

УДК 630.223:630.57:571.12

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВОСТОЕВ С ИХ СОСТОЯНИЕМ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЗАЩИТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. В. Данчева¹, С. В. Залесов², В. С. Коровина¹

¹ Государственный аграрный университет Северного Зауралья
625003, Тюмень, ул. Республики, 7

² Уральский государственный лесотехнический университет
620100, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37

E-mail: a.dancheva@mail.ru, zalesovsv@m.usfeu.ru, korovinavs.22@mti.gausz.ru

Поступила в редакцию 10.02.2023 г.

Приведены результаты исследования взаимосвязи таксационных показателей одновозрастных высокополнотных, чистых по составу сосновых древостоев экологического парка «Затюменский» г. Тюмени с крупностью деревьев по диаметру и их относительной высотой с возможным использованием последней в оценке состояния. Установлено, что на долю мелких по диаметру деревьев приходится 6–13 % общего количества деревьев на пробных площадях, запас которых не превышает 4 % от общего запаса древостоя. Крупные по диаметру деревья составляют 18–36 % от общего количества деревьев и 30–50 % от общего запаса на пробных площадях. По санитарному и относительному жизненному состоянию, относительной высоте и коэффициенту напряженности роста мелкие по диаметру деревья в большинстве случаев характеризуются как сильно ослабленные, отмирающие и биологически неустойчивые, а крупные и средние по диаметру деревья – как здоровые или ослабленные, но биологически устойчивые. На средние показатели общего состояния древостоя значительное отрицательное влияние оказывает наличие мелких по диаметру деревьев, в большинстве случаев сильно ослабленных и отмирающих. Выявлена общая закономерность ухудшения состояния древостоя с увеличением рекреационного воздействия. Установлено, что ослабленные деревья со значением относительной высоты $H/D > 100$ характеризуются наименьшим диаметром, а их количество и запас возрастают с увеличением рекреационного воздействия. По результатам проведенных исследований предложен ряд лесохозяйственных мероприятий для повышения биологической устойчивости, рекреационной привлекательности и защитных функций исследуемых сосняков.

Ключевые слова: *сосновые древостои, лесопарк, рекреационное воздействие, таксационные показатели, состояние деревьев.*

DOI: 10.15372/SJFS20230406

ВВЕДЕНИЕ

Комплексный подход к освоению лесных ресурсов, с учетом возможностей их многоцелевого использования, вызывает необходимость совершенствования лесохозяйственной деятельности. Ведение лесного хозяйства должно быть направлено на повышение продуктивности лесов (Данчева и др., 2015; Константинов, Сергиенко, 2016; Воронин и др., 2021; Замолотчиков и др., 2021; Залесов и др., 2022). На современном этапе развития человечества не вызывает сомнения многофункциональная роль лесов для

населения планеты, а также необходимость их сохранения и защиты. Однако последнее можно обеспечить только при условии продуманной эффективной системы мероприятий по осуществлению экологического мониторинга (Хайретдинов и др., 2010; Соболев и др., 2011; Грязькин и др., 2020; Конашова и др., 2020; Нгуен и др., 2021; Коляда и др., 2022; Морозов и др., 2022). Именно мониторинг позволяет зафиксировать изменения в количественных и качественных показателях компонентов лесных насаждений на ранних стадиях и принять адекватные меры по недопущению деградации лесов.

© Данчева А. В., Залесов С. В., Коровина В. С., 2023

В качестве объекта мониторинга можно использовать все компоненты насаждения. Однако наиболее объективные данные о его состоянии позволяют получить мониторинг за главным компонентом – древостоем. Последнее объясняется тем, что именно его таксационные показатели определяют состояние, устойчивость и производительность насаждения в целом. Даже незначительные изменения древостоя требуют проведения лесоводственных мероприятий и внесения конкретных корректировок в программу выращивания леса.

