

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСНОЙ КАДАСТР КАК ОСНОВА ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ДЛЯ КАТЕГОРИИ «ЛЕСНЫЕ ЗЕМЛИ»

А.М. Потапенко¹, Н.В. Толкачева¹, В.В. Бутьковец¹,
А.В. Шатравко², П.Е. Мохначев³

¹ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», 246050, Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Пролетарская, д. 71

²ГЛХУ «Логойский лесхоз», 223110, Республика Беларусь, г. Логойск, ул. Лесная, д. 2

³Ботанический сад Уральское отделение РАН, 620134, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202 а

formelior@tut.by

Приведены данные оценки динамики покрытых лесом земель Республики Беларусь. Представлена характеристика лесного фонда за период 1993–2019 гг. Дана оценка парниковых газов в лесном фонде Республики Беларусь по материалам положений международных договоров и документов, принятых в рамках реализации Рамочной конвенции ООН об изменении климата (от 9 мая 1992 г.) на международном и национальном уровне, включая Парижское соглашение (от 12 декабря 2019 г.), положений нормативных правовых актов Республики Беларусь, по результатам научных исследований, информации Министерства лесного хозяйства и данных Государственного лесного кадастра. Рассчитаны выбросы/стоки CO₂ по категории «Лесные земли» в соответствии с Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК (2006 г.) с использованием метода разности запасов. Установлено, что в результате целенаправленной работы по воспроизводству лесов и лесовыращиванию за 26-летний период в Республике Беларусь достигнута положительная динамика лесного фонда: лесопокрытая площадь увеличилась на 919,6 тыс. га — с 7360,7 тыс. га до 8280,3 тыс. га; лесистость — на 4,3 % и достигла 39,9 %; общий запас древесины на корню увеличился на 739,5 млн. м³ — с 1092,3 до 1831,8 млн м³ (в том числе в спелых и перестойных насаждениях на 300,3 млн м³, и составил в них 348,8 млн м³); запас насаждений на 1 га покрытых лесом земель возрос на 72,8 м³ и составил 221,2 м³/га; запас спелых и перестойных насаждений возрос в среднем на 52,6 м³ и достиг 273,9 м³/га.

Ключевые слова: парниковые газы, поглощение, выбросы, лесное хозяйство, биомасса, инвентаризация, государственный лесной кадастр

Ссылка для цитирования: Потапенко А.М., Толкачева Н.В., Бутьковец В.В., Шатравко А.В., Мохначев П.Е. Государственный лесной кадастр как основа инвентаризации парниковых газов для категории «Лесные земли» // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 5. С. 37–50. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-37-50

В последние десятилетия в мире все большее внимание уделяется проблеме парникового эффекта. Основная глобальная задача, стоящая перед человечеством заключается в сохранении стабильности климатической системы. Как отмечают А.С. Исаев и др. [1], если не будут приняты эффективные меры по ограничению выбросов CO₂, его концентрация в атмосфере нашей планеты до 2050–2070 гг. увеличится вдвое.

В круговороте углерода на планете мощными стабилизаторами выступают лесные насаждения [2]. В соответствии с Экологической Стратегией Группы Всемирного Банка (2012–2022 гг.) для недопущения увеличения количества CO₂ в атмосфере Земли следует проводить работы, направленные на содействие устойчивому лесопользованию с акцентом на воспроизводство лесных ресурсов и повышение продуктивности лесов и их экологических функций, в том числе депонирования углерода [3].

В 2005 г. Беларусь присоединилась к Киотскому протоколу Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) [4]. В Первом национальном сообщении в соответствии с обяза-

тельствами Республики Беларусь по РКИК впервые были учтены объемы выбросов парниковых газов (далее — ПГ).

Продолжением Киотского протокола РКИК ООН стало Парижское соглашение [5], принятое в 2015 г. и вступившее в силу в ноябре 2016 г. В рамках этого соглашения Республика Беларусь приняла на себя обязательства сократить выбросы парниковых газов к 2030 г. не менее чем на 28 % относительно уровня 1990 г. без учета выбросов и стоков парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ) (согласно Руководящим принципам национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006 г. инвентаризация парниковых газов осуществляется по 5 секторам: 1. Энергетика, 2. Промышленные процессы и использование продуктов, 3. Сельское хозяйство, 4. Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство и 5. Отходы).

