

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОСНЯКОВ РЕКРЕАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА ПО ПРОЕКТИВНОМУ ПОКРЫТИЮ ЭПИФИТНЫМИ ЛИШАЙНИКАМИ СТВОЛОВ СОСНЫ

А. В. ДАНЧЕВА,

кандидат сельскохозяйственных наук,

Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации

(021704, Республика Казахстан, г. Шучинск, ул. Кирова, д. 58)

С. В. ЗАЛЕСОВ,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Уральский государственный лесотехнический университет

(620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д. 37)

Ключевые слова: рекреационные сосняки, жизненное состояние, эпифитные лишайники.

В работе представлены результаты исследований состояния сосняков рекреационного назначения Казахского мелкосопочника (на примере государственного национального природного парка (ГНПП) «Бурабай») на основе использования индексов жизненного состояния и, впервые примененного для данных насаждений, показателя проективного покрытия эпифитными лишайниками стволов сосны. Объектом исследований являлись сосновые древостои VI класса возраста сухих (тип леса C_1) и свежих (тип леса C_3) условий произрастания, относящиеся к различным функциональным зонам. Установлено, что жизненное состояние исследуемых сосновых древостоев оценивается как «ослабленное». Наименьшие значения показателя жизненного состояния, индекса относительного жизненного состояния по количеству деревьев (L_n) и их крупности (L_v) отмечаются у древостоев в зоне активного посещения, наибольшие – в зоне умеренного посещения и на контроле. Со снижением рекреационного воздействия отмечается увеличение проективного покрытия эпифитными лишайниками в 5,5–8,9 раза – в зоне умеренного посещения (ФЗ-II) и в 4,8–12,1 раза – зоне контроля (ФЗ-III). В свежих сосняках прослеживается та же закономерность. Установлено, что во всех исследуемых ФЗ величина индекса относительного эпифитного покрытия стволов сосны эпифитными лишайниками ($K_{\text{лп}}$) не превышает 0,26. С увеличением рекреационного воздействия прослеживается снижение значения индекса ($K_{\text{лп}}$) в среднем в 9,6 раза в сухих, и в 3,3 раза в свежих сосняках. В сухих сосняках данный показатель практически равен нулю. В результате проведенных исследований разработана шкала оценки состояния, на основе которой возможно выполнить объективную оценку и прогноз динамики состояния лесной экосистемы, оперативно обнаруживать отклонение от «нормы» для принятия управленческих решений относительно проведения различного рода лесохозяйственных мероприятий.

ASSESSMENT OF STATE OF RECREATIONAL PINERIES IN THE KAZAKH UPLAND BY PROJECTIVE COVER OF EPIPHYTIC LICHENS ON THE TRUNK OF PINES

A. V. DANCHEVA,

candidate of agricultural sciences,

Kazakh Research Institute of Forestry and Agro-Forest Reclamation

(58 Kirova Str., 021704, Schuchinsk, Republic of Kazakhstan)

S. V. ZALESOV,

doctor of agricultural sciences, professor,

Ural State Forestry Engineering University

(37 Sibirskiy tract, 620100, Ekaterinburg)

Keywords: recreational pine forest, functional zone, indexes of vital status, epiphytic lichens.

In the result of conducted researches studied of state and biological sustainability of pine forests of State National Natural Park (SNPP) «Burabay» based on the use of indices of vital status and, the first time used for these stands, projective cover epiphytic lichens on the trunks of pine trees. Object of research are pine forests of age class VI, which grow in dry (forest type – C_1) and fresh (forest type – C_3) forest conditions in various functional zones. It was established that the vital status of the studied pine stands is rated as «weakened». Lowest values of vital status observed at the stands in the zone of active visits, the highest – in zone of moderate visits and control zone. Decrease of recreational impacts increases the projective cover of epiphytic lichens in 5.5–8.9 times – in temperate visits (FZ-II) and in 4.8–12.1 times – the control zone (FZ-III). In the fresh forest growth conditions can be traced the same regularity. In all the studied functional zones the value of the index relative cover epiphytic lichens ($K_{\text{лп}}$) of pine trunks does not exceed 0.26. With an increase in recreational impacts observed decrease in the significance of $K_{\text{лп}}$ in 9.6 times in the dry, and 3.3 times in the fresh growth conditions. In the dry pine forests this figure is almost equal to zero. The result of the research developed scale assessment of the state, on the basis of which it is possible to perform an objective assessment and forecast of the dynamics of the forest ecosystem. The result of the research obtained scale assessment of the state, on the basis of which it is possible to get an objective assessment and forecast of the dynamics of the forest ecosystem, quickly detect deviations from the «norm» and to carry out forestry activities to increase the stability of pine forests.