Исследования по совершенствованию режима выращивания леса, формированию наиболее продуктивных для конкретных лесорастительных условий древостоев, характеризующихся повышенной устойчивостью к неблагоприятным природным и антропогенным факторам, проводятся на протяжении многих десятилетий (Данчева и др., 2014; Бунькова, 2018; Гибадуллин и др., 2018; Данчева, Панкратов, 2021). Особенно актуальна проблема сохранения устойчивости для городских лесов и лесных парков, которые, выполняя важные для населения экологические и социальные функции, испытывают повышенные рекреационные нагрузки и систематическое воздействие многообразных промышленных загрязнителей.

В этом плане не являются исключением лесные парки и городские леса г. Тюмени. В то же время и здесь вопросы санитарного состояния, производительности и устойчивости древостоев изучены недостаточно. Выполненные исследования дают представление о частных случаях устойчивости насаждений при существующих рекреационных нагрузках и не позволяют комплексно оценить состояние древостоев даже в разрезе одного конкретного лесного парка или урочища.

Цель настоящей работы – проанализировать взаимосвязь таксационных показателей древостоев с их состоянием в сосновых насаждениях экологического парка «Затюменский» г. Тюмени и на основе результатов исследований представить предложения по их сохранению и повышению устойчивости древостоев.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследований были выбраны чистые одновозрастные сосновые насаждения наиболее известного в г. Тюмени экологического парка «Затюменский».

В основу работ положен метод временных пробных площадей (впп), которые закладывались с учетом методических рекомендаций, изложенных в широко известных апробированных методиках (Данчева и др., 2017; Данчева, 2018; Бунькова и др., 2020). В процессе исследований были заложены 3 впп, каждая из которых в различной степени подвергается рекреационному воздействию.

Степень рекреационного воздействия устанавливалась по показателю удаленности впп от путей транспорта. В частности, впп-1С расположена в 5 м от автомобильной дороги, впп-2С – в 20 м и впп-3С – в 50 м (см. рисунок, а – в).

В соответствии с методическими рекомендациями (Бунькова, 2018; Бунькова и др., 2020), указанные расстояния впп от дороги позволяют отнести впп-1С к зоне активного, впп-2С – к зоне умеренного и впп-3С – к зоне слабого посещения.

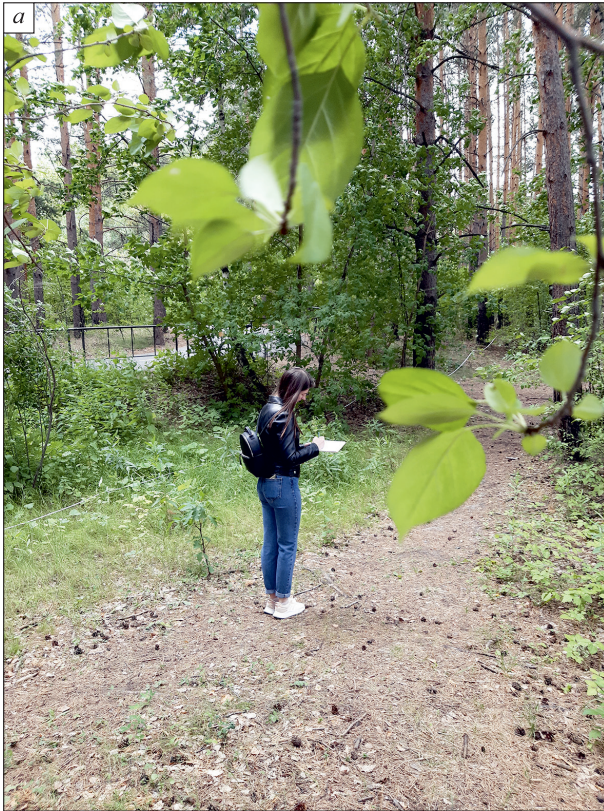
На всех впп устанавливались средние таксационные показатели древостоев по известным лесоводственно-таксационным методикам (Данчева и др., 2017; Бунькова и др., 2020). Кроме того, по методике Г. Е. Комина (Данчева, 2018) выполнено распределение деревьев по рангам на основе показателей диаметров на высоте 1.3 м. При этом на впп-1С и впп-3С в ранг (категорию) крупных, средних и мелких деревьев отнесены деревья с диаметром на высоте 1.3 м 35–46; 19–34.9 и 12–18.9 см соответственно. На впп-2С к крупным относились деревья с диаметром 39–52 см, к средним – 21–38.9 и мелким – 18–20.9 см.

