

УДК 630*238

С. С. Штукин

Белорусский государственный технологический университет

О СОЗДАНИИ ЛЕСНЫХ УГЛЕРОДОДЕПОНИРУЮЩИХ ПЛАНТАЦИЙ

Отмечено, что в результате прогрессирующего антропогенного воздействия на нашей планете происходит устойчивый рост концентрации углекислого газа и, как следствие, очевидное потепление и изменение климата из-за так называемого парникового эффекта. Существует мнение, что проблема потепления климата выходит на одно из первых мест в новом ряду вызовов XXI века и представляет собой угрозу развитию всему человечеству. Наиболее реальным путем, препятствующим потеплению климата на нашей планете, является создание лесных углерододепонирующих плантаций лесокультурными методами.

Именно лесовосстановление и лесоразведение являются приоритетными видами деятельности по увеличению стока атмосферного углерода и его аккумуляции в лесных экосистемах. Подчеркивается, что в России к созданию таких плантаций приступили еще в 2004 г. При этом углерододепонирующие искусственные насаждения создаются и выращиваются по плантационному типу и специальным проектам. Лесокультурные и лесоводственные мероприятия в лесных углерододепонирующих плантациях должны быть направлены на интенсификацию поглощения из атмосферы углекислого газа. Агротехника лесокультурных работ должна обеспечивать оптимальные условия почвенного питания и выращивания насаждений, а ко времени завершения лесокультурного производства – рекомендуемый состав древостоя. Особый интерес в этом плане представляет лиственница европейская и ее подвид – лиственница польская. Отмечена целесообразность научной проработки вопроса создания лесных углерододепонирующих плантаций и в Беларуси. Весомым аргументом в пользу данного вывода является ожидаемое значительное сокращение годичного поглощения CO₂ лесными насаждениями Беларуси в ближайшие годы.

Ключевые слова: парниковый эффект, колоссальные убытки, изменение лесорастительных условий, лесные углерододепонирующие плантации, вид лесных растений, лиственница европейская, схема смешения и размещения.

S. S. Shtukin

Belarusian State Technological University

ON THE CREATION OF FOREST CARBON DEPOSITING PLANTATIONS

It is noted that as a result of the progressive anthropogenic impact on our planet, there is a steady increase in the concentration of carbon dioxide and, as a result, an obvious warming and climate change due to the so-called greenhouse effect. There is an opinion that the problem of climate warming comes to one of the first places in the new series of challenges of the XXI century and represents a threat to the development of all mankind. The most realistic way of preventing climate warming on our planet is the creation of forest-bearing carbon plantations using forest-culture methods. It is reforestation and lumbering that are priority activities for increasing the flow of atmospheric carbon and its accumulation in forest ecosystems. It is emphasized that in Russia the creation of such plantations began in 2004. At the same time, carbon-deposited artificial plantings are created and grown according to the plantation type and special projects. Forest-cultural and silvicultural activities in forest carbon-bearing plantations should be aimed at intensifying the absorption of carbon dioxide from the atmosphere. Agro-engineering of silvicultural works should provide optimal conditions for soil feeding and cultivation of plantations, and by the time of the completion of silvicultural production, the recommended composition of the stand. Of particular interest in this regard is the European larch and its subspecies - Polish larch. The expediency of the scientific study of the issue of creating forest carbon-bearing plantations in Belarus was noted. A weighty argument in favor of this conclusion is the expected significant reduction in the annual absorption of CO₂ by forest plantations in Belarus in the coming years.

Key words: greenhouse effect, colossal losses, change of forest-growing conditions, forest carbon-tolerant plantations, forest plant species, European larch, scheme of mixing and placement.

Введение. В последние десятилетия, и особенно в последние годы, проблема глобального потепления климата очень сильно волнует, пожалуй, все население нашей планеты. В результате прогрессирующего антропогенного воз-

действия на природу происходит устойчивый рост концентрации углекислого газа и, как следствие, очевидное потепление и изменение климата из-за так называемого парникового эффекта. Существует мнение, что проблема по-

тепления климата выходит на одно из первых мест в новом ряду вызовов XXI века и представляет собой угрозу развитию всему человечеству [1]. Как заявил генеральный секретарь ООН Антониу Гутерреш, убытки от стихийных бедствий только в 2017 г. составили 320 млрд долл. Климатические изменения происходят так быстро, что мировое сообщество не успевает на них реагировать. Например, в 2017 г. США понесли колоссальные убытки из-за обрушившихся трех ураганов. При этом потери только от урагана «Харви», вызванного парниковым эффектом, составили 133,5 млрд долл. США.