Сектор ЗИЗЛХ был исключен для целей определения обязательств вследствие высокой неопределенности в методических вопросах оценки выбросов и абсорбции парниковых

газов в Республике Беларусь. Данный сектор, и в частности категория «Лесные земли», обладает потенциалом для депонирования CO_2 (сектор Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство включает следующие категории: лесные земли, возделываемые земли, пастбище, водно-болотные угодья, поселения и прочие земли).

В контексте Парижского соглашения проблема объективного и полного учета стоков углерода и углеродного бюджета лесов в условиях климатических изменений приобретает первостепенное значение [6].

Цель работы

Цель работы — совершенствование сбора и обработки информации для базы данных инвентаризации парниковых газов для категории «Лесные земли» сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» на основе данных Государственного лесного кадастра Республики Беларусь.

Объекты и методика исследований

Объекты исследований — лесной фонд Республики Беларусь. Исследования основаны на анализе положений международных договоров, документов, принятых в рамках реализации Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) на международном и национальном уровне, включая Парижское соглашение (принятое на 21-й сессии Конференции Сторон РКИК ООН в г. Париже 12 декабря 2015 г., подписанное 22.04.2016 г.), на положениях нормативных правовых актов Республики Беларусь, результатах научных исследований, информации Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, результатах реализации международных проектов в области изменения климата, данных Государственного лесного кадастра.

Для расчета выбросов/стоков ПГ были использованы фактические данные, полученные из ЛРУП «Белгослес» (Государственный учет лесного фонда Республики Беларусь за 1993, 2000 гг., Государственный лесной кадастр Республики Беларусь за 2003–2019 гг.), Национального статистического комитета Республики Беларусь (интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации, ежегодный статистический сборник), с использованием национальных коэффициентов для расчета выбросов ПГ [7].

Расчет выбросов/стоков ПГ (CO_2) для категории «Лесные земли» выполнен на основе утвержденной Министерством лесного хозяйства «Методики оценки общего и годичного депонирования углерода лесами Республики Беларусь» [7]

с использованием конверсионного подхода при оценке содержания углерода в компонентах лесной экосистемы на основе сведений о древесных запасах лесообразующих пород в соответствии с Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК (2006) [8] для временного интервала 1993–2019 гг.

Результаты и обсуждение

В соответствии с Руководящими принципами МГЭИК оценка изменений накопления углерода проводится в двух основных пулах углерода: биомассе и органическом углероде почвы. Углерод упоминается как мертвое органическое вещество, т. е. фактор, который следует учитывать в последующих работах по составлению кадастров. В Марракешском соглашении конкретно указано, что в кадастре должна быть представлена информация об изменениях накопления углерода в пяти пулах: надземной и подземной биомассе, лесной подстилки, валежной древесине и органическом углероде почвы. Уменьшения объема содержания углерода в одном пуле должно компенсироваться увеличениями в другом [9]. Например, содержание углерода в пулах биомассы уменьшаются после возмущений, однако в пуле лесной подстилки и валежной древесине может увеличиться. Таким образом, изменение в рамках одного пула может быть более значительным по сравнению с результирующим изменением в совокупности пулов)

По отношению к методам инвентаризации ПГ используется три уровня [7]:

Уровень 1. Методы этого уровня являются самыми простыми в использовании; соответствующие уравнения и значения параметров по умолчанию (например, коэффициенты выбросов и изменений запасов) представлены в Руководящих принципах национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК.

Уровень 2. Используется тот же самый методологический подход, что и для уровня 1, но применяются коэффициенты выбросов и изменений запасов, полученные на данных для конкретной страны или конкретного района, для наиболее важных категорий землепользования.

Уровень 3. Используются методы более высокого порядка, включая модели и системы измерений для кадастров, адаптированные к конкретным национальным условиям, повторяющимся в ходе времени, а также применяются данные о деятельности высокого разрешения и разукрупнение до масштабов субнационального уровня. Эти методы более высокого порядка позволяют получить оценочные значения с более высокой степенью достоверности, чем более низкие уровни. При необходимости можно сочетать указанные уровни методологических подходов.

