

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛОВ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ БЕЛАРУСИ

This article is devoted to the results of calculation of ecology - economic estimation of maximum load of nitrogen, sulphureous anhydride, fluorine, zinc and cooper on afforestation in Belarus. Regional particularities of absorbing the polluting materials are revealed in the article.

Современная система платежей за загрязнение окружающей среды в РБ не выполняет стимулирующей и компенсационной функции, не учитывает ассимиляционной емкости различных регионов и требует совершенствования. Для обеспечения устойчивого природопользования необходима трансформация действующих платежей за загрязнение окружающей среды в налог за использование ассимиляционного потенциала окружающей среды (АПОС).

Ассимиляционный потенциал окружающей среды можно определить как способность ландшафта поглощать в определенных пределах эмиссии загрязняющих веществ без изменения своих качественных параметров в неопределенно длительной перспективе. АПОС – жестко лимитированный природный ресурс. Его использование обуславливает возникновение природно-ресурсной ренты [2, 3].

АПОС – важная форма устойчивости экосистем по отношению к выбросам вещества и энергии, поступающим в окружающую среду в результате хозяйственной деятельности. Ее обеспечивает работа механизмов, направленных на консервацию химических элементов в геосистеме. Значительный вклад в АПОС вносят лесные экосистемы. В связи с этим возникает необходимость в экономической оценке АПОС, и в частности экономической оценке ассимиляционного потенциала лесов РБ, оценке вклада регионов (ПЛХО) в поглощение загрязняющих веществ.

В соответствии с разработанной методикой [1], ассимиляционный потенциал лесных экосистем (АПЛЭ) складывается из ассимиляционного потенциала растительности, главным образом древесных растений (АПР) и ассимиляционного потенциала почв (АПП). Общая экономическая оценка АПЛЭ определяется как сумма оценок по отдельным загрязняющим веществам, преобладающим в структуре выбросов (сернистый ангидрид, окислы азота, углеводороды, окись углерода и др.).

Объектом экономической оценки АПР является предельное содержание загрязняющих веществ в фитомассе основных лесобразующих пород. Предельную нагрузку конкретного загрязняющего вещества на древесные породы в натуральных показателях предлагается определять по следующей формуле (на примере  $SO_2$ ):

$$O = H \cdot U \cdot Z \cdot K_{o.k.},$$

где  $O$  – оценка предельной нагрузки загрязняющего вещества на древесные породы в натуральных показателях, т;

$H$  – предельное содержание  $S$  в хвое сосны, т/т;

$U$  – коэффициенты устойчивости лесных фитоценозов к воздействию  $SO_2$ ;

$Z$  – запас насаждений,  $m^3$ ;

$K_{o.k.}$  – объемно-конверсионные коэффициенты,  $t/m^3$ .

Газоустойчивость различных древесных растений неодинакова. Чем выше порог чувствительности к химическим воздействиям, тем выше сорбция и устойчивость к химическому загрязнению. Для всего комплекса газовых форм наименее устойчивы хвойные породы (сосна, ель, лиственница), которые в отличие от других пород меньше зависят от плодородия почв, что связано с их способностью поглощать ряд элементов питания из воздуха и атмосферной влаги. Среди хвойных пород наибольшей чувствительностью к газообразным токсикантам обладает сосна. Содержание общей серы в сосне обыкновенной можно использовать в качестве индикатора загрязнения воздуха. При содержании более 0,13% серы в хвое сосны отмечается токсическое воздействие этого элемента на состояние сосновых лесов [5]. Эта величина принята за предельную нагрузку  $S$  на сосну ( $H$ ).

Коэффициент устойчивости сосны как наименее устойчивой породы принят за 1. Для корректировки предельной нагрузки  $SO_2$  на другие лесобразующие породы используются следующие коэффициенты устойчивости ( $U$ ): ель – 1,29; мелколиственные – 1,86; широколиственные – 2,14. При расчете коэффициентов устойчивости принималась во внимание оценка устойчивости к химическому загрязнению фитоценозов в баллах [4].

Для перевода запаса насаждений по данным учета лесного фонда по основным лесобразующим породам в разрезе возрастных категорий в фитомассу используется объемно-конверсионный метод. В его основе лежат объемно-конверсионные коэффициенты ( $K_{o.k.}$ ), представляющие собой отношение фитомассы фракций к запасу древесины для основных лесобразующих пород в разрезе групп возраста [6].

