

УДК 630\*2:630\*425

*В.Ф. ЦВЕТКОВ*

Цветков Василий Фролович родился в 1935 г., окончил в 1958 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой лесоводства и почвоведения Архангельского государственного технического университета, член-корреспондент РАЕН. Имеет более 200 печатных работ в области лесоводства и лесоведения, социальной экологии и охраны окружающей среды на Севере.

### **ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ**

На материалах долговременных исследований в зоне деятельности комбината «Североникель» прослежены состояние и динамика лесных площадей и лесных насаждений. Предложены основные принципы сохранения и восстановления нарушенной природной среды с помощью приемов лесоразведения, лесовосстановления, уходов за лесом, мелиораций и рекультиваций.

Conditions and dynamics of forest areas and forest stands have been traced on the materials of long-term investigations within the operation zone of «Severonickel» mill. The main principles have been suggested on nature conservation and regeneration of the contaminated environment based on forestation, forest regeneration, care of stands, reclamation and recultivation.

Лесная растительность в условиях Субарктики – наиболее действенный и эффективный фактор природной среды, поэтому проблема ее сохранения в условиях техногенного пресса приобретает особую актуальность [3–5, 8, 12]. Стоит вопрос о сохранении естественной поглотительной способности ландшафта и буферности растительного покрова по отношению к эмиссиям газов. Весьма важной становится задача сохранения и повышения биологической продуктивности насаждений и восстановления лесной растительности на уже обезлесенных территориях. Лесоводственным подходам к

сохранению природного равновесия на техногенно измененных территориях сегодня не уделяется должного внимания.

Появился новый экологический фактор – аэротехногенное загрязнение, обуславливающее широкомасштабную деградацию лесов и ухудшение лесорастительных условий. Он делает актуальной выработку «ответных» лесоводственных стратегий и приемов. В основе их должно быть изучение изменений лесных экосистем под влиянием пресса загрязнения.

Изменения в состоянии, структурной организации, продуктивности насаждений, росте деревьев и древостоев изучали на постоянных и временных пробных площадях в районе деятельности комбината «Североникель» (Мончегорский лесхоз и Лапландский биосферный заповедник Мурманской области). Оценивали закономерности лесовозобновительных процессов в разных условиях произрастания и при различных уровнях загрязнения, в том числе при разном участии сопутствующих загрязнению других антропогенных воздействий. Важное место отводилось оценке эффективности различных лесоводственных мероприятий на территориях, подверженных эмиссиям газов. Изучали изменения лесорастительных почвенных условий, в том числе нарушенных и загрязненных почв после различных приемов биологических и химических мелиораций. Исследования проводили одновременно с нормированием аэротехногенного загрязнения [2, 6, 7, 11, 13, 14]. Использовали как традиционные лесоводственные, лесоводственно-геоботанические приемы, так и экспериментальные методы растениеводства.

В соответствии с лесорастительным районированием [16] район исследований располагается на границе притундровой и северотаежной подзон. Основную часть территории (около 60 %) составляют лесные, болотно-лесные, горно-лесотундровые ландшафты. Леса таежно-субарктического типа имеют невысокую продуктивность. Доминирующими коренными формациями являются еловые с березой и сосновые. Среди производных насаждений преобладают сосновые, березово-сосновые и березово-ивовые II-III классов возраста. На части площадей производные насаждения представляют собой лесотундровые группировки.

За предшествующий период освоения края его природа претерпела существенные изменения. Лесистость снизилась на 12 %. На момент обследования площадь лесов в районе составляла 45 % от общей. Среди лесных территорий, подвергающихся загрязнению, примерно 16 % занимают вырубki разной давности, в том числе с лесовозобновлением разной успешности. Насаждения, пройденные пожарами за последние 50 лет, занимали около 10 %, вырубki, пройденные пожарами (чаще неоднократными), – примерно 11 %.

