

## УГЛЕРОДОДЕПОНИРУЮЩАЯ ФУНКЦИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ В СФЕРЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ

The purpose of research was the estimation of influence of change of a climate on natural resources of Belarus, and definition of an opportunity of use of function of accumulation of carbon of natural resources for his prevention.

Климат – один из основных факторов, определяющих жизнь на Земле. В последние десятилетия наблюдается изменение климата, ощутимый вклад в данный процесс вносит парниковый эффект. Какие глобальные и региональные эколого-экономические последствия изменения климата ожидают общество?

Целью исследования явились оценка влияния изменения климата на экосистемы Беларуси и определение возможности использования углерододепонирующей функции природных ресурсов для его предотвращения.

Согласно Межправительственной группе экспертов по изменению климата (МГЭИК), общая схема изменения климата, отражающая динамику полного цикла взаимосвязи его причин и последствий, имеет вид, изображенный на рисунке [1].

Для стран каждая схема социально-экономического развития характеризуется движущими силами, уровень развития которых влияет на величину выбросов парниковых га-

зов. Выбросы в атмосферу приводят к накоплению парниковых газов, изменению их концентрации, возникновению парникового эффекта. Парниковый эффект проявляется в изменении климата, оказывающего воздействие на природные и антропогенные системы. Эти изменения в конечном итоге скажутся на схемах социально-экономического развития. Схемы развития также оказывают прямое воздействие на природные системы, например, изменения в землепользовании, ведущие к обезлесению. Адаптация и смягчение последствий показаны в виде факторов, которые приводят к изменению воздействий, изображенных на рисунке.

Схема иллюстрирует механизм комплексной оценки антропогенного влияния на климат: изменения в одной части цикла оказывают динамическое воздействие на другие компоненты.

Прогнозируемые последствия изменения климата для биоразнообразия и продуктивности природных систем показаны в таблице [1].



Непрерывные стрелки показывают полный цикл причинно-следственной связи между четырьмя квадрантами; пунктирная – реакцию общества на воздействие, обусловленное изменением климата.

Рисунок. Общая схема изменения климата

Последствия изменения климата для экосистем

Глобальное влияние	Годы (сравнение с 1990 г.)		
	2025	2050	2100
Изменение температуры, °С	0,4–1,1	0,8–2,6	1,4–5,8
Повышение уровня моря, см	3–14	5–32	9–88
Изменение в земных экосистемах	Увеличение вегетационного периода в средних и высоких широтах; сдвиги границ произрастания отдельных видов растений или обитания животных <sup>а</sup> . Повышение чистой первичной продукции экосистем в средних и высоких широтах <sup>б</sup> . Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых <sup>а</sup> .	Исчезновение уязвимых видов растений или животных; для многих видов приближается угроза вымирания <sup>а</sup> . Возможность дальнейшего повышения в отдельных случаях чистой первичной продукции <sup>а</sup> . Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых <sup>а</sup> .	Исчезновение уникальных сред обитания и населяющих их эндемических видов <sup>б</sup> . Увеличение частоты случаев нарушения экосистем в результате пожаров и нашествия насекомых <sup>а</sup> .

Примечание: а – высокий доверительный уровень: эти последствия уже наблюдаются и, как ожидается, будут иметь место и впредь; б – средний доверительный уровень.

Определение доверительного уровня производится по следующей шкале (принята МГЭИК на основании данных наблюдений, результатов моделирования и пр.): весьма высокий (95%); высокий (67–95%); средний (33–67%); низкий (5–33%) и весьма низкий (5% и менее).

По мнению специалистов МГЭИК, прогнозируемое изменение климата (оценивается 6 сценариев будущих выбросов парниковых газов) может оказывать как благотворное, так и отрицательное влияние на экосистемы Земли, однако чем больше будут темпы изменения климата, тем вероятнее и сильнее проявление отрицательных последствий.

Рассмотрим последствия глобального потепления для основных экосистем Беларуси: земельных, водных, лесных и народного хозяйства страны<sup>1</sup>.

В республике умеренно-континентальный тип климата. За период с 1989 по 1995 г. наблюдается увеличение температурного фона на 1°С (к середине XXI века по имеющимся сценариям повышение может составить 3°С и более [2]), что нашло отражение в изменении сроков протекания различных природных процессов и сдвигов климатических фаз.

Оценим уязвимость земельных ресурсов и сельского хозяйства Беларуси. Прогнозируются следующие положительные реакции потепления:

1) рост продолжительности вегетационного периода; повышение эффективности животноводства (увеличение продуктивности сенокосов и пастбищ на 10–15% по сравнению с уровнем 1990 г.);

2) возможность внедрения теплолюбивых сортов и видов сельскохозяйственных культур.

