

Оригинальная статья

УДК 502/504: 630:631.4: 631.92:626.8

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-141-148

ДИНАМИКА ПОГЛОЩЕНИЯ CO₂ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА

СМЕТАНИН ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ^{1✉}, д-р техн. наук, профессор
smetanin@yandex.ru

ПЛОТНИКОВА ДАРИНА СЕРГЕЕВНА², студент 2 курса магистратуры
plotnikovadara@gmail.com

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова; 127550, г. Москва, ул. Большая Академическая, 44, корп. 2, Россия

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49. Россия

Цель исследования – изучение динамики поглощения CO₂ из атмосферного воздуха лесными насаждениями на землях лесного фонда в условиях современного природопользования. Достижение поставленной цели осуществлялось через учет недопоглощения CO₂ древостоем, находившимся на землях ежегодного выбывания лесных массивов и на землях восстанавливаемого древостоя после проведения лесовосстановительных работ. Приведен анализ использования земель лесного фонда за период 2010-2018 гг. Рассмотрены наиболее характерные примеры негативного воздействия хозяйственной деятельности человека и неблагоприятных природных явлений на земли лесного фонда, способствующих сокращению лесных массивов и, как следствие, снижению поглощения CO₂ из атмосферного воздуха и продуцирования O₂. Одним из множества приемов, смягчающих негативные воздействия хозяйственной деятельности человека и неблагоприятных природных явлений на земли лесного фонда, является своевременное проведение рекультивации деградированных земель и лесовосстановительных работ на землях, нарушенных порубочными работами, лесными пожарами и другими негативными воздействиями природного и антропогенного характера. Восстановление способности поглощения CO₂ и продуцирования O₂ древостоем, восстанавливаемым на деградированных землях, носит определенный затяжной характер, связанный с выполнением работ по подготовке нарушенных земель к лесовосстановлению, посадке и уходу за саженцами, и самое главное – достижению саженцами возрастной способности полноценно поглощать CO₂ и продуцировать O₂.

Ключевые слова: земли лесного фонда, деградация лесных массивов, рекультивация деградированных земель, лесовосстановление, технический и биологический этапы рекультивации нарушенных земель лесного фонда, фотосинтез

Формат цитирования: Сметанин В.И., Плотникова Д.С. Динамика поглощения CO₂ из атмосферного воздуха в зависимости от деградации земель лесного фонда // Природообустройство. – 2021. – № 5. – С. 141-148. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-141-148.

© Сметанин В.И., Плотникова Д.С., 2021

Original article

DYNAMICS OF CO₂ ABSORPTION FROM ATMOSPHERIC AIR DEPENDING ON THE DEGRADATION OF FOREST LANDS

SMETANIN VLADIMIR IVANOVICH^{1✉}, doctor of technical sciences, professor
smetanin2000@yandex.ru

PLOTNIKOVA DARINA SERGEEVNA², 2nd year Master's student
plotnikovadara245@gmail.com

¹ All-Russian research institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A.N. Kostyakov; 127550, Moscow, Bolshaya Akademicheskaya, 44, corp. 2. Russia

² Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev; 127434, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49. Russia

The purpose of the research is to study the dynamics of absorption of CO₂ from atmospheric air by forest plantations on the lands of the forest fund in the conditions of modern nature management.

The achievement of this goal was carried out through the accounting of the lack of CO₂ absorption by the tree stand, which was located on the lands of the annual extinction of forest areas and on the lands of the restored tree stand after reforestation work. The analysis of the use of forest fund lands for the period 2010-2018 is given. The most characteristic examples of the negative impact of human economic activity and adverse natural phenomena on the lands of the forest fund, contributing to the reduction of forests, and as a consequence, reducing the absorption of CO₂ from the atmospheric air and the production of O₂, are considered. One of the many techniques that mitigate the negative effects of human economic activity and adverse natural phenomena on the lands of the forest fund is the timely reclamation of degraded lands and reforestation on lands disturbed by logging, forest fires and other negative impacts of natural and anthropogenic nature. Restoration of the ability to absorb CO₂ and produce O₂ by a stand being restored on degraded lands has a certain protracted nature associated with the performance of work on preparing disturbed lands for reforestation, planting and caring for seedlings, and, most importantly, the achievement by seedlings of the age-related ability to fully absorb CO₂ and produce O₂.

