1Ос	V	20,5	17,8	32,7	358,4	IV
179	Кустарничково- сфагновый Shrubby- sphagnum	8Е1Пх1Б	V	21,4	18,4	30,2	325,3	IV
180	Кустарничково- сфагновый Shrubby- sphagnum	8Е2Б+Пх ед. С	V	21,0	17,6	28,2	301,3	IV
208	Сфагново- черничный Sphagnum- bilberry	7ЕЗС+Б	IV	13,5	11,9	17,2	146,8	IV
270	Сфагново- черничный Sphagnum- bilberry	8Е1С1Б	IV	12,6	11,5	21,2	163,9	V
293	Чернично- долгомошный Bilberry- longhorn	4ЕЗОс2Б1С	IV	14,7	15,4	31,8	290,9	IV
298	Черничный свежий Bilberry	5ЕЗБ1Пх1Ос	IV	15,6	16,0	38,1	358,3	IV

№ ППП Constant sample area	Тип леса Forest type	Состав древостоя Forest stands' composition	Класс возраста Age class	Средний Mean		Полнота абсолютная, м <sup>2</sup> /га Basal area, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	Запас, м <sup>3</sup> /га Growing stock, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Класс бонитета Capacity class
				диаметр, см diameter, cm	высота, м height, m			
335	Травяно-сфагновый Grass-sphagnum	8Е2Б+Пх ед. С	IV	14,9	14,1	24,2	219,4	V
Сосняки / Pine forests								
38	Черничный влажный Bilberry moist	10С+Е ед. Б,Ос	IV	15,0	15,0	27,8	237,4	IV
86	Черничный свежий Bilberry	8С1Е1Ос+Б	IV	12,5	13,1	24,4	197,7	IV
114	Черничный свежий Bilberry	8С1Е1Б+Ос	IV	12,5	13,1	23,2	188,6	III
228	Черничный влажный Bilberry moist	10С ед.Е	IV	11,9	13,4	13,7	103,4	IV
233	Сфагново- черничный Sphagnum- bilberry	8С2Е ед.Пх,Б,Ос	IV	11,6	10,9	18,3	138,3	IV
237	Черничный влажный Bilberry moist	9С1Е ед.Б	IV	13,7	14,1	21,1	172,9	IV
243	Черничный свежий Bilberry	10С+Е ед.Б	IV	13,9	14,5	28,2	234,3	IV
280	Черничный влажный Bilberry moist	8С1Е1Б ед.Ос	IV	14,1	13,9	27,5	227,4	IV
346	Кустарничково- сфагновый Shrubby- sphagnum	9С1Б ед.Е	IV	15,1	15,0	22,1	192,5	IV
Березняки / Birch forests								
5	Травяной Grass	4Б4Ос2Е+Пх ед.С	VII	15,8	16,5	35,9	360,3	III
319	Разнотравно- черничный Grass-bilberry	4Б3Е3Ос+С ед.Пх	VII	15,2	14,7	29,3	273,0	IV
Осинники / Aspen forests								
266	Черничный свежий Bilberry	7Ос2Е1Б ед.С	VII	16,0	16,7	37,6	394,6	III
284	Черничный влажный Bilberry moist	6Ос2Е2Б+С ед.Пх	VII	13,7	14,7	41,9	387,7	IV

Примечание. Формула состава древостоя: Е – ель сибирская; С – сосна обыкновенная; Пх – пихта сибирская; Б – берёзы пушистая и повислая; Ос – осина обыкновенная. Единица коэффициента состава соответствует 10% запаса данной породы в общем запасе древостоя. Доля участия породы: «+» – 2–5%; «ед.» – <2%.

Note. The formula for the forest stand composition: Е – *Picea obovata*; С – *Pinus sylvestris*; Пх – *Abies sibirica*; Б – *Betula pubescens*, *B. pendula*; Ос – *Populus tremula*. One composition coefficient unit equal to 10% of the corresponding species stock in the total growing stock. The participation share of species: «+» – 2–5%; «ед.» – <2%.



