

ЭКОЛОГИЯ / ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.95>

СОСТОЯНИЕ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕЛЕНОМОШНОЙ ГРУППЫ)

Научная статья

Ведерников К.Е.<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-9112-6383;

<sup>1</sup> Удмуртский государственный университет, Ижевск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (wke-les[at]rambler.ru)

**Аннотация**

Представлены результаты исследования современного состояния темнохвойных лесов Удмуртской Республики. Для лесоводственно-таксационной характеристики и оценки состояния ельников заложено 18 пробных площадей в двух природных зонах республики. Темнохвойные леса региона сформированы елово-пихтовыми древостоями, преобладают ельники из группы *Piceeta hylocomiosa*. По видовому составу – это крайне бедные экосистемы. Санитарное состояние темнохвойных лесов в регионе неудовлетворительное в связи с наличием очагов дендрофагов, патогенных организмов и появление инвазивных видов. Процессы усыхания темнохвойных лесов в большей степени проявляются в подтаёжной зоне региона и связаны с изменением природных условий.

**Ключевые слова:** темнохвойные леса, таксационное описание, состояние насаждений, индекс санитарного состояния, устойчивость.

STATE OF DARK CONIFEROUS FORESTS OF THE UDMURT REPUBLIC (ON THE EXAMPLE OF THE PLEUROCARPOUS MOSS GROUP)

Research article

Vedernikov K.<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-9112-6383;

<sup>1</sup> Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation

\* Corresponding author (wke-les[at]rambler.ru)

**Abstract**

The results of the study of the current state of dark coniferous forests of the Udmurt Republic are presented. For silvicultural and taxonomic characterization and evaluation of the condition of spruce forests, 18 sample plots were established in two natural zones of the Republic. Dark coniferous forests of the region are formed by spruce-fir stands, spruce forests of the *Piceeta hylocomiosa* group prevail. In terms of species composition, these are extremely poor ecosystems. The sanitary condition of dark coniferous forests in the region is unsatisfactory due to the presence of centres of dendrophages, pathogenic organisms and the appearance of invasive species. The processes of dark coniferous forests desiccation are to a greater extent manifested in the sub-taiga zone of the region and are associated with changes in natural conditions.

**Keywords:** dark coniferous forests, taxation description, stand condition, sanitary condition index, sustainability.

**Введение**

Темнохвойные леса России имеют важное экономическое значение. Это определило их активное освоение в XX столетии. В Европейской части РФ темнохвойные леса в настоящее время представлены хвойными монокультурами. Эти системы отличаются низким видовым разнообразием, одновозрастными древостоями. Подобные системы обладают низкой резистентностью к неблагоприятным факторам среды. Особенно остро это проявляется на фоне климатических изменений в биосфере. На территории Европейской части России экстремально высокие температуры в летний период 2010 г. привели к ослаблению темнохвойных лесов и как итог к образованию очагов дендрофагов [1], [2]. В период глобального изменения климата, необходима разработка стратегии по управлению и созданию лесных систем с высокими адаптационными свойствами. Для разработки стратегии необходимо понимание природы темнохвойных лесов и их структуры.

Цель работы – исследовать состояние темнохвойных лесов Удмуртии.

**Методы и принципы исследования**

Исследования проводились в границах Удмуртии, в пределах двух природных зон: северная часть Удмуртии – таёжная зона, южная часть Удмуртии – подтаёжная зона [3].

Для оценки параметров и состояния темнохвойных древостоев закладывались пробные площади (далее – ПП). Размер пробных площадей был стандартным для всех лесничеств и составлял 1 га (100×100 м). Пространственное расположение пробных площадей представлено на рисунке 1.

