

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,  
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ / FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,  
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.51>

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕСОПАРКОВ Г.  
ЕКАТЕРИНБУРГА

Научная статья

Суслов А.В.<sup>1</sup>, Нагимов З.Я.<sup>2</sup>, Плюха Н.И.<sup>3,\*</sup>, Корелина А.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-2640-7274;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-6853-2375;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0003-1628-3300;

<sup>1,2,3,4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (nikcskript[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы организации системы мониторинга лесных насаждений на территории лесопарков г. Екатеринбурга с учетом методических рекомендаций государственной инвентаризации лесов (ГИЛ). Приведены результаты стратификаций лесных участков лесопарков, данные о площадях лесных страт и объемах выборочных совокупностей для проведения в них мониторинговых исследований. По материалам 25 постоянных пробных площадей (ППП), заложенных в светлохвойных спелых и перестойных высокопроизводительных насаждениях, произведена оценка их состояния по методике европейского мониторинга лесов. Выявлена значительная дифференциация древостоев ППП по состоянию, которая объясняется особенностями распределения техногенных нагрузок на территории лесопарков. Отмечена необходимость более дифференцированной стратификации лесных участков лесопарков, учитывающей интенсивность техногенных нагрузок и показателей, определяющих жизненное состояние и экологические функции насаждений.

**Ключевые слова:** мониторинг состояния, государственная инвентаризация лесов, пробная площадь.

THE MONITORING OF FOREST PLANTATIONS ON THE TERRITORY OF FOREST PARKS IN  
YEKATERINBURG

Research article

Suslov A.V.<sup>1</sup>, Nagimov Z.Y.<sup>2</sup>, Plyukha N.I.<sup>3,\*</sup>, Korelina A.A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-2640-7274;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-6853-2375;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0003-1628-3300;

<sup>1,2,3,4</sup> Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation

\* Corresponding author (nikcskript[at]mail.ru)

**Abstract**

The article examines the organization of forest plantation monitoring system on the territory of forest parks in Yekaterinburg, taking into account the methodological recommendations of the State Forest Inventory (SFI). The results of stratification of forest areas in forest parks, data on the areas of forest strata and the volume of sampling sets for monitoring studies in them are presented. Based on materials of 25 permanent sample areas (PSA) laid in light coniferous mature and overmature high-productivity forests, an evaluation of their condition according to the methodology of the European forest monitoring was carried out. It revealed a significant differentiation of stands of PSA by condition, which is explained by the specific distribution of anthropogenic loads on the territories of forest parks. The need for a more differentiated stratification of forest areas of parks, taking into account the intensity of anthropogenic loads and indicators that determine the vital state and ecological functions of plantations, was noted.

**Keywords:** condition monitoring, state forest inventory, sample area.

**Введение**

В городских лесах в условиях высоких антропогенных нагрузок чрезвычайно важной задачей является организация постоянного мониторинга их состояния. Только на основе постоянных наблюдений можно объективно, на количественном уровне оценить происходящие изменения структуры и состояния экосистем. Наиболее эффективным подходом при выполнении этой задачи представляется применение выборочных способов оценки на основе четкого соблюдения математическо-статистических законов. При организации выборочных наблюдений в лесу достаточно обоснованной и апробированной является методика ГИЛ. Предусмотренные в ней процедуры выделения относительно однородных страт и проведения исследований на пробных площадях могут быть взяты за основу при организации мониторинга лесопарковых насаждений.

Основным источником информации о лесах в нашей стране являются материалы лесоустройства. В рекреационных лесах определяются дополнительные показатели лесных насаждений: рекреационная оценка, стадия рекреационной дигрессии, классы устойчивости и эстетической оценки. На основе их оцениваются состояние и рекреационная ценность лесных участков. Следует отметить, что в основном таксация проводится глазомерным

способом с относительно низкой точностью определения таксационных показателей. Поэтому материалы лесоустройства не всегда дают достоверную информацию о лесах и их состоянии.