Положительная рецензия представлена Э. Ф. Герцем, доктором технических наук, профессором, директором Института лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства.

Устойчивое управление лесами – это целенаправленное, долговременное, экономически выгодное взаимоотношение человека и лесных экосистем. Критерии сохранения и устойчивого управления лесами – стратегические направления практической деятельности для осуществления принятых принципов. Они реализуются на уровне практического ведения лесного хозяйства и могут контролироваться по соответствующим индикаторам – количественным и описательным характеристикам критериев устойчивого управления лесами. Совокупность индикаторов позволят оценивать направление изменений в управлении лесами, соответствующих конкретному критерию [8].

Одним из важнейших последствий возрастающих антропогенных нагрузок становится существенное увеличение площадей лесов рекреационного пользования. В ряде случаев на рекреационный фон накладывается отрицательное воздействие техногенных факторов (выхлопы автотранспорта, выбросы промышленных производств и др.). Опасность деградации лесных биогеоценозов вызывает необходимость всестороннего изучения последствий рекреационного воздействия [1].

В качестве индикаторов степени загрязнения природной среды наиболее пригодны организмы, занимающие низкие трофические уровни. Это, прежде всего, лишайники. Они встречаются почти во всех наземных экосистемах. Использование этих организмов для прогнозирования и контроля состояния окружающей среды связано с их высокой чувствительностью к различного рода воздействиям [2].

Цель и методика исследований. Изучение состояния сосняков проводилось на постоянных пробных площадях (ППП), заложенных сотрудниками ТОО «КазНИИЛХА» в 2006–2007 гг. на территории государственного национального природного парка (ГНПП) «Бурабай», расположенного в северо-западной части Казахского мелкосопочника. Объектами исследований являлись чистые по составу сосновые древостои сухих (тип леса – C_1) и свежих (тип леса – C_3) условий произрастания. ППП заложены в трех функциональных зонах (ФЗ): I ФЗ (ППП–2

и 5) – зона активного посещения; II ФЗ (ППП–1) – зона умеренного посещения и III ФЗ (ППП–3к и 4к) – зона слабого посещения (условно контроль) [3].

Определение лесотаксационных параметров основных древостоев проводилось методом сплошных переписей, традиционных для исследовательских работ на ППП [4].

Оценка жизненного состояния деревьев проводилась по методике В. А. Алексеева [5]. При показателе 100–80 % жизненное состояние древостоя оценивалось как «здоровое», при 79–50 % древостой считался поврежденным (ослабленным), при 49–20 % – сильно поврежденным (сильно ослабленным), при 19 % и ниже – полностью разрушенным.

Расчет индекса состояния древостоев по количеству деревьев проводился по формуле [5]:

$$Ln = \frac{(100 \times N_1 + 70 \times N_2 + 40 \times N_3 + 5 \times N_4)}{N} \quad (1)$$

где Ln – относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное по количеству деревьев;

N_1 – количество здоровых,

N_2 – ослабленных,

N_3 – сильно ослабленных,

N_4 – отмирающих деревьев лесобразователя на пробной площади (или на 1 га);

N – общее количество деревьев (включая сухостой) на пробной площади или 1 га.

Расчет индекса жизненного состояния с учетом крупности деревьев производится по формуле [5]:

$$Lv = \frac{(100 \times V_1 + 70 \times V_2 + 40 \times V_3 + 5 \times V_4)}{V} \quad (2)$$

где L_v – относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное с учетом крупности деревьев;

V_1 – объем древесины здоровых деревьев на пробной площади или на 1 га, m^3 ;

V_2, V_3, V_4 – объем поврежденных (ослабленных), сильно поврежденных и отмирающих деревьев соответственно;

100, 70, 40 и 5 – коэффициенты, выражающие жизненное состояние здоровых, поврежденных, сильно поврежденных и отмирающих деревьев, %;

V – общий запас древесины в древостое на пробной площади или 1 га (включая объем сухостоя), m^3 .