Основная часть. Парниковый эффект – это свойство атмосферы пропускать солнечную радиацию, но задерживать земное излучение, что способствует накоплению тепла планеты. Потепление климата не может не способствовать изменению условий произрастания лесной растительности. Например, условия для произрастания ели за последние 100 лет в России сместились к северу на 300 км, а к 2050 г. это смещение увеличится до 400–500 км [2]. Исследования показали, что при потеплении климата на 0,8°C граница хвойных лесов в России передвигается на 1° широты, или на 100 км.

В связи с изменением условий произрастания лесных растений В. Ф. Багинский и О. В. Лапицкая пришли к выводу, что в настоящее время возраст рубки леса, который определяется величиной количественной и технической спелости, недостаточно учитывает проблемы экологизации лесопользования [3]. Авторы разработали новую экологическую спелость леса, которая базируется на максимизации депонирования углерода и зависит от максимальной величины среднего прироста насаждений за оборот рубки. Такая спелость леса обусловлена их возрастом, в котором достигается максимальная экологическая эффективность постоянного лесопользования.

В настоящее время уже не вызывает сомнения, что потепление климата требует усиления экологизации не только лесопользования, но и лесовыращивания. Это осуществляется путем создания и выращивания искусственных насаждений, обладающих повышенными углероддепонирующими, а заодно и связанными с ними кислородопродуцирующими свойствами [4–6].

В результате потепления климата в лесах, в которых сосредоточено 92% биомассы всех континентов нашей планеты, происходят значительные изменения. Как правило, это неблагоприятная смена пород, усыхание лесных насаждений, усиленное размножение энтомо- и фитовредителей, повышение пожарной опасности лесов [7–10]. Установлено, что основной причиной значительного сокращения площадей

ели европейской в Республике Беларусь стало именно потепление климата, которое способствовало смещению ареала распространения ели на север [3]. Особенно заметно усилился этот процесс в последние годы. Поэтому при создании искусственных лесов требуется учитывать сложившиеся новые экологические условия и хотя бы ориентировочно предвидеть динамику изменения условий обитания в первую очередь древесных растений, так как они являются на континентах нашей планеты наиболее мощными углеродонакопителями. Это сложнейшая задача, но ее решение – один из наиболее реальных и действенных путей преодоления последствий потепления климата, получивший мировое признание и предусмотренный Киотским протоколом.

Создание лесных биоценозов, обладающих повышенными углероддепонирующими и кислородопродуцирующими свойствами, обуславливает необходимость активизации деятельности лесоводов и ученых по разработке методов лесовосстановления и лесоразведения, способствующих достаточно весомерному решению поставленной задачи. В связи с тем, что такие насаждения будут иметь целевой статус, их целесообразно называть лесными углероддепонирующими плантациями [1].

Создание лесных углероддепонирующих плантаций, получивших еще название «киотских» лесов, лесокультурными методами является наиболее реальным путем, препятствующим потеплению климата на нашей планете. Именно лесовосстановление и лесоразведение – приоритетные виды деятельности по увеличению стока атмосферного углерода и его аккумуляции в лесных экосистемах. Основная цель лесных углероддепонирующих плантаций – поглощение парниковых газов.

В России, как стране с наиболее близкими к нашей республике лесорастительными условиями, к созданию «киотских» лесов приступили еще в 2004 г., ежегодно используя на эти цели до 200 млн руб. [11]. Но реальная отдача от создания таких плантаций наступает только через 10–20 лет. По мнению же А. Р. Родина, возможно создание лесных углероддепонирующих плантаций, которые будут активно депонировать CO₂ уже в первые годы жизни [1]. С этой целью такие леса, по мнению автора, необходимо выращивать по специальным комбинированным проектам, позволяющим создавать искусственные биоценозы с максимальной углеродопоглощающей способностью. Для этого в создаваемые «киотские» леса, помимо древесных пород, вводятся кустарники, полукустарники, а также травянистые растения. Это позволит образовать на закультивированной пло-