Для перевода предельной нагрузки загрязняющего вещества ( $SO_2$ ) на древесные породы в натуральных показателях в стоимостную

оценку предлагается использовать концепцию альтернативной стоимости (упущенной выгоды). Концепция альтернативной стоимости – одна из основополагающих в экономической теории. В экономике природопользования она позволяет оценить природный объект, ресурс, имеющие заниженную рыночную цену или вообще не имеющие ее. Альтернативная стоимость также включает выгоды, которые могли бы быть получены от альтернативного использования [7]. Стоимость ассимиляции древесными растениями  $SO_2$  можно оценить по недополученной выгоде от использования леса в промышленных целях. Для расчета стоимости поглощения 1 т загрязняющего вещества необходимо знать текущую цену 1 га по действующим таксам и газопоглотительную способность 1 га леса. Исходя из этих данных, можно рассчитать площадь леса, которую потребуется посадить или законсервировать для поглощения 1 т загрязняющего вещества, и определить альтернативную стоимость последнего. Так как в настоящий момент лес на корню реализуется по действующим таксам, оценка «недополученного» эффекта ориентируется на них.

По разработанной методике выполнена эколого-экономическая оценка предельных нагрузок сернистого ангидрида, азота, фтора, цинка и меди на лесные насаждения РБ, выявлены региональные особенности ассимиляции загрязняющих веществ.

Анализ результатов показал, что общая предельная нагрузка двуокиси серы на древесные породы Минлесхоза составляет 2872,645 тыс. т при аккумулировании в год 58,625 тыс. т. По ежегодной предельной нагрузке  $SO_2$  на древесные растения группы пород образуют следующий ряд: мягколиственные > сосновые > еловые > твердолиственные. Наибольшие предельные нагрузки  $SO_2$  может испытывать Гомельская область (664,124 тыс. т), второе место занимает Витебская (607,678 тыс. т), третье – Минская (534,493 тыс. т), четвертое – Могилевская (429,920 тыс. т), пятое – Гродненская (323,604 тыс. т), шестое – Брестская (312,736 тыс. т). По величине предельного ежегодного поглощения  $SO_2$  1 га лесных насаждений на первый план выходят твердолиственные (0,104 т/га) и мягколиственные породы (0,095 т/га). Им уступают хвойные: еловые (0,010 т/га) и сосновые леса (0,006 т/га).

Экономическая оценка предельных нагрузок сернистого ангидрида на древесные растения Минлесхоза составила 5601,66 тыс. USD, причем ежегодная – 114,51 тыс. USD (см. таблицу). Наиболее ценными являются мягколиственные породы, так как они способны выдерживать максимальное загрязнение воздуха  $SO_2$  по сравнению с другими насаждениями. Максимальную экономическую

оценку предельных нагрузок диоксида серы в год получили древесные породы лесов Витебской и Гомельской (>25 тыс. USD), минимальную – Брестской и Гродненской областей (>13 тыс. USD). Лесные насаждения Могилевской и Минской областей занимают промежуточное положение между двумя группами на шкале оценок.

Общая предельная нагрузка азота на древесные породы Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь составляет 38 303 тыс. т при аккумулировании в год 781,69 тыс. т. По предельной нагрузке азота на древесные растения и ежегодному депонированию элемента по Министерству лесного хозяйства группы пород образуют следующий ряд: мягколиственные > сосновые > еловые > твердолиственные. Наиболее устойчивыми к выбросам соединений азота являются леса Гомельской области (9286,13 тыс. т), за ними следуют леса Витебской (7609 тыс. т), Минской (7194,2 тыс. т), Могилевской (5460,96 тыс. т), Брестской (4809,73 тыс. т), Гродненской (3931,34 тыс. т) областей. По величине предельного ежегодного поглощения азота 1 га лесных насаждений на первый план выходят твердолиственные (0,184 т/га) и мягколиственные (0,156 т/га). Им уступают хвойные: еловые (0,116 т/га) и сосновые (0,069 т/га).

Эколого-экономическая оценка предельных нагрузок азота на древесные растения Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь составила 1 385 917 тыс. USD, причем ежегодная – 28 818,69 тыс. USD (таблица). Наиболее ценными являются твердолиственные породы по предельной ежегодной нагрузке азота на один гектар лесных насаждений. С учетом площадей, занимаемых различными группами пород, максимальной эколого-экономической оценкой характеризуются мягколиственные породы. Наибольшую эколого-экономическую оценку предельных нагрузок азота в год получили древесные породы лесов Гомельской и Витебской, наименьшую – Брестской и Гродненской областей. Лесные насаждения Могилевской и Минской областей занимают промежуточное положение между двумя группами на шкале оценок.