**Рис. 1.** Показатели жизненного состояния древостоев, полученные разными методами подсчёта:  $L_v$  – на основе объёма стволов;  $L_n$  – на основе количества деревьев  
**Fig. 1.** Indicators of forest stand health obtained by different counting methods:  $L_v$  – by stem volume;  $L_n$  – by number of trees

сновыми формациями, а также перестойными березняками и осинниками. Эти насаждения формируют смешанные по составу, средне- и низкобонитетные, разновозрастные древостои, представляющие различные типы растительных сообществ с разным уровнем увлажнения почв. Запас древесины ельников варьирует от 103 до 431 м<sup>3</sup>/га, со средним значением – 277 м<sup>3</sup>/га, а сосняков – от 164 до 388 м<sup>3</sup>/га, в среднем – 263 м<sup>3</sup>/га соответственно. Продуктивность берёзовых насаждений высокая – в среднем 359 м<sup>3</sup>/га, тогда как осиновых – ниже, порядка 204 м<sup>3</sup>/га (табл. 1).

Сопоставление двух методов оценки жизненного состояния древостоев – по числу деревьев ( $L_n$ ) и объёму стволовой древесины ( $L_v$ ) – показало, что максимальное расхождение между ними составляет всего 6,2%, а в среднем 1,4% (рис. 1). Это свидетельствует о том, что оба метода отражают схожую характеристику жизненного состояния древостоев на полигоне «Ляльский».

Хвойные насаждения преобладают на территории тестового полигона. В таблице 2 представлены значения жизненного состояния древесных пород в древостоях ельников, сосняков, березняков и осинников, распределённых по группам типов леса в порядке ухудшения лесорастительных условий. В целом, все исследованные древостои относятся к категории «здоровых» ( $L \geq 80\%$ ). Вместе с тем, берёза, произрастающая в ельнике

черничном свежем (ППП 88), характеризуется как ослабленная ( $50 \leq L \leq 79\%$ ), что связано с наличием в насаждении большого количества старых деревьев. Признаки ослабления лиственных пород проявляются также в ельнике черничном свежем (ППП 298), сосняках черничных свежих (ППП 86, 114, 243) и влажном (ППП 38), где молодые деревья лиственных пород находятся в стадии активного отпада вследствие конкурентных взаимоотношений за жизненное пространство. Ослабленные деревья сосны в ельнике травяном (ППП 115) и осины в ельнике травяно-сфагновом (ППП 51) представлены лишь единичными экземплярами, не оказывающими заметного влияния на общее состояние древостоев. В лиственных насаждениях все слагающие их породы оценены как здоровые. В целом, во всех исследованных насаждениях деревья преобладающей породы характеризуются как здоровые.

Общее состояние лесов тестового полигона «Ляльский» в настоящее время оценивается как удовлетворительное. По результатам полевых наблюдений на данной территории не выявлены очаги вредителей и болезней леса, не зафиксированы свежие ветровалы, вырубки и гари, а также не проводятся какие-либо мероприятия по уходу за лесами. Леса на территории полигона находятся в сходном санитарном состоянии. Показатели жизнестойкости древостоев характеризуются низкой изменчивостью (табл. 3). Значения коэффициента вариации изменяются от 2,0% в сосновых насаждениях до 3,6% в еловых насаждениях, если рассчитывать по количеству деревьев, и немного выше – от 2,6 в сосновых до 4,4% в еловых насаждениях, если рассчитывать по запасу древесины.

Жизненное состояние деревьев в значительной мере зависит от их высоты: более высокие деревья находятся в лучших условиях, чем те, которых они обогнали в росте и начинают подавлять [12–14]. Так, с увеличением высоты деревьев наблюдается улучшение их состояния, но при этом отмечается резкое снижение жизнестойкости у деревьев, достигших максимальных высот, что характерно для осины (рис. 2). Отпад деревьев на территории полигона происходит постепенно после гибели отдельных экземпляров, достигших предельного возраста или ослабленных в результате воздействия энтомофитов либо дереворазрушающих грибов, что приводит к накоплению крупных древесных остатков [15].