Важным фактором, влияющим на расчетное значение накопления углерода лесами по основным пулам, является выбор базовых уравнений в расчетах. Так для пула «надземная биомасса» в странах Евросоюза (ЕС) нет единого подхода, 62 % стран ЕС используют метод «поступлений-потерь» [10], другие страны, включая Россию [11] и Казахстан [12] используют метод «разности запасов». Источники данных для оценки изменений запасов углерода в живой биомассе также различаются в разных странах. В большинстве стран осуществляются программы по сбору и анализу данных в целях дальнейшего повышения полноты и точности оценок главным образом изменений запасов углерода.

В некоторых странах расчет углеродного баланса лесов проводится с помощью специализированных компьютерных моделей. Так, в России используют методику региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ) [11], в США — модель бюджета углерода канадского лесного сектора (CBM-CFS3) [13], американскую бюджетную модель локального пространственного уровня (U.S. FORCARB2) [14], в Финляндии — имитационную модель EFIMOD2 [15] и т. д.

В странах ЕС три основные категории землепользования — лесные земли, возделываемые земли и пастбища, включая их подкатегории, в основном завершаются количественными оценками. Однако в рамках некоторых подкатегорий других категорий землепользования все еще имеются некоторые пробелы, которые в значительной степени связаны с отсутствием методов в Руководящих принципах национальных инвентаризаций ПГ МГЭИК для оценки выбросов парниковых газов, допущением равновесия в рамках методов Уровня 1 или осуществлением положения о незначительности категории в соответствии с Решением 24 СР/19 Конференции Сторон РКИК ООН [16]. Таким образом, часто отсутствие количественных оценок также связано с отсутствием земель, переустраиваемых в определенные подкатегории, или с отсутствием органических почв.

Углеродный баланс для категории «Лесные земли» представляется многими государствами. Среди оценок имеются незначительные вариации. Влияние изменчивости на оценку углеродного пула считается незначительным, даже если ее трудно оценить в количественном выражении. Например, в лесных кадастрах углеродный резервуар надземной биомассы определяется в соответствии с пороговым значением минимального диаметра отобранных деревьев (т. е. диаметра древостоя на высоте груди) в диапазоне от 0 до 7,5 см.

Что касается подземной биомассы, то информации о содержании в ней углерода недостаточно. Мертвая древесина в основном отличается по вре-

мени распада и пороговым значениям диаметров и высоты/длины отрезков древесины. Подстилка либо оценивается независимо, либо включается в почву. В почвах изменения запасов углерода рассчитываются в соответствии с различными методами и переходными периодами. Обычно запасы углерода в подстилке биомассы учитываются только для оценки выбросов от лесных пожаров.

В целом Руководящие принципы национальных инвентаризаций МГЭИК допускают применение любого из расчетных методов [8, 17] в зависимости от их особенностей. Однако зачастую, несмотря на сопоставимость расчетов в модельном эксперименте, результаты, полученные различными научными коллективами с помощью иных методов, существенно расходятся, поэтому исследования в этом направлении требуют продолжения [18].

Оценку депонирования углерода в Республике Беларусь проводили разные авторы. Их данные различаются, что связано как с особенностями методологического подхода, так и с изменениями запаса древесины в лесном фонде с течением времени. При этом, к сожалению, вопросу депонирования углерода в мертвой древесине, лесной подстилке, почвах и болотах в научной литературе уделяется недостаточно внимания [19].

Оценка содержания углерода проводится по пробным площадям или по данным о запасах и приростах древесины и фитомассы по учетам лесного фонда. Использование данных учета лесного фонда позволяет получить результаты быстрее и с наименьшими затратами, а точность этого метода часто даже выше, чем экстраполяция материалов пробных площадей за пределы исследованных пород, классов бонитета, возраста и полноты древостоя. Поэтому для расчетов запаса углерода в древесине и фитомассе насаждений используются материалы учета лесного фонда, что неоднократно апробировано [16].

Государственный лесной кадастр — это информационная система, включающая в себя информацию о количественных, качественных и иных характеристиках лесов, происходящих в них изменениях, а также информацию об экономической оценке лесных ресурсов, их объеме, характере и режиме использования [20]. Государственный лесной кадастр в Республике Беларусь ведется начиная с 2002 г. в соответствии с принятым Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1031 от 12.07.2001 г. «Об утверждении порядка ведения государственного лесного кадастра».