Keywords: forest lands, forest degradation, recultivation of degraded lands, reforestation, technical and biological stages of recultivation of disturbed forest lands, photosynthesis

Format of citation: Smetanin V.I., Plotnikova D.S. Dynamics of CO₂ absorption from atmospheric air depending on the degradation of forest lands // *Prirodobustroystvo*. – 2021. – № 5. – S. 141-148. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-141-148.

Введение. Леса всегда являлись для человека важным источником разнообразных природных ресурсов. Основными видами лесопользования являются заготовка древесины, сбор грибов, ягод, орехов и лекарственных растений. Зеленые насаждения поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Однако ежегодно около 5728,88 тыс. га земель лесного фонда выбывают за счет лесозаготовки, лесных пожаров, болезней, неблагоприятных почвенно-климатических факторов и антропогенного воздействия, что сопряжено с непоглощением 108275,8 тыс. т CO₂ из атмосферного воздуха.

Цель и задачи исследований. Цель исследования: изучение динамики поглощения CO₂ из атмосферного воздуха лесными насаждениями на землях лесного фонда в условиях современного природопользования.

Достижение поставленной цели осуществлялось через учет недопоглощения CO₂ древостоем, находившимся на землях ежегодного выбывания лесных массивов и на землях восстанавливаемого древостоя после проведения лесовосстановительных работ.

Материалы и методы исследований. Наиболее масштабное воздействие на ежегодно выбывающие лесные массивы оказывают ежегодная вырубка лесов с целью заготовки деловой древесины и лесные пожары. Леса нуждаются в охране и восстановлении. Деятельностью по охране лесов, их восстановлению после пожаров и рубок занимается лесное хозяйство.

Известно, что лес называют легкими планеты – в процессе фотосинтеза 1 га смешанного леса с хорошим древостоем за год

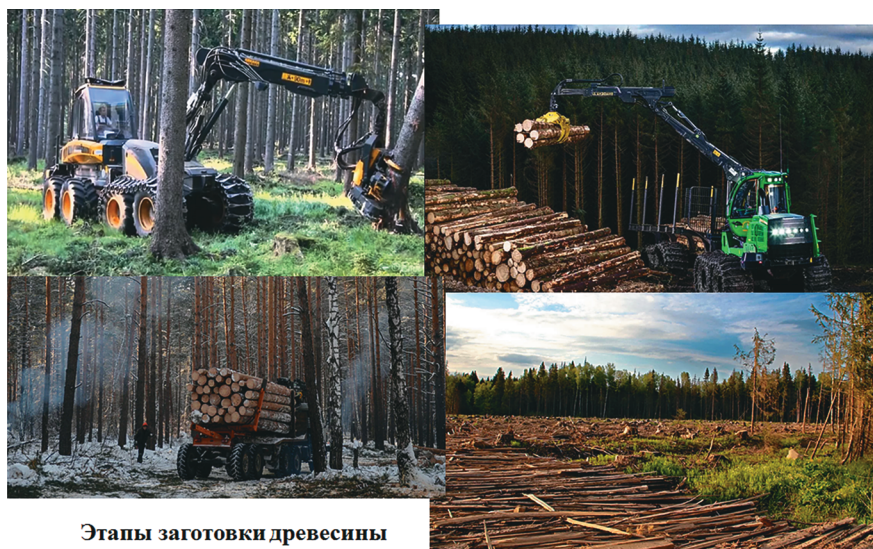
поглощает 18,9 т углекислого газа и продуцирует 16,7 т кислорода [1].

В Российской Федерации в 2019 г. было заготовлено 219,589 млн м³ древесины в виде круглого леса. Площадь, пройденная лесозаготовкой, составила около 1,433 млн га без учета объемов незаконно заготовленной древесины. По данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, незаконная заготовка древесины ежегодно достигает 5...20% от объемов древесины, заготовленной законным путем. Отсюда площадь, пройденная лесозаготовителями с учетом черных лесорубов в 2019 г., составила 1,720 млн га [2].