С принятием Лесного кодекса (ст. 90) помимо лесоустройства в лесах нашей страны проводится новый вид лесоучетных работ – государственная инвентаризация лесов. Этот вид работ основывается на применении математико-статистических методов. Измерения производят на круговых пробных площадях (ПП), где определяют 117 показателей, характеризующих, в том числе, и состояние насаждений [5]. Достоверные сведения, получаемые систематическим слежением, позволяют своевременно выявить и прогнозировать развитие процессов, оказывающих негативное воздействие на леса. Таким образом, методика ГИЛ может быть использована в качестве основы для организации системы мониторинга лесопарковых насаждений.

В современных условиях высоких антропогенных воздействий и одновременно большой потребностью населения в природных территориях вопросы мониторинга состояния городских лесов в России разработаны не в достаточной степени. В то же время необходимость его организации обусловлена ухудшающейся экологической ситуацией в мегаполисах и необходимостью восстановления и повышения устойчивости городских насаждений. Научно обоснованный мониторинг состояния городских лесов может быть включен в общую систему мониторинга и контроля состояния окружающей среды [1].

Целью работы является организация системы мониторинга лесных насаждений на территории лесопарков г. Екатеринбурга с учетом методических рекомендаций ГИЛ и оценка состояния фитоценозов на примере одной страты – светлохвойные спелые и перестойные высокопроизводительные насаждения.

### Методика исследований

В настоящее время на территории муниципального образования «г. Екатеринбург» общая площадь лесных насаждений составляет 45018,3 га. Они представляют собой так называемое «зеленое кольцо» города. В его состав входят 15 лесопарков, территория которых составляет 12094,8 га. Для организации мониторинга в соответствии с методикой ГИЛ эти лесопарки приняты за генеральную совокупность. Выборочную совокупность представляли ПП, на которых проводили исследования.

При осуществлении мониторинга выборочным методом наилучшие результаты обеспечиваются при разделении генеральной совокупности на относительно однородные группы – страты. Каждая страта состоит из определенного количества лесотаксационных выделов с близкими таксационными характеристиками. При осуществлении ГИЛ в нашей стране выделяются 49 лесных страт [5]. Стратификация насаждений проводилась на основе повыдельных баз данных лесоустройства. Страты выделялись по преобладающей породе, классу возраста и классу бонитета. В отдельную страту объединялись земли, не занятые лесными насаждениями.

Количество пробных площадей для каждой страты определялось по предлагаемой в методических рекомендациях ГИЛ по формуле:

$$y = \left( \frac{t\sigma}{q\bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

где:

$y$  - количество ППП для отдельной страты;

$q$  - относительная погрешность оценки (0...1);

$\sigma$  - среднеквадратическое отклонение запаса, м<sup>3</sup>/га;

$t$  - квантиль стандартного нормального закона ( $t=1,96$  для 95%);

$\bar{x}$  - среднее значение запаса древесины, м<sup>3</sup>/га.

При создании цифровой основы лесопарковых насаждений использовалось программное обеспечение QGIS. Размещение ПП проводилось в системе координат WGS-84. Для этого сеть ПП загружали в мобильное приложение NextGIS. Центр пробной площади размещался в пункте с заранее определенными координатами и закреплялся армированным кольшком. Таким образом, была создана биоиндикационная сеть экологического мониторинга на территории 6 лесопарков города Екатеринбурга.

Закладка ПП и проведение на них исследований и измерений осуществлялись в соответствии с методикой ГИЛ [1]. Сбор данных на ППП осуществлялся программно-измерительным комплексом Field-Mar, который позволяет производить измерение и картографирование деревьев. Он включал полевой планшетный компьютер с установленным программным обеспечением, лазерный дальномер с Bluetooth, круговой отражатель и электронную мерную вилку. В процессе работы с помощью Field-Mar производилась нумерация деревьев и их привязка по сторонам света. В атрибутивные данные кроме таксационных показателей деревьев заносились сведения об их состоянии.

