

УДК 504.054: 630*174.755

В.П. Шелухо

Брянская государственная инженерно-технологическая академия

Шелухо Василий Павлович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Брянский технологический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоустройства, лесозащиты и охотоведения Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет более 120 печатных работ в области влияния на лесонасаждения экологических факторов преимущественно антропогенной природы; лесной энтомологии, лесопатологии.

E-mail: sheluhoVP@rambler.ru



СОСТОЯНИЕ СПЕЛЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ ЕЛЬНИКОВ В РАЙОНЕ ТЕХНОГЕНЕЗА

Проанализировано состояние еловых насаждений при различной степени воздействия аэрополлютантов цементного производства в связи с возрастом и лесоводственно-таксационными показателями. Обоснованы рекомендации в целях управления состоянием и жизнеспособностью лесонасаждений.

Ключевые слова: промышленные загрязнения, еловые насаждения, состояние, режим ведения лесного хозяйства.

В условиях европейской части России антропогенное влияние на растительность является мощным фактором, негативно сказывающимся на устойчивости древесных растений [2, 3]. Так как продуценты являются основой круговорота веществ, то состояние природной среды определяется именно по их реакциям [2, 4, 9]. Растительность, испытывающая стресс от техногенеза, становится более чувствительной к действию климатических факторов, насекомых и заболеваний [2, 10].

Ель, относящаяся к числу природно-прогрессивных эдификаторов, в последние десятилетия является наиболее проблемной древесной породой. Из-за поверхностной корневой системы и тонкой коры она подвержена негативному воздействию климатических факторов. Проявились также последствия практики создания однопорядковых и разновозрастных ельников, не отличающихся устойчивостью.

Длительные периоды засух привели к снижению уровня грунтовых вод и ослабили защитные механизмы древесных пород, что вызвало разви-

тие насекомых-ксилофагов, ускорило темпы их размножения [3, 8]. Ослабленные еловые насаждения становятся ареной для размножения короедов, среди которых доминантом является короед-типограф, сильно ускоряющий процесс усыхания древостоев. После засух вспышки его размножения длятся 4...5 лет, а при их повторении могут продолжаться до 10 лет и более.

Массовое ослабление ельников и образование очагов короедов фиксировали в России на протяжении всей ее истории. Усыхание носит циклический характер, связанный с солнечной активностью. Именно к периодам высокой активности солнца приурочено значительное ослабление насаждений и увеличение численности популяций короедов [3, 4]. В связи с общим потеплением климата вспышки короедов в ельниках как показатель снижения их устойчивости стали реализовываться чаще [12]. В 2000 г. началась новая волна размножения типографа, длившаяся до 2004 г. Причиной послужили крайне неблагоприятные погодные условия предыдущих лет [13]. Как правило, наибольшее ослабление ельников

и вспышки размножения короеда начинаются на 2–4-й год после засух. В 2009 г. в Брянской области зафиксировано увеличение площадей усыхания ели, в 2010 г. процесс значительно ускорился, особенно в спелых и перестойных лесах. В силу биоэкологических требований ксилофагов именно их размножение является индикатором падения устойчивости лесонасаждений.

Таким образом, периодическое ослабление ельников и вспышки размножения типографа являются естественным элементом динамики лесов с высоким участием ели. Их ослабление интенсифицируется при синергическом воздействии нескольких ослабляющих факторов.

В Брянской области на лесные экосистемы ложится основная нагрузка по трансформации и инкорпорации загрязнений в результате антропогенной деятельности. Важнейшим из стационарных источников загрязнения воздуха является крупнейшее в Европе цементное производство – АО «Мальцовский портландцемент» с ежегодным выбросом загрязняющих веществ 68,0...73,2 тыс. т.

Основной тип ослабления лесных экосистем в районе техногенеза – хронический. Реакция растений на загрязнение воздуха зависит от химической формы примеси, метеофакторов, времени экспозиции. Ослабление и отмирание еловых насаждений носит чаще очаговый характер [9, 13].

При атмосферном загрязнении, по сравнению с фоновой зоной, в отпад в большей степени вовлекаются средние, согосподствующие и господствующие деревья. Скорость их отмирания снижается по мере удаления от источника эмиссий [9].

С возрастом меняется интенсивность физиологических процессов и, как следствие, степень устойчивости к воздействию различных стрессоров.

Наиболее устойчивы к воздействию промышленных аэрополлютантов хвойные молодняки и средневозрастные насаждения, в приспевающих начинают проявляться морфоструктурные изменения крон деревьев, интенсифицируется процесс ослабления.

Объекты и методика работ. Исследования проводили в лесах Учлесхоза БГИТА, находящихся под хроническим действием поллютантов цементного предприятия. Основной лесобразующей породой является сосна, ельники занимают 5,8 % лесопокрытой площади. Все леса отнесены к категории «зеленые зоны».