На рисунке 1 представлен процесс заготовки древесины, а также то, что остается после порубочных работ.

Как показывает практика, в структуре погибших лесов в наибольшей степени страдают лесные массивы от пожаров (около 50%), остальная часть страдает от повреждений насекомыми и от болезней леса (около 26%), от погодных условий и почвенно-климатических факторов (около 15%). В меньшем объеме страдают лесные массивы от антропогенных факторов и повреждений дикими животными (около 9%) [3].

Ежегодно происходят лесные пожары природного и рукотворного характера. Лесные пожары трансформируют естественный ход лесобразующих процессов и ухудшают благополучие лесных экосистем. Пожар затрагивает все уровни леса: повреждается корневая система, сгорают нижний и верховой уровни. Поверхность земли прогорает на глубину на 3...5 см, уничтожая корни многих растений и лишайников [4].



Этапы заготовки древесины

Рис. 1. Нарушенные земли лесного фонда после завершения заготовки древесины
 Fig. 1. Disturbed lands of the forest fund after the completion of timber harvesting

На рисунке 2 представлены виды лесных пожаров и этапы самовосстановления елового леса после верхового лесного пожара.

Вместе с пожаром меняется гидрогеологический режим почвы. Поверхностный слой иссушается под воздействием солнечных лучей, слои, залегающие глубже, – наоборот, переувлажняются. Нет растений – нет транспирации влаги. Появившаяся зола нарушает кислотно-щелочной баланс почвы, что крайне неблагоприятно действует на возмож-

ность роста леса. Пожар приводит к дефициту азота, которого всегда не хватает в лесной почве.

Особенностью торфяных пожаров является то, что они разгораются и распространяются очень медленно, но период процесса горения может достигать многих месяцев, а иногда и нескольких лет.

Торф не горит открытым огнем – он тлеет, выделяя большое количество дыма. Тление торфа иногда продолжается даже зимой.

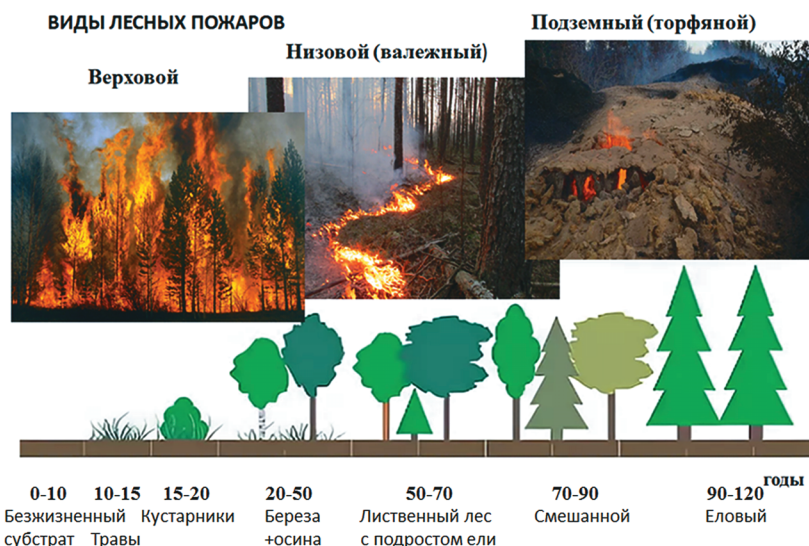


Рис. 2. Виды лесных пожаров и этапы самовосстановления елового леса на лесных гарях
 Fig. 2. Types of forest fires and stages of self-restoring of spruce forest on forest burns

Из рисунка 2 следует, что процесс самовосстановления хвойного леса на лесных гарях может достигать 90...120 лет.

На рисунке 3 показана динамика числа случаев возникновения лесных пожаров

и площадей земель, пройденных пожарами, на землях лесного фонда с 2010 по 2017 гг.

Как следует из представленных данных, наблюдается снижение числа случаев возникновения лесных пожаров (с 32329 до 10226 случаев),

а площадь, пройденная ежегодными пожарами, увеличилась (с 2367,6 до 3208,6 тыс. га) за тот же период.