Оценка состояния деревьев проводилась по методике европейского мониторинга лесов и методических рекомендаций по проведению ГИЛ. [5], [10], [12]. Согласно им наиболее информативными биоиндикационными признаками являются дефолиация (потеря хвои и листвы) и дехромация (изменение окраски) крон деревьев. Дефолиация и дехромация являются основными методами оценки негативного воздействия загрязнения окружающей среды и других факторов. Данные показатели оцениваются в процентах. [9]. На основе них формируют интегральные классы повреждения деревьев, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Интегральный класс повреждения деревьев

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.51.1>

Степень дефолиации, %	Степень изменения окраски хвои, %			
	< 10	11-25	26-60	> 60
< 10	0	0	1	2
11-25	0	1	2	2
26-60	1	2	3	3
61-99	3	3	3	3
100	4	4	4	4

Для оценки жизненного состояния древостоев применяется индекс состояния (I, баллы), представляющий собой средневзвешенный класс повреждения составляющих древостой деревьев:

$$I = \sum_{i=0}^4 i w_i / W \quad (2)$$

где: i – номера классов повреждения деревьев, баллы;

w<sub>i</sub> – количество деревьев i-го класса повреждения в данном насаждении;

W – общая численность деревьев.

По величине индекса состояния древостои классифицировались следующим образом: здоровые (I= 0-0,5); ослабленные (I=0,6-1,5); сильно ослабленные (I=1,6-2,5); отмирающие (I=2,6-3,5); сухостой (I>3,6). Кроме того, определялась категория состояния каждого дерева.

По величине индекса состояния древостои классифицировались следующим образом: здоровые (I= 0-0,5); ослабленные (I=0,6-1,5); сильно ослабленные (I=1,6-2,5); отмирающие (I=2,6-3,5); сухостой (I>3,6). Кроме того, определялась категория состояния каждого дерева.

Одновременно с методикой европейского мониторинга лесов нами на каждой пробной площади определялись категории санитарного состояния деревьев в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 9 декабря 2020 года № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах» [8]. На основании полученных данных определяли санитарное состояние насаждений и разрабатывали рекомендации по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий. Результаты этих исследований в данной работе не приводятся и подлежат отдельному обсуждению.

### Результаты и их анализ

В результате стратификации насаждений всех лесопарков г. Екатеринбурга было выделено 29 страт. Характеристики 10 наиболее крупных и экологически значимых страт представлены в табл. 2.



Таблица 2 - Стратификация лесных насаждений и расчет количества пробных площадей на территории лесопарков.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.51.2>

Наименование страты	Шифр страты	Общая площадь страты, га	Общий запас древостоев в страте, м <sup>3</sup>	Средний запас древостоев в страте, м <sup>3</sup> /га	Количество выделов в страте	Среднеквадратическое отклонение запаса, м <sup>3</sup> /га	Количество пробных площадей, шт	Количество пробных площадей при стратифицированной выборке, шт.
Не покрытые лесной растительностью земли	1	1713,8	-	-	-	-	-	-
Светлохвойные средневозрастные высокопроизводительные	4	1044,2	361171	346	591	68	15	37
Светлохвойные средневозрастные среднепроизводительные	5	114,4	26523	231	83	56	23	6
Светлохвойные приспевающие высокопроизводительные	7	638,1	233636	366	255	49	7	11
Светлохвойные приспевающие среднепроизводительные	8	344,7	86106	250	195	64	25	21
Светлохвойные спелые и перестойные высокопроизводительные	10	3995,7	1498760	375	1294	60	10	94
Светлохвойные спелые и перестойные среднепроизводительные	11	1446,5	427977	296	595	57	14	49
Мелколиственные приспевающие высокопроизво	34	206,8	39970	193	132	42	18	9

дительные								
Мелколиственн ые спелые и перестойные высокопроизво дительные	37	1081,5	252814	234	546	47	15	40
Мелколиственн ые спелые и перестойные среднепроизво дительные	38	814,3	176241	216	371	53	23	45
Остальные страты	-	694,8	64103	-	2105	-	-	-
<b>Всего</b>		12094,8	3167301	-	6167	-	-	

