

# **ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО, ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА И ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО**

## *Технология лесопромышленного производства*

УДК 630\*181.351

Маг. К.О. Авчинник  
Рук. В.А. Азарёнок  
УГЛТУ, Екатеринбург

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ООО «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД им. В.В. ВОРОВСКОГО» НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ**

В настоящее время многие лесные биогеоценозы мира испытывают стрессовые воздействия от атмосферных выбросов промышленных предприятий. Изучение воздействия антропогенных загрязнений на леса России с применением методов системного анализа является не только важной теоретической проблемой, но и актуальной прикладной задачей.

Представлена имитационная модель воздействия выбросов предприятия ООО «Машиностроительный завод им. В.В. Воровского» на лесные экосистемы на примере Верх-Исетского лесничества. Данная математическая модель влияния атмосферных выбросов ООО «Машиностроительный завод им. В.В. Воровского» на лесные экосистемы может применяться для прогнозирования зон деградации лесов вокруг предприятий, основными выбросами которых являются пыль абразивная и  $Fe_2O_3$ . С помощью математического метода может быть выявлена зависимость динамики продуктивности растительности от кислотности осадков, подтверждена закономерность уменьшения степени устойчивости деревьев к загрязнениям с возрастом. Возможно также выполнение задач природоохранной практики, в том числе, расчет биологического ущерба, нанесенного лесной экосистеме, оценка риска воздействия на природную среду.

*Характеристика Верх-Исетского лесхоза.* Верх-Исетский лесхоз Свердловского управления лесного хозяйства расположен в южной части Свердловской области. Общая площадь лесхоза составляет 36200 га. Небольшая протяженность территории лесхоза в широтном направлении – 61 км, меридиональном – 32 км. По лесорастительному районированию лесной фонд Верх-Исетского лесхоза расположен в зоне смешанных лесов.

Климат района расположения лесхоза континентальной с суровой морозной зимой и относительно теплым летом. Средняя годовая температура воздуха составляет 1, 2 °С. Среди хвойных пород наибольшей чувствительностью к газообразным загрязнителям атмосферы отличается сосна обыкновенная, которая преобладает в Верх-Исетском лесхозе – 40 %, также есть лиственница – 30 %, ель – 10 % и береза – 20 %. Минимальная концентрация SO<sub>2</sub> в воздухе, вызывающая скрытые физиолого-биохимические повреждения сосны, составляет 0,03 мг/м<sup>3</sup>. Данная доза определена как максимальная среднесуточная норма загрязнения воздуха для растений. Легкие хронические повреждения растительных клеток наблюдаются при среднегодовой концентрации двуокиси серы 10...30 мкг/м<sup>3</sup> [1].

*Характеристика влияния техногенного загрязнения на Верх-Исетское лесничество.* Наибольшим источником промышленного загрязнения воздуха на территории Верх-Исетского лесхоза является Машиностроительный завод им. В.В. Воровского, расположенный в Екатеринбурге. Это завод бурового оборудования, производящий современные буровые установки. Анализ практической деятельности завода выявил, что на сегодняшний день предприятие вносит основной вклад в загрязнение воздушного бассейна Верх-Исетского лесхоза, где в атмосферный воздух выбрасывается значительное количество абразивной пыли – 0,0245 г/с, вместо разрешенной концентрации – 0,0229 г/с; оксида железа (III) – 0,0434 г/с, норматив – 0,0353 г/с.

Существующая на заводе технологическая схема пылеочистки не обеспечивает очистку выбросов до требуемых нормативов. В частности, производственный норматив превышает по абразивной пыли и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,07 и 1,23 раз, соответственно [1].

*Анализ литературных данных влияния диоксида серы на лесные экосистемы.* Среди серосодержащих техногенных эмиссий наиболее фитотоксичной является двуокись серы. Установлено, что SO<sub>2</sub> является сильнодействующим ассимиляционным ядом. Растений, абсолютно устойчивых к сернистому газу, как и к другим вредным промышленным отходам, практически нет. Растения, у которых участки повреждений составляют до 20 % общей площади листьев, относят к слабоповреждаемым. У среднеповреждаемых видов повреждения достигают 50 %, а у сильноповреждаемых – свыше 50 %. Типичные процессы образования дисперсионных аэрозолей – измельчение угля, ветровая эрозия почвы.

Различают две группы повреждений, связанных с действием вредных примесей. Одни из них – видимые, выражающиеся в деформации, пятнистости и некрозах ассимиляционных органов. Другие – скрытые, которые проявляются в снижении продуктивности за счет ингибирования фотосинтеза, изменении метаболизма, увеличении восприимчивости к болезням и вредителям, ускорении старения растений [2].