Информационной базой для ведения учетной документации Государственного лесного кадастра являются материалы лесоустройства, Государственного учета лесов, а также отраслевые — геоинформационная система «Лесные ресурсы»,

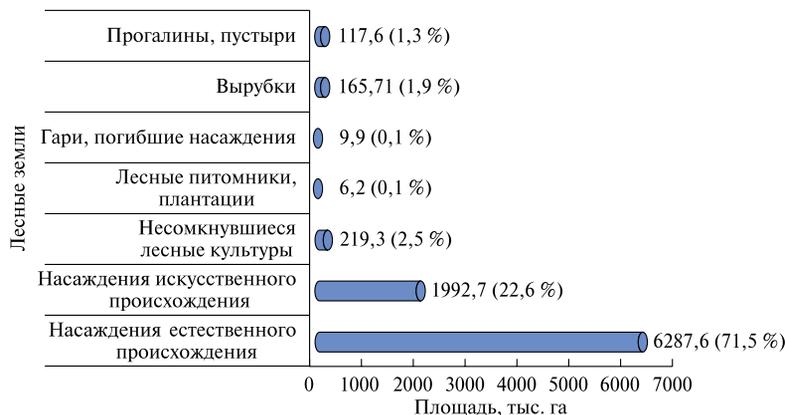


Рис. 1. Распределение лесных земель по данным Государственного лесного кадастра (на 01.01.2020 г.)

Fig. 1. Distribution of forest lands according to the State Forest Cadastre (as of 01.01.2020)



Рис. 2. Распределение нелесных земель по данным Государственного лесного кадастра (на 01.01.2020 г.)

Fig. 2. Distribution of non-forest lands according to the State Forest Cadastre (as of 01.01.2020)

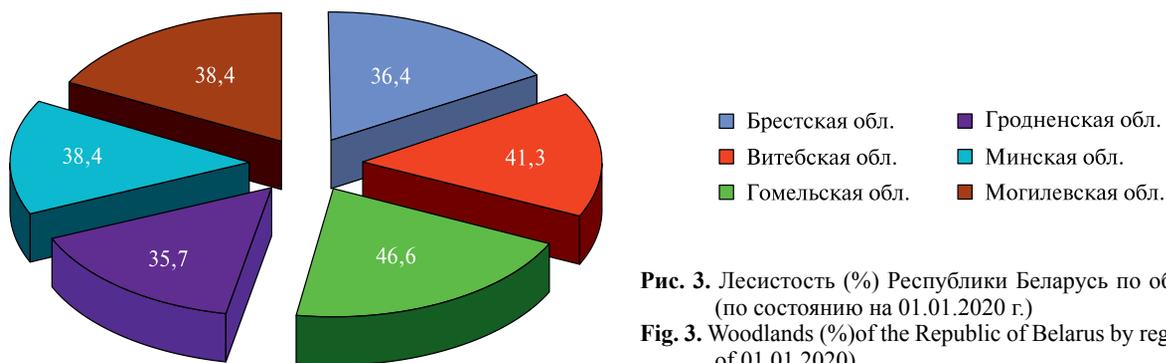


Рис. 3. Лесистость (%) Республики Беларусь по областям (по состоянию на 01.01.2020 г.)

Fig. 3. Woodlands (%) of the Republic of Belarus by regions (as of 01.01.2020)

банк данных «Лесной фонд» и другая учетная и отчетная документация лесохозяйственной деятельности юридического лица, ведущего лесное хозяйство.

Лесной фонд Республики Беларусь представлен лесными и нелесными землями, предназначенными для ведения лесного хозяйства.

Лесные земли (рис. 1) Республики Беларусь подразделяются на следующие категории:

– *покрытые лесом земли* (94,1 %, из них леса естественного происхождения — 71,5 %, искусственного — 22,6 %);

– *не покрытые лесом земли*, но предназначенные для его восстановления (вырубки, гари, погибшие лесные насаждения, прогаины составляют 3,3 % общей площади лесных земель);

– *земли, занятые питомниками, плантациями и несомкнувшимися лесными культурами* (2,6 % общей площади лесных земель).

К нелесным землям (рис. 2) относятся земли, не занятые лесной растительностью: пахотные земли, земли под постоянными культурами (сады, ягодники), луговые земли, земли под застройкой, под водными объектами, нарушенные земли, неиспользуемые и другие земли, долевое участие которых в составе нелесных земель составляет менее 10 %.