Последние 10 лет среднегодовая температура воздуха устойчиво превышает средний многолетний уровень, что приводит к возрастанию сухости местообитаний, усилению транспирации влаги растениями, увеличению суточного времени раскрытия устьиц и предопределяет синергическое воздействие загрязнений воздуха.

Обследовали хвойные леса с преобладанием ели в составе. Большая часть работ проведена в древостоях 80...170 лет, полнотой 0,5...0,8, I–IIa классов бонитета, произрастающих в зеленомошной и сложной группах типов леса в типах условий местопроизрастания В₂, С₂, С₃, расположенных в зонах сильного и умеренного воздействия загрязнений [10].

Состояние древостоев оценивали согласно нормативным документам [5–7, 11] с распределением элементов по категориям состояния, заселенности. Определяли долю деревьев без признаков повреждения, суммарную долю ослабленных и сильно ослабленных, относительный диаметр отпада, которые наиболее точно отражают состояние древостоя при хроническом ослаблении [10], выявляли роль ксилофагов в ослаблении и усыхании ельников.

Обследовано более 300 га еловых лесов, учтено состояние елового элемента на 17 пробных площадях, а также популяционных параметров типографа на 9 модельных деревьях.

Анализ результатов. При хроническом воздействии щелочных пылевых загрязнений наименее устойчивой хвойной древесной породой является ель европейская, что подтверждается индексами санитарного состояния (ель – 2,04; сосна – 1,50) и коэффициентами жизнеспособности древостоя (соответственно 75,2 и 85,7).

Ель ослабевает и усыхает куртинами, участками, особенно при синергическом воздействии нескольких стрессовых факторов, например промышленных загрязнений и засух. Прежде всего это отмечается на возвышенных элементах рельефа.

Состояние насаждений напрямую зависит от степени загрязнения: в ранее выделенных зонах [10] при сильном воздействии выбросов индекс санитарного состояния ели – 2,65, сосны – 1,90; при умеренном – 1,93 и 1,46.

При хроническом влиянии стрессора происходит ослабление деревьев и начинается их заселение наиболее активными видами ксилофагов, для ели европейской это типограф, гравер обыкновенный и короед-двойник, которые вызывают быстрое отмирание деревьев.

Состояние деревьев и процесс их ослабления стрессором зависят от многих факторов: возраста, лесоводственно-таксационных показателей насаждения, погодно-климатических условий, индивидуальной изменчивости.

Анализ трендов изменения санитарного состояния и жизнеспособности древостоев хвойных пород показал, что в пределах зон воздействия аэрополлютантов состояние элементов леса ухудшается с приближением к источнику загрязнения и увеличением возраста в рассмотренном диапазоне.

Возраст древостоя в достаточно богатых условиях оказывает влияние на состояние элемента леса, однако не решающее, ибо естественная продолжительность жизни ели превосходит исследованные периоды жизни деревьев. Гораздо более значимое влияние оказывает полнота насаждения. С ее увеличением состояние деревьев ели основного полога ухудшается от ослабленного до сильно ослабленного, снижается жизнеспособность деревьев, что связано с большим воздействием загрязненных воздушных потоков и длительным застоем дымовых газов и пыли в высокополотных насаждениях в периоды штелей. Кроны деревьев ели в них высоко приподняты, основной объем ассимиляционных органов находится в верхней четверти ствола.

Изменение состояния ели с разной долей участия в составе насаждения нами прослежено в однородных условиях липнякового типа леса, возраст древостоя 130...170 лет. Состояние елового элемента леса незначимо ($F_{\text{факт}} < F_{\text{табл}}$) улучшается от сильно ослабленного до ослабленного с увеличением доли участия не более 8 единиц и образованием однородного насаждения с плотным пологом крон.

Нами сделана попытка определить влияние почвенно-влажностных характеристик условий произрастания на устойчивость спелых и перестойных ельников в зонах промышленного воздействия. Исследованные участки представлены преимущественно насаждениями липнякового типа леса с небольшим участием лещиново-копытеневого типа. Средние данные, отражающие состояние ели при умеренном техногенезе, приведены в табл. 1.

Состояние еловых древостоев в липняковом типе леса ($E_{\text{лип}}$) несколько лучше, нежели в лещиново-копытеновом ($E_{\text{лщкп}}$), оставаясь в категории «ослабленные», что можно объяснить лучшей

адаптацией деревьев более бедных и менее увлажненных местообитаний к засухам и снижению уровня грунтовых вод. При возрастании засухоустойчивости повышается и газоустойчивость древесных растений.