Чем ближе источник загрязнения, тем больше представлены пустыри, погибшие насаждения, вырубki и гари. Одновременно сокращается доля площадей, испытывающих влияние только одних эмиссий газов. С приближением к заводу и городу возрастает вклад рекреационных нагрузок, загрязнения бытовыми отходами, механических повреждений напочвенной

растительности, почв и литогенной основы ландшафта в разрушение природных комплексов. Таким образом, влияние поллютантов необходимо оценивать на фоне разнообразного антропогенного пресса.

Под «факелом» промвыбросов в районе г. Мончегорска находится примерно 380 ... 400 тыс. га. На этой территории концентрация сернистого газа как основного загрязнителя в 7–280 раз выше фонового содержания его в воздухе. Очаг загрязнения постоянно расширяется. За последние два десятилетия общая его площадь увеличивалась в среднем на 5 ... 7 тыс. га в год. Этот рост продолжается, несмотря на обозначившееся снижение объемов выбросов газов в атмосферу. Следовательно, дигрессия лесных экосистем под влиянием загрязнения среды обладает известной инерционностью, определяемой эффектом «накопления воздействия». С этим же явлением связана способность насаждений длительное время «сдерживать» нагрузку поллютантов, не проявляя внешних признаков повреждения.

Под влиянием промвыбросов происходят негативные изменения в структуре лесного фонда, в частности в породном составе насаждений. Последовательно сокращается доля хвойных лесов, возрастает участие в лесном фонде низкоствольных березняков и ивняков, а также лиственных в составе сосняков и ельников. Происходит характерное для подобных ситуаций [1, 5, 6, 9] упрощение структуры биогеоценозов, снижается общая биологическая продуктивность лесных экосистем. Уменьшается видовое разнообразие биогеоценозов. Из их состава выпадают зеленые мхи, многие виды напочвенных кустарничков. Быстрее всего обедняется лишенофлора. В насаждениях уменьшается общая живая фитомасса, особенно в высоковозрастных. В средневозрастных сосняках брусничного типа даже при слабом повреждении отмечено снижение массы живого вещества на 10 ... 15 %. На 65 ... 70 % это потери ассимиляционного аппарата. Средняя продолжительность функционирования хвои здесь снизилась на 1,3 года.

При изреживании полога вследствие дефолиации пропорционально увеличивается скорость прохождения транзитом поллютантов, отношение поступления и седиментации (осаждения) сернистого газа. Если в насаждениях без признаков дефолиации и ослабления это отношение равно 2,0, то в слабо поврежденных может достигать 2,5. Это означает снижение общей емкости поглощения насаждением, его фильтрационных свойств. Можно предполагать, что оно связано напрямую с уменьшением общей фитомассы или годичной продукции. Однако в последующем следует ожидать, что сорбционные способности будут снижаться быстрее, чем фитомасса.

Вследствие неравномерности выпадения дымо-газовых эмиссий в пространстве и разной толерантности лесных биогеоценозов в зоне загрязнения насаждения находятся на разных этапах деградации [5, 11, 12]. Скорость деградации может быть различной. По уровню текущего загрязнения и степени деградации вся территория нами разделена на несколько условных зон: со слабым, умеренным, сильным и очень сильным влиянием загрязнения.

Деградация растительности сопровождается загрязнением почв соединениями металлов и серы. Распределение элементов-загрязнителей по профилю почвы определяется органометной составляющей, а также содержанием в ней мелкодисперсной (илистой) части. С увеличением содержания органики и илистых фракций емкость накопления поллютантов возрастает. Никель обладает меньшей активностью и способностью мигрировать по сравнению с медью. Наиболее интенсивно загрязняются почвы вблизи комбината [8, 10, 15]. За последние десять лет содержание меди и никеля в почвах вырубок-гарей в санитарно-защитной зоне возросло на 20 ... 240 %. Наибольшее накопление отмечено на участках с грубогумусной лесной подстилкой, наименьшее – на эродированных участках. В последнем случае отмечен активный транзит металлов.