За период с 2010 по 2017 гг. ежегодно выгорают в среднем около 2458 тыс. га земель лесного фонда Российской Федерации (это значение принято для дальнейших расчетов).

По данным зарубежных исследователей, выгоревшие торфяники и осушенные болота оказывают воздействие на глобальное

изменение климата. Поэтому защита и восстановление горелых торфяников могут снизить темпы изменения климата в регионах с большим покрытием торфяниками [5].

Кроме пожаров, уменьшающих лесные массивы на землях лесного фонда, повреждаются древостой лесными вредителями и болезнями. На таких территориях ввиду плохого санитарного и лесопатологического состояния древостой засыхает, перестает потреблять CO_2 и продуцировать O_2 .



Рис. 3. Динамика числа случаев возникновения лесных пожаров и площади земель, пройденной пожарами, на землях лесного фонда, 2010-2017 гг. [3]

Fig. 3. Dynamics of the number of cases of forest fires origins and the area of land covered by fires on the lands of the forest fund, 2010-2017 [3]

На рисунке 4 приведена динамика площади погибших лесов за период 2010-2017 гг.

по причине плохого санитарного и лесопатологического состояния лесных насаждений.

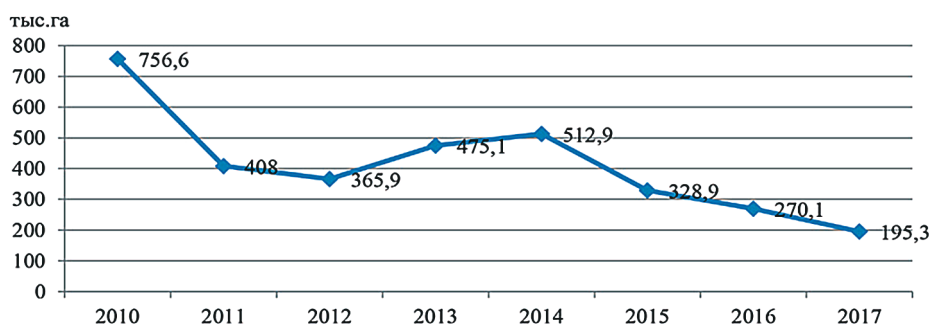


Рис. 4. Динамика площади погибших лесов за 2010-2017 гг. по причине плохого санитарного и лесопатологического состояния лесных насаждений [3]

Fig. 4. Dynamics of the area of dead forests in 2010-2017 due to poor sanitary and forest pathology of forest plantations [3]

Площадь погибших лесных насаждений ввиду плохого санитарного и лесопатологического состояния лесных насаждений, расположенных на землях лесного фонда РФ, за период с 2010 по 2017 гг. в среднем составила 413,48 тыс. га [3].

Негативное воздействие на состояние древостой и лесные культуры оказывают

стихийные бедствия природного характера: например, ветровалы и буреломы, снеголомы, снеговалы, ожеледь, избыточное увлажнение в корнеобитаемом слое почвы, продолжительный недостаток влаги в почве и воздухе при повышенной температуре воздуха. Также негативное воздействие на состояние древостой и лесные культуры оказывают газы в выбросах

промышленных предприятий. Все это нарушает фотосинтез и водообмен, снижает транспирацию, угнетает рост и развитие растений.

Негативное воздействие на состояние лесных культур оказывают также лесная рекреация и дикие животные: в основном это механическое повреждение стволов и корней, боковых и вершинных побегов у молодых деревьев [6].

В результате перечисленных неблагоприятных факторов природного характера, а также лесной рекреации и жизнедеятельности диких животных ежегодно происходит сокращение лесных территорий (в среднем около 737,4 тыс. га).

Антропогенная трансформация лесных территорий сопряжена с выполнением геологоразведочных работ и добычей полезных ископаемых на землях лесного фонда. Наибольший вред природе наносится при добыче полезных ископаемых открытым способом (около 73% полезных ископаемых в мире добывают открытым способом). При добыче полезных ископаемых открытым способом образуются карьерные выемки, из которых извлекаются полезные ископаемые и вмещающие горные породы. При этом образуются высокие насыпи из вскрышных горных пород и отходов обогащения в виде отвалов, терриконов и гидроотвалов [7, 8].