Площадь каждой страты определялась как сумма площадей лесотаксационных выделов, отнесенных к данной страте. Наиболее представленной в лесопарках города является 10 страта (светлохвойные спелые и перестойные высокопроизводительные лесные насаждения). В общей площади лесопарков ее доля составляет 33,0%. Далее по площади идет 1 страта – не занятые лесными насаждениями земли (19,9%). Достаточно большим удельным весом по площади характеризуются 11 страта (12,0%), 4 (8,6%) и 37 (8,9%). Несмотря на разнообразие древесных видов, основными породами являются сосна и березы. В целом приведенные материалы показывают, что лесопарки г. Екатеринбурга в основном представлены спелыми и перестойными насаждениями. Аналогичная ситуация о структуре насаждений отмечается и в работах других исследователей [6].

Количество ПП для каждой страты определялось с учетом требований к репрезентативности выборочной совокупности по уравнению (1). Согласно этому уравнению, расчетное количество ПП зависит не от площади страты, а ее однородности по запасам древостоев. Следует отметить, что закономерности распределения запасов и их изменчивость используются многими исследователями при инвентаризации лесных массивов математико-статистическим методом [2], [3], [4], [11]. Наши расчеты показали, что варьирование запасов по отдельным стратам колеблется от 13,4 (7 страта) до 25,6% (8 страта). Эти данные свидетельствуют, что массивы древостоев, объединенные в страты, по величине коэффициентов вариации запасов относятся к очень однородным [12].

Расчеты количества ПП выполнялись на основе поведельной базы данных лесоустройства с учетом заданной погрешности определения запаса (10%) и его варьирования в пределах соответствующей страты. Их результаты представлены в табл. 1. Данные показывают, что количество ПП в значительной степени зависит от изменчивости запасов внутри страты. Так, для 8 страты (светлохвойные приспевающие среднепроизводительные насаждения) при изменчивости запаса 25,6% расчетное количество пробных площадей составляет 25, а для 7 страты (светлохвойные приспевающие высокопроизводительные) при изменчивости запаса 13,4% – всего 7. Причем площадь 7 страты почти в три раза больше, чем 8. Лесные страты существенно различаются по средней площади выделов (по стратам она колеблется от 1,37 до 3,77 га), а также по плотности размещения пробных площадей. В частности, в 4 страте одна пробная площадь приходится на 4,97 га, а в 10 – на 399,57 га. Такие результаты вполне предсказуемы, когда в алгоритме расчета пробных площадей не учитывается площадь страты.

Важным звеном в выполнении поставленной цели является статистическое размещение ППП на цифровой основе и установление координат ППП. Как отмечалось выше, эта работа проводилась отдельно по выделенным стратам с применением специального программного обеспечения, позволяющего случайным образом разместить ППП по территории соответствующей страты. Координаты центров ППП фиксировались с использованием государственной системы координат. На рис. 1 в качестве примера показано размещение ППП в наиболее крупной по площади 10 страте.

Следует отметить, что созданная биодикационная сеть экологического мониторинга вследствие случайного размещения ППП не учитывает интенсивность техногенных нагрузок в отдельных частях города. Насаждения лесопарков в зависимости от их местоположения в разной степени подвержены негативным воздействиям автомобильного транспорта, промышленных выбросов и рекреации. Для повышения эффективности мониторинговых исследований стратификация лесных участков в лесопарках и определение количества ППП должны проводиться с учетом данного обстоятельства.