Таблица 1
Таксационная характеристика сосновых древостоев в ГНПП «Бурабай»

Table 1
Taxonomic characteristics of pine stands in the SNNP "Burabay"

№ ППП № of PPP	ФЗ FZ	Тип леса Forest type	Состав Composition	Класс возраста Age class	Средние Average		Густота, шт/га Depth, pcs./ha	Полнота Volume	Запас, m^3 /га Stock, m^3 /ha	Класс бонитета Productivity class
					Высота, м Height, m	Диаметр, см Diameter, cm				
2	I	C_1	10C	VI	16,0	24,4	867	1,1	322	II, 3
1	II	C_1	10C	VI	16,7	22,1	950	1,0	292	I, 9
3к	III	C_1	10C	VI	15,7	19,9	1117	1,0	261	II, 0
5	I	C_3	10Сед.Б	VI	17,9	24,2	850	1,0	326	II, 4
4к	III	C_3	9C1Б	VI	18,8	24,9	625	0,7	255	I, 8

Определение проективного покрытия (%) эпифитными лишайниками поверхности стволов сосны проводилось по методике А. Н. Жидкова [6, 7].

Результаты исследований. По данным табл. 1, объекты исследований представлены чистыми по составу разновозрастными сосняками. Исследуемые древостои относятся к VI классу возраста. Класс бонитета – IV–V. По показателю полноты сосняки характеризуются как высокополнотные со средним ее значением 1,0, за исключением ППП–4к. Древостой на данной ППП относится к среднеполнотным насаждениям с полнотой 0,7. Снижению полноты на ППП–4к способствовал прошедший в 2008 г. ветровал и проведенные в связи с этим лесохозяйственные мероприятия.

По данным табл. 2, средний показатель жизненного состояния (ОЖС) сосняков на всех ППП не превышает 72 %, что дает основание отнести их в категорию «ослабленных». Наибольшие значения показателя жизненного состояния (ОЖС) отмечается у древостой на ППП–1 (зона умеренного посещения ФЗ–II). Наименьшее – у древостой на ППП–2, относящегося к зоне активного посещения (ФЗ–I).

По рассчитанной величине индекса относительного жизненного состояния по количеству деревьев стволов (L_n) древостой на большинстве ППП характеризуются как «ослабленные», за исключением ППП–1, где значение L_n превышает 80 %, тем самым относя древостой в категорию «здоровый».

Та же закономерность сохраняется и при анализе состояния исследуемых сосняков по величине индекса жизненного состояния, в зависимости от крупности деревьев (L_v). Наибольшими значениями L_v характеризуются древостой на ППП–1 и 4к, по значению величины L_v которых они оцениваются как «здоровые». Наименьшими значениями – сосняки на ППП–2 и 5, относящиеся к зоне активного посещения (ФЗ–I).

По результатам проведенных исследований в сосновых насаждениях ГНПП «Бурабай», сосновые древостои, произрастающие в местах исторических природных памятников и наиболее привлекательных природных ландшафтов испытывают максимальное рекреационное воздействие (ФЗ–I), в сравнении с двумя другими зонами. Поэтому для данных насаждений характерно практически полное отсутствие покрытия стволов сосны эпифитными лишайниками. Величина проективного покрытия изменяется в пределах от $1,0 \pm 0,2$ до $1,1 \pm 0,3$ %. Другими словами, кора стволов сосны на высоте 1,3 м практически лишена эпифитной флоры (табл. 2).

Со снижением рекреационного воздействия отмечается увеличение проективного покрытия эпифитными лишайниками в 5,5–8,9 раза – в зоне умеренного посещения (ФЗ–II) и в 4,8–12,1 раза – зоне

контроля (ФЗ–III). В свежих сосняках прослеживается та же закономерность. В ФЗ–III данный показатель в 1,5–5,6 раза больше, чем в ФЗ–I.

Следует отметить, что с увеличением эдафического увлажнения проективное покрытие эпифитными лишайниками стволов сосны увеличивается в среднем в 3–4 раза, не зависимо от степени рекреационного воздействия.

