

ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ АБСОРБЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ЛЕСАМИ БЕЛАРУСИ

М. В. Юшкевич, Д. В. Шиман, А. С. Клыш

УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск, Беларусь
e-mail: ymv@belstu.by, dms_lh@mail.ru, klysh@belstu.by

Изучен передовой международный опыт отдельных стран по смягчению последствий изменения климата, вызванных антропогенной деятельностью. Охарактеризованы стратегии, способствующие поглощению и удержанию углерода лесами. Приведен обзор мероприятий по увеличению угледепонирования лесами Беларуси на основе совершенствования системы лесоправления.

Леса планеты и их роль в глобальном круговороте углерода с каждым годом приобретают для человечества все большее значение. Развитие промышленности, сжигание ископаемых видов топлива, вырубка лесов и другая деятельность человека привела к нарушению углеродного баланса. В связи с этим мировое сообщество озабочено решением этой проблемы и предпринимает ряд мер по предотвращению изменения климата, вызванного антропогенной деятельностью. Однако разработка и реализация мероприятий по смягчению последствий изменения климата через накопление углерода, снижению его выбросов лесными экосистемами и адаптации лесного хозяйства находится на начальном этапе [1,2,3].

В мировой практике существует несколько стратегий, способствующих поглощению и удержанию углерода лесами, среди которых:

– сохранение существующих и создание новых лесов (удержание накопленного углерода за счет сохранения биомассы и почвенного углерода в существующих лесах, в том числе старовозрастных, борьба с сокращением лесных площадей, увеличение доли особо охраняемых природных территорий; охрана и защита лесных насаждений; лесоразведение, в том числе на нарушенных землях и др.);

– совершенствование лесохозяйственных мероприятий для увеличения количества накапливаемого углерода за счет его поглощения (увеличение древесных запасов за счет корректировки оборота рубки, повторяемости рубок ухода; увеличение прироста лесных насаждений, в т. ч. использование удобрений; применение экологически щадящих видов рубок, технологий лесозаготовок и др.);

– замещение материалов и ископаемого топлива (использование древесины для производства более долговечных изделий и конструкций вместо энергоемких бетона, стали и др. материалов и тем самым сокращение спроса на ископаемое топливо; совершенствование технологий деревообрабатывающих производств; использование древесины в качестве

топлива, в т. ч. отходов лесозаготовок и деревообработки в качестве сырья для производства биотоплива и др.).

По существу названные стратегии хорошо соотносятся с устойчивым лесопользованием. Мероприятия, снижающие выброс парниковых газов в долгосрочной перспективе, могут быть экономически неэффективны в краткосрочной, что очень сильно влияет на принятие неотложных мер по сокращению эмиссий [2,3,4,5].

Важным вопросом является регулирование ведения лесного хозяйства на особо охраняемых природных территориях и их рекреационное использование. Некоторые исследования свидетельствуют о том, что интенсивность угледепонирования выше в лесах, где ведется лесное хозяйство (на 48%), в сравнении с природоохранными лесами. В тоже время, в природоохранных лесах почвенные запасы углерода в 2 раза выше, чем в управляемых, хотя потенциально управляемые леса могут накапливать большее количество углерода в почве, так как повреждения почвы во время проведения рубок приводят к усилению потерь углерода [2,4,6,7].

Одним из факторов, способствующим стоку углерода, является лесоразведение и лесовосстановление. Естественное лесовозобновление, минимальная обработка и повреждение почвы при сплошных рубках леса или минимальное (отсутствующее) воздействие на нее (например, выборочные рубки в разновозрастных насаждениях) приводят к меньшим потерям углерода. Рубки в несколько приемов позволяют избежать значительных эмиссий углерода. Тем не менее, следует учитывать, что постепенные и выборочные рубки сложнее, а заготовка порубочных остатков более затратна, поэтому потенциал по замене ископаемого топлива древесным снижается. Воздействие рубок ухода на углеродный баланс минимально. Как правило, они практически не приводят к повышению эмиссии углерода [2,4,7,8,9].

Подбор пород играет большую роль в обеспечении возможностей леса адаптироваться к климатическим изменениям, а также важен с точки зрения углеродного баланса. Активное использование удобрений и более интенсивное распространение интродуцентов способствует интенсификации лесовыращивания [7,9,10].

Постоянно увеличивающаяся заготовка древесины для производства топлива может снизить продуктивность следующего поколения древостоя на бедных почвах. Предотвратить снижение продуктивности экосистем в будущем и, соответственно, эффективности угледепонирования можно путем сбора порубочных остатков и пней на достаточно плодородных участках или внесением минеральных удобрений. Воздействие заготовки пней на потоки углерода и окружающую среду мало изучено. Исследование влияния плантаций на угледепонирование находится на начальном уровне. Разрабатываются подходы к плантационному лесоводству, направленные как на максимизацию производства древесины, так и накопление углерода. Потенциал смягчения выбросов парниковых газов биоэнергетических

культур зависит от значительного количества пространственно изменяющейся информации: почвы, климата, предыдущего управлением земельными ресурсами, будущего землепользования, урожайность сельскохозяйственных культур, запасов остающегося после вырубki плантаций углерода, в т. ч. почвенного углерода и др. [8,11,12].

