

РЕКРЕАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКОСИСТЕМ ДУБОВОЙ ФОРМАЦИИ СОЧИНСКОГО РЕГИОНА

В.Г. Щербина

Филиал Института природно-технических систем,
РФ, г. Сочи, Курортный проспект, 99/18
E-mail: v.g.scherbina@bk.ru

Проводится анализ рекреационной резистентности экосистем дубовой формации субтропической зоны сочинского региона. Исследования базируются на оценке динамики варьирования численности здоровых деревьев при различном составе насаждения и рекреационной нагрузки. Полученные результаты указывают на большую резистентность на всем диапазоне рекреационных нагрузок в экосистемах с преобладающим участием граба; меньшая – при шести и более единиц дуба; наименьшая – при 50% и более сопутствующих дубу пород и участием ясеня 20–30%.

Ключевые слова: сочинское побережье, лесная экосистема, дуб, граб, ясень, рекреация, дигрессия, устойчивость

Поступила в редакцию: 22.05.2018.

Введение. Проблема функционирования природных рекреационных объектов сочинского региона, в результате возрастающего антропогенного влияния [1], обусловлена нарушением динамического равновесия, снижением авторегуляции и степени резистентности лесных экосистем [2–5], что ставит под угрозу их экологическую роль [6] и сохранение их ресурсного природно-рекреационного потенциала [7].

В практике экологических подходов в лесодстве, при решении задач природопользования, одним из интегральных показателей резистентности лесных экосистем, под влиянием природных и антропогенных факторов, может являться жизненное состояние (фитоценотический ранг) модельных деревьев [8, 9], древесного яруса [10], цено типа [4, 7] и всего насаждения в целом [11, 12]. На уровне древесного фитоценоза позволяет характеризовать, как современное состояние насаждения, так и пространственно-временной прогноз динамики их морфоструктуры (состав, полнота, сомкнутость крон и др.) [13, 14], степени продуктивности и авторегуляции [10].

Данные вопросы для сочинского побережья, как региона рекреационно-туристской специализации, находятся на начальной стадии изучения.

Цель исследования заключалась в анализе рекреационной резистентности экосистем дубовой формации субтропи-

ческой зоны сочинского региона, на основе оценки динамики варьирования численности здоровых деревьев при различном составе насаждения и рекреационной нагрузки.

Материалы и методы. Исследования проводились в 1989–2018 гг. в дубовой формации субтропической зоны сочинского побережья (Лезеревский, Хостинский, Адлерский районы), на участках с различным уровнем рекреационной нагрузки. Анализировалось количество условно здоровых деревьев в доминирующих экосистемах с полидоминантным древостоем, имеющим различную долю участия граба кавказского (*Carpinus caucasica* Grossh.), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) (от 2 до 5% бука восточного – *Fagus orientalis* L.; менее 2% клена остролистного – *Acer platanoides* L., *F. excelsior*): 6Г4Д, 8Г2Д, 9Г1Д (+ Бк ед. Яс, Кл); 6Д4Г, 8Д2Г (+ Бк ед. Яс); 4Д4Г2Яс, 5Д2Г3Яс (+ Бк ед. Кл).

В группу «здоровых» деревьев по фитоценотическому рангу объединялись деревья визуального хорошего и удовлетворительного роста, с хорошо облиственной кроной, с отсутствием: водяных побегов, открытых ран, гнилей, длинных и многочисленных трещин, сухих ветвей, суховершинности, безвершинности.

Пробные площади состояли из четырех учетных площадок 20 × 20 м

(400 м²), закладываемых с интервалом от 10 и более метров. Усредненные значения экстраполировались на 1 га.

Всего было проанализировано 373 пробных площади (1492 учетные площадки), их них: 159 п. п. – при составе древостоя 6Г4Д; 112 п. п. – при составе 6-8Д2-4Г; 102 п. п. – при составе 4-5Д2-4Г2-3Яс.

Оценка рекреационного воздействия основывалась на показателях объемной массы верхнего 10-сантиметрового горизонта рекреационно уплотненной почвы [15] и стадиях дигрессии по Отраслево-му стандарту 56-100-95 [16].