Механизм фитотоксического действия заключается в неспецифическом нарушении деятельности многих ферментов вследствие подкисления цитоплазмы и нарушения ионного режима. Могут наблюдаться нарушения метаболизма органических соединений, фотосинтетических структур, также происходит накопление балластных токсических продуктов, транспортных путей миграции энергии от хлоропластов к центрам их использования, появляются автокаталитические цепные реакции свободнорадикального и фотодинамического окисления [2, 3].

При длительном воздействии сернистого газа подавляется рост растений, в некоторых случаях отмирают верхушки побегов.

*Математическая модель воздействия техногенных выбросов предприятия ООО «Машиностроительный завод им. В.В. Воровского» на лесные экосистемы Верх-Исетского лесничества.* Для описания действия загрязнения Верх-Исетского лесничества использовалась модель переноса. В качестве индикатора загрязнения была выбрана загрязненность снежного покрова тяжелыми металлами [4]. Годичная продукция дерева нелинейно зависит от его массы и величины загрязнения. Загрязнение тормозит рост дерева, действуя на годичный прирост, вплоть до полной остановки роста, приводящей к гибели дерева.

Предложена идентификация модели, в которой масса дерева изменяется в соответствии с уравнением

$$\frac{dX}{dt} = (aX^\alpha - bX)(1 - \beta p^\gamma),$$

где  $X$  – надземная масса одного дерева (воздушно-сухая масса) возраста  $\tau$  ( $\tau = 20, 21, \dots, 100$  лет);

$p$  – величина загрязнения,

$a, \alpha, \beta, \gamma$  – коэффициенты, которые необходимо подобрать так, чтобы реальная действительность описывалась с наибольшей точностью;

$\beta$  – коэффициент, характеризующий силу действия загрязнения.

*Модель роста растительности в Верх-Исетском лесничестве в отсутствие загрязнений.* Для идентификации модели в отсутствие загрязнений использовались данные Н.И. Казимирова и Р.М. Морозовой [5]. Сравнивались массы дерева в максимальном возрасте на большом расстоянии от источника загрязнения, где действие загрязнений практически отсутствует (табл. 1, 2).

Таблица 1

Значения параметра  $a$  при условии, что параметр  $\alpha = 0,6$  фиксирован

Порода дерева	$a$	$\alpha$	Точность, %
Ель	0,115	0,6	59
Сосна	0,165	0,6	49
Берёза	0,323	0,6	22

Таблица 2

Значения параметра  $a$  при условии, что параметры  $a$  и  $\alpha$  варьируются

Порода дерева	$a$	$\alpha$	Точность, %
Ель	1,350	0,123	34
Сосна	1,125	0,167	24
Берёза	0,766	0,391	8

Модель роста растительности в Верх-Исетском лесничестве в режиме действия загрязнений. После определения параметров модели в отсутствие загрязнений проводилась идентификация модели при наличии загрязнений (табл. 3, 4). Для того чтобы «включить» действие загрязнений, необходимо было сделать параметр  $\beta$  отличным от нуля. Действие загрязнения описывается коэффициентами  $\beta$  и  $\gamma$ .

Таблица 3

Значения параметра  $\beta$  при условии, что параметр  $\gamma = 2$  (фиксирован)

Порода дерева	$\beta$	$\gamma$	Точность, %
Ель	0,0000000792	2	37
Сосна	0,0000002116	2	34
Берёза	0,000000001	2	81

Таблица 4

Идентификация модели, когда параметры  $\beta$  и  $\gamma$  варьируются

Порода дерева	$\beta$	$\gamma$	Точность, %
Ель	0,0000014112	1,636	37
Сосна	0,0000000879	2,122	34
Берёза	0,0000005	0,901	81

Рассмотренная модель показывает, что при одинаковых природных условиях сосна в наибольшей степени подвержена действию загрязнения, в меньшей степени ему подвержена ель; берёза – самая выносливая из трех пород. При одинаковых значениях коэффициента  $\gamma$  степень зависимости прироста сосны от загрязнения  $\beta = 0,0000002116$ , в 2,67 больше, чем ели ( $\beta = 0,0000000792$ ). Ель обладает более высокой способностью к новообразованию ветвей из спящих почек, чем сосна, и поэтому более устойчива.