Таблица 2 / Table 2

Характеристика жизненного состояния (L, %) разновозрастных древостоев полигона «Ляльский»  
 Characteristics of living condition (L, %) of different-aged stands of the Lyalsky polygon

№ ППП Permanent sample plot	Тип леса Forest type	Порода / Species					Всего Total
		ель spruce	пихта fir	сосна pine	берёза birch	осина aspen	
14	Ельник черничный свежий Bilberry spruce	<u>91,3</u>	<u>100</u>	<u>88,5</u>	<u>87,2</u>	<u>84,3</u>	<u>89,6</u>
		97,2	100	97,4	81,2	85,3	90,4
88	Ельник травяно-черничный Grass-bilberry spruce	<u>95,5</u>	<u>94,4</u>	<u>93,6</u>	<u>54,2</u>	<u>100</u>	<u>84,4</u>
		99,6	90,7	91,1	52,8	100	81,6
298	Ельник травяно-сфагновый Grass-sphagnum spruce	<u>92,3</u>	<u>92,0</u>	–	<u>95,7</u>	<u>76,9</u>	<u>93,4</u>
		96,9	93,7	–	98,1	79,1	96,0
40	Ельник травяной Grass spruce	<u>92,4</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>87,3</u>	<u>96,4</u>	<u>93,3</u>
		94,6	100	100	84,0	91,3	92,8
82	Ельник черничный свежий Bilberry spruce	<u>95,7</u>	<u>100</u>	–	<u>92,0</u>	<u>93,2</u>	<u>94,3</u>
		91,6	100	–	86,6	88,4	89,4
115	Ельник травяной Grass spruce	<u>94,4</u>	<u>93,2</u>	<u>77,5</u>	<u>97,5</u>	–	<u>94,2</u>
		98,0	85,9	58,3	91,7	–	95,0
145	Ельник сфагново-черничный Sphagnum-bilberry spruce	<u>98,1</u>	<u>98,0</u>	–	<u>93,3</u>	<u>100</u>	<u>97,1</u>
		99,2	99,9	–	83,6	100	97,4
208	Ельник таволговый Meadowsweet spruce	<u>96,6</u>	–	<u>100</u>	<u>94,1</u>	–	<u>96,7</u>
		96,0	–	100	90,8	–	96,9
270	Ельник кустарничково- сфагновый Shrubby-sphagnum spruce	<u>97,4</u>	–	<u>100</u>	<u>93,6</u>	–	<u>97,2</u>
		98,0	–	100	83,7	–	96,5
293	Ельник кустарничково- сфагновый Shrubby-sphagnum spruce	<u>96,7</u>	–	<u>100</u>	<u>98,0</u>	<u>96,9</u>	<u>97,1</u>
		98,6	–	100	98,2	98,9	98,7
163	Ельник кустарничково- сфагновый Shrubby-sphagnum spruce	<u>92,7</u>	<u>95,9</u>	–	<u>91,8</u>	<u>80,4</u>	<u>92,1</u>
		96,6	97,5	–	87,1	76,7	93,3
179	Ельник сфагново- черничный Sphagnum-bilberry spruce	<u>96,2</u>	<u>95,9</u>	–	<u>93,3</u>	–	<u>95,9</u>
		98,7	89,8	–	88,0	–	96,6
180	Ельник сфагново- черничный Sphagnum-bilberry spruce	<u>96,6</u>	<u>94,4</u>	<u>100</u>	<u>80,9</u>	–	<u>94,3</u>
		99,3	95,6	100	76,3	–	95,0
157	Ельник чернично- долгомошный Bilberry-longhorn spruce	<u>93,2</u>	<u>97,5</u>	<u>100</u>	<u>93,4</u>	<u>100</u>	<u>94,7</u>
		93,2	94,5	100	92,8	100	93,6
51	Ельник черничный свежий Bilberry spruce	<u>91,4</u>	<u>82,4</u>	<u>100</u>	<u>93,6</u>	<u>77,5</u>	<u>89,8</u>
		96,9	84,7	100	92,4	72,5	93,5
335	Ельник травяно-сфагновый Grass-sphagnum spruce	<u>94,7</u>	<u>88,2</u>	<u>100</u>	<u>96,2</u>	–	<u>94,7</u>
		95,3	98,8	100	99,1	–	96,1
86	Сосняк черничный влажный Bilberry moist pine	<u>99,3</u>	–	<u>96,7</u>	<u>89,1</u>	<u>61,0</u>	<u>92,1</u>
		97,0	–	99,0	92,3	51,4	95,5
114	Сосняк черничный свежий Bilberry pine	<u>97,7</u>	–	<u>99,0</u>	<u>79,5</u>	<u>73,8</u>	<u>92,7</u>
		98,2	–	99,6	77,6	71,5	96,3
243	Сосняк черничный свежий Bilberry pine	<u>94,6</u>	–	<u>95,1</u>	<u>67,2</u>	–	<u>94,4</u>
		96,7	–	97,7	77,0	–	97,5
38	Сосняк черничный влажный Bilberry moist pine	<u>100</u>	–	<u>94,8</u>	<u>63,6</u>	<u>62,5</u>	<u>92,2</u>
		100	–	98,9	74,9	63,4	97,9
228	Сосняк сфагново- черничный Sphagnum-bilberry pine	<u>100</u>	–	<u>92,1</u>	–	–	<u>92,3</u>
		100	–	92,5	–	–	92,5