Обработка эмпирического материала проводилась по методическому базису П.Ф. Рокицкого [17], с применением стандартных статистических методов анализа вариационных рядов

генеральных совокупностей.

Полученные результаты. Проведенные исследования в субтропической зоне сочинского региона регистрируют в анализируемых доминантных экосистемах дубовой формации наличие от 0,1 до 54,0% здоровых деревьев, что является следствием хронических антропогенных нагрузок в результате исторического расширения селитебной зоны [1, 4, 7, 18–19] и связанное с этим пространственное увеличение площадей окрестных ландшафтов, испытывающих значительный антропогенный пресс [20, 21].

По числу здоровых деревьев семь анализируемых сообществ формируют 3 группы с различной степенью устойчивости насаждений (рис. 1).

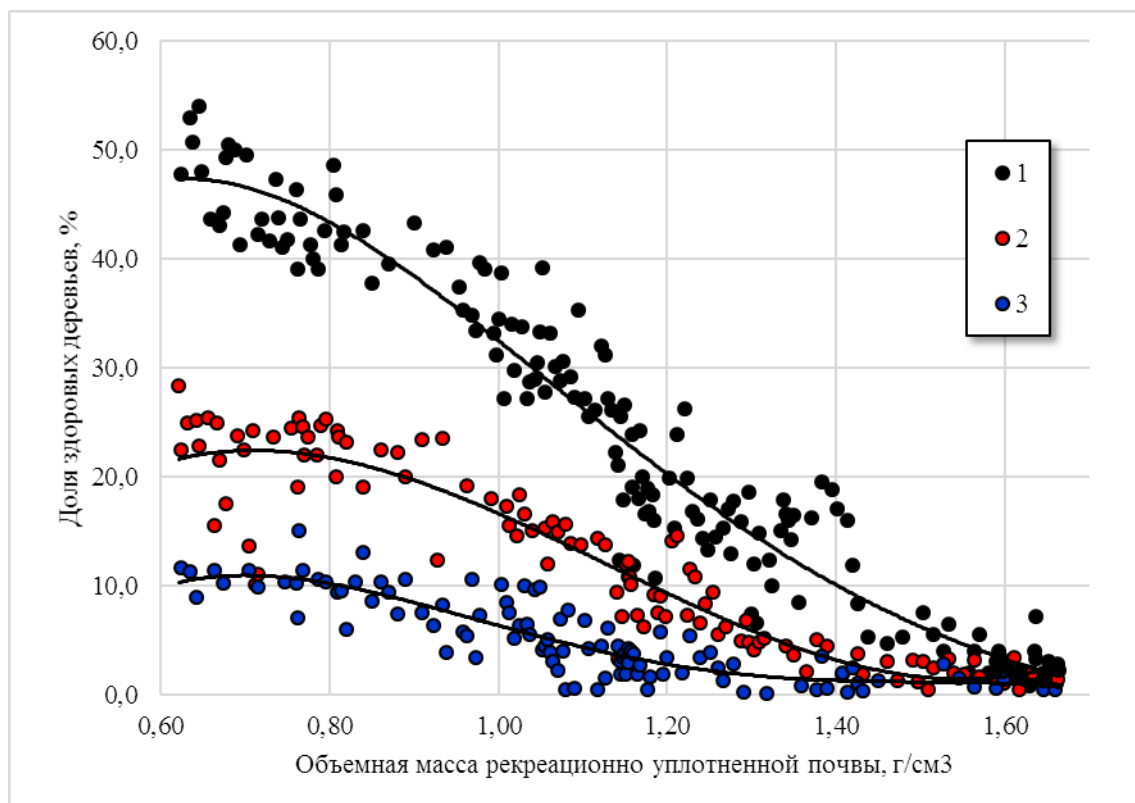


Рис. 1. Рекреационная динамика доли условно здоровых деревьев в экосистемах дубовой формации при различном составе древостоя

1 – 6Г4Д, 8Г2Д, 9Г1Д (+ Бк ед. Яс, Кл); 2 – 6Д4Г, 8Д2Г (+ Бк ед. Яс);
3 – 4Д4Г2Яс, 5Д2Г3Яс (+ Бк ед. Кл)

Динамика численности здоровых деревьев на всем рекреационном тренде описывается полиномиальными регрессиями (табл. 1). Полученные отношения сумм квадратов (R^2) характеризуют от-

носительно высокие доли дисперсии у (76,3–86,7%), что указывает на достаточное соответствие полученных моделей и стабильность существующих зависимостей.