Увеличение абсорбции парниковых газов лесами Беларуси в среднесрочной перспективе может быть достигнуто совершенствованием самой системы лесопроизводства и отдельных лесохозяйственных мероприятий, основные пути которого, по мнению авторов, приведены ниже.

Пересмотр и уточнение лесной политики и нормативных документов в стране каждые 3–5 лет на основе актуализированных данных по смягчению последствий изменения климата через накопление углерода и снижение его выбросов для адаптации действующих подходов к устойчивому ведению лесного хозяйства (устойчивому лесопроизводению). Повышение эффективности системы управления, в т. ч. расширение возможностей принятия решений на уровне лесохозяйственных предприятий и их структурных подразделений, постепенное увеличение доли лесозаготовок сторонними организациями с перспективой проведения ими в будущем основных видов рубок леса.

При получении лесного образования целесообразно внести в учебные планы и программы изучаемых дисциплин соответствующих специальностей дополнения и изменения, раскрывающие вопросы смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним лесного хозяйства, в т. ч. разработка новых учебных дисциплин. Анализ целесообразности внедрения новых технологий в сравнении с их эффективностью для изменения климата (например, при использовании генетической модификации древесных видов, которые лучше адаптированы к будущим условиям, и др.).

Сохранение существующих лесов, в т. ч. минимизация изъятия покрытых лесом земель, создание новых (увеличение лесистости) на землях, где ведение лесного хозяйства более эффективно. Увеличение оборота рубки, оптимизация возрастной структуры, исключение из лесопользования насаждений IV и более низких классов бонитета с целью сохранения лесами угледепонирующей функции. Корректирование площадей особо охраняемых природных территорий до их оптимальной доли в лесном фонде страны с учетом сохранения биологического разнообразия и угледепонирующей функции, а также социально-экономической составляющей лесохозяйственной отрасли. Адаптация подходов по сохранению биоразнообразия с учетом прогнозов будущего изменения климата (новые виды, альтернативные генотипы растений).

Оптимизация формационной структуры и породного состава древостоев с учетом прогнозов возможного изменения климата. Подбор древесных пород, более адаптированных к засухам, формирование сложных и смешанных древостоев. Пересмотр регионов рекомендуемого происхождения семян, используемых для лесовосстановления, чтобы семена

«соответствовали» будущему климату. Увеличение количества древесных видов в составе и общей доли примеси (до 50%) для повышения устойчивости и снижения повреждаемости ельников.

Увеличение доли несплошных рубок главного пользования в первую очередь за счет равномерно-постепенных, группово-постепенных, длительно-постепенных и добровольно-выборочных, предусмотрев для этого меры дополнительного стимулирования и расширения перечня возможных объектов их проведения: снижение действующих норм выработки на проведение лесосечных работ для лучшего сохранения лесной среды и финансовая ответственность лесозаготовителей за нарушение лесоводственных требований; содействие предварительному лесовозобновлению, в т. ч. с использованием специализированных машин и механизмов; уточнение и доработка организационно-технических элементов рубок и др.

Увеличение доли сплошнолесосечных рубок главного пользования с сохранением подроста (уменьшение норм количества подроста, подлежащего сохранению; стимулирование их проведения лесопользователями и усиление ответственности за некачественное выполнение рубок) или постепенный отказ от применения сплошных рубок без его сохранения. Дальнейшее применение и расширение экологически щадящих технологий рубок леса, конкретизация норм оставления деревьев для сохранения биологического разнообразия, формирования сложных по составу и структуре лесов нового поколения при проведении сплошных рубок главного пользования.

Увеличение повторяемости рубок ухода со снижением их интенсивности, отбор деревьев при рубках ухода в соответствии с классическими лесоводственными принципами. Поддержание высокой полноты древостоев и проведение рубок в зимнее время или летом в периоды без осадков для повышения устойчивости и снижения повреждаемости ельников. Увеличение прироста лесных насаждений возможно за счет использования минеральных удобрений, но риски распространения определенных патогенных микроорганизмов, ускорения развития корневой губки, снижения биологического разнообразия, ускорения эмиссии оксида азота лесными почвами и опосредованных отрицательных эффектов не дают возможность рекомендовать данное мероприятие в широкой лесохозяйственной практике для повышения углерододепонирования. Альтернативным вариантом является биологическая мелиорация.

Использование древесины для производства топлива (сучья, ветви и пни, дровяная древесина и др.) позволяет сократить выбросы парниковых газов за счет замещения ископаемого топлива, при этом наибольший эффект достигается при замене угля. Сбор порубочных остатков следует осуществлять после опадения с них хвои или листьев с оставлением в лесу не менее 50–30% их массы в зависимости от почвенного плодородия. В связи с противоречивыми данными о влиянии заготовки пней на поглощение углерода, использование их в качестве топлива не целесообразно.