Общая предельная нагрузка фтора на древесные породы Минлесхоза составляет 132,6 тыс. т при ежегодном депонировании 2,7 тыс. т. Группы пород образуют следующий ряд по ежегодной предельной нагрузке фтора на 1 га лесных насаждений: твердолиственные > мягколиственные > еловые > сосновые. Выявлены региональные особенности депонирования фтора. Наиболее уязвимыми по отношению к выбросам фтора являются древесные растения Гродненского и Брестского ПЛХО, наименее – Гомельского и Витебского ПЛХО.

**Эколого-экономическая оценка ежегодных предельных нагрузок  
загрязняющих веществ на лесные насаждения регионов РБ, тыс. USD**

Регионы	Эколого-экономическая оценка ежегодных предельных нагрузок загрязняющих веществ на лесные насаждения регионов РБ, тыс. USD				
	N	SO <sub>2</sub>	F	Zn	Cu
Гродненское ПЛХО	2 902,96	13,14	106,13	1 007,0	340,6
Брестское ПЛХО	3 702,61	13,26	106,81	1 326,0	454,7
Могилевское ПЛХО	3 951,91	16,12	130,02	1 422,0	500,0
Минское ПЛХО	5 683,63	20,84	168,24	1 928,0	670,0
Витебское ПЛХО	5 857,67	25,76	207,82	2 179,0	38,6
Гомельское ПЛХО	6 719,91	25,39	205,09	2 397,0	955,5
Минлесхоз РБ в целом	28 818,69	114,51	924,11	10 259,0	3 659,4

Фтородепонирующая способность древесных пород лесов Минлесхоза РБ оценивается в 45 243,9 тыс. USD. Эколого-экономическая оценка предельной нагрузки фтора в год составляет 924,11 тыс. USD (таблица). Наиболее ценными являются твердолиственные породы (0,24 USD/га ежегодно). Наибольшую экономическую оценку предельных нагрузок фтора на лесные насаждения в год получили древесные породы Витебской (207,82 тыс. USD/год) и Гомельской областей (205,09 тыс. USD/год), наименьшую – Брестской (106,81 тыс. USD/год) и Гродненской (106,13 тыс. USD/год). Лесные насаждения Могилевской и Минской областей занимают промежуточное положение между двумя группами на шкале оценок.

Общая предельная нагрузка цинка на лесные насаждения РБ составляет 242,34 тыс. т. Наибольшую предельную нагрузку цинка могут испытывать мягколиственные породы, а наименьшую – твердолиственные. Максимальное количество цинка может аккумулироваться лесными фитоценозами Гомельской (58,77 тыс. т) и Витебской (48,16 тыс. т) областей, минимальное – Брестской (30,44 тыс. т) и Гродненской (24,89 тыс. т) областей.

Экономическая оценка предельных нагрузок цинка на древесные растения Министерства лесного хозяйства составляет 472,56 млн. USD, причем ежегодная – 10 259,0 тыс. USD (таблица). Наиболее ценными являются мягколиственные и твердолиственные породы, так как они способны выдерживать максимальное загрязнение воздуха цинком по сравнению с другими насаждениями. Наибольшую эколого-экономическую оценку предельных нагрузок цинка в год получили древесные породы лесов Гомельской и Витебской, наименьшую – Брестской и Гродненской областей.

Общая предельная нагрузка меди на древесные породы Министерства лесного хозяйства РБ составляет 14,542 тыс. т при аккумуляции в год 0,297 тыс. т. По ежегодной предельной нагрузке меди на древесные растения группы пород образуют следующий ряд: мягколиственные > сосновые > еловые > твердолиственные. Наибольшие предельные нагрузки меди может испытывать Гомельская область (3,526 тыс. т), второе место занимает Витебская (2,888 тыс. т), третье – Минская (2,732 тыс. т) четвертое – Могилевская (2,081 тыс. т), пятое Брестская – (1,829 тыс. т), шестое – Гродненская (1,494 тыс. т). По величине предельного ежегодного поглощения меди 1 га лесных насаждений на первый план выходят твердолиственные (0,07 кг/га) и мягколиственные породы (0,06 кг/га). Им уступают хвойные: еловые (0,04 кг/га) и сосновые леса (0,03 кг/га).