Таблица 1

**Санитарное состояние
слового элемента леса**

Тип леса / лесорастительных условий	СКС	ЖСД
Е _{липп} /С ₂₋₃	1,89	79,2
Е _{липпкп} /D ₂₋₃	2,10	70,6

Примечание. СКС – средневзвешенная категория санитарного состояния; ЖСД – жизненное состояние древостоя [1].

Интенсивность усыхания древостоя ели прослежена на примере очага усыхания и в прилегающей к нему части таксационного выдела в квартале 77 Карачижского отделения биоэкологии леса Учлесхоза. Состав древостоя: 4Е(130)2Е(90)4С(190)+С(90). Средние высота 31 м, диаметр 34 см. Тип леса – ельник волосисто-осоково-крупнопороотниковый, средняя полнота 0,7, класс бонитета I. Подрост 8Е2Кл+Д (5...20 лет) – до 0,7 тыс. шт./га. Подлесок равномерно распределен, густой, доминируют лещина, рябина.

Первоначально усыхание началось в 2003 г., после чего была проведена выборочная санитарная рубка. Однако в засушливые годы процесс не прекратился и к настоящему времени часть выдела представляет собой участок сухостоя 2007–2009 гг., обработанного ксилофагами. Усыхание продолжается по периферии очага.

Очаг усыхания занимает вершину возвышения, полоса до 20 м соответствует склонам, а часть пробных площадей заложена на менее возвышенной, относительно ровной части выдела. Данные обработки учетов на пробных площадях представлены в табл. 2.

С удалением от границы очага улучшается состояние древостоя ели от усыхающего до ослабленного. Текущий отпад снижается с 19,1 до 9,6 %, однако остается больше естественного в 4–5 раз, что отражает ухудшение устойчивости перестойных насаждений ели при снижении уровня грунтовых вод.

Заселенность ксилофагами снижается от очаговой до близкой к ней. В целом количество деревьев категории I возрастает с удалением от очага усыхания. По его границе большая доля здоровых деревьев приходится на ступени толщины, близкие к средней, при удалении от очага – на низкие и средние, что подчеркивает большую устойчивость более молодых деревьев. Вблизи границы растут деревья различных диаметров, что подтверждает общее ослабление насаждения от нарушения корневого питания.

На интенсивность усыхания значительно влияет популяция ксилофагов. Типограф является значимым фактором, ускоряющим ослабление деревьев, нападая на них на более ранних стадиях процесса. В связи с потеплением климата успевают развиваться и маточное, и сестринское поколения. Жуки последнего уходят на зимовку под кору в середине ствола на начальных стадиях ослабления, делая минирные ходы. Следующей весной от мест зимовки начинают развиваться повреждения. Тип заселения стволов – ствольный или комлевой, реже одновременный.

К середине лета следующего года массово отмечается «зеленый сухой» – деревья еще с зеленой хвоей, но без коры вблизи центральной части ствола и с незаселенной комлевой частью с живым лубом.

Анализ модельных деревьев в 2010 г. показал, что плотность поселения

Таблица 2

**Состояние елового элемента леса в насаждении вблизи очага усыхания ели
и размножения короедов**

Местоположе- ние пробной площади, м от границы усы- хания	Распределение деревьев, шт./%, по категориям санитарного состояния											Средневзве- шенная кате- гория сани- тарного со- стояния	Теку- щий отпад	Заселен- ность ксило- фагами %
	I	II		III		IV		V		VI				
		н/з	зас.	н/з	зас.	н/з	зас.	н/з	зас.	н/з	отр.			
0...10	$\frac{34}{15,5}$	$\frac{42}{61,0}$	$\frac{19}{27,8}$	$\frac{21}{24,0}$	$\frac{3}{10,9}$	$\frac{21}{32,0}$	$\frac{11}{14,6}$	$\frac{0}{9,0}$	$\frac{9}{4,1}$	$\frac{3}{59,0}$	$\frac{56}{26,9}$	3,45	19,1	19,1
10...20	$\frac{89}{42,0}$	$\frac{57}{57,0}$	$\frac{0}{27,5}$	$\frac{13}{16,0}$	$\frac{3}{7,7}$	$\frac{9}{16,0}$	$\frac{7}{7,7}$	$\frac{2}{8,0}$	$\frac{6}{3,9}$	$\frac{0}{21,0}$	$\frac{21}{10,1}$	2,31	9,8	7,8
Далее 20	$\frac{91}{40,8}$	$\frac{75}{78,0}$	$\frac{3}{35,0}$	$\frac{20}{22,0}$	$\frac{2}{9,9}$	$\frac{7}{11,0}$	$\frac{4}{4,9}$	$\frac{2}{13,0}$	$\frac{11}{5,8}$	$\frac{2}{8,0}$	$\frac{6}{3,6}$	2,11	9,6	7,0

Примечание. н/з – деревья незаселенные; зас. – заселенные; отр. – отработанные.