Отрицательное влияние потепления на земельные ресурсы и сельское хозяйство:

1) увеличение повторяемости экстремальных явлений погоды:

- повышение опасности заморозков весной в связи с более ранним началом вегетации;
- возрастание повторяемости оттепелей и их продолжительности;

2) увеличение степени риска в сельском хозяйстве за счет аридизации (уменьшения годового объема осадков на 10–20% по сравнению с уровнем 1990 г., сокращения влагообеспеченности весенне-летнего периода и ухудшение условий вегетации):

- снижение урожайности культур, вызванное засушливыми условиями на 50–60% по сравнению с уровнем 1990 г. (в т. ч. зерновых), что имеет особое значение, так как технологии поливного земледелия имеют в стране ограниченное распространение;

3) увеличение повторяемости теплых зим, ухудшающих условия перезимовки озимых культур из-за вымокания;

4) изменение территориального распределения атмосферных осадков (преобладание легких: песчаных и супесчаных почв на юге страны в условиях потепления и иссушения климата могут повлечь дорогие меры по адаптации с/х). Необходимость пересмотра кадастровой оценки.

Анализ влияния климатических изменений на водные экосистемы Беларуси показал, что прогнозируемое потепление климата вызовет следующие негативные изменения водных экосистем:

<sup>1</sup> Материалы подготовлены с учетом прогнозируемых сценариев развития изменения климата [2].

1) падение уровня воды в реках, озерах и водохранилищах, что отрицательно скажется:

- на обеспеченности хозяйственных объектов, использующих поверхностные воды;
- на работе внутриреспубликанского водного транспорта;
- на эксплуатации ГЭС;
- на качестве воды в реках, озерах и водохранилищах, обусловленном понижением степени разбавленности сточных вод и других источников загрязнения;

– на увеличении концентрации радионуклидов в поверхностных водах источников бассейнов Днепра и Припяти ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ );

- на изменении водной флоры и фауны;

2) понижение уровня подземных вод (на 0,02–0,04 м относительно нормы к 2025 г.), что окажет влияние:

- на ухудшение условий увлажнения почв,
- на увеличение испаряемости,
- на уменьшение поступления влаги на сельскохозяйственные угодья;

3) формирование катастрофических паводков и половодий, что связано с возможным изменением условий формирования стока;

4) трансформация гидробиологического, ухудшение кислородного режима, снижение интенсивности процесса самоочищения рек;

5) повышение температуры воды и снижение уровня вод приведет:

– к ускорению процессов эвтрофирования, и следовательно, возникновению риска для качества питьевой воды;

– к снижению запасов рыб, обитающих в холодной воде, изменению их видового разнообразия, численности и биомассы.

Оценим уязвимость лесных ресурсов и лесного хозяйства. Благоприятное влияние глобального потепления на лесное хозяйство:

1) увеличение активных температур и продолжительности вегетационного периода (со 180–205 до 195–230 дней в году):

– рост текущего прироста древесины на 10% к 2005 г. по сравнению с 1980 г.;

– изменение в сторону увеличения сроков созревания плодов и семян древесных растений, а также ягод;

– раннее оттаивание почвы будет способствовать сдвигу на 10–15 дней начала лесохозяйственных работ;

2) создание благоприятных условий для лесоразведения сосны, дуба, граба и прочих твердолиственных (кроме ясеня).

Отрицательное влияние потепления в лесном хозяйстве:

1) увеличение вероятности экстремальных засушливых явлений, так как на фоне повышения температуры происходит снижение количества осадков;

2) увеличение площади пожароопасных лесов, увеличение продолжительности пожароопасного периода;

3) увеличение вероятности массовых размножений вредителей леса;

4) ухудшение условий водообеспеченности вследствие общего снижения уровня грунтовых вод;

5) формирование неблагоприятных климатических условий для лесоразведения ели, ясеня, березы, ольхи;

6) ухудшение условий перезимовки растений, связанное с вероятностью возникновения и вредоносности поздних весенних заморозков в связи с более ранним началом вегетации (прирост дуба, ели, и пр.), а также вследствие отсутствия или сокращения сроков наличия снежного покрова;

7) ухудшение в зимний период условий доступности для заготовительной техники заболоченных лесосек в результате повышения температур, сокращения сроков наличия снежного покрова и промерзания лесовозных дорог.

Нейтральные или противоречивые последствия:

1) активное зарастание открытых болот вследствие понижения уровня грунтовых вод и иссушения поверхности;

2) увеличение объема передачи в состав лесного фонда земель, малопригодных для сельскохозяйственного использования в результате расширения зоны засушливых явлений;

3) сдвиг ареалов основных лесобразующих пород Беларуси, обеднение генофонда бореальной флоры и фауны лесов и одновременно обогащение биоразнообразия за счет экспансии в лесные экосистемы видов лесостепного и степного флористических комплексов. Необходимость пересмотра лесного кадастра.