№ ППП Permanent sample plot	Тип леса Forest type	Порода / Species					Всего Total
		ель spruce	пихта fir	сосна pine	берёза birch	осина aspen	
237	Сосняк черничный влажный Bilberry moist pine	95,5	–	94,8	87,5	–	94,7
		99,0		96,3	98,0		96,5
280	Сосняк черничный свежий Bilberry pine	98,6	–	98,1	92,4	100	97,4
		99,7		99,5	97,3	100	99,4
233	Сосняк черничный влажный Bilberry moist pine	94,6	100	97,7	88,5	100	95,7
		98,5	100	98,5	91,6	100	98,4
346	Сосняк кустарничково- сфагновый Shrubby-sphagnum pine	100	–	93,7	88,6	–	93,3
		100		95,9	94,2		95,8
319	Березняк травяной Grass birch	94,8	100	100	94,0	90,5	93,9
		98,4	100	100	96,7	96,5	97,3
5	Березняк разнотравно- черничный Grass- bilberry birch	84,5	95,5	100	94,5	87,8	91,0
		90,8	98,4	100	96,2	96,7	95,6
266	Осинник черничный свежий Bilberry aspen	94,7	–	100	88,0	94,5	93,0
		98,2		100	89,8	91,9	93,1
284	Осинник черничный влажный Bilberry moist aspen	97,5	100	100	96,0	96,7	96,9
		98,2	100	100	97,8	98,3	98,2