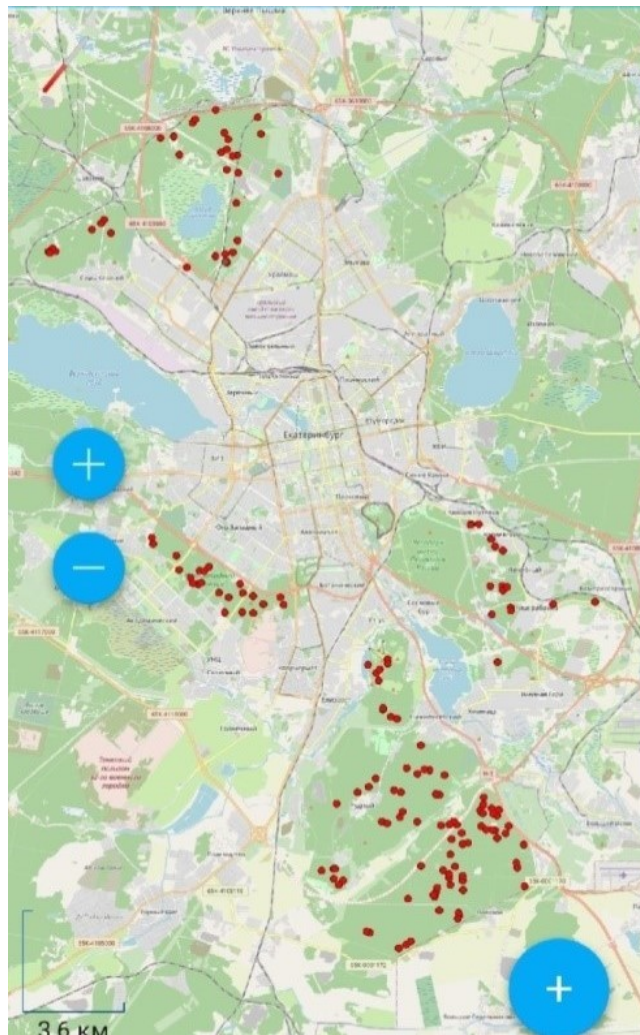


Рисунок 1 - Размещение ППП в 10 страте лесопарков г. Екатеринбурга  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.51.3>

На данном этапе работ количественные и качественные характеристики насаждений оценены на 25 ППП, заложенных в 10 страте. На каждой из них в соответствии с методикой ГИЛ определялись порода, возраст, высота деревьев, характеристики напочвенного покрова, подлеска и подроста. Все эти данные занесены в паспорт ППП. Дополнительно на ППП определялись дефолиация и дехромация крон деревьев сосны. Результаты оценки состояния сосновых древостоев в разрезе ППП представлены на рис.2.

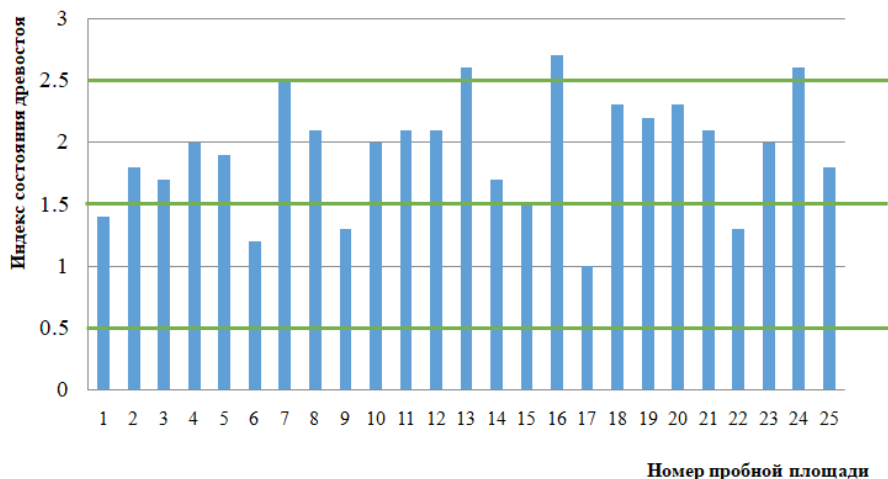


Рисунок 2 - Индекс состояния древостоев на ППП  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.51.4>

Данные рис. 2 свидетельствуют, что в 10 страте древостои существенно различаются по жизненному состоянию: на 6 ППП они относятся к категории ослабленных, на 15 – сильно ослабленных и на 4 – отмирающих. Здоровые древостои в данной страте отсутствуют. Значительная дифференциация древостоев ППП по состоянию объясняется особенностями распределения техногенных нагрузок на территории лесопарков.

