

УДК 630\*181.351

Маг. Н.А. Тыникова  
Рук. В.А. Азаренок  
УГЛТУ, Екатеринбург

**К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ  
«МОНДИ УРАЛПЛАСТИК-Н» НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ  
БИЛИМБАЕВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

Научные исследования в области экологии показывают, что загрязнение воздуха – один из значительных современных стрессов, который испытывают лесные экосистемы. Следствием стресса от загрязнения воздуха следует признать не столько быструю гибель лесов в непосредственной близости от источников, сколько постепенные незаметные изменения метаболизма и видового состава на огромных площадях в течение длительного времени. Все это ставит перед учеными сложные проблемы изучения загрязнения атмосферного воздуха, познания процесса расстройств лесных экосистем, повышения их устойчивости и продуктивности. Мною представлена имитационная модель воздействия выбросов «Монди Уралпластик» (завод с полным циклом производства гибкой полимерной упаковки) на лесные экосистемы Билимбаевского лесничества. Данная математическая модель влияния атмосферных выбросов полимерных материалов на лесные экосистемы может применяться для прогнозирования зон деградации лесов вокруг предприятий, основными выбросами которых являются газо- и парообразные химические вещества.

*Характеристика Билимбаевского лесничества.* Наибольшую площадь занимает сосна – 372,3 га (58 %). Ель участвует на 22 % – это 141,1 га, пихта – 26,5 га (4,1 %), береза – 102,4 га (15,9 %). Средний класс бонитета по лесничеству II, что свидетельствует о высокой продуктивности насаждений. На территории Билимбаевского лесничества широкое распространение имеют рубки леса сплошнелесосечным способом. После проведения сплошных рубок основным лесообразователем является береза. Площадь березняков составляет 32 %, осина 11 % площади, ольха 1,1 %. Возобновление хвойными породами происходит с преобладанием ели – 53 %, пихты – 39 %, сосны – 3 %. Состав лесонасаждения 5С 2Е 1Пх 1Б 1Ос [1, 2].

*Характеристика влияния техногенного загрязнения на Билимбаевское лесничество.* Монди Уралпластик – завод с полным циклом производства гибкой полимерной упаковки. Мощность предприятия составляет 1 400 тонн гибкой упаковки в месяц, что примерно равно 600 млн упаковок с готовой продукцией. Производство полимеров приносит экологические про-

блемы для окружающей природной среды. Это использование различных токсичных мономеров и катализаторов, образование сточных вод и газовых выбросов. При производстве полимерных материалов в воздух рабочей зоны выделяется комплекс газо- и парообразных химических веществ: исходные и промежуточные продукты, а также различные побочные продукты синтеза и деструкции полимера. Основными летучими соединениями, выделяющимися при переработке и эксплуатации ПМ, являются мономеры и вещества их загрязняющие, органические растворители (используемые в процессе синтеза), пластификаторы, катализаторы, стабилизаторы и другие компоненты, а также продукты термической и термоокислительной деструкции. В составе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятии выброс окиси углерода составлял 70,9 %, оксида азота (IV) – 14,4 %, взвешенных веществ – 10,7 % и соединений суммарной газообразной серы в пересчете на серу – 1,9 % от общего выброса предприятия по этим компонентам [3]. Поэтому необходимо провести модернизацию методов очистки газовых выбросов полимерных производств.

*Математическая модель воздействия выбросов предприятий цветной металлургии на лесные экосистемы Билимбаевского лесничества.* Для описания действия загрязнения Билимбаевского лесничества использовалась модель переноса. Для примера загрязнений была выбрана загрязненность атмосферного воздуха газовыми выбросами. 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

$$\frac{dx}{dt} = (ax^a - bx)(1 - \beta p^p) \quad (1)$$

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

$p$  – величина загрязнения;

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

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

*Модель роста растительности в Билимбаевском лесничестве в отсутствие загрязнений.* Для идентификации модели в отсутствие загрязнений использовались данные Н.И. Казимирова и Р.М. Морозовой [4]. Для начала 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  $\alpha = 0,5$  фиксирован

Порода дерева	$a$	$\alpha$	Точность, %
Ель	0,120	0,5	58
Сосна	0,210	0,5	49
Береза	0,325	0,5	23

Таблица 2

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

Порода дерева	$a$	$\alpha$	Точность, %
Ель	0,260	0,120	32
Сосна	0,321	0,169	24
Береза	0,350	0,450	7

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

Таблица 3

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

Порода дерева	$\beta$	$\gamma$	Точность, %
Ель	0,0000000875	2	41
Сосна	0,000000003	2	56
Береза	0,000000001	2	68

Таблица 4

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

Порода дерева	$\beta$	$\gamma$	Точность, %
Ель	0,0000015112	1,542	41
Сосна	0,0000006	3	56
Береза	0,00000038	0,805	68

Представлена математическая модель воздействия атмосферного загрязнения завода на лесную экосистему с учетом трех лесобразующих пород: ель, сосна и береза. Следовательно: сосна в наибольшей степени подвержена действию загрязнения, в меньшей степени подвержена ель, береза самая выносливая из трех пород.

Для обеспечения непрерывного лесопользования в условиях Билимбаевского лесничества, где произрастают смешанные лесонасаждения, целесообразно использовать различные равномерно-постепенные рубки, а также реконструктивные и проходные рубки [5].

Необходимо предусмотреть сертификацию лесопользования. Это обеспечивает переход к интенсивному ведению лесного хозяйства. Предприятия, изъявившие желание сертифицироваться, принимают на себя обязательства следовать этим принципам. Особенно важно для предприятий находящихся в промышленно развитых регионах, а также предприятий экспортирующих свою продукцию на внешние рынки [6, 7].

Эти мероприятия позволят снизить воздействия атмосферных выбросов «Монди Уралпластик-Н» на лесные экосистемы.

### *Библиографический список*

1. Усольцев В.А., Бергман И.Е., Воробейчик Е.Л. Биологическая продуктивность лесов Урала в условиях техногенного загрязнения. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 366 с.

2. Характеристика состояния лесов и их использования [Электронный ресурс] / Лесной план Свердловской области. URL: <http://forest.midural.ru/article/show/id/97> (дата обращения 12.09.2019).

3. Ослабление лесов под воздействием промышленных выбросов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.activestudy.info/oslablenie-lesov-pod-vozdeystviem-promyshlennykh-vybrosov/> (дата обращения 28.08.2019).

4. Казимиров Н.И., Морозова Р.М. Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Л: Наука, 1973. 176 с.

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

6. Добровольная лесная сертификация: учеб. пособие для вузов / А.В. Птичников, Е.В. Бубко, А.Т. Загидуллина [и др.]; под общ. ред. А.В. Птичникова, С.В. Третьякова, Н.М. Шматкова // Всемирный фонд дикой природы (WWF России). М., 2011. 175 с.

7. Курдин П.П., Азаренок В.А. Математическое моделирование воздействия атмосферных выбросов ОАО «СУМЗ» на лесные экосистемы Билимбаевского лесничества. Екатеринбург: УГЛТУ, 2019 [Электронный ресурс]. URL: <http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/8195> (дата обращения 15.11.2019).