щади всю совокупность биоценоза, который будет соответствовать высокобонитетным для данных лесорастительных условий древостоям естественного происхождения. В результате могут быть получены комбинированные, многоярусные и высокополотные древостои и обеспечено интенсивное поглощение ими парниковых газов. Создание лесных углерододепонирующих плантаций с травами, кустарниками и полукустарниками способствует, по мнению А. Р. Родина, увеличению поглощения ими углерода уже в молодом возрасте [1]. Эта часть биоценоза активно поглощает CO_2 до смыкания крон деревьев. После этого кустарники и полукустарники отмирают, а светолюбивые травы сменяются теневыносливыми.

При создании лесных углерододепонирующих плантаций в первую очередь необходимо учитывать интенсивность поглощения ими парниковых газов, которая зависит от вида лесных растений, а также от географических и климатических условий их произрастания. Максимальным фотосинтезом среди лиственных пород характеризуются береза повислая, липа мелколистная, тополь серый, тополь бальзамический, клен татарский, ива козья и др. [1]. Среди хвойных максимальным фотосинтезом обладает лиственница, которая поглощает углекислый газ в 2–2,5 раза быстрее, чем ель и почти в 1,5 раза интенсивнее, чем сосна. Это связано с тем, что хвоя лиственницы массой 1 кг продуцирует до 3 кг органического вещества, в то время как хвоя ели – 0,5–0,6, а сосны – 1,3–2 кг.

Даже частичная замена ели европейской лиственницей европейской, которая отличается быстрым ростом, высокой устойчивостью против промышленных выбросов за счет ежегодной смены хвои и дает качественную древесину, может способствовать существенному решению обсуждаемой проблемы. Не случайно лиственница европейская издавна привлекает внимание отечественных и зарубежных лесоводов своей долговечностью и стойкостью древесины против гниения, которая не находит широкого практического применения в условиях Беларуси, скорее всего, только по причине ее дефицита. Зато этот вид обладает неопределимыми экологическими свойствами, так как на века связывает огромное количество углерода, что с каждым годом при оценке лесов на фоне усиливающихся природных катаклизмов приобретает все большее практическое значение.

При этом особое внимание следует уделить разведению еще более продуктивного подвита лиственницы европейской – лиственницы польской, которая по интенсивности роста превосходит отечественные древесные породы и отличается от лиственницы европейской прямым стволом [12].

Лесокультурные и лесоводственные мероприятия в лесных углерододепонирующих плантациях должны быть направлены на интенсификацию поглощения из атмосферы углекислого газа. Так, агротехника лесокультурных работ должна обеспечивать оптимальные условия почвенного питания и выращивания насаждений, а ко времени завершения лесокультурного производства – рекомендуемый состав древостоя. Это требует применения новой, более действенной системы оценки качества лесокультурных работ. Некоторые положения такой системы уже разработаны и применяются на практике в техническом нормативно-правовом акте (ТНПА) – государственном стандарте Республики Беларусь (СТБ 2015–2017 «Культуры лесные плантационные сосны и ели. Требования к технологиям создания»). Этот ТНПА разработан ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси» и УО «Белорусский государственный технологический университет». Документ утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь с 01.03.2018 г. В нем изложены наиболее современные требования не только к технологическим процессам создания и выращивания плантаций сосны и ели, но и требования к качеству создаваемых и выращиваемых лесных плантаций до рубки главного пользования [12]. Оценка качества данного ТНПА требует лишь некоторой доработки с учетом изменившейся цели лесовыращивания. В России аналогичный документ разработан Санкт-Петербургским государственным университетом имени С. М. Кирова [13].

Для создания «киотских» лесов в России рекомендуется использование крупномерного посадочного материала, а также потомство селекционно-отобранных быстрорастущих форм древесных растений, что позволит достигать высокого углерододепонирующего эффекта.