Созданная сеть ППП может быть использована в качестве основы организации мониторинга за состоянием городских лесов. Она может быть применена для оперативного слежения за нарушением устойчивости лесов, а также в целях контроля за динамикой негативных процессов, обеспечивающая раннее выявление неблагоприятного состояния насаждений [7].

### Заключение

Применение математико-статистических методов и стратификации лесов в соответствии с методикой ГИЛ позволяют проводить мониторинговые работы за состоянием городских лесов. По результатам наших исследований было выявлено преобладание страт со спелыми и перестойными насаждениями. В условиях высоких антропогенных нагрузках и строгого режима городских лесов данные участки требуют особого постоянного наблюдения. Полевые исследования показали преобладание сильно ослабленных насаждений в 10 страте. Предлагаемая система мониторинга позволит своевременно следить за состоянием насаждений и принимать своевременные меры по недопущению снижения жизненного и санитарного состояния.

Однако полученные нами результаты о количестве ПП, плотности их размещения по отдельным лесопаркам и значительная дифференциация древостоев ПП по состоянию свидетельствуют о необходимости внесения изменений в методику ГИЛ, уточняющие и детализирующие мониторинговые исследования в городских лесах, при сохранении ее основополагающих подходов. В частности для лесопарков актуальна более дифференцированная стратификация насаждений, учитывающая виды и степень антропогенной нагрузки, определяющая жизненное состояние и экологические функции насаждений.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Алексеев А.С. Мониторинг лесных экосистем / А.С. Алексеев. — СПб.: СПбГЛТА, 2003. — 116с.
2. Антанайтис В.В. Опыт инвентаризации лесов Литвы математико-статистическим методом / В.В. Антанайтис, И.Н. Репшис // Лесн. пром-ть. — М., 1973. — 104 с.
3. Красиков И.И. Закономерности структуры лесных массивов восточного склона Западного Саяна в республике Тыва : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Красиков Иван Иванович. — Красноярск, 2010. — 22 с.
4. Кулакова Н.Н. Структура, динамика и особенности таксации лиственничников в Нижнем Приангарье : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Кулакова Надежда Николаевна. — Красноярск, 2019. — 20 с.
5. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов. Утверждены приказом Рослесхоза от 10.11.2011 № 472. — URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/leshoz/199> (дата обращения: 01.01.2017).
6. Метелев Д.В. Структура и динамика городских лесов муниципального образования «город Екатеринбург» и совершенствование организации и ведения хозяйства в них : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Метелев Дмитрий Васильевич. — Екатеринбург, 2020. — 20 с.
7. Мозолевская Е.Г. Мониторинг состояния зеленых насаждений и городских лесов Москвы / Е.Г. Мозолевская, Н.К. Белова, Е.Г. Куликова и др. — 32 с. — URL: <http://belovy-da-i-nk.narod.ru/publik/1997/1997-4.pdf> (дата обращения: 02.02.2018)
8. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах : Постановление Правительства РФ : [от 9 декабря 2020 года № 2047]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573053313> (дата обращения: 20.11.2022).
9. Синкевич А.Е. Экологический мониторинг лесов на основе регулярной сети пробных площадей и анализ его результатов (на примере Ленинградской области) : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Синкевич Антон Евгеньевич; СЗТУ. — СПб, 2008. — 19 с.
10. Цветков В.Ф. Мониторинг состояния лесов Европейского Севера: Методические рекомендации / В.Ф. Цветков, Е.А. Лесинский, К.Э. Армолайтис и др. // Архангельск, 1995. — 35с.
11. Grossman H. Versuch zur Rationalisierung der Methodik von Holzvarrotsinventuren auf mathematisch-statistischer Grundlage / H. Grossman, G. Wolff // Arch. fur Forstwesen. — 1963. — № 12-1. — S. 77-101.
12. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling. Assessment. Monitoring and analysis of the effect of air pollution on forest. — Praga: UN-ECE, 1994. — 177p.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Alekseev A.S. Monitoring lesnyh ekosistem [Monitoring of forest ecosystems] / A.S. Alekseev. — St. Petersburg: SPbGLTA, 2003. — 116 p. [in Russian]