Сильно загрязненные почвы приобретают неблагоприятные свойства. Субстраты с содержанием меди более 1000 и никеля более 2000 мг/кг в жестких микроклиматических и эдафических условиях обезлесенных пустошей оказываются практически стерильными для семян древесных пород. В этих условиях оказывается ощутимым превышение концентраций фонового уровня по металлам на два порядка. При более низких уровнях загрязнения влияние металлов на рост и развитие растений трудно вычленишь из общего фона неблагоприятных факторов.

На завершающих этапах распада древостоев активизируются процессы разрушения других ярусов растительности и почвенного покрова. Мохово-лишайниковый и травяно-кустарничковый ярусы, а затем и почва более интенсивно разрушаются после рубки древостоя, в особенности после рубки и пожара. Под влиянием только эмиссий газов, даже при очень высоких концентрациях токсикантов, за 50 лет деятельности комбината не произошло разрушения почвы. Конечной стадией деградации экосистемы (ельник черничный или вороничный) является захламленная редица из угнетенных подлесочных кустарников, резко угнетенного подроста. В тех же условиях, но после рубки с последующим пожаром уже через 35 ... 37 лет образуется эродированная техногенная пустыня.

Разрушение почв в зоне влияния промвыбросов сегодня отмечено уже на тысячах гектаров. Эрозионные процессы прогрессируют. Если в середине 80-х гг. в условиях ельника вороничного эрозионные «язвы» отмечались на удалении 12 км, то в начале 90-х гг. уже 15 ... 17 км. Показательно, что дефляционные процессы не развиваются или очень слабо выражены на участках с несрубленными древостоями.

Среди мер по сохранению природных комплексов в зоне деятельности медно-никелевых заводов Заполярья важное место должно занять бережение лесов, которому после мер технического порядка (изменение технологий) следует отдать безусловный приоритет. Лесоводственная программа оздоровления окружающей среды и сохранения природных комплексов должна основываться на следующих принципиальных положениях.

1. Лесная растительность в условиях Субарктики является наиболее действенным фактором природной среды. Она определяет общую экологи-

ческую емкость ландшафта в зоне деятельности промышленных предприятий, в частности медно-никелевых заводов. Поэтому сохранение, восстановление и повышение устойчивости лесов, прилегающих к промышленным предприятиям территорий, следует считать главным условием поддержания приемлемых условий окружающей среды.

2. При хроническом загрязнении леса, накопив определенный объем поллютантов, начинают деградировать. Высокая их сорбционная способность падает. При больших нагрузках вредных веществ эти процессы приобретают необратимый характер.

3. В районах с интенсивным аэротехногенным загрязнением в центре внимания лесохозяйственных предприятий должны быть меры по сохранению лесов и повышению их устойчивости. Очевидно, что большую часть затрат на эти работы обязаны взять на себя предприятия - виновники ухудшения состояния окружающей среды.

4. В лесохозяйственной деятельности на территориях, испытывающих влияние промвыбросов, необходимо принимать во внимание неравномерность и неоднородность уровней текущего и накопленного загрязнений. Мероприятия следует дифференцировать с учетом загрязнения, лесоводственных и санитарно-патологических характеристик конкретных участков, глубины разрушения экосистем и техногенной деградации экотопа. При этом надо иметь в виду, что под влиянием поллютантов происходит выравнивание условий лесорастительной среды.

5. Основу лесоводственной стратегии должен составлять комплекс лесовосстановления и ухода за насаждениями и почвами. Наряду с традиционными могут найти применение приемы из арсенала «промышленной ботаники». На больших площадях потребуются лесоразведение.

6. Важное условие проведения лесохозяйственных и ландшафтно-реабилитационных мер – энергичное продолжение обозначившегося в последние годы направления на снижение объемов выбросов.

7. Учитывая способность молодняка выживать под защитой остатков исходного насаждения или повышенный рельефа, лесовосстановление следует осуществлять с определенным опережением, не дожидаясь снижения уровня загрязнения до норм. В зависимости от конкретных условий лесовосстановительные работы или меры по лесоразведению могут начинаться за 5 ... 20 лет до установления на участке приемлемой концентрации токсикантов.