Определены такие показатели состояния древостоев в целом и каждого дерева в отдельности, как санитарное состояние, относительное жизненное состояние (ОЖС), относительная высота (Н/Д), и комплексный оценочный показатель (КОП) (Данчева, 2018; Правила..., 2020).

В основу установления санитарного состояния древостоев положены средние значения категорий состояния (Кс). При Кс 1.0–1.5 древостой считался здоровым, 1.6–2.5 – ослабленным, 2.6–3.5 – сильно ослабленным, 3.6–4.6 – отмирающим, а при 4.6 и более – отмершим.

Характеристика состояния деревьев по показателю ОЖС: 0–19 % – деревья отмирающие, 20–50 – сильно ослабленные, 51–79 – ослабленные, 80–100 – здоровые.

При $H/D > 100$ деревья характеризуются как ослабленные и биологически неустойчивые, $H/D < 100$ – деревья и древостой являются устойчивыми.



Общий вид исследуемых сосняков экологического парка «Затюменский».

а – впп-1С в зоне активного посещения, *б* – впп-2С в зоне умеренного посещения; *в* – впп-3С в зоне контроля.

К биологически устойчивым древостоям относятся таковые со значением КОП в возрасте 40–70 лет 5.8 см/см^3 , в 80–90 лет – 4, в 100 лет и более, $2\text{--}3 \text{ см/см}^3$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки взаимосвязи состояния деревьев с их крупностью по диаметру в исследуемых сосновых древостоях проведено распределение анализируемых показателей по категориям крупности на каждой пробной площади (табл. 1).

По данным, представленным в табл. 1, на всех пробных площадях на долю крупных по диаметру деревьев приходится 17–36 %, что в

2.5–3 раза больше в сравнении с количеством мелких деревьев. На долю крупных деревьев приходится 30–60 % общего запаса деревьев на впп, на долю мелких по диаметру – 6–13 %, при этом запас таких деревьев не превышает 4 % от общего.

Следует отметить, что на впп-1С и впп-3С по запасу преобладают средние по крупности деревья – 61–66 %. Исключение составляет древостой на впп-2С, в котором наибольшую долю общего запаса древостоя составляют крупные деревья – до 59 %.

На всех пробных площадях отмечается увеличение балла санитарного состояния и уменьшение показателя жизненного состояния с уменьшением диаметра деревьев. Крупные по

Таблица 1. Средние значения таксационных параметров и показателей состояния по категориям крупности деревьев в сосняках в зоне активного посещения

Показатель	Впп-1С			Впп-2С			Впп-3С		
	Деревья								
	мел- кие	сред- ние	круп- ные	мел- кие	сред- ние	круп- ные	мел- кие	сред- ние	круп- ные
Количество деревьев, %	12.9	66.1	21.0	6.1	57.6	36.3	11.9	71.2	16.9
Запас стволовой древесины, %	3.4	61.1	35.5	1.7	39.8	58.5	4.1	66.1	29.8
Санитарное состояние, балл	4.1	2.7	2.3	2.5	2.3	2.1	3.7	2.3	2.0
Относительное жизненное состояние, %	36.9	60.5	66.2	80.0	70.3	73.7	50.3	71.7	75.0
Относительная высота	116.0	87.6	61.4	104.1	83.4	57.7	111.6	89.0	67.1
Комплексный оценочный показатель, см/см ²	9.2	4.2	2.0	6.6	3.4	1.6	7.3	4.0	2.2

диаметру дерева по баллу санитарного состояния характеризуются как ослабленные. Состояние средних по диаметру деревьев (категория средние) на впп-2С и впп-3С оценивается как ослабленные, а на впп-1С – сильно ослабленные. Мелкие по диаметру дерева (категория мелкие) по баллу санитарного состояния на большинстве впп характеризуются как отмирающие.

Показатели ОЖС на впп позволяют категории крупных и средних деревьев отнести к ослабленным, а мелкие по диаметру дерева – к сильно ослабленным.