Таблица 1. Регрессионные модели зависимости численности здоровых деревьев (y) при различном составе древостоя от объемной массы почвы (x), в условиях рекреационного воздействия

Состав древостоя	Модель	Коэффициент детерминации (R^2), %
6-9Г1-4Д + Бк ед. Яс, Кл	$y = 116,59x^3 - 394,76x^2 + 374,25x - 63,75$	86,1
6-8Д2-4Г + Бк ед. Яс	$y = 71,88x^3 - 243,26x^2 + 236,13x - 47,92$	86,7
4-5Д2-4Г2-3Яс + Бк ед. Кл	$y = 34,45x^3 - 106,48x^2 + 90,72x - 12,33$	76,3

Наибольшей устойчивостью характеризуются сообщества с преобладающей долей граба в древостое (6-9Г1-4Д) и участием ясеня менее 2%, что указывает на перестройку от коренных насаждений в направлении производных, обладающих большей устойчивостью к хроническому антропогенному воздействию [11, 22, 23].

Дубово-грабовые сообщества с единичной встречаемостью ясеня (менее 2%) обладают меньшей устойчивостью. Причина жизнестойкости дуба в условиях субтропиков остается дискуссионной. По метеорологическим исследованиям Н.И. Костюкевича [24], высокая интенсивность света при высоких температурах воздуха в засушливых условиях вызывает у дуба распад хлорофилла, оказывая отрицательное влияние на жизнестойкость и состояние дуба. Также существует общеизвестный факт массового усыхания дубрав в Подолии из-за нарушения биоэкологических характеристик насаждений [11]. На ослабленных деревьях дуба поселяются вредители, завершающие процесс снижения его жизнестойкости, и могут довести до усыхания отдельные деревья или целые участки дубовых насаждений. Процесс восстановления у дуба замедляется водными побегам, снижающими транспирацию, и может привести от частичного до полного усыхания кроны, а затем и дерева в целом [25].

Для сообществ с участием 20–30% ясеня слабая устойчивость насаждений объясняется наличием до 90% корней ясеня в верхнем слое почвы (до 25–30 см), вызывая сильное иссушение этого горизонта. Они перехватывают атмосферные осадки, лишая влаги корневые системы сопутствующих пород, а корневыми антагонистическими выделениями вытесняют их в более глубокие горизонты [26]. Фактор низкой почвенной влажности особенно актуален во второй по-

ловине лета [23] и при II-III стадиях дигрессии (объемная масса почвы 0,99–1,19 г/см³) [27, 28], по мере задернения почвы и усиления конкурентных взаимоотношений с травяным покровом за влагу, приводящим в целом к ослаблению роста всего насаждения и снижению устойчивости к болезням [7, 21, 22, 25, 26].

Увеличение объемной массы рекреационно уплотненной почвы более 1,13 г/см³ сопровождается разрушением лесной подстилки [7], травяно-кустарничкового покрова [21], подлеска и подроста [3], снижением влажности и инфильтрационной способности почвы [7], проявлением деятельности деструктурирующих грибов и фито-ризофагов [21]. В комплексе это отражается в усилении изреживания древостоя и снижении полноты до 0,7 и ниже, приводящем к возрастанию доли порослевых (ослабленных) деревьев и интенсивному отпаду [12].

При максимальной рекреационной нагрузке (1,45–1,66 г/см³; V стадия дигрессии) в сообществах регистрируется уменьшение абсолютной численности здоровых деревьев (на 87,7–93,0%), снижение отличий между группами насаждений с различным составом древостоя и изменение величины и направления консортивных связей с ограничивающими эндо- и экзодинамическими факторами [7, 21]. Ведущими становятся лимитирующие факторы экзогенного воздействия: большая часть вариации (52,5%) зависит непосредственно от антропогенного пресса [30]; 17,4% – от степени синантропизации (видовой плотности инвазивных и доли сукцессионных видов в напочвенном покрове, доли участия фито-ризофагов в составе мезопедобионтов); 10,4% – от видовой полнотности сообществ (доли участия аборигенных и инвазивных видов в

травяном покрове, видов мезопедобионтов-хищников).