2. Antanaitis V.V. Opyt inventarizacii lesov Litvy matematiko-statisticheskim metodom [Experience of inventory of Lithuanian forests by mathematical and statistical method] / V.V. Antanaitis, I.N. Repshis // Lesn. prom-t [Forestry industry]. — M., 1973. — 104 p. [in Russian]
3. Krasikov I.I. Zakonomernosti struktury lesnyh massivov vostochnogo sklona Zapadnogo Sayana v respublike Tyva [Regularities of the structure of forests of the eastern slope of the Western Sayan in the Republic of Tyva] : autoabs. dis. ... of PhD in Agricultural Sciences: 06.03.02 / Krasikov Ivan Ivanovich. — Krasnoyarsk, 2010. — 22 p. [in Russian]
4. Kulakova N.N. Struktura, dinamika i osobennosti taksacii listvennichikov v Nizhnem Priangar'e [Structure, dynamics and features of the taxation of larch trees in the Lower Angara region] : abstract. dis. ... of PhD in Agricultural Sciences: 06.03.02 / Nadezhda Nikolaevna Kulakova. — Krasnoyarsk, 2019. — 20 p. [in Russian]
5. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu gosudarstvennoj inventarizacii lesov [Methodological recommendations for the state forest inventory]. Approved by Rosleskhoz Order No. 472 dated 10.11.2011. — URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/leshoz/199> (accessed: 01.01.2017). [in Russian]
6. Metelev D.V. Struktura i dinamika gorodskih lesov municipal'nogo obrazovaniya :gorod Ekaterinburg: i sovershenstvovanie organizacii i vedeniya hozyajstva v nih [The structure and dynamics of urban forests of the municipal formation "Yekaterinburg city" and the improvement of the organization and management of the economy in them] : abstract. dis. ... of PhD in Agricultural Sciences: 06.03.02 / Dmitry V. Metelev. — Yekaterinburg, 2020. — 20 p. [in Russian]
7. Mozolevskaya E.G. Monitoring sostoyaniya zelenyh nasazhdenij i gorodskih lesov Moskvy [Monitoring of the state of green spaces and urban forests in Moscow] / E.G. Mozolevskaya, N.K. Belova, E.G. Kulikova et al. — 32 p. — URL: <http://belovy-da-i-nk.narod.ru/publik/1997/1997-4.pdf> (accessed: 02.02.2018) [in Russian]
8. Ob utverzhdenii Pravil sanitarnoj bezopasnosti v lesah [On approval of the Rules for sanitary safety in forests] : Decree of the Government of the Russian Federation : [of December 9, 2020 No. 2047]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/573053313> (accessed: 20.11.2022). [in Russian]
9. Sinkevich A.E. Ekologicheskij monitoring lesov na osnove regul'nykh seti probnykh ploshchadej i analiz ego rezul'tatov (na primere Leningradskoj oblasti) [Ecological monitoring of forests on the basis of a regular network of trial areas and analysis of its results (on the example of the Leningrad region)] : autoabst. dis. ... of PhD in Agricultural Sciences: 06.03.02 / Sinkevich Anton Evgenievich; NWTU. — St. Petersburg, 2008. — 19 p. [in Russian]
10. Tsvetkov V.F. Monitoring sostoyaniya lesov Evropejskogo Severa: Metodicheskie rekomendacii [Monitoring of the state of forests of the European North: Methodological recommendations] / V.F. Tsvetkov, E.A. Lesinsky, K.E. Armolaitis et al. // Arkhangel'sk, 1995. — 35 p. [in Russian]
11. Grossman H. Versuche zur Rationalisierung der Methodik von Holzvarrotsinventuren auf mathematisch-statistischer Grundlage [Attempts to rationalize the methodology of wood varrots inventories on a mathematical-statistical basis] / H. Grossman, G. Wolff // Arch. fur Forstwesen [Archaeological for forestry]. — 1963. — № 12-1. — P. 77-101. [in German]
12. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling. Assesment. Monitoring and analysis of the effect of air pollution on forest. — Praga: UN-ECE, 1994. — 177p.