Анализ сценариев прогнозируемых экологических последствий изменения климата показал, что прямой эффект увеличения уровня концентрации парниковых газов может привести к широкому диапазону реакций – от существенного увлечения продуктивности основных экосистем до их гибели.

Потенциальный экономический ущерб от неблагоприятных погодных и климатических условий для нашей страны наибольший в сельском хозяйстве: возможные потери – 50–60% от собранного урожая, предварительные оценки экономических потерь – 320 млн. USD (при минимальной стоимости зерна – 80 USD за тонну).

Предполагаемые затраты на адаптационные мероприятия в сельском хозяйстве равны 5000 млн. USD, так как в связи с потеплением гарантированный урожай связывается с поливным земледелием, а капитальные вложения в систему орошения составят 1 тыс. USD на 1 га (если предположить, что около 5000 тыс. га па-

хотных земель будут нуждаться в данных мероприятиях).

Процент прогнозируемого ущерба от неблагоприятных климатических условий, приходящийся на долю авиации, строительства, электроэнергетики, транспорта и др. отраслей колеблется от 0,1 до 2% от валового национального дохода, или около 218 млн. USD.

Таким образом, суммарные потери народного хозяйства от глобального потепления и затраты на адаптационные мероприятия в республике могут составить свыше 5500 млн. USD (без учета расходов на корректирующие мероприятия в иных сферах хозяйственной деятельности)<sup>2</sup>. Чтобы не допустить этого, уже сегодня необходима реализация предупредительных мер по предотвращению парникового эффекта.

Образование парникового эффекта происходит при участии всех государств. Поэтому предотвратить глобальное потепление и связанные с ним потери можно только совместными усилиями стран мира. Правовым инструментом международного сотрудничества в данной сфере выступает Киотский Протокол [3].

Существует ряд мер по сокращению выбросов парниковых газов, реализации которых в настоящее время препятствуют технические, экономические, социальные барьеры. Действенным в современных условиях является вариант секвестрации углекислого газа естественным путем, позволяющий использовать временный период аккумуляции для проведения исследований по разработке и внедрению энергосберегающих технологий, новых источников энергии, преодоления негативных последствий климатических изменений, адаптации к ним, наиболее полного извлечения выгоды из возможных положительных последствий.

Вклад нашей республики в регулирование круговорота углерода при условии международного участия нам представляется как секвестрация парниковых газов экологическими ресурсами на национальном уровне и продажа единиц сокращения выбросов странам европейского сообщества.

Среди экосистем Беларуси главную роль в абсорбции углекислого газа играют леса (ежегодно поглощают около 115 млн. т CO<sub>2</sub>), лесоболотные (ежегодно поглощают свыше 11 млн. т CO<sub>2</sub>), болотные системы (ежегодный сток – 1,4 млн. т CO<sub>2</sub>)<sup>3</sup>. Прогнозная эмиссия парниковых газов в эквиваленте CO<sub>2</sub> по Беларуси составляет 98,6 млн. т, возникающий резерв около 30 млн. т CO<sub>2</sub> оценивается от 48 млн. USD (при стоимости 1 т CO<sub>2</sub> – 1,6 USD за 1 т)<sup>4</sup> до 3 млрд. (при стоимости 1 т CO<sub>2</sub> – 100 USD за 1 т)<sup>5</sup>.

В республике образуется резерв связанного углекислого газа, а значит, страна может оказать влияние на совместные действия мирового сообщества по регуляции климата и использовать экономические инструменты Киотского Протокола для привлечения инвестиций при реализации «механизма чистого развития».

Углерододепонирующая функция природных ресурсов Беларуси должна включаться в сферу национальных эколого-экономических интересов как экологический эффект, который обеспечивает природное равновесие в региональном и планетарном аспекте. Поэтому практическая деятельность по реализации экологического приоритета развития природопользования Беларуси в области сохранения углеродного баланса атмосферы должна иметь мировой характер и поддержку.

### Литература

1. Изменение климата: Обобщенный доклад / Под ред. Р.Т. Уотсона // Всемирный банк. – 2003, МГЭИК. – 220 с.
2. Первое национальное сообщение в соответствии с обязательствами Республики Беларусь по рамочной конвенции ООН об изменении климата // Минприроды Республики Беларусь. – Минск, 2003. – 280 с.
3. Киотский Протокол к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата // Секретариат Конвенции; ЮНЕП. – 1998. – 20 с.

<sup>2</sup> Предлагаемые выводы основаны в значительной степени на экспертных оценках, которые требуют дальнейшего уточнения.

<sup>3</sup> Оценка приходных статей углеродного баланса.

<sup>4</sup> Цена внутри страны, рассчитанная по методу альтернативной стоимости, с учетом упущенной выгоды от использования лесных ресурсов в промышленных целях [4].

<sup>5</sup> Цена на мировом рынке природных ресурсов и экологических услуг [1].