Подбор схем смешения и размещения лесных растений на культивируемой площади осуществляется с учетом лесорастительных условий, биологии культивируемых растений и интенсивности поглощения ими парниковых газов. При этом кустарники и полукустарники, по мнению А. Р. Родина, высаживаются между рядами древесных пород, а травы – узкой полосой в центре между рядами древесных пород и кустарников [1]. При подборе кустарников предпочтение отдается видам, которые образуют хорошо развитую крону, свидетельствующую, как правило, об интенсивном фотосинтезе. К сожалению, создание «киотских» лесов в России не всегда финансируется должным образом, что, однако, не следует воспринимать как правило. Ситуация с этой проблемой в современном мире уже в

ближайшем будущем может круто измениться. Весомым аргументом в пользу создания «киотских» лесов в нашей стране является прогрессирующее сокращение годичного поглощения углекислого газа сухоходольными лесными насаждениями Беларуси, что связано с увеличением расчетной лесосеки по главному пользованию [14].

Заключение. В связи с изменением климата на нашей планете в Республике Беларусь как стране богатой лесами уже в ближайшем будущем может появиться реальная необходимость создания лесных углероддепонирующих плантаций. Способствовать улучшению и ускорению научной проработки требований к технологии создания и выращивания таких плантаций может наличие в Беларуси широкоплановых и длительных (начиная с 1976 г.) экспериментов в области интенсификации выращивания сосны, ели и лиственницы. Результаты этих экспериментов убедительно свидетельствуют о возможном получении высокого углероддепонирующего эффекта на лесных плантациях. Создавать и выращивать углероддепонирующие и одновременно кислородопroduцирующие искусственные насаждения следует по

плантационному типу и специальным проектам. Биология культивируемых лесных растений должна в полной мере соответствовать условиям среды, образовавшимся в результате потепления климата. Агротехника создания «киотских» лесов должна быть направлена на активизацию микробиологических и биохимических процессов пахотного горизонта и повышение его плодородия. Семенной и посадочный материал целесообразно использовать из более южных районов, где ранее условия роста лесных растений были аналогичны образовавшимся в результате потепления климата. Оценку качества создаваемых лесных углероддепонирующих плантаций, как и лесных плантаций, ориентированных на ускоренное выращивание балансовой и крупной древесины, следует осуществлять от подготовки площади до рубки главного пользования. При этом возможно использование опыта разработки ТНПА (СТБ 2015-2017 «Культуры лесные плантационные сосны и ели. Требования к технологиям создания»), для чего понадобится лишь некоторое совершенствование нормативного документа с учетом изменившейся цели лесовыращивания.

Литература

1. Родин А. Р. Искусственное лесовыращивание: избранные труды. 2-е изд. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2014. 256 с.
2. Кашкоров Г. Н., Поморцева О. А. Глобальное потепление климата: ритмическая основа прогноза и ее практическое значение в охране лесов Северного полушария // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV. № 2–3. С. 207–216.
3. Багинский В. Ф., Лапицкая О. В. Запас депонированного углерода как организационный элемент экологизированного лесопользования // Труды БГТУ. 2018. № 1: Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобн. ресурсов. С. 37–43.
4. Шутов И. В., Маркова И. А., Постников М. В. Плантационное лесоводство / под общ. ред. И. В. Шутова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 366 с.
5. Маркова И. А. Ускоренное выращивание лесных культур сырьевого назначения // Стационарные опытные объекты. 2008. С. 105–111.
6. Писаренко А. И., Страхов В. В. Перспективы развития лесных плантаций как основы лесовосстановления // Лесное хоз-во. 2014. № 5. С. 2–6.
7. Сарнацкий В. В. Зонально-типологические закономерности периодического массового усыхания ельников Беларуси // Труды БГТУ. 2012. № 1: Лесное хоз-во. С. 274–276.
8. Ярук А. В., Звягинцев В. Б. Распространенность халарового некроза в насаждениях и посадках ясеня обыкновенного // Труды БГТУ. 2015. № 1: Лесное хоз-во. С. 207–210.
9. Популяционные показатели кородея-типографа в усыхающих еловых насаждениях Оршанско-Могилевского лесорастительного района / Л. Ю. Ларина [и др.] // Труды БГТУ. 2012. № 1: Лесное хоз-во. С. 242–244.
10. Никонов М. В. Природно-антропогенные нарушения и восстановительный потенциал лесов Новгородской области // 10 лет на службе новгородского леса. Великий Новгород, 2004. 160 с.
11. Кудрявцев А. Киотские леса против глобального потепления // Лесной эксперт. 2007. № 6 (43). С. 90–92.
12. Штукин С. С. Ускоренное выращивание сосны, ели и лиственницы на лесных плантациях. Минск: ИООО «Право и экономика», 2004. 242 с.
13. Маркова И. А. Плантации ели европейской и сосны обыкновенной. Методика оценки и показатели качества плантационных культур до 50 лет. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 32 с.
14. Рожков Л. Н. Прогноз годичных потоков «стока – эмиссии» углекислого газа лесной экосистемой Беларуси // Труды БГТУ. 2013. № 1: Лесное хоз-во. С. 100–102.