Антропогенное воздействие на земли лесного фонда оказывает также подземная добыча полезных ископаемых.

Не остается «в долгу» и добыча углеводородов. Вредные воздействия, негативно влияющие на атмосферу, воду, почвенный покров, флору, фауну и самого человека, обусловлены высокой

токсичностью добываемых углеводородов, а также разнообразными химическими веществами, которые используются в технологических операциях их добычи. Антропогенная нагрузка формируется на всех стадиях добычи углеводородов: при разведке, бурении эксплуатационных скважин, добыче и транспортировании.

Антропогенное воздействие на земли ЛФ также сопряжено с демографическим ростом, социально-экономическими и политическими процессами поселенческого освоения обширных территорий, в том числе лесных зон. Это сопряжено с расширением селитебных ландшафтов, включающих в себя города (урбозоосистемы) и сельские селитебные ландшафты.

Площадь лесных насаждений, страдающих от антропогенных воздействий, в среднем составляет около 400 тыс. га в год [3].

Площадь земель лесного фонда, покрытая лесом, на 2019 г. составляла 1147037,50 тыс. га, 29% леса составляли лиственные породы, 71% – хвойные. На землях ЛФ Российской Федерации ведется лесозаготовка древесины, ежегодно случаются лесные пожары, леса страдают от болезней, неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов, а также от антропогенного воздействия [3].

Перечисленные воздействия на лесные массивы земель ЛФ носят не разовый, а постоянный характер. Ежегодное выбывание лесных массивов на землях ЛФ в среднем составляет около 5729,00 тыс. га. Вид и структура ежегодно выбывающих земель и их площади приведены в таблице.

Таблица

Вид и структура выбывающих земель и их площади

Table

Type and structure of retiring lands and their areas

№ п/п <i>itm</i>	Вид выбывших земель <i>Type of retired lands</i>	Площадь выбывших земель, тыс. га/год <i>Square of retired area, thousand hectares/year</i>
2	Земли, пройденные лесозаготовкой <i>Lands covered by logging</i>	1720,00
3	Земли, пройденные пожаром <i>Lands traversed by fire</i>	2458,00
4	Земли с больными и погибшими лесами <i>Lands with sick and dead forests</i>	413,48
5	Леса, пострадавшие от неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов <i>Forests affected by adverse weather conditions and soil and climatic factors</i>	737,40
6	Леса, пострадавшие от антропогенного воздействия <i>Forests affected by anthropogenic impact</i>	400,00
	Итого <i>Total</i>	5728,88

Если не проводить рекультивацию нарушенных земель и лесовосстановительные работы на деградированных землях ЛФ при ежегодном сокращении лесных массивов, примерно через 100 лет утраченные лесные массивы ЛФ практически исчерпают способность поглощать CO_2 из атмосферного воздуха и продуцировать O_2 (рис. 5). Однако лесные насаждения не могут потерять способность поглощать CO_2 и выделять O_2 . Даже на ранних этапах своего развития они начинают поглощать CO_2 и продуцировать O_2 в силу основы процесса фотосинтеза растений. В связи с этим возникает потребность в проведении рекультивации и лесовосстановительных работ на землях, нарушенных порубочными работами, лесными пожарами и другими негативными воздействиями природного и антропогенного характера. Однако, поглощать CO_2 и продуцировать O_2 молодой лес начинает только после достижения саженцами определенного возраста (как минимум, возраста молодняка), и при достижении зрелого возраста способность поглощения и продуцирования восстанавливается полностью. Например, возраста молодняка лиственные породы деревьев достигают к 10 годам, хвойные – к 20, среднего – соответственно к 35 и 60, зрелого возраста – к 90 и 120 годам [9].

В расчетах принято, что деревья, достигшие возраста молодняка, восстанавливают способность поглощения CO_2 и продуцирования O_2 на 30%, среднего – на 60%, зрелого – на 100%. В большинстве случаев мягколиственные древесные породы к возрасту 15-20 лет достигают максимальных значений годичного потребления CO_2 и выделения O_2 в своем онтогенетическом цикле развития.