Для обеспечения непрерывного лесопользования в условиях Верх-Исетского лесничества, где произрастают смешанные лесонасаждения, целесообразно использовать постепенные двухприемные рубки и реконструктивные рубки. Благодаря постепенным рубкам возможно:

– создание благоприятных условий среды для возобновления леса; предохранение подстилки от иссушения;

- защита всходов и самосева от действия низких и высоких температур;
- выращивание высококачественных одновозрастных древостоев;
- сохранение технических качеств древесины стволов, которым нанесены ранения при первых приемах рубки, до последующих приемов, если интервалы между ними невелики;
- сохранение производительности почвы;
- возможность обеспечения водоохраных и почвозащитных свойств леса.

Применение реконструктивных рубок проводится для:

- перевода смешанных лесонасаждений в хвойные;
- создания возможности вести заготовку лиственной древесины до достижения темнохвойными породами возраста спелости;
- максимального сохранения подроста хвойных пород с последующим усилением его прироста и повышением продуктивности лесонасаждений;
- сохранности непрерывности лесовозобновления и средообразующей роли лесов. В результате их проведения происходит реконструкция лесонасаждений, то есть смена лиственных пород на хвойные [6].

Таким образом, постепенные рубки позволяют регулировать прирост древесины и развитие подроста и второго яруса древостоев. А применение реконструктивных рубок проводится с целью улучшения породного состава, повышения продуктивности и усиления их многообразных функций. Внедрение рубок позволит обеспечить устойчивое лесопользование и сохранность лесной среды, что особенно важно для лесонасаждений, находящихся вокруг крупных городов, на примере Екатеринбурга.

#### *Библиографический список*

1. Проект организации и благоустройства санитарно-защитной зоны «Машиностроительного завода им. В.В. Воровского» в г. Екатеринбурге: пояснительная записка: в 3 т. Екатеринбург: Изд-во ООО «Машиностроительного завода им. В.В. Воровского», 2009. Т. 1. 115 с.
2. Павлов И.Н. Глобальные изменения среды обитания древесных растений: монография. Красноярск: СибГТУ, 2003. 156 с.
3. Кудрин П.П., Азаренок В.А. Математическое моделирование воздействия атмосферных выбросов ОАО «СУМЗ» на лесные экосистемы Билимбаевского лисничества. Екатеринбург: УГЛТУ. С. 47–52.
4. Тарко А.М., Быкадаров А.В., Крючков В.В. Моделирование действия атмосферных загрязнений на лесные экосистемы в регионе: доклады Академии наук. М.: РАН, Т. 341, № 4. 1995. С. 571–573.
5. Казимиров Н.И. Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии / Н.И. Казимиров, Р.М. Морозова. Л.: Наука, 1973. 176 с.

6. Азаренок В.А., Залесов С.В. Экологизированные рубки леса. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 97 с.

УДК 674.073

Маг. А.С. Агафонов  
Рук. Б.Е. Меньшиков  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **КОМБИНИРОВАННЫЕ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕХИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Особенностью лесозаготовительных предприятий, организующих первичную переработку круглых лесоматериалов на ту или иную продукцию, в отличие от лесопильных предприятий, работающих на покупном сырье, является необходимость перерабатывать круглые лесоматериалы хвойных и лиственных пород различных размерно-качественных характеристик, характеризующих арендуемый лесфонд (низкосортное сырье, тонкомерное сырье, дрова). Все это сырье можно перерабатывать как в специализированных, так и в комбинированных цехах.

Одним из перспективных направлений в развитии лесообработывающих производств в условиях лесозаготовительных предприятий является создание комбинированных цехов, отличительной особенностью которых является возможность обработки круглых лесоматериалов различного назначения в общих технологических потоках [1]. В таких цехах создаются более благоприятные условия для комплексной переработки древесины, в том числе низкокачественного сырья и отходов, что ведет к лучшему использованию оборудования цеха, более рациональному размещению цеха на складе, сокращению объема складских транспортных операций и т.д.

Как показывает опыт, устройство комбинированных цехов целесообразно в следующих случаях [2]:

- при однотипном составе технологических операций на обработке разных сортиментов;
- если продукция или отходы одного цеха являются исходным сырьем для другого;
- при небольшом объеме переработки каждого вида сырья и невозможности в связи с этим полностью загрузить оборудование специализированных цехов.

Кроме традиционных комбинированных цехов шпало-тарных, лесопильно-тарных, древо-тарных, рассмотренных в трудах А.А. Шадрина, в последние годы стали внедряться и другие типы комбинированных цехов для производства оцилиндрованных деталей строительного назначения,