Экономическая оценка предельных нагрузок меди на древесные растения Министерства лесного хозяйства РБ составляет 165,55 млн. USD, причем ежегодная – 3 659,4 тыс. USD (таблица). Наиболее ценными являются мягколиственные породы, так как они способны выдерживать максимальное загрязнение воздуха медью по сравнению с другими насаждениями.

Анализ региональных особенностей поглощения загрязняющих веществ древесными растениями показал, что по вкладу лесов ПЛХО в ассимиляцию сернистого ангидрида, азота, фтора, цинка и меди, эколого-экономической оценке ежегодных предельных нагрузок загрязняющих веществ на лесные насаждения регионов первое и второе места занимают Гомельская и Витебская области, третье и четвертое места – Могилевская и Минская области, пятое и шестое места – Брестская и Гродненская области (таблица, рисунок).

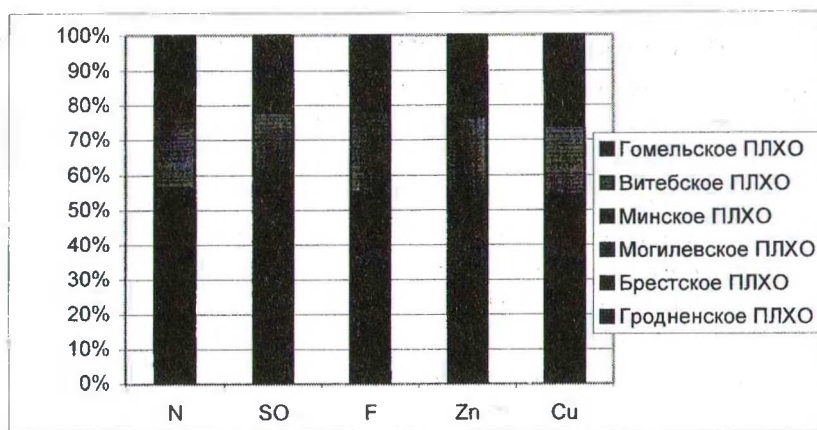


Рисунок. Вклад лесов регионов (ПЛХО) в ассимиляцию загрязняющих веществ

При совершенствовании системы платного природопользования в целях достижения устойчивого развития, разработке экономического механизма взимания платежей за использование АПОС целесообразно учитывать полученные эколого-экономические оценки предельных нагрузок сернистого ангидрида, азота, фтора, цинка и меди на лесные насаждения РБ, а также региональные особенности поглощения загрязняющих веществ. Ставки платежей должны быть дифференцированы в зависимости от ассимиляционного потенциала лесов регионов (ПЛХО) как суммы оценок предельных нагрузок отдельных загрязняющих веществ, преобладающих в структуре выбросов РБ.

#### Литература

1. Белоусова Т. Н. Методика экономической оценки ассимиляционного потенциала лесов // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов ИЛ НАНБ. Вып. 53. – Гомель : ИММС НАНБ, 2001. – С. 353–355.
2. Бочаров Е. П., Гусев А. А. Применение математического моделирования для решения задач государственного регулирования рынков

прав на использование ассимиляционного потенциала окружающей среды // Экономика природопользования. – М.: ВИНТИ, 2002. – № 5.

3. Гусев А. А. Соотношение рентных доходов и платежей в сфере использования биологических ресурсов и биоразнообразия // Экономика природопользования. – М.: ВИНТИ, 2002. – № 5.

4. Капельщиков Н. А., Михунов А. М., Новиков Г. В. Методическое руководство по оценке устойчивости природной среды Беларуси. – Мн.: БелНИЦ «Экология». – 1999. – 41 с.

5. Сидорович Е. А., Сергейчик С. А., Сергейчик А. А. Влияние диоксида серы на физиолого-биохимические показатели ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной // Доклады НАНБ. – 2000. – Т. 44, № 2. – С. 77–79.

6. Уткин А. И., Ермолова Л. С., Замолотчиков Д. Г. Конверсионные коэффициенты для определения площади листовой поверхности насаждений основных лесобразующих пород России // Лесоведение. – 1997. – № 3. – С. 74–78.

7. Экология и экономика природопользования / Э. В. Гирусов, С. Н. Бобылев, Н. В. Чепурных; Ред. Э. В. Гирусов. – М., 1998. – 456 с.