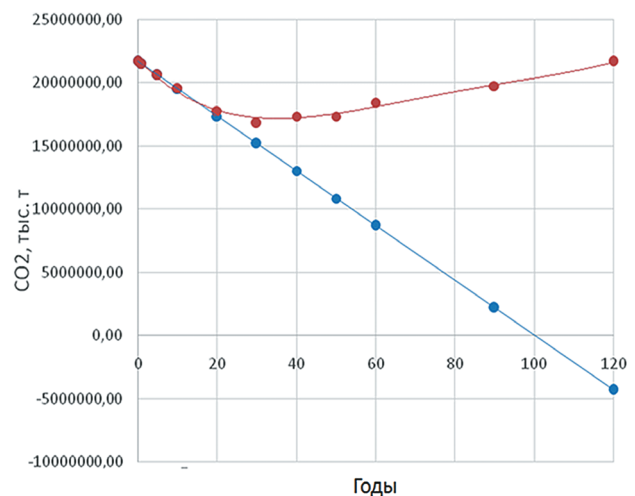
На рисунке 5 также приведена динамика поглощения из атмосферного воздуха CO_2 лесными массивами, находящимися в состоянии естественного природопользования (с учетом ежегодного выбывания земель) и вновь создаваемыми лесными массивами с учетом их постепенного созревания.

В расчетах принято: удельное поглощение лесными массивами на землях ЛФ CO_2 – 18,9 т/га; площадь ежегодно выбывших земель ЛФ – 5729,00 тыс. га; ежегодно нуждающихся в рекультивации и лесовосстановлении – 5328,00 тыс. га, так как часть антропогенно нарушенных земель поменяет статус целевого использования. Это сопряжено с расширением селитебных ландшафтов, включающих в себя города (урбоэкосистемы) и сельские селитебные ландшафты и по другим возникающим причинам отчуждаемых территорий.

Как следует из графика (рис. 5), при своевременном проведении рекультивации

и лесовосстановительных работ на деградированных землях ЛФ восстанавливаемые лесные массивы примерно через 30 лет достаточно заметно начинают поглощать и продуцировать соответственно CO_2 и O_2 .

При постоянном ежегодном ритме использования лесных ресурсов и своевременном проведении рекультивации и лесовосстановительных работ при соответствующем уходе в перспективе может быть достигнут баланс между выбывающими лесными массивами и лесами, достигающими зрелого возраста, способными потреблять CO_2 и воспроизводить O_2 после их восстановления [10].



- Поглощение CO_2 лесными массивами на землях ЛФ, находящимися в процессе сложившегося природопользования (без учета рекультивации и лесовосстановления выбывающих лесов);
- Поглощение CO_2 лесными массивами на землях ЛФ, находящимися в состоянии естественного природопользования (с учетом ежегодного выбывающих и лесами, достигающими зрелого возраста после рекультивации и лесовосстановления выбывших лесов).

Рис. 5. Динамика поглощения из атмосферного воздуха CO_2 лесами на землях ЛФ в процессе природопользования
Fig. 5. Dynamics of absorption of CO_2 from atmospheric air by forests on the lands of the FF in the process of environmental management

По данным Аналитического центра при Правительстве России, объем выбросов в атмосферу CO_2 в мире в 2018 г. составил 33,9 млрд т. В России объем выбросов углекислого газа в 2018 г. составил 1,6 млрд т [2].

Как следует из графиков (рис. 5), в условиях сложившихся земель ЛФ, культуры природопользования, выполнения рекультивации нарушенных земель и проведения лесовосстановительных работ сохранившиеся лесные массивы земель лесного фонда Российской Федерации способны поглощать выбросы CO_2

из атмосферного воздуха в объеме, существенно большем, чем 1,6 млрд т/год.

Выводы

Масштабная заготовка леса, ежегодно повторяющиеся обширные лесные пожары, леса, страдающие от насекомых и болезней, неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов, а также антропогенное вмешательство земли ЛФ требуют своевременного выполнения работ по рекультивации нарушенных земель и восстановлению деградированных лесов.