Наибольшая часть нелесных земель представлена землями под болотами, они составляют 63,9 % общей их площади, а также землями под дорогами, просеками и иными транспортными коммуникациями – 14,9 % [19].

В соответствии с Лесным кодексом Республики Беларусь леса Беларуси подразделяются на следующие категории: природоохранные, рекреационно-оздоровительные, защитные и эксплуатационные.

В настоящее время лесной фонд Республики Беларусь занимает 9620,9 тыс. га [21]. Площадь земель, покрытых лесом, составляет 8280,3 тыс. га с общим запасом древесины 1831,8 млн м³. Распределение лесов по территории республики неравномерное. Лесистость республики составляет 39,9 %. Среди областей республики минимальную лесистость имеет Гродненская — 35,7 %, а максимальную — Гомельская (46,6 %) области (рис. 3).

Основным лесофондодержателем в Республике Беларусь является Министерство лесного хозяйства — 87,9 % общей площади лесов республики.

По породной структуре лесов (табл. 1) в Республике Беларусь преобладают хвойные леса (4853,6 тыс. га), в частности, формации сосновых лесов (4076,9 тыс. га или 49,2 % общей площади покрытых лесом земель). Еловые леса произрастают на площади 775,0 тыс. га (9,4 %), реже представлены пихта, лиственница и кедр.

В твердолиственных лесах Беларуси основное место занимают дубравы (287,4 тыс. га или 3,5 % общей площади покрытых лесом земель), реже встречаются ясеневые и грабовые насаждения, кленовики — еще реже встречаются и занимают совсем небольшие участки.

В мягколиственных лесах (3007,0 тыс. га) преобладают березовые насаждения — 1925,8 тыс. га (23,3 % общей площади покрытых лесом земель), образовавшиеся как производные от сосновых, еловых и дубовых лесов. Они представлены в основном березой повислой (73,9 %). Остальную часть березняков составляет береза пушистая, произрастающая преимущественно в низинных и переходных болотах с различной степенью заболоченности. Ольховые леса представлены насаждениями ольхи черной (732,9 тыс. га или 8,9 % общей площади покрытых лесом земель), распространенными на низинных болотах по всей республике и ольхи серой (151,9 тыс. га или 1,8 %), произрастающей главным образом на севере страны.

В возрастной структуре лесов преобладают средневозрастные (39,9 %) насаждения. Молодняки занимают 17,7 %, приспевающие — 25,8 %, спелые и перестойные — 16,6 % общей площади покрытых лесом земель. Средний возраст лесов — 56 лет.

На основании имеющихся сведений и данных, предоставленных РУП «Белгослес», проведена оценка динамики показателей лесного фонда

Т а б л и ц а 1

Общие показатели лесного фонда по состоянию на 01.01.2020 г.

General indicators of the forest fund as of 01.01.2020

Наименование показателя	Площадь		Запас древесины	
	тыс. га	%	млн м ³	%
1. Общая площадь земель лесного фонда	9620,9	100	—	—
1.1. Лесные земли	8799,1	91,5	—	—
2. Общая площадь покрытых лесом земель по группам возраста	8280,3	86,1	—	—
2.1. Хвойные насаждения	4853,6	58,6	1206,8	65,9
Молодняки	954,2	19,7	83,0	6,9
Средневозрастные	1766,3	36,4	477,2	39,5
Приспевающие	1457,7	30,0	444,2	36,8
Спелые и перестойные	675,4	13,9	202,5	16,8
2.2. Твердолиственные насаждения	337,7	4,1	61,9	3,4
Молодняки	78,7	23,2	5,1	8,2
Средневозрастные	165,5	49,0	33,8	54,6
Приспевающие	39,6	11,7	9,3	15,0
Спелые и перестойные	53,9	15,9	13,7	22,1
2.3. Мягколиственные насаждения	3028,8	36,6	562,3	30,7
Молодняки	430,2	14,2	220,2	39,5
Средневозрастные	1369,7	45,2	230,9	41,1
Приспевающие	638,6	21,1	150,6	26,8
Спелые и перестойные	590,3	19,5	158,6	28,2
Итого запас древесины	—	—	1831,8	—

Республики Беларусь за период с 01.01.1994 по 01.01.2020 г. Данные о площади лесов, породно-возрастном составе за 1993–2000 гг. были получены от Государственного учета лесного фонда, а с 2003 г. по 2019 г. — от ЛРУП «Белгослес».