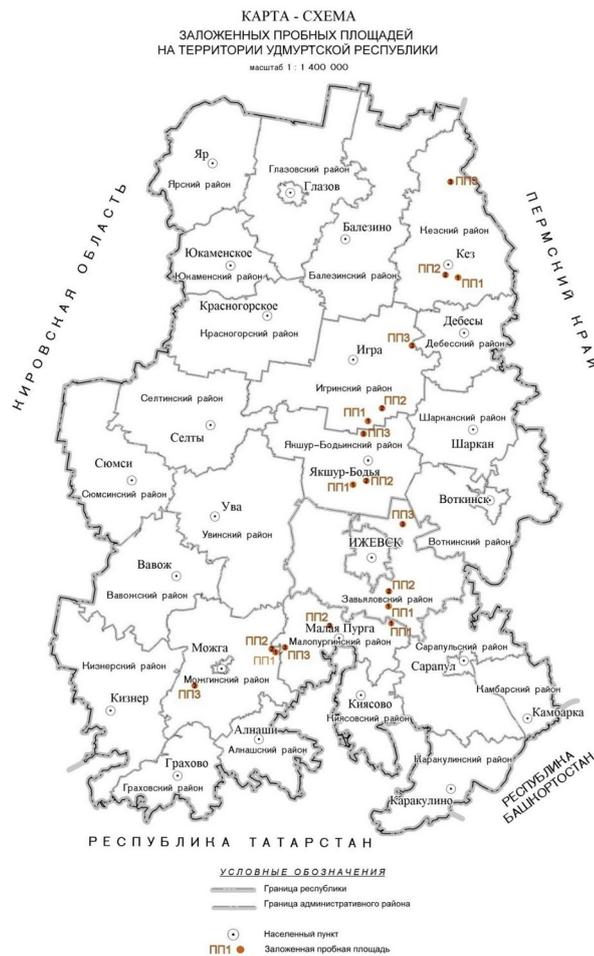


Рисунок 1 - Пространственное расположение пробных площадей на территории Удмуртской Республики  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.95.1>

Тип леса на пробных площадях определялся по лесоводственной типологии В.Н. Сукачева, на основании таксационного описания и характеристики живого напочвенного покрова [4]. Также давалась характеристика подроста и подлеска.

Параметры древостоя (средняя высота, м; средний диаметр, см; средний возраст, лет) определялись по стандартным методикам. Запас древесины определялся по формуле предложенной проф. Н.П. Анучиным для теневыносливых пород [5]:

$$M = 10 \times \sum G + 0,4 \sum G(H - 21) \quad (1)$$

Состояние деревьев определялось по внешним морфологическим признакам в соответствии со шкалой категорий состояния деревьев, представленной в Постановлении Правительства № 2047 [6].

### Основные результаты

Темнохвойные леса Удмуртии сформированы елово-пихтовыми древостоями. В основном преобладает ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) на которую приходится 80% и более от всех видов в древесном ярусе. Пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.) представлена в древостое незначительно и не превышает 20% на севере Удмуртии, тогда как на юге – не более 10%. Увеличение доли пихты в составе древостоя в таёжной зоне связано с более высоким количеством осадков в северной части республики.

Таксационное описание древостоя на пробных площадях приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Средние морфометрические параметры изучаемых древостоев

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.95.2>

№ПП	Состав	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Запас древесины, м <sup>3</sup> /га		Бонитет
					растущих деревьев	сухостоя	
Подтаёжная зона							
1	9Е1П	70	21	27,9	107	67	II
2	9Е1П	67	23	26,0	120	88	I
3	9Е1П	60	20	26,9	198	48,6	I
4	10Е	60	18	25,9	53	94	II
5	10Е	65	22	21,4	31	29	I
6	10Е	60	18	20,3	61,6	71,5	II
7	9Е1П	60	23	25,7	178,8	178,1	I
8	9Е1П	50	20	22,6	145,7	99,5	I
9	9Е1С	60	19	19,1	264,9	57,5	II
Таёжная зона							
1	8Е1П1Б	77	18	22,2	109,1	29,3	III
2	9Е1Ос	74	23	26,8	191,2	89,9	II
3	8Е2П	74	21	30,8	375	23	I
4	8Е2П	69	19	22,9	182,2	26,0	II
5	9Е1П	70	19	23,9	27,7	15,7	II

6	8Е2П	64	20	21,9	222,1	21,2	I
7	8Е2П	62	19	21,1	196,6	187	II
8	9Е1П	63	21	21,4	225,9	22,1	I
9	8Е2П	65	21	22,3	213,	18,9	I

В среднем класс бонитета составил I,5, что свидетельствует о высокой продуктивности древостоев.