Консервация углерода в более долговечных изделиях и конструкциях вместо энергоемких материалов (бетон, сталь и т.д.), при производстве которых выделяется больше парниковых газов, и тем самым сокращение спроса на ископаемое топливо. Стимулирование максимального производства и использования товаров из древесины с высокой добавленной стоимостью и постоянное расширение их ассортимента на основе научных исследований и инноваций (новые строительные материалы, биопродукты, такие как антибиотики, биоактивные бумаги, биопластики, клеи, биопестициды, растительные лекарственные средства, биохимические вещества, промышленные ферменты и др.), т. е. развитие биоэкономики.

Развитие плантационного лесоводства должно быть направлено не только на максимизацию производства древесины, но и накопление углерода. Перспективным для смягчения выбросов парниковых газов биоэнергетическими культурами может быть их создание на нелесных землях государственного лесного фонда и других категориях земель. Планирование, строительство или модернизация производств по переработке древесины (в т. ч. второстепенных видов древесных пород) на основе будущей формационной структуры лесов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Forest carbon mitigation policy: a policy gap analysis for British Columbia / Hoberg G. [et al.] // *Forest Policy and Economics*. – 2016. – 69. – P. 73–82.
2. Королева, Т. С. Обзор мирового опыта консервации углерода в существующих лесных резервуарах / Т. С. Королева, Е. А. Шунькина // *Труды СПбНИИЛХ*. – 2014. – 4. – С. 22–39.
3. Bellassen, V. Carbon sequestration: Managing forests in uncertain times / V. Bellassen, S. Luuyssaert // *Nature*. – 2014. – 506(7487) – P. 153–155.
4. Олссон, Р. Использовать или охранять? Бореальные леса и изменение климата / Р. Олссон // *Устойчивое лесопользование*. – 2013. – 2(35). – С. 36–45.
5. Keenan, R. J. Climate change impacts and adaptation in forest management: a review / R. J. Keenan // *Annals of Forest Science*. – 2015. – 72(2). – P. 145–167.
6. Писаренко, А. И. Проблемы собственности и лесопользования в зарубежных странах / А. И. Писаренко, В. В. Страхов, А. Н. Филипчук // *Лесхоз. информ.* – 2004. – 9. – С. 52–64.
7. Effects of forest management on productivity and carbon sequestration: A review and hypothesis / Noormets A. [et al.] // *Forest Ecology and Management*. – 2015. – 355. – P. 124–140.
8. Grelle, A. Skogens kolbalans bestams av upptag och utslapp / A. Grelle // *Sverige i nytt klimat – vatvarm utmaning. Formas Fokuserar*. – 2010. – 16. – P. 241–252.

9. Pyörälä, P. Effects of management on biomass production in Norway spruce stands and carbon balance of bioenergy use / P. Pyörälä, S. Kellomäki, H. Peltola // Forest Ecology and Management. – 2012. – 275. – P. 87–97.

10. Larsson, S. Möjligheter till intensivodling av skog: Slutrapport regeringsuppdrag / S. Larsson, T. Lundmark, G. Ståhl. – Jo 2008/1885. – SLU, 2009. – 138 p.

11. Climate effects of bioenergy from forest residues in comparison to fossil energy / Gustavsson L. [et al.] // Applied Energy. – 2015. – 138. – P. 36–50.

12. Greenhouse gas emissions from four bioenergy crops in England and Wales: Integrating spatial estimates of yield and soil carbon balance in life cycle analyses / Hillier J. [et al.] // Bioenergy. – 2009. – 1(4). – P. 267–281.

УДК 630*232

ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ НА ИЗБЫТОЧНО УВЛАЖНЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Н. И. Якимов

*УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск, Беларусь
e-mail: yakimov@belstu.by*

Основные направления лесовосстановления на избыточно увлажненных землях должны определяться их типом. Верховые болота, учитывая их экологическую роль, не должны являться предметом ведения лесного хозяйства, включая лесовосстановление. Основным способом лесовосстановления вырубок переходных болот является естественное возобновление с применением мер содействия. На низинных болотах при мощности торфа (более 30 см) приоритет следует отдать естественному возобновлению. При меньшей мощности торфа наряду с естественным возобновлением возможно создание лесных культур. На минеральных гидроморфных землях целесообразно более широкое применение искусственного лесовосстановления.

Избыточно увлажненные земли занимают площадь 1,8 млн. га, что составляет 18,7% земель лесного фонда. Действующей системой учета лесного фонда выделение категорий избыточно увлажненных земель в составе лесных земель не предусмотрено. Необходимые данные формируются косвенным путем на основе распределения лесных земель по типам леса. Что касается нелесных земель лесного фонда, то в их составе выделяется такая категория избыточно увлажненных земель, как болота. Они представляют собой открытые или частично закустаренные болотные пространства, которые в естественном виде непригодны для лесовыращивания. К ним также относятся заболоченные сенокосы, которые также являются категорией нелесных земель.