

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 632.15 : 630\*

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МНОВИДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
В ЗОНЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А. С. АЛЕКСЕЕВ, В. А. СОЛОВЬЕВ, Е. В. ТАРАСОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В современных условиях на леса все чаще влияет загрязнение атмосферного воздуха. В результате в лесной экосистеме происходят различные по масштабам и последствиям дигрессионные процессы, изучение которых представляет интерес по крайней мере с двух точек зрения. Во-первых, изучая реакцию лесной экосистемы на загрязнение атмосферного воздуха, можно найти такой его предел, при котором не происходит неблагоприятных изменений основных компонент системы. На этой основе возможно нормирование загрязнений и использование полученных норм в системе мониторинга. Во-вторых, зная характеристики процессов ослабления и разрушения древостоев в зоне атмосферного загрязнения, прежде всего их скорость, можно предложить систему защитных мероприятий как технологического (касающихся источника загрязнения), так и лесохозяйственного характера.

Объектом наших исследований были смешанные древостои ели, березы и осины, длительное время функционирующие в зоне загрязнения Новгородского НПО «Азот». Их состояние оценивали согласно инструкции «Санитарные правила в лесах СССР» (1970 г.) в 1983 и 1986 гг., затем изменение состояния древостоев анализировали с помощью матричной модели [1, 3]. Основу модели составляет матрица переходных вероятностей, описывающая процесс перехода деревьев под воздействием загрязнений из одной категории состояния в другую. Вероятности таких переходов рассчитывали на основе данных о распределении общей численности деревьев в насаждениях по категориям состояния в 1983 и 1986 гг. С помощью матрицы переходных вероятностей можно оценить распределение деревьев по категориям состояния в последующий момент времени

$$m(t + 1) = m(t) P, \tag{1}$$

где  $m(t + 1)$ ,  $m(t)$  — распределения деревьев по категориям состояния в смежные моменты времени;

$P$  — матрица (6 × 6) переходных вероятностей.

Состояние насаждений анализировали на четырех пробных площадях, расположенных в направлении господствующих северо-восточных ветров на различном расстоянии от источника загрязнений и различающихся по составу (табл. 1).

Таблица 1 Матрицы переходных вероятностей представлены в табл. 2.

Номер пробной площади	Расстояние, км	Состав
1	1,5	6Б4Ос
2	2,1	3Е5Б2Ос
3	3,0	6Ос3Б1Е
4	20,0	5Е4Ос1Б

Имея матрицы переходных вероятностей, можно определить среднее время  $T$ , в течение которого деревья переходят из одного состояния в другое [2, 3], и среднее квадратичное отклонение этой величины  $\sigma$ . В дальнейшем нас будет интересовать время перехода деревьев из первой категории состояния (здоровые) в третью (сильно ослабленные),

т.е. время ослабления древостоев. Эти величины приведены в табл. 3. Отметим, что процесс ослабления древостоев происходит с большей степенью неопределенности. Особенно это касается древостоев



Таблица 3

Номер пробной площади	Ель		Береза		Осина	
	T, лет	$\sigma$	T, лет	$\sigma$	T, лет	$\sigma$
1	—	—	40,5	36,0	7,0	1,9
2	7,3	2,2	32,1	25,7	7,3	2,2
3	6,8	1,8	29,2	18,9	6,5	1,3
4	15,5	9,5	21,1	13,3	9,8	4,8

ции, значимость его отличия от нуля проверяли по критерию Стьюдента. В табл. 4 приведены оценки параметров регрессии, значения коэффициентов корреляции и расчетные значения t-критерия.

Таблица 4

Порода	Параметры регрессии		Коэффициент корреляции	Значение t-критерия
	a	b		
Ель	0,48	5,89	0,99	10,17
Береза	-0,75	35,72	0,84	2,17
Осина	0,16	6,60	0,96	4,72

Сравнение расчетных значений критерия Стьюдента (табл. 4) с табличными значениями для ели (6,13 при одной степени свободы и 90 %-м уровне существенности), березы и осины (1,89 и 4,30 при двух степенях свободы и 80- и 95 %-м уровнях существенности, соответственно) говорит о наличии значимой линейной связи между анализируемыми величинами.

Мы видим, что состояние древостоев ели и осины улучшается при удалении от источника загрязнения, так как увеличивается срок, в течение которого происходит их ослабление, а березы, наоборот, — при приближении к источнику промышленных выбросов. Это явление проанализировано и объяснено ниже. Коэффициенты *a* характеризуют изменение времени ослабления древостоев при увеличении на единицу расстояния от источника выбросов. Мы видим, что древостой ели в 3 раза интенсивнее изменяются при увеличении расстояния до источника, чем древостой осины, демонстрируя таким образом повышенную реакцию на загрязнение атмосферного воздуха.

Представляет интерес связь доли каждой из пород в составе насаждений с расстоянием до источника выбросов (табл. 5).

Таблица 5

Порода	Параметры регрессии		Коэффициент корреляции	Значение t-критерия
	a	b		
Ель	0,02	0,09	0,83	2,12
Береза	-0,02	0,52	0,86	2,43
Осина	0,00	0,40	0,04	—

Видим, что доля осины в составе насаждений постоянна, а участие ели и березы обнаруживает значимую на 80 %-м уровне существенности линейную зависимость от расстояния до источника загрязнения. Значения коэффициентов *a* указывают на то, что доля ели в составе насаждений при удалении от источника возрастает ровно на столько, на сколько убывает доля березы.