По лесотипологической классификации исследуемые насаждения относятся к группе – *Piceeta hylcomiosa*, тип леса – ельник кисличник (*Piceetum oxalidosum*). В напочвенном покрове среди трав преобладает кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), реже встречается копытень европейский (*Asarum europaeum* L.) и местами подмаренник мягкий (*Galium mollugo* L.), а также формирует покров ритидиадельфус (*Rhytidiadelphus triquetrus*).

В еловом лесу практически отсутствует подпоголовый ярус в виде подроста и подлеска (рисунок 2).



Рисунок 2 - Внешний вид исследуемого елового древостоя  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.95.3>

В целом подлесочный ярус, в исследуемых насаждениях, отсутствует или присутствует, но редкий. Густой подлесок был приурочен к экотонной зоне леса или в местах «окон» в древостое. В подлеске во всех исследуемых насаждениях встречаются такие виды, как малина лесная (*Rubus idaeus* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa* Scop.), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum* L.) и ива козья (*Salix caprea* L.).

Между тем, в подтаёжной зоне выявлено значительное количество сухостойной древесины, что свидетельствует о неудовлетворительном санитарном состоянии. По санитарному состоянию все исследуемые насаждения характеризуются от ослабленных до усыхающих. Наиболее неблагоприятное санитарное состояние наблюдается подтаёжной зоне – индекс санитарного состояния – 2,62-3,73 (рисунок 3).

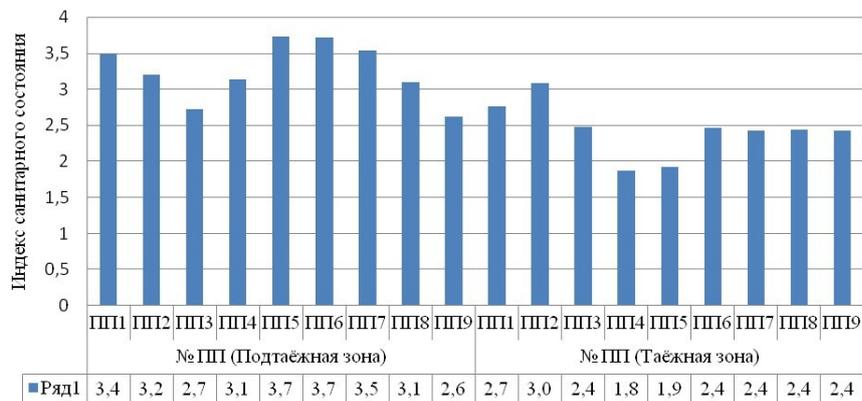


Рисунок 3 - Индекс санитарного состояния исследуемых насаждений  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.95.4>

Наиболее неблагоприятные санитарная обстановка наблюдается на ПП1,2,5,6,7 в подтаёжной зоне. Эти насаждения характеризуются как усыхающие. Фактически на данных участках еловый древостой погиб.

Неблагоприятное санитарное состояние еловых насаждений в подтаёжной зоне связано с жизнедеятельностью дендрофагов (короедов). На погибших растениях выявлены типичные для короедов следы жизнедеятельности (рисунок 4).



Рисунок 4 - Внешний вид ствола ели, поврежденного короедами  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.95.5>

В таёжной зоне наиболее неблагоприятное санитарное состояние наблюдается на ПП 1 и 2 (индекс санитарного состояния 2,76 и 3,09). Насаждения на данных участках характеризуются как сильно ослабленные (обилие особей категории старый сухостой со следами жизнедеятельности насекомых).

На ПП 9 в подтаёжной зоне были выявлены ветровальные деревья, с деструктивной гнилью в комлевой части и корневой системы (рисунок 5).



Рисунок 5 - Внешний вид ветровальных деревьев ели с деструктивной гнилью корней и гниль на керне древесины  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.95.6>

Также при отборе кернов древесины у деревьев данной ПП была выявлена комлевая гниль. У поваленных растений наблюдалась деструктивная гниль механической ткани корневой системы, что также подтверждает распространение в данном насаждении патогена *Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk. Еловая корневая губка – сапротрофный гриб, приводящий к ветровалу ели и снижающий качество древесины. Данный патоген не вызывает массовое усыхание насаждений, но формирует благоприятные условия для развития иных патогенных организмов [7], [8].