По утверждению А. Н. Жидкова [6, 7], использование абсолютных значений видового состава и проективного покрытия эпифитными лишайниками поверхности стволов сосны не всегда удобно, так как в первую очередь не отражает их соотношения с «нормой». С целью устранения этого недостатка автор воспользовался общепринятыми в биологии коэффициентами относительного обилия видов и проективного покрытия ствола на высоте 1,3–1,5 м. Эти коэффициенты характеризуют параметры распространения каждого вида в отдельности или всей синузиды видов по отношению к нормальному (фоновому) значению параметров.

В нашем случае было затруднительным найти «норму» – величину (фоновую) проективного покрытия всей синузиды по поверхности стволов сосны в виду малой площади лесных насаждений, длительного периода рекреационного лесопользования, периодически возникающих пожаров, что привело к значительной трансформации лесной экосистемы. Используя значение «нормального» (фоновое) показателя, величина которого не превышает 70 % для данного региона, мы получили возможность учитывать изменчивость пространственного распределения эпифитной флоры. При этом мы не ставили задачу определения распространения каждого вида в отдельности, для нас было важно проективное покрытие всей синузиды видов по отношению к нормальному (фоновому) значению параметров.

При сильном загрязнении в погибших и ослабленных сосняках значение индексов близко к нулю (или равно ему), в здоровых – приближается к единице.

Данные табл. 2 свидетельствуют, что во всех исследуемых ФЗ величина индекса относительного покрытия эпифитными лишайниками стволов сосны ($K_{\text{ин}}$), не превышает 0,26, что, в свою очередь, подтверждает нарушенность экологической обстановки исследуемых насаждений.

С увеличением рекреационного воздействия прослеживается снижение значения $K_{\text{ин}}$ в среднем в 9,6 раза в сухих, и в 3,3 раза – в свежих сосняках. В сухих сосняках данный показатель практически равен нулю. Полученные существенные различия в величине проективного покрытия эпифитными лишайниками стволов сосны, а также по индексу относительного покрытия эпифитными лишайниками

Таблица 2
Динамика состояния сосновых древостоев по показателю жизненного состояния и величине эпифитного покрытия лишайниками стволов сосны

Table 2
Changes in the state of pine stands in terms of the vitality and value of epiphytic lichens covering the trunks of pine

ППП <i>PPP</i>	Функ- циона- льная зона <i>Functional zone</i>	Год наблю- дений <i>Year of observa- tions</i>	ОЖС, % <i>OGC, %</i>	Индексы состояния, % <i>Indicators of state, %</i>		Величина по- крытия стволов лишайниками, % <i>Amount of trunk coverage by li- chen, %</i>	Индекс относитель- ного покрытия стволов лишайниками (K_{nn}) <i>Index of relative trunk coverage by lichen (K_{pp})</i>
				По количеству деревьев (L_n) <i>By amount of trees (L_n)</i>	По круп- ности (L_v) <i>By size (L_v)</i>		
Сухие сосняки (тип леса C_1) <i>Dry pine forests (forest type C_1)</i>							
2	ФЗ–I	2006	–	53,3	63,1	$1,0 \pm 0,2$	$0,01 \pm 0,00$
		2011	$58,5 \pm 2,4$	57,8	67,3	$1,1 \pm 0,3$	$0,02 \pm 0,0$
1	ФЗ–II	2006	–	66,4	68,9	$8,9 \pm 0,6$	$0,13 \pm 0,01$
		2011	$74,1 \pm 1,2$	76,1	77,3	$6,0 \pm 0,5$	$0,09 \pm 0,01$
3к	ФЗ–III	2006	–	72,6	80,0	$12,1 \pm 0,4$	$0,17 \pm 0,01$
		2011	$69,4 \pm 1,6$	69,9	73,4	$5,3 \pm 0,4$	$0,08 \pm 0,01$
Свежие сосняки (тип леса C_3) <i>Fresh pine forests (forest type C_3)</i>							
5	ФЗ–I	2006	–	57,3	68,4	$6,5 \pm 0,8$	$0,09 \pm 0,01$
		2011	$63,9 \pm 1,8$	61,1	69,0	$3,2 \pm 0,3$	$0,05 \pm 0,0$
4к	ФЗ–III	2006	–	63,6	79,6	$9,7 \pm 0,6$	$0,14 \pm 0,01$
		2011	$71,9 \pm 1,6$	72,0	75,3	$17,9 \pm 1,5$	$0,26 \pm 0,02$