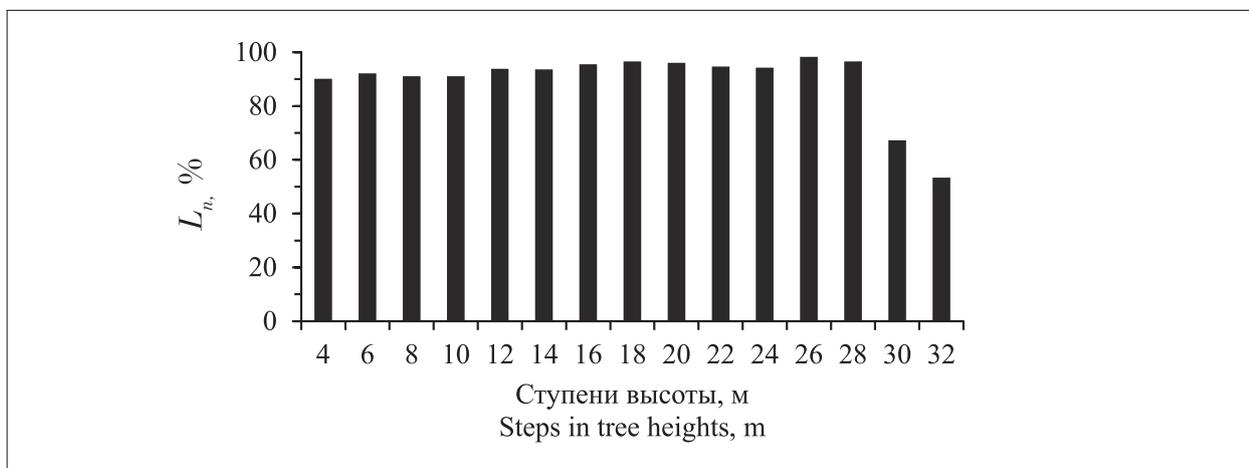
Примечание. В числителе – на основе количества деревьев, в знаменателе – на основе объёма ствола.  
Note. Numerator based on number of trees, denominator – on trunk volume.

Таблица 3 / Table 3

Статистические показатели средневзвешенных оценок жизненного состояния (L, %) хвойных и мелколиственных древостоев / Statistical indices of weighted average life condition assessments (L, %) of coniferous and small-leaved stands

Статистические показатели Statistical parameters	Ельники Spruce forests		Сосняки Pine forests		Лиственные Deciduous forests		Всего Total	
	$L_n$	$L_v$	$L_n$	$L_v$	$L_n$	$L_v$	$L_n$	$L_v$
Размер выборки, шт. / Sample size, pcs.	16	16	9	9	4	4	29	29
Среднее / Mean	93,7	93,9	93,9	96,6	93,7	96,1	93,7	95,1
Стандартная ошибка / Standard error	0,9	1,0	0,6	0,7	1,2	1,1	0,5	0,7
Медиана / Median	94,3	95,0	93,3	96,5	93,5	96,5	94,2	96,0
Мода / Moda	94,3	95,0	–	–	–	–	94,7	95,0
Стандартное отклонение Standard deviation	3,4	4,1	1,8	2,0	2,5	2,2	2,8	3,5
Дисперсия выборки / Sample variance	11,6	17,0	3,4	4,0	6,0	5,0	7,8	12,5
Экссесс / Excess	2,6	4,7	0	1,5	1,1	–0,4	3,2	6,7
Асимметрия / Asymmetry	–1,5	–1,9	0,9	–0,9	0,6	–0,8	–1,3	–2,2
Минимум / Minimum	84,4	81,6	92,1	92,5	91,0	93,1	84,4	81,6
Максимум / Maximum	97,2	98,7	97,4	99,4	96,9	98,2	97,4	99,4
Коэффициент вариации Coefficient of variation	3,6	4,4	2,0	2,1	2,6	2,3	3,0	3,7

Примечание: прочерк – отсутствие моды в выборочном ряду.  
Note: dash means no moda in the sample



**Рис. 2.** Распределение деревьев с разным жизненным состоянием по ступеням высоты в насаждениях тестового полигона «Ляльский»  
**Fig. 2.** Distribution of trees with different life state by height stages in stands of the test site “Lyalsky”

## Заключение

Исследования показали, что лесные экосистемы на тестовом полигоне «Ляльский» находятся в удовлетворительном состоянии. В насаждениях формируются смешанные по составу, средне- и низкобонитетные, разновозрастные древостои, представляющие различные типы растительных сообществ с разной степенью почвенного увлажнения. Большинство обследованных древостоев на постоянных пробных площадях характеризуются как здоровые, с высокими показателями жизнестойкости (84–97% по количеству деревьев и 81–99% по объёму древесины). Ослабленные деревья характерны для лиственных пород преимущественно в хвойных типах насаждений. Полученные результаты будут использованы для сопоставления данных о жизненном состоянии деревьев с оценками запасов фитомассы и углерода в лесах на особо охраняемых природных территориях, а также послужат основой для долговременного мониторинга на ландшафтном уровне.