Следует отметить, что ель является довольно уязвимым видом к различным заболеваниям и повреждениям вредителями. Из дендрофагов чаще всего в Удмуртии встречаются пушистый полиграф (*Polygraphus polygraphus* L.), типограф (*Ips. typographus* L.) и гравер (*Pityogenes chalcographus* L.), поражающие ослабленные спелые и перестойные леса. Из вредителей шишек и семян ели наиболее распространены шишковая листовертка (*Laspeyresia strobilella* L.) и огнёвка (*Dioryctria abietella* Schiff.). Из грибных заболеваний чаще всего встречается еловая корневая губка, как и показали исследования. Также встречаются такие виды, как *Fomitopsis pinicola*, *F. annosa*, *Phellinus pini* var *abietis*. Часть из них типичные сапрофиты, участвующие в переработке отмершей древесины и ее минерализации. Другая часть грибов (*F. annosa*, *Phellinus pini* var *abietis*) – активные паразиты, поселяющиеся на растущих деревьях. Как правило, сапротрофные грибы снижают качество древесины, но редко вызывают массовую гибель елового леса. Но следует отметить, что в условиях глобального изменения климата поведение болезней и вредителей может поменяться не в лучшую сторону.

По ранее проведенным исследованиям в Удмуртии меняется температурный режим и количество атмосферных осадков. Это приводит к ослаблению еловых насаждений и к возникновению очагов болезней и вредителей [9]. В Удмуртии 2019 г. фиксируется инвазионный вид уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford) [10] (рисунок 6). В процессе исследования данный вид был обнаружен на всех ПП в подтаёжной зоне и на ПП1-3 в таёжной зоне. Обширный охват территории за короткий период свидетельствует о долговременной скрытой инвазии вредителя и его адаптации в условиях Удмуртии.



Рисунок 6 - Внешнее состояние *Abies sibirica* Ledeb., пораженных *Polygraphus proximus* Blandford  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.95.7>

Уссурийский полиграф поражает пихту не зависимо от состояния и возраста и приводит к гибели растения. Пихта сибирская, как показали исследования, является несомненным спутником ели, при формировании темнохвойного насаждения.

В сложившихся условиях, для поддержания в устойчивом состоянии темнохвойных лесов региона, необходимо изменение стратегии ведения лесного хозяйства. При лесовосстановлении, наряду с высокопродуктивными деревьями, необходимо вести селекционный отбор растений с высокими иммунными механизмами.

#### Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что еловые леса преобладают в Удмуртии. Преобладают наиболее продуктивные типы леса – *Piceetum oxalidosum*.

В регионе наблюдается кризис темнохвойных лесов, связанный с очагами развития дендрофагов и патогенных организмов. Наиболее неблагоприятное санитарное состояние еловых насаждений, наблюдается в подтаёжной зоне (индекс санитарного состояния 2,7-3,7) и связаны с жизнедеятельностью короеда-типографа (*Ips typographus*).

Глобальные климатические изменения привели к ослаблению еловых насаждений и появлению инвазионных насекомых, повреждающих пихту. Это обстоятельство привело к кризису елово-пихтовых лесов Удмуртии и снижению их экосистемной роли.

#### 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. Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов / А.Д. Маслов. — Москва: ВНИИЛМ, 2010. — 138 с.
2. Алябьев А.Ф. Усыхание ельников Подмосковья / А.Ф. Алябьев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. — 2013. — № 6. — С. 159-166.
3. Рысин И.И. География Удмуртии: природные условия и ресурсы / И.И. Рысин. — Ижевск: Удмуртский университет, 2009. — 256 с.
4. Сукачев В.Н. Методические указания к изучению типов леса / В.Н. Сукачев, С.В. Зонн. — Москва: Академия наук СССР, 1961. — 190 с.
5. Ушаков А.И. Лесная таксация и лесоустройство: Учебное пособие / А.И. Ушаков. — Москва: Издательство МГУЛ, 1997. — 176 с.
6. Российская Федерация. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах : Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047. — URL: <https://base.garant.ru/75037636/> (дата обращения: 15.12.2023).
7. Whitney R.D. Root-rotting Fungi in White Spruce, Black Spruce, and Balsam Fir in Northern Ontario / R.D. Whitney // Canadian Journal of Forest Research. — 1995. — Vol. 25. — № 8. — DOI: 10.1139/x95-134.
8. Stenlid J. Fungi Inhabiting Stems of Picea Abies in Managed Stand in Lithuania / J. Stenlid // Forest Ecology and Management. — 1998. — Vol. 109. — № 1-3. — DOI: 10.1016/S0378-1127(98)00226-6.