Аналогичная закономерность установлена и при анализе показателя относительной высоты. Крупные и средние по диаметру дерева на всех впп характеризуются $H/D < 100$, что позволяет отнести их к биологически устойчивым. Большинство мелких по диаметру деревьев на всех впп имеют относительную высоту $H/D > 100$, что свидетельствует об общем ослаблении их состояния.

По значению коэффициента напряженности роста на всех пробных площадях крупные

и средние по диаметру дерева устойчивы, мелкие характеризуются как неустойчивые.

Было проведено распределение основных показателей таксационных и состояния деревьев на пробных площадях по значению относительной высоты для анализа их взаимосвязи (табл. 2).

По данным проведенных исследований отмечается общая закономерность увеличения количества ослабленных (биологически неустойчивых) деревьев со значением относительной высоты ($H/D > 100$) с увеличением рекреационного воздействия. На впп-1С, где рекреационные нагрузки максимальные, количество деревьев с $H/D > 100$ в 1.5–4 раза больше такового на впп-2С и впп-3С.

Несмотря на тот факт, что на всех впп в древостоях преобладают деревья с показателями $H/D < 100$, т. е. биологически устойчивые с увеличением интенсивности рекреационного воздействия наблюдается снижение доли биологически устойчивых деревьев с $H/D < 100$ в 1.2–1.3 раза.

Таблица 2. Распределение таксационных показателей и показателей состояния деревьев на пробных площадях по значению относительной высоты

Относительная высота (H/D)	Показатель	Впп-1С	Впп-2С	Впп-3С
> 100	Количество деревьев, %	25.8	6.1	16.9
	Диаметр, см	19.3	21.7	20.8
	Запас стволовой древесины, %	10.3	2.0	7.4
	ОЖС, %	43.2	77.5	54.5
	КОП, см/см ²	8.0	6.6	6.9
< 100	Количество деревьев, %	74.2	93.9	83.1
	Диаметр, см	32.0	36.8	31.6
	Запас стволовой древесины, %	89.7	98.0	92.6
	ОЖС, %	63.6	71.8	73.4
	КОП, см/см ²	3.3	2.8	3.5

Диаметр деревьев, характеризующихся относительной высотой $H/D > 100$, меньше в 1.5–1.7 раза в сравнении с аналогичным показателем у деревьев с относительной высотой $H/D < 100$ на всех пробных площадях.

Запас ослабленных деревьев с $H/D > 100$ увеличивается с ростом рекреационного воздействия. Так, на впп-1С в зоне активного посещения запас таких деревьев составляет в среднем 10 % от общего запаса древостоя, что в 1.4–5 раз больше, чем на впп-2С и впп-3С в зоне умеренного и слабого посещения. Следует отметить, что с увеличением рекреационной нагрузки снижается показатель ОЖС деревьев как ослабленных ($H/D > 100$), так и биологически устойчивых с $H/D < 100$. При этом средний диаметр анализируемых по данному показателю состояния деревьев также снижается. Так, на впп-1С деревья с $H/D > 100$ имеют средний диаметр 19.3 см при показателе жизненного состояния 43.2. Деревья указанной группы по приведенному показателю состояния можно отнести к сильно ослабленным. В сосняках на впп-2С и впп-3 биологически неустойчивые деревья с $H/D > 100$ характеризуются средним диаметром 21–22 см с оценкой их жизненного состояния как ослабленное (ОЖС = 55–78 %).

По значению КОП деревья, относительная высота которых $H/D > 100$, на всех впп характеризуются как ослабленные. В то же время деревья с $H/D < 100$ по показателю КОП на всех пробных площадях характеризуются как биологически устойчивые.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сосняках экологического парка «Затюменский» на долю отставших в росте мелких по диаметру деревьев приходится 6–13 % общего количества и 4 % запаса всех деревьев.

Все анализируемые показатели состояния позволяют отнести мелкие деревья к сильно ослабленным, отмирающим и биологически неустойчивым, в отличие от крупных и средних деревьев, которые характеризуются как здоровые или ослабленные, но биологически устойчивые.