*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 учёта данных о потоках климатически активных веществ и бюджета углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).*

## Литература

1. Бобкова К.С., Манов А.В., Кулявин И.Н. Лесные экосистемы Печорского бассейна: оценка ресурсного потенциала и средообразующих функций // Научные основы устойчивого управления лесами: материалы II Всероссийской научной конференции (с международным участием). М.: ЦЭП РАН, 2016. С. 8–10.
2. Жигунов А.В., Семакова Т.А., Шабунин Д.А. Массовое усыхание лесов на Северо-Западе России // Лесобиологические исследования на Северо-Западе таёжной зоны России: итоги и перспективы: материалы науч. конф., посвящённой 50-летию Института леса Карельского научного центра РАН. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 42–52.
3. Ярмишко В.Т., Игнатъева О.В. Сообщества *Pinus sylvestris* L. в техногенной среде на европейском севере России: структура, особенности роста, состояние // Сибирский лесной журнал. 2021. № 3. С. 44–55. doi: 10.15372/SJFS20210305
4. Цветков В.Ф. Лесной биогеоценоз. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2004. 268 с.
5. Громцев А.И. Основы ландшафтной экологии европейских таёжных лесов России. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2008. 238 с.
6. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
7. Ритм углерода. О консорциуме. Цель и задачи [Электронный ресурс] <https://ritm-c.ru/about/goals-objectives/> (Дата обращения: 27.11.2023).
8. Лиханова И.А., Денева С.В., Холопов Ю.В., Рудь Е.А., Скребенков Е.А., Лаптева Е.М. Особенности лесных подстилок в разных типах среднетаёжных лесов // Теоретическая и прикладная экология. 2024. № 2. С. 72–81. doi: 10.25750/1995-4301-2024-2-072-081

9. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. М.: Дрофа; ДиК, 1997. 116 с.

10. Методика полевых работ по таксации леса на постоянных пробных площадях в рамках реализации инновационного проекта государственного значения «Углерод в экосистемах: мониторинг» [Электронный ресурс] [https://ritm-c.ru/wp-content/uploads/2023/09/metodika-polevyh-rabot-po-taksaczii-na-ppp\\_27\\_06\\_2023-.pdf](https://ritm-c.ru/wp-content/uploads/2023/09/metodika-polevyh-rabot-po-taksaczii-na-ppp_27_06_2023-.pdf) (Дата обращения: 27.11.2023).

11. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / Под ред. В.А. Алексеева. Л.: Наука, 1990. 200 с.

12. Бебия С.М. Дифференциация деревьев в лесу, их классификация и определение жизненного состояния деревьев // Лесоведение. 2000. № 4. С. 35–43.

13. Манов А.В., Кутявин И.Н. Динамика структуры и состояния древесного яруса среднетаёжных коренных ельников предгорий Северного Урала // Лесоведение. 2023. № 6. С. 587–595. doi: 10.31857/S0024114823050054

14. Кутявин И.Н., Манов А.В., Осипов А.Ф., Бобкова К.С. Долговременная динамика состава, строения и состояния древостоев северотаёжных сосняков на европейском северо-востоке России // Сибирский лесной журнал. 2023. № 2. С. 17–25. doi: 10.15372/SJFS20230202

15. Осипов А.Ф., Манов А.В., Кузнецов М.А., Гуляев Р.Г., Загирова С.В. Запасы углерода крупных древесных остатков в лесных экосистемах тестового полигона «Ляльский» (средняя тайга, Республика Коми) // Вопросы лесной науки. 2024. Т. 7. № 1. Статья № 143. doi: 10.31509/2658-607x-202371-143

## References

1. Bobkova K.S., Manov A.V., Kutyavin I.N. Forest ecosystems of the Pechora Basin: assessment of resource potential and environment-forming functions // Scientific foundations of sustainable forest management: materialy II Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem). Moscow: CEPL RAN, 2016. P. 8–10 (in Russian).