Восстановление лесов включает в себя два основных этапа: технический (подготовка деградированного лесного участка к созданию лесных культур и посадка саженцев) и биологический (уход за высаженными лесными культурами).

Технический этап – самый трудоемкий, но он должен выполняться в кратчайшие сроки. Биологический этап является менее трудоемким. Длительность его регламентирована, особенно в первый год после посадки, в зависимости от климатических условий, от 2 до 6 уходов.

Качество лесовосстановительных работ оценивается приживаемостью высаженного материала. В связи с этим в настоящее время переходят на использование сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС), которые выращиваются в специальных высоких кассетах, где в течение 5 мес. у них формируется хорошо развитая корневая система. Высаженные молодые деревья в первые годы получают больше питания и влаги, быстрее растут и лучше приживаются, чем сеянцы с открытой корневой системой. Высаживать сеянцы с ЗКС можно в течение всего вегетационного периода. Кроме того, их высаживаемое количество снижается до 2 тыс. шт. на 1 га, что существенно уменьшает финансовые и временные затраты при проведении лесовосстановительных работ, приживаемость посадочного материала достигает 90%.

CO₂ относят к так называемым парниковым газам, разрушаемым озоновый слой. Разрушение озонового слоя вызывает изменение климата на земном шаре, а изменение климата в свою очередь ведет к реструктуризации ландшафтов. В южных регионах РФ происходит опустынивание территорий, вызывающее

ветровую эрозию почв. Появляются барханы, которые засыпают плодородные земли.

С целью повышения эрозионной устойчивости территорий устраивают лесозащитные полосы (ЛЗП). Однако в подобных климатических условиях создание ЛЗП осложняется слабой приживаемостью посадочного материала и плохой их выживаемостью впоследствии. В засушливых районах целесообразно применять технологии устройства ЛЗП с использованием сеянцев. В составе ЗКС целесообразно применять влагоемкие материалы (природного или искусственного происхождения) не токсичные для сеянцев и окружающей среды. В условиях опустынивания земель целесообразными являются устройство простейших гидромелиоративных устройств либо организация поливов с использованием поливочных автоцистерн, либо устройство простейших систем капельного орошения.

Для решения поставленной задачи необходима комплексная технология, включающая в себя организацию выращивания сеянцев с закрытой корневой системой, их доставку на восстанавливаемую территорию, на которой должны быть выполнены работы по подготовке земель к посадке, сам процесс посадки сеянцев кассетным способом и последующий уход за растениями.

Немаловажную проблему представляет и то, что ежегодно выбывает свыше 5 млн га земель ЛФ и примерно столько же должно быть рекультивировано.

Рекультивация нарушенных земель ЛФ и лесовосстановление должны быть обеспечены необходимыми ресурсами: инвестициями, машинами и механизмами для выполнения культуртехнических, инженерно-мелиоративных и посадочных работ, трудовыми ресурсами.

По данным пресс-службы Минприроды России, одной из главных задач федерального проекта «Сохранение лесов», входящего в состав национального проекта «Экология», предусмотрено обеспечение баланса выбытия и воспроизводства лесов в соотношении 100% к 2024 г.

В 2020 г. было восстановлено лесов на территории РФ около 1,1 млн га, что даже не перекрывает выбывших земель ЛФ, пройденных только лесозаготовкой (1,7 млн га). В связи с этим необходимо усилить решение задач федерального проекта «Сохранение лесов» в составе национального проекта «Экология».

Библиографический список

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – URL: <https://gosdoklad-ecology.ru/2017/>.

References

1. O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej credy Rossijskoj Federatsii v 2017 godu: Gosudarstvenny doklad. – URL: <https://gosdoklad-ecology.ru/2017/>.

2. Григорьев Л. Выбросы парниковых газов и энергопотребление в городах // Энергетический бюллетень. – 2019. – № 76. – 26 с.

3. Леоненков А.С. Учебно-методическое пособие по изучению основных тем лесоведения для студентов направления 350301 «Лесное дело». – Н. Новгород: НГСХА, 2015. – 38 с.