типографа является высокой и констатирует напряженные отношения короеда с кормовыми деревьями и высокий уровень численности ксилофага. Энергия размножения находится на уровне 6,1...8,8, что отражает увеличение численности и вызовет заселение деревьев на следующий год в 4–6 раз больше.

Выводы и рекомендации

Состояние ельников в районе техногенеза прямо связано с уровнем загрязнений. Оно ухудшается и особенно существенно при одновременном воздействии нескольких ослабляющих факторов (поллютанты и засуха).

Значительное влияние на санитарное состояние древостоев в зоне умеренного воздействия поллютантов оказывает полнота насаждения. С увеличением полноты оно ухудшается, как и при повышении доли участия ели в составе древостоя более 8 единиц.

При потеплении климата, возрастании засушливости и опускании уровня грунтовых вод ослабление еловых насаждений прогрессирует. Очаги усыхания в первую очередь появляются в перестойных и спелых ельниках на повышенных элементах рельефа. Все усыхающие деревья ели заселены и обработаны ксилофагами, которые ускоряют ослабление и отмирание деревьев. В засушливые годы больше всего страдают ельники, адаптированные к промывному типу водоснабжения в свежих лесорастительных условиях.

В очагах начавшегося усыхания ели, связанного с повышением засушливости климата, выборочные санитарные рубки нецелесообразны, так как процесс продолжится с высокой интенсивностью и потребует проведения сплошной санитарной рубки. Данное явление надо учитывать при отво-

де насаждений для выполнения санитарно-оздоровительных мероприятий.

Из-за накопления численности ксилофагов повышается их агрессивность, что является фактором усыхания и ослабления жизнеспособных деревьев. Необходимо методично проводить мероприятия по снижению численности еловых короедов, своевременно ликвидируя захламленность, разрабатывая очаги усыхания ели, выкладывая ловчие деревья и применяя феромонные ловушки, показавшие высокую эффективность ранее. При этом следует соблюдать оптимальные сроки работ. Изъятие сухостоя и свежеселенных деревьев является лучшим вариантом санитарных мероприятий в еловых лесах, позволяющим удержать типографа в пределах таксационного выдела.

Требуется повысить эффективность общего надзора и лесопатологического мониторинга, проводить периодические (с повторяемостью не более 3 лет) лесопатологические обследования, в выявленных ослабленных насаждениях чаще осуществлять санитарные и лесозащитные мероприятия.

Выращивание устойчивых однопородных еловых древостоев неоправданно и проблематично. Необходимо создавать смешанные хвойно-лиственные насаждения. Рубками ухода в насаждениях с преобладанием ели рекомендуется поддерживать полноту не выше 0,7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.А.* Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 78–84.

2. *Жидков А.Н.* Диагностика состояния насаждений хвойных пород // Лесн. хоз-во. 2000. № 4. С. 20–22.

3. Кобельков М.Е. Современное санитарное состояние лесов и пути его улучшения // Там же. 2005. № 2. С. 40–42.

4. Матусевич Л.С. Лесопатологическое состояние еловых лесов на территории европейской России // Там же. 2003. № 1. С. 29–30.

5. Правила санитарной безопасности в лесах РФ. М., 2007. 16 с.

6. Руководство по планированию, организации и проведению лесопатологических обследований. М., 2007. 47 с.

7. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга. М., 2007. 114 с.

8. Состояние природной среды Беларуси: ежегодный периодический бюллетень НАН РБ. Мн., 1996–2006.

9. Шелухо В.П. Биоиндикация хронического промышленного воздействия щелочного типа на компоненты хвойных насаждений. Брянск: БГИТА, 2001. 205 с.

10. Шелухо В.П. Зонирование хвойных лесов при хроническом воздействии выбросов цементного производства // Лесн. журн. 2002. № 2. С. 31–35. (Изв. высш. учеб. заведений).

11. Шелухо В.П., Смирнов С.И. Методические рекомендации по зонированию территории, стабилизации и повышению устойчивости хвойных насаждений в районах хронического воздействия промышленных загрязнений щелочного типа. Брянск: БГИТА, 2002. 40 с.

12. <http://priroda.org>

13. <http://www.forest.ru>

V.P. Shelukho

Bryansk State Academy of Engineering and Technology

State of Mature and Overmature Spruce Stands in Anthropogenesis Region

The spruce stands state is analyzed at the different effect degree of cement production airpollutants due to the age and silvicultural and inventory factors. The recommendations are justified for forest stands state and viability management.

Keywords: industrial pollution, spruce stands, state, forest management mode.