2. Zhigunov A.V., Semakova T.A., Shabunin D.A. Mass desiccation of forests in the North-West of Russia // Forest biological research in the North-West of the taiga zone of Russia: results and prospects: materialy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 50-letiyu Instituta lesa Karelskogo nauchnogo tsentra RAN. Petrozavodsk: KarSC RAS, 2007. P. 42–52 (in Russian).

3. Yarmishko V.T., Ignat'eva O.V. Communities of *Pinus sylvestris* L. in the technogenic environment in the

European north of Russia: structure, features of growth, condition // Sibirskij Lesnoj Zhurnal. 2021. No. 3. P. 44–55 (in Russian). doi: 10.15372/SJFS20210305

4. Tsvetkov V.F. Forest biogeocenosis. Arkhangelsk: Publishing house of the Arkhangelsk State Technical University. 2004. 268 p. (in Russian).

5. Gromtsev A.I. Fundamentals of landscape ecology of European taiga forests of Russia. Petrozavodsk: Karelian Scientific Centre RAS, 2008. 238 p. (in Russian).

6. Alekseev V.A. Diagnostics of tree vitality and stand condition // Lesovedenie. 1989. No. 4. P. 51–57 (in Russian).

7. Ritm Carbon. About consortium. Goal and objectives [Internet resource] <https://ritm-c.ru/about/goals-objectives/> (Accessed: 27.11.2023).

8. Likhanova I.A., Deneva S.V., Kholopov Yu.V., Rud E.A., Skrebenkov E.A., Lapteva E.M. Litter features in different forest types in the middle taiga subzone // Theoretical and Applied Ecology. 2024. No. 2. P. 72–81 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2024-2-072-081

9. Atlas of the Komi Republic on climate and hydrology. Moskva: Drofa; DiK, 1997. 116 p. (in Russian).

10. Methodology of field works on forest taxation on permanent sample plots within the framework of realization of the innovative project of state importance “Carbon in ecosystems: monitoring” [Internet resource] [https://ritm-c.ru/wp-content/uploads/2023/09/metodika-polevyh-rabot-po-taksaczii-na-ppp\\_27\\_06\\_2023-.pdf](https://ritm-c.ru/wp-content/uploads/2023/09/metodika-polevyh-rabot-po-taksaczii-na-ppp_27_06_2023-.pdf) (Accessed: 27.11.2023) (in Russian).

11. Forest ecosystems and air pollution / Ed. V.A. Alekseev. Leningrad: Nauka, 1990. 200 p. (in Russian).

12. Bebiya S.M. Differentiation of trees in forest, their classification and determination of life status // Lesovedenie. 2000. No. 4. P. 35–43 (in Russian).

13. Manov A.V., Kutyavin I.N. Tree storey structure and condition dynamics in middle-taiga native spruce forests of the northern Ural foothills // Lesovedenie. 2023. No. 6. P. 587–595 (in Russian). doi: 10.31857/S0024114823050054

14. Kutyavin I.N., Manov A.V., Osipov A.F., Bobkova K.S. Long-term dynamics of the composition, structure and state of tree stands of northern taiga pine forests in the European north-east of Russia // Sibirskij Lesnoj Zhurnal. 2023. No. 2. P. 17–25 (in Russian). doi: 10.15372/SJFS20230202

15. Osipov A.F., Manov A.V., Kuznetsov M.A., Gulyaev R.G., Zagirova S.V. Carbon stocks of coarse woody debris in forest ecosystems of the Lyalsky test site (middle taiga, Komi Republic) // Forest Science Issues. 2024. V. 7. No. 1. Article No. 143 (in Russian). doi: 10.31509/2658-607x-202371-143