4. Шевченко С.В. Проблемы лесной фитопатологии в рекреационных лесах // В кн.: Современные проблемы лесозащиты и пути их решения. – Минск: Технологический институт, 1985. – С. 46.

5. Kumar S., Agarwal A., Ganapathy A. et al. Impact of climate change on stormwater drainage in urban areas. *Stoch Environ Res Risk Assess.* – 2021. DOI: 10.1007/s00477-021-02105-x.

6. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель. – М.: КолосС, 2003. – 96 с.: ил.

7. ВШЭ: «Деловой климат в промышленности». – 2019. – Август. – URL: <https://nangs.org/analytics/analiticheskij-tsentr-pri-pravitelstve-rf-vybrosy-parnikovyx-gazov-i-energopotreblenie-v-gorodakh-sentabr-2019-pdf>.

8. Естественное восстановление растительного покрова, его видовой состав в условиях самозарастания и рекультивации промышленных отвалов рудного месторождения ТИШИНКА ВКО / Ф.Е. Козыбаева, Ю.А. Котухов, Г.Б. Бейсеева и др. // Почвоведение и агрохимия. Экология почв. – 2018. – № 4.

9. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2020 г. № 1014. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74983471/>.

10. Зленко Л.В., Кошурникова Н.Н., Жуйков А.В. Лесовосстановительные процессы на вырубках и гарях // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5.

2. Grigorjev L. Vybrosy parnikovyx gazov i energopotreblenie v gorodakh // *Energeticheskij byulleten.* – 2019. – № 76. – 26 s.

3. Leontenkov A.S. Uchebno-metodicheskoe posobie po izucheniyu osnovnyh tem lesovedeniya dlya studentov napravleniya 350301 «Lesnoe delo», – N. Novgorod: NGSXA, 2015. – 38 s.

4. Shevchenko S.V. Problemy lesnoj fitopatologii v rekreatsionnyh leash // V kn.: *Sovremennye problem lesozashchity i puti ih resheniya.* – Minsk: Tehnologicheskij institut, 1985. – S. 46.

5. Kumar S., Agarwal A., Ganapathy A. et al. Impact of climate change on stormwater drainage in urban areas. *Stoch Environ Res Risk Assess.* – 2021. – DOI: 10.1007/s00477-021-02105-x

6. Smetanin V.I. Rekultivatsiya i obustroystvo narushennyh zemel. – M.: KolosS, 2003. – 96 s.: il.

7. VSHE: «Delovoj klimat v promyshlennosti». – 2019. – Avgust. – URL: <https://nangs.org/analytics/analiticheskij-tsentr-pri-pravitelstve-rf-vybrosy-parnikovyx-gazov-i-energopotreblenie-v-gorodakh-sentabr-2019-pdf>.

8. Estestvennoe vosstanovlenie rastitelnogo pokrova, ego vidovoj sostav v usloviyah samozarastaniya i rekultivatsii promyshlennyh otvalov rudnogo mestorozhdeniya TISHINKA VKO / F.E. Kozybaeva, Yu.A. Kotuhov, G.B. Bejseeva i dr. // *Pochvovedenie i agrohi-miya. Ekologiya pochv.* – 2018. – № 4.

9. Ob utverzhdenii Pravil lesovosstanovleniya, sostava proekta lesovosstanovleniy, poryadka razrabotki proekta lesovosstanovleniy i vneseniya v nego izmenenij: prikaz Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii RF ot 4 dekabrya 2020 g. № 1014. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74983471/>.

10. Zlenko L.V., Koshurnikova N.N., Zhujkov A.V. Lesovosstanovlenye protsessy na vyrubkah i garyah // *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya* 2015. – № 5.

Критерии авторства

Сметанин В.И., Плотникова Д.С. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию 25.07.2021 г.

Одобрена после рецензирования 18.10.2021 г.

Принята к публикации 01.11.2021 г.

Criteria of authorship

Smetanin V.I., Plotnikova D.S. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript, have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 25.07.2021

Approved after reviewing 18.10.2021

Accepted for publication 01.11.2021