8. Лесовосстановление и лесоразведение должны быть поэтапными. Первоначально на основе приемов мелиораций необходимо культивировать местные листовые газоустойчивые кустарники и древесные породы. В дальнейшем под их защитой и при определенном снижении нагрузок поллютантов создаются культуры хвойных пород, в том числе интродуцированных. Следует принять тактику «наступления на очаг».

9. Важное место в программе должен занять комплекс мер по последовательной замене гбнущих высоковозрастных хвойных насаждений

молодыми, изначально смешанными по составу. Хорошие результаты могут дать приемы естественного облесения редин – распадающихся насаждений.

10. Широкое распространение должны получить химические мелиорации, технико-химические и биологические рекультивации нарушенных земель. Потребуются большие работы по известкованию и торфование почв.

11. В санитарно-защитных зонах и на землях города меры по лесоразведению следует проводить в комплексе с работами по облагораживанию и рекреационному обустройству территории.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алексеев В.А., Ярмишко В.Т. Влияние атмосферного загрязнения на структуру и продуктивность сосняков Европейского Севера // Влияние промышленного загрязнения на лесные экосистемы и мероприятия по повышению устойчивости. - Каунас: Гирионис, 1984. - С. 65. [2]. Баркан В.Ш. Опыт использования пассивных окисно-свинцовых поглотителей для оценки концентрации сернистого газа в атмосфере // Экология. - 1992. - № 4. - С. 37-44. [3]. Дончева А.В. Ландшафт в зоне воздействия промышленности. - М.: Лесн. пром-сть, 1978. - 96 с. [4]. Крючков В.В. Современные проблемы охраны биосферы на Кольском Севере // Проблемы экологии Полярной области: Тр. школы-семинара. - Мурманск, 1980. - С. 59-70. [5]. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / Ред. В.А. Алексеев. - Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1990. - 198 с. [6]. Мак Кленахен Д. Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей // Взаимодействие между лесными экосистемами и атмосферными загрязнителями. Ч. 1. - Таллин, 1982. - С. 76-96. [7]. Методические рекомендации по оценке существующего и прогнозируемого состояния лесных насаждений в зоне влияния промышленных предприятий в Мурманской области / Подг. В.Ф. Цветков. - Архангельск: АИЛиЛХ, 1990. - 18 с. [8]. Никонов В.В., Лукина Н.В. Биохимические функции лесов на северном пределе распространения. - Апатиты: Кольск НЦ, 1994. - 312 с. [9]. Пьявченко Н.И., Второва В.Н. О влиянии техногенных эмиссий на растительность Севера // Проблемы биосферы: Информ. бюл. науч. совета по проблемам биосферы АН СССР. - М., 1985. - № 4. - С. 4-39. [10]. Сизов И.И., Цветков В.Ф. О токсичности загрязненных промышленными выбросами почв для древесных и кустарниковых пород // Взаимовлияние лесных экосистем и загрязнителей: Тез. докл. I сов.-америк. симпоз. по проекту 02.03-21. - Таллин, 1982. - С. 117-119. [11]. Цветков В.Ф. Оценка нагрузок аэротехногенного загрязнения на хвойные леса Кольского полуострова Проблемы комплексного использования и оптимизация природных ресурсов Кольского полуострова: Тез. докл. Всесоюз. конф. - Апатиты: Кольск НЦ, 1989. - С. 118-119. [12]. Цветков В.Ф. Повреждение лесов промышленными выбросами медно-никелевого комбината в Мурманской области // Ботанические исследования за Полярным кругом. - Кировск: Кольск. отдел. Ботанич. общ-ва, 1990. - С. 185-195. [13]. Цветков В.Ф. Нормирование загрязнения среды применительно к лесам Мурманской области // Эколого-географические проблемы сохранения и восстановления лесов Севера: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. - Архангельск, 1991. - С. 122-124. [14]. Цветков В.Ф., Баркан В.Ш. Использование постов контроля загрязнения воздуха и метеонаблюдений при разработке ПДК сернистого газа для лесов // Полярная метеорология на службе народного хозяйства: Тез. докл. I Всесоюз. науч. конф. - Мурманск, 1987.