Заключение. Проведенные исследования характеризуют динамику степени устойчивости экосистем дубовой формации по мере роста рекреационной нарушенности в субтропической зоне сочинского региона. На всем антропогенном тренде большая резистентность регистрируется в трансформированных экосистемах с преобладающим участием граба (6-9Г1-4Д); меньшая – в дубово-грабовых с шестью и более единицами дуба (6-8Д2-4Г); наименьшая – при 50% и более сопутствующих дубу пород и участием ясеня 20–30% (4-5Д2-4Г2-3Яс).

Различная устойчивость экосистем на диапазоне рекреационного тренда характеризует рекреационную динамику глубоких структурно-функциональных преобразований, способствующих усилению экосистемной фрагментации дубовой формации, и в перспективе следует ожидать пространственное сокращение коренных экосистем на фоне расширения площади производных, что увеличивает риск их исчезновения и ставит под угрозу устойчивое функционирование природных рекреационных объектов

Полученные структурные оценки могут найти применение при решении задач рационального управления качеством окружающей среды в субтропической зоне сочинского региона, направленных на демутацию, как отдельных экосистем, так и природного рекреационно-туристского комплекса в целом. В этих целях необходимо совершенствовать подходы по санитарно-профилактическому лесохозяйственному уходу для предупреждения смены пород в коренных насаждениях и формированию составов насаждений устойчивых к наличному или планируемому диапазону рекреационного пресса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Щербина В.Г.* Динамика функциональных системных показателей в экосистемах сочинского побережья // Системы контроля окружающей среды. 2017. № 8 (28). С. 101–109.
2. *Щербина Ю.Г., Щербина В.Г.* Пространственная динамика устойчиво-

сти лесных экосистем в зоне олимпиады-2014 // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2014. № 2 (9). С. 38–42.

3. *Щербина В.Г.* Параметры устойчивости вечнозеленого подлеска рекреационных буковых биогеоценозов // Экологический вестник Северного Кавказа. 2008. Т. 4. № 4. С. 69–80.

4. *Щербина В.Г., Белюченко И.С.* Динамика упорядоченности экосистем сочинского побережья в хоне реализации олимпийского проекта // Экологический вестник Северного Кавказа. 2017. Т. 13. № 3. С. 47–54.

5. *Щербина В.Г.* Постолимпийские диапазоны устойчивости и восстановления трансформированных предгорных экосистем // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2015. № 3 (10). С. 46–50.

6. *Щербина В.Г., Белюченко И.С.* Стратегия сохранения флористического биоразнообразия в зоне проведения Олимпиады-2014 // Экологический вестник Северного Кавказа. 2009. Т. 5. № 1. С. 5–21.

7. *Щербина В.Г., Щербина Ю.Г.* Рекреационные ресурсы Северного Кавказа: в 4 ч. Кривой Рог: Минерал, 2006. Ч. 1: Буковые экосистемы. 500 с.

8. *Колищук В.Г.* Исследование прироста деревьев и древостоев ели // Всесоюзное совещание по биогеоценологии и методам учета первичной продукции в еловых лесах. Петрозаводск, 1973. С. 16–17.

9. *Комин Г.Е.* Ход роста модальных насаждений дуба скального в бассейне р. Псекупс // Экологические основы ведения хозяйства в горных лесах: сб. науч. тр. НИИгорлесэкол. 1994. Вып. 21. С. 60–67.

10. *Ярмишко В.Т., Горшков В.В., Ставрова Н.И.* Виталитетная структура *Pinus sylvestris* L. в лесных сообществах с разной степенью и типом антропогенной нарушенности (Кольский полуостров) // Растительные ресурсы. 2003. Т. 39. № 4. С. 1–20.

11. *Лосицкий К.Б.* Дубравы СССР. Л.: Гослесбумиздат, 1952. Т. 4. 344 с.