Отмечается общая закономерность увеличения количества ослабленных (биологически неустойчивых) деревьев с относительной высотой $H/D > 100$ с увеличением рекреационного воздействия. В сосновом древостое, расположенном на расстоянии 5 м от объекта линейной рекреации (благоустроенной дороги для пешеходного и велосипедного передвижения), таких

деревьев в 1.5–4 раза больше, чем в сосняках, расположенных на расстоянии 20 и 50 м от объекта линейной рекреации.

На всех пробных площадях диаметр ослабленных деревьев с относительной высотой $H/D > 100$ характеризуется наименьшими значениями (в 1.5–1.7 раза меньше), чем у деревьев с относительной высотой $H/D < 100$.

С увеличением рекреационного воздействия отмечается общая закономерность снижения ОЖС деревьев с $H/D > 100$ и деревьев с $H/D < 100$. У ослабленных деревьев (со значением $H/D > 100$) данная закономерность наиболее выражена.

Для повышения биологической и противопожарной устойчивости сосновых насаждений экологического парка «Затюменский» можно рекомендовать уборку мелких, отставших в росте деревьев в биогруппах и уход за одиночно стоящими путем улучшения условий роста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бунькова Н. П. Использование комплексного оценочного показателя для установления рекреационной устойчивости сосновых насаждений // Вестн. Бурят. гос. с.-х. акад. 2018. № 4 (53). С. 120–128.
- Бунькова Н. П., Залесов С. В., Залесова Е. С., Магасумова А. Г., Осипенко Р. А. Основы фитомониторинга: учеб. пособ., 3-е изд., доп. и перераб. Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. 90 с.
- Воронин В. В., Третьяков С. В., Шумилова Ю. Н., Карпов А. А., Ермолина М. С. Обоснование лесохозяйственных мероприятий для рекреационных лесов Северо-Востока Европейской России // Сиб. лесн. журн. 2021. № 4. С. 56–63.
- Гибадуллин Н. Ф., Мусин Х. Г., Халилов И. И., Ахметов А. Ю., Гафиятов Р. Х. Роль защитных лесов в экосистеме // Вестн. Казан. гос. агр. ун-та. 2018. Т. 13. № 4 (51). С. 21–23.
- Грязькин А. В., Кочкин А. А., Прокофьев А. Н., Гуталь М. М., Тхань Ч. Ч., Ефимов А. В. Влияние рекреационной нагрузки в зимний период на лесную экосистему // Изв. СПбЛТА. 2020. № 230. С. 6–18.
- Данчева А. В. Повышение рекреационной устойчивости и привлекательности сосновых лесов Казахстана: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.02. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. 515 с.
- Данчева А. В., Залесов С. В., Муканов Б. М., Портянко А. В. Определение стадий рекреационной дигрессии в сосновых насаждениях Казахского мелкосопочника (на примере ГНПП «Бурабай») // Агр. Россия. 2014. № 10. С. 9–15.
- Данчева А. В., Залесов С. В., Муканов Б. М. Влияние рекреационных нагрузок на биометрические параметры ассимиляционного аппарата сосновых древостоев // Лесн. вестн. 2015. Т. 19. № 2. С. 44–50.
- Данчева А. В., Залесов С. В., Султанова Р. Р. Функциональное зонирование сосняков рекреационного назначения Казахского мелкосопочника // Вестн. Башкир. гос. агр. ун-та. 2017. № 2 (42). С. 101–105.