Итак, мы имеем три взаимосвязанных характеристики насаждений:  $T$  — время ослабления древостоев, характеризующее их состояние;  $R$  — расстояние древостоев до источника загрязнения, характеризующее уровень загрязнения атмосферного воздуха;  $S$  — доля каждой породы в составе насаждений. Необходимо установить для каждой породы, какой из факторов решающим образом определяет ее состояние. Состояние древостоев ели, очевидно, определяется уровнем загрязнения атмосферного воздуха, так как второй фактор — доля в составе насаждений — находится на постоянном уровне. Состояние древостоев ели и березы, помимо зависимости от расстояния до источника выбросов (табл. 4), обнаруживает значимую линейную зависимость и от состава насаждений, коэффициенты корреляции такой зависимости для ели — 0,88, для березы — 0,96. Поэтому для решения поставленной задачи требуется более тонкий корреляционный анализ, в частности расчет коэффициентов частной корреляции, позволяющих установить силу связи между двумя признаками при исключении влияния третьего [4]:

$$zr_{xy} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{(1 - r_{xz}^2)(1 - r_{yz}^2)}}.$$

Здесь

$zr_{xy}$  — коэффициент частной корреляции между признаками  $x$  и  $y$  при исключении влияния признака  $z$ ;

$r_{xy}$ ,  $r_{xz}$ ,  $r_{yz}$  — парные коэффициенты корреляции.

Результаты анализа частной корреляции между признаками  $T$ ,  $R$ ,  $S$  для древостоев ели и березы приведены в табл. 6.

Таблица 6

Коэффициент	Ель		Береза	
	Коэффициент корреляции	Значение t-критерия	Коэффициент корреляции	Значение t-критерия
$S^r_{TR}$	0,98	4,92	-0,10	0,37
$T^r_{SR}$	-0,61	0,77	-0,35	0,10
$R^r_{TS}$	0,74	1,10	0,86	2,38

Мы видим, что состояние древостоев ели зависит от расстояния до источника выбросов, т. е. от уровня загрязнения атмосферного воздуха, а для березы — от ее доли в составе насаждений. Улучшение состояния древостоев березы при приближении к источнику выбросов происходит по причине роста их доли в составе насаждений, что связано со снижением доли древостоев ели, сильно разрушающихся при таком приближении. Наоборот, при удалении от источника выбросов и снижении уровня загрязнения атмосферного воздуха, улучшается состояние древостоев ели, растет их доля в составе насаждений и, как следствие, ухудшается состояние древостоев березы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев А. С. Экологические основы рационального использования природных ресурсов. — Л.: ЛТА, 1985. — 56 с. [2]. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи Маркова. — М.: Наука, 1970. — 272 с. [3]. Прогноз состояния древостоев, подверженных токсическому действию атмосферных загрязнителей / А. С. Алексеев, Н. И. Лайранд, Б. Г. Поповичев, А. А. Яценко-Хмелевский. // Бот. журн. — 1986. — Т. 71, № 11. — С. 1567—1571. [4]. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. — Л.: ЛГУ, 1984. — 288 с.

УДК 630\*181 : 631.62

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ЛЕСОВ

Е. Д. САБО

Московский лесотехнический институт

Как аксиому можно принять положение, что никакое вмешательство человека в сложившиеся экосистемы не может остаться без последствий. В этом плане мелиорация заболоченных лесов не только не исключение, но, пожалуй, один из наиболее ярких примеров широких и глубоких изменений, происходящих в природе лесов под воздействием сознательной деятельности человека. Экологическую роль мелиорации целесообразно рассматривать на трех уровнях: глобальном (планетарном), региональном и локальном. В большинстве случаев мелиорация проводится ради положительного хозяйственного эффекта на локальном уровне.

Глобальную роль мелиорации, т. е. улучшения условий роста растений (как в лесном, так и сельском хозяйстве) нельзя рассматривать в отрыве от глобальных природных процессов. Из истории известно, что в дореволюционной России население систематически страдало от стихийных бедствий, в результате которых урожаи то выгорали, то вымокали, а сельские труженики часто были обречены на голод, болезни и смерть. Революция внесла коренные изменения в социальные условия жизни, но не в природную среду. Только за последние 16 лет пять раз (в 1972, 1975, 1981, 1984 и 1988 гг.) давала себя знать жесточайшая засуха, сопровождавшаяся большим недобором продукции сельского хозяйства. Интересно, что в этот же период в ряде регионов вымокали посевы и посадки на огромных площадях с теми же последствиями для населения.

Эти процессы характерны не только для нашей страны. Так, в 1988 г., как гром среди ясного неба, грянуло сообщение, что у нашего постоянного эталона для сравнения — США — в результате жары и сильнейшей засухи валовой урожай зерновых составил всего 191 млн т вместо обычных 300 с лишним. Комментарии, как говорится, излишни. Остается только вопрос, как эти условия отразились на урожае лесной нивы. К сожалению, практика учета ежегодного урожая в лесном хозяйстве отсутствует. Но если мы говорим о временном ухудшении природной среды, то она не может не сказаться как на самом лесе, так и на том экологическом эффекте, который вызывает лес по отношению к сопредельным и отдаленным территориям.

Усиление капризов природы научная общественность мира все более настойчиво связывает с возрастающей ролью человечества в проявлении таких негативных явлений, как парниковый эффект и расширение озоновой дыры на земном шаре. Известно, что радикальные меры борьбы за снижение негативных влияний указанных процессов более или менее ясны — это изменение технологий промышленного производства (в первую очередь, резкое уменьшение загрязнения атмосферы промышленными газами и твердыми выбросами, достигающего сегодня 0,5 млрд т в год), резкое сокращение потребления горючих ископаемых, сокращение площади вырубаемых лесов (особенно тропических), резкое увеличение лесовосстановительных работ, в том числе в зоне