9. Vedernikov K.E. The State of Dark Coniferous Forests on the East European Plain Due to Climate Change / K.E. Vedernikov, I.L. Bukharina, D. N. Udalov // *Life*. — 2022. — Vol. 12. — № 11. — DOI: 10.3390/life12111874.

10. Дедюхин С.В. Обнаружение уссурийского полиграфа (*polygraphus proximus blandford, 1894*) (coleoptera, curculionidae: scolytinae) в Удмуртии / С.В. Дедюхин, В.В. Титова // *Российский журнал биологических инвазий*. — 2021. — № 2. — DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-2-32-39.

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

1. Maslov A.D. Koroed-tipograf i usyhanie elovyh lesov [Bark Beetle Typographer and Drying of Spruce Forests] / A.D. Maslov. — Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization, 2010. — 138 p. [in Russian]

2. Aljab'ev A.F. Usyhanie el'nikov Podmoskov'ja [Drying up of Spruce Forests in the Moscow Region] / A.F. Aljab'ev // *Vestnik MGUL – Lesnoj vestnik [MSUF Bulletin – Forest Bulletin]*. — 2013. — № 6. — P. 159-166. [in Russian]

3. Rysin I.I. Geografija Udmurtii: prirodnye uslovija i resursy [Geography of Udmurtia: Natural Conditions and Resources] / I.I. Rysin. — Izhevsk: Udmurt University, 2009. — 256 p. [in Russian]

4. Sukachev V.N. Metodicheskie ukazaniya k izucheniju tipov lesa [Methodological Guidelines for the Study of Forest Types] / V.N. Sukachev, S.V. Zonn. — Moscow: Academy of Sciences of USSR, 1961. — 190 p. [in Russian]

5. Ushakov A.I. Lesnaja taksatsija i lesoustrojstvo: Uchebnoe posobie [Forest Taxation and Forest Management: Study guide] / A.I. Ushakov. — Moscow: Publishing House of MSUF, 1997. — 176 p. [in Russian]

6. Russian Federation. Ob utverzhdenii Pravil sanitarnoj bezopasnosti v lesah [On the Approval of the Rules of Sanitary Safety in Forests] : Resolution of the Government of the Russian Federation dated December 9, 2020 № 2047. — URL: <https://base.garant.ru/75037636/> (accessed: 15.12.2023). [in Russian]

7. Whitney R.D. Root-rotting Fungi in White Spruce, Black Spruce, and Balsam Fir in Northern Ontario / R.D. Whitney // *Canadian Journal of Forest Research*. — 1995. — Vol. 25. — № 8. — DOI: 10.1139/x95-134.

8. Stenlid J. Fungi Inhabiting Stems of Picea Abies in Managed Stand in Lithuania / J. Stenlid // *Forest Ecology and Management*. — 1998. — Vol. 109. — № 1-3. — DOI: 10.1016/S0378-1127(98)00226-6.

9. Vedernikov K.E. The State of Dark Coniferous Forests on the East European Plain Due to Climate Change / K.E. Vedernikov, I.L. Bukharina, D. N. Udalov // *Life*. — 2022. — Vol. 12. — № 11. — DOI: 10.3390/life12111874.

10. Dedjuhin S.V. Obnaruzhenie ussurijskogo poligrafa (*polygraphus proximus blandford, 1894*) (coleoptera, curculionidae: scolytinae) v Udmurtii [The Discovery of the Ussuri Polygraph (*polygraphus proximus blandford, 1894*) (coleoptera, curculionidae: scolytinae) in Udmurtia] / S.V. Dedjuhin, V.V. Titova // *Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij [Russian Journal of Biological Invasions]*. — 2021. — № 2. — DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-2-32-39. [in Russian]