- Данчева А. В., Панкратов В. К. Оценка эффективности рубок ухода в сухих сосняках Казахского мелкосопочника // ИВУЗ. Лесн. журн. 2021. № 2 (380). С. 45–55.
- Залесов С. В., Сураев П. Н., Бунькова Н. П., Осипенко А. Е., Панин И. А., Петров А. И. Интенсификация лесопользования путем совершенствования нормативно-правовых документов // Междунар. науч.-иссл. журн. 2022. № 10 (124). С. 1–4.
- Замолодчиков Д. Г., Грабовский В. И., Каганов В. В. Эко-системные услуги и пространственное распределение защитных лесов Российской Федерации // Лесоведение. 2021. № 6. С. 581–592.
- Коляда А. С., Белов А. Н., Розломий Н. Г., Берсенева С. А. Сквер как ландшафтно-архитектурная территория рекреационно-функционального назначения на территории города Уссурийска Приморского края // Лесн. вестн. 2022. Т. 26. № 4. С. 73–80.
- Конашова С. И., Султанова Р. Р., Мартынова М. В., Рахматуллин З. З. Формирование широколиственных лесов в условиях интенсивной рекреации // Тр. СПбНИИЛХ. 2020. № 1. С. 32–43.
- Константинов А. В., Сергиенко В. Г. Влияние изменений климата в голоцене на формирование разнообразия современных лесов и их трансформация к концу XXI века в Европейской России // Лесотех. журн. 2016. Т. 6. № 3 (23). С. 19–29.
- Морозов А. Е., Стародубцева Н. И., Кирибаум А. Р., Чанотей Д. Динамика состояния древостоев лесного парка имени Лесоводов России г. Екатеринбурга под воздействием рекреации // Леса России и хоз-во в них. 2022. № 3 (82). С. 25–31.
- Нуеун Т. И., Данг В. Х., Парина Т. А. Видовое разнообразие и декоративные особенности растений в озеленении города Ханой // ИВУЗ. Лесн. журн. 2021. № 5 (383). С. 65–75.
- Правила санитарной безопасности в лесах. Утв. Постановлением Правительства РФ от 09.12.2020 № 2047. М.: Правительство РФ, 2020.
- Соболев Н. В., Байчибаева А. В., Данчева А. В. Экологическая рекреационная емкость как мера запаса лесных рекреационных ресурсов // Агр. вестн. Урала. 2011. № 5 (84). С. 52–55.
- Хайретдинов А. Ф., Мусин Х. Г., Гафиятов Р. Х., Нафикова И. Р. Дифференцированная оценка рекреационного потенциала лесов // Вестн. Башкир. гос. агр. ун-та. 2010. № 3. С. 49–55.

RELATIONSHIP OF FOREST SURVEY PARAMETERS WITH INDICATORS OF CONDITION IN PINE PROTECTIVE STANDS

A. V. Dancheva¹, S. V. Zalesov², V. S. Korovina¹

¹ State Agrarian University of Northern Zaural'e
Respubliki Str., 7, Tyumen, 625003 Russian Federation

² Ural State Forest Engineering University
Sibirsky Tract Str., 37, Yekaterinburg, 620100 Russian Federation

E-mail: a.dancheva@mail.ru, zalesovsv@m.usfeu.ru, korovinavs.22@mti.gausz.ru

The results of a study of the relationship between forest survey indicators and a condition indicators with the size of trees in diameter and their relative height are presented with the possible use of the latter in assessing the state of even-aged, high-density, pure composition pine forest stands of Zatyumenskiy ecological park in the city of Tyumen. It has been revealed, that 6–13 % of the total number of trees in the sample plots falls on the share of small-diameter trees. At the same time, the timber stock of such trees does not exceed 4 % of the total growing stock. Large-diameter trees account for 18–36 % of the total number of trees and 30–50 % of the total timber stock in the sample plots. In terms of indicators such as tree health and relative vitality, relative height and growth stress coefficient, small-diameter trees, in most cases, are characterized as severely weakened, dying and biologically unstable. At the same time, large and medium-sized trees are considered as healthy or weakened, but biologically stable. The average indicators of the general state of the tree stand are significantly negatively affected by the presence of small-diameter trees, in most cases, very weakened and dying. A general pattern of deterioration in the state of the tree stand with an increase in recreational impact has been revealed. It has been established that weakened trees with a relative height $H/D > 100$ are characterized by the smallest diameters, and their number and timber stock increase with an increase in recreational impact. Based on the results of the studies, a number of forestry measures have been proposed to increase the biological stability, recreational attractiveness and protective functions of the studied pine forests.

Keywords: pine tree stands, forest park, recreational impact, forest survey indicators, condition of the trees.

How to cite: Dancheva A. V., Zalesov S. V., Korovina V. S. Relationship of forest survey parameters with indicators of condition in pine protective stands // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2023. N. 4. P. 58–63 (in Russian with English abstract and references).