References

1. Rodin A. R. *Iskusstvennoye lesovyrashchivaniye: izbrannyye trudy* [Artificial forest growing: selected works]. Moscow, FGBOU VPO MGUL Publ., 2014. 256 p.
2. Kashkorov G. N., Pomortseva O. A. Global Climate Warming: The Rhythmic Basis of the Forecast and Its Practical Importance in Protecting Forests of the Northern Hemisphere. *Khvoynyye boreal'nyye zony* [Coniferous Boreal Zone], 2007, vol. XXIV, no. 2–3, pp. 207–216 (In Russian).
3. Baginsky V. F., Lapitskaya O. V. Stock of deposited carbon as an organizational element of ecologized forest management. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2019, no. 1: Forestry. Nature management. Processing of renewable resources, pp. 37–43 (In Russian).
4. Shutov I. V., Markova I. A., Postnikov M. V. *Plantatsionnoye rukovodstvo* [Plantation forestry, under total]. St. Petersburg, Izd-vo Politekhn. un-ta Publ., 2007. 366 p.
5. Markova I. A. Accelerated cultivation of forest crops for primary use. *Statsionarnyye opytnyye ob'yekty* [Stationary Experimental Objects], 2008, pp. 105–111 (In Russian).
6. Pisarenko A. I., Strakhov V. V. Prospects for the Development of Forest Plantations as the Basis of Reforestation. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 2014, no. 5, pp. 2–6 (In Russian).
7. Sarnatsky V. V. Zonal-typological regularities of periodic mass drying of spruce forests of Belarus. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2012, no. 1: Forestry, pp. 274–276 (In Russian).
8. Yaruk A. V., Zvyagintsev V. B. Prevalence of halar necrosis in plantings and plantings of ash trees. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2015, no. 1: Forestry, pp. 207–210 (In Russian).
9. Larinina Yu. A., Kukhta V. V., Blintsov A. I., Sazonov A. A. Population indicators of the bark beetle-typographer in drying spruce plantations of the Orsha-Mogilevsky forest area. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2012, no. 1: Forestry, pp. 242–244 (In Russian).
10. Nikonov M. V. Natural and anthropogenic disturbances and the regenerative potential of forests of the Novgorod region. *10 let na sluzhbe novgorodskogo lesa. Velikiy Novgorod* [10 years in the service of the Novgorod forest. Velikiy Novgorod], 2004. 160 p. (In Russian).
11. Kudryavtsev A. Kyoto forests against global warming. *Lesnoy ekspert* [Forest Expert], 2007, no. 6 (43), pp. 90–92 (In Russian).
12. Shtukin S. S. *Uskorennoye vyrashchivaniye sosny, eli i listvennitsy na lesnykh plantatsiyakh* [Accelerated cultivation of pine, spruce and larch on forest plantations]. Minsk, TOOO “Pravo i ekonomika” Publ., 2004. 242 p.
13. Markova I. A. *Plantatsii eli evropeyskoy i sosny obyknovennoy. Metodika otsenki i pokazateli kachestva plantatsionnykh kul'tur do 50 let* [Plantation of European spruce and Scots pine. Methods of assessment and quality indicators of plantation crops up to 50 years: guidelines]. St. Petersburg, Izd-vo Politekhn. un-ta Publ., 2016. 32 p.
14. Rozhkov L. N. Forecast of annual flows of “runoff-emission” of carbon dioxide by the forest ecosystem of Belarus. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2013, no. 1: Forestry, pp. 100–102 (In Russian).

Информация об авторе

Штукин Сергей Сергеевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры лесоводства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: hss@belstu.by

Information about the author

Shtukin Sergey Sergeevich – Dsc (Agriculture), Professor, Professor, the Department of Forestry. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlov str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: hss@belstu.by

Поступила 29.10.2018