Таблица 3
Шкала оценки состояния сосновых насаждений рекреационного назначения казахского мелкосопочника

Table 3
Scale of evaluation of pine plantations and recreational purpose of the Kazakh uplands

Категория состояния Condition category	Индекс состояния, % Index of condition, %	Величина покрытия стволов эпифитными лишайниками, % Scale of trunk coverage by lichen, %	Индекс относительного покры- тия эпифитными лишайниками Index of relative trunk coverage by lichen
Здоровое Healthy	ИС-I, 80–100	Равномерное Even 41–70	0,58–1,00
Условно здоровое Mainly healthy	ИС-II, 50–79	Среднее Average 21–40	0,30–0,57
Ослабленное Weakened	ИС-III, 20–49	Единичное Sporadic 1–20	0,09–0,29
Сильно ослабленное Very weak	ИС-IV, Менее 19	Отсутствует Absent 0–0,5	0,00–0,09

стволов ($K_{пп}$) между ФЗ-I и ФЗ-II и III, не зависимо от лесорастительных условий, статистически досто-
верны ($t_{факт} = 3,1–24,3$ при $t_{0,05} = 1,98$ и $t_{0,01} = 2,62$).

В результате проведенных исследований полу-
чена шкала оценки состояния (табл. 3), на основе
которой возможно получить объективную оценку
и прогноз динамики состояния лесной экосистемы,
оперативно обнаруживать отклонение от «нормы»

для принятия управленческих решений относитель-
но проведения различного рода лесохозяйственных
мероприятий.

Биоиндикация имеет ряд преимуществ перед ин-
струментальными методами. Она отличается высо-
кой эффективностью, не требует больших затрат и
дает возможность характеризовать состояние лесной
экосистемы за длительный промежуток времени.

Литература

- Лысыков А. Б., Судницына Т. Н. Влияние рекреации на почву лиственных насаждений Серебрянобор-
ского опытного лесничества // Лесоведение. 2008. № 3. С. 47–56.
- Пастернак П. С., Ворон В. Н., Мазепа В. Г. Влияние промышленного загрязнения атмосферы на лесные
экосистемы и повышение их устойчивости. М., 1985. 33 с.

3. Данчева А. В., Залесов С. В., Муканов Б. М. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника : монография. Екатеринбург, 2014. 195 с.
4. Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения : учебное пособие. Екатеринбург, 2015. 152 с.
5. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
6. Жидков А. Н. Особенности накопления техногенных веществ эпифитными лишайниками в лесных экосистемах // Лесное хозяйство. 2003. № 4. С. 31–34.
7. Жидков А. Н. Диагностика состояния насаждений хвойных пород // Лесное хозяйство. 2000. № 4. С. 20–22.
8. Степаненко И. И. Критерии и индикаторы роста, продуктивности лесных насаждений при их интенсивном выращивании // Лесной журнал. 2015. № 4. С. 18–29.

References

1. Lysikov A. B., Sudnitsyna T. N. Influence of a recreation on the soil of deciduous plantings of the Serebryanoborsky pilot forest area // Forest science. 2008. № 3. P. 47–56.
2. Pasternak P. S., Voron V. N., Mazepa V. G. Influence of industrial pollution of the atmosphere on forest ecosystems and increase in their stability. M., 1985. 33 p.
3. Dancheva A. V., Zalesov S. V., Mukanov B. M. Influence of recreational loads of a condition and stability of pine plantings of the Kazakh hillocky area : monograph. Ekaterinburg, 2014. 195 p.
4. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Environmental monitoring of forest plantings of recreational appointment : guidance manual. Ekaterinburg, 2015. 152 p.
5. Alekseev V. A. Diagnostics of a vital condition of trees and forest stands // Forest science. 1989. № 4. P. 51–57.
6. Zhidkov A. N. Features of accumulating of technogenic substances epifitny lichens in forest ecosystems // Forestry. 2003. № 4. P. 31–34.
7. Zhidkov A. N. Diagnostics of a condition of plantings of coniferous breeds // Forestry. 2000. № 4. P. 20–22.
8. Stepanenko I. I. Criteria and indicators of growth, productivity of forest plantings in case of their intensive cultivation // Forest journal. 2015. № 4. P. 18–29.