12. *Щербина В.Г.* Рекреационные изменения фитоценотического ранга в субтропических буково-лавровишневых биогеоценозах Кавказа // Экологический

вестник Северного Кавказа. 2007. Т. 3. № 3. С. 89–94.

13. Ваганов Е.А., Терсков И.А. Анализ роста дерева по структуре годичных колец. Новосибирск: Наука, 1977. 94 с.

14. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесная пром-сть, 1983. 464 с.

15. Щербина В.Г. Оценка рекреационного повреждения почвенного покрова // Экологический вестник Северного Кавказа. 2007. Т. 3. № 4. С. 37–41.

16. ОСТ 56-100-95. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы. Стандарт отрасли. Введен: 01.09.1995. 14 с.

17. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Минск: Высшая школа, 1964. 328 с.

18. Щербина В.Г. Пространственный аспект в восстановлении лесных формаций в зоне олимпийских объектов // Системы контроля окружающей среды – 2016: Междунар. науч.-техн. конф. (Севастополь, 24–27 октября 2016 г.). Севастополь: ИПТС, 2016. С. 179.

19. Щербина В.Г., Белюченко И.С. Динамика доли ослабленных деревьев при антропогенной нагрузке в пригородных лесонасаждениях сочинского побережья // Экологический вестник Северного Кавказа. 2018. Т. 14. № 2. С. 4–13.

20. Щербина В.Г. Влияние техногенных и рекреационных факторов на видовую полнотенность лесных экосистем // Проблемы, перспективы и направления инновационного развития науки: Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 24 ноября 2017 г.): в 4 ч. Стерлитамак: АМИ, 2017. Ч. 4. С. 58–61.

21. Щербина Ю.Г., Щербина В.Г., Волков А.Н. Биохорный эндоэкогенез природно-территориального комплекса. Кривой Рог: Видавничий дім, 2012. 264 с.

22. Мельник А.С., Журавская Е.И. Граб. М.: Агропромиздат, 1985. 80 с.

23. Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Лесная пром-сть, 1980. 408 с.

24. Костюкевич Н.И. Введение в лесную метеорологию. Минск: Высшая школа, 1968. 155 с.

25. Лосицкий К.Б. Дуб. М.: Лесн. пром-ть, 1981. 101 с.

26. Чумакова А.В., Васильев Н.Г. Ясень. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 101 с.

27. Щербина В.Г. Влияющие факторы на состояние лесных экосистем при третьей стадии дигрессии // Информация как двигатель научного прогресса: Междунар. науч.-практ. конф. (Саратов, 22 января 2018 г.): 3 ч. Стерлитамак: АМИ, 2018. Ч. 3. С. 15–18.

28. Щербина В.Г. Факторная оценка состояния антропогенно трансформированной лесной экосистемы // Проблемы эффективного использования научного потенциала общества: Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 12 января 2018 г.): в 3 ч. Стерлитамак: АМИ, 2018. Ч. 3. С. 11–15.

29. Щербина В.Г. Факторный анализ лесных экосистем сочинского побережья при пятой стадии дигрессии // Динамика взаимоотношений различных областей науки в современных условиях: Междунар. науч.-практ. конф. (Челябинск, 30 января 2018 г.): в 3 ч. Стерлитамак: АМИ, 2018. Ч. 3. С. 9–12.

RECREATIONAL STABILITY OF ECOSYSTEMS OF THE OAK FORMATION OF SOCHI REGION

V.G. Scherbina

Branch of the Institute of Natural and Technical Systems,
Russian Federation, Sochi, Kurortny prospect, 99/18

An analysis of the recreational resistance of oak ecosystems in the subtropical zone of the Sochi region is being conducted. The studies are based on the evaluation of the dynamics of variation in the number of healthy trees with different composition of the plantation and recreational load. The obtained results indicate a greater resistance on the entire range of recreational loads in the systems with predominant participation of hornbeam; smaller – with six or more units of oak; the smallest – at 50% or more of the accompanying oak trees and the participation of ash 20–30%.

Keywords: Sochi's coastal line, forest ecosystem, oak, hornbeam, ash, recreation, digression, sustainability.