В динамике показателей площади лесного фонда за 1993–2019 гг. прослеживаются в основном положительные изменения. Так, за исследуемый период площадь покрытых лесом земель в республике увеличилась (рис. 4). При этом сохранилась тенденция увеличения количества приспевающих, спелых и перестойных лесов на фоне снижения удельного веса молодняков. За последнее 26 лет в результате передачи в лесной фонд низкопродуктивных сельскохозяйственных земель площадь земель лесного фонда увеличивалась на 944,82 тыс. га или 10,9 %. Уменьшение общей площади лесного фонда относительно предыдущих лет наблюдалось лишь в 2004 г. и 2007 г., и было связано главным образом с изъятием нелесных земельных участков, занятых газопроводами, нефтепроводами, линиями электропередачи и др. Площадь покрытых лесом

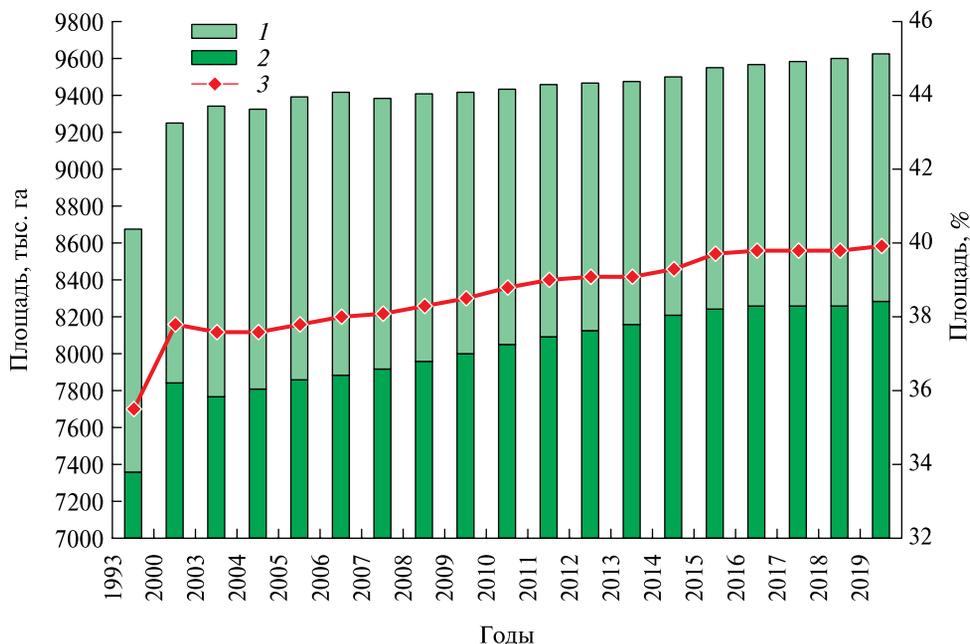


Рис. 4. Динамика земель лесного фонда Республики Беларусь за период 1993–2019 гг.:

1 — площадь земель лесного фонда; 2 — площадь покрытых лесом земель; 3 — лесистость

Fig. 4. Dynamics of forest land in the Republic of Belarus for the period 1993–2019: 1 — area of forestry land; 2 — area of forested lands; 3 — woodlands

земель за этот период увеличилась на 919,63 тыс. га (на 12,5 %). Как следствие, с увеличением площади покрытых лесом земель, произошло увеличение на 4,4 % лесистости республики с 35,5 % в 1993 г. до 39,9 % в 2019 г.

Увеличение площади покрытых лесом земель за 1993–2019 гг. произошло за счет всех трех групп пород. Площадь хвойных насаждений (сосняки, ельники) увеличилась на 3,8 % (на 177,8 тыс. га) за счет насаждений сосны обыкновенной, при этом ее площадь увеличилась на 4,2 % — с 3,9 млн га в 1993 г. до 4,1 млн га в 2019 г. В то же время следует отметить снижение их площади с 2016 г. по 2019 г. — на 0,9 % связанное с различными факторами: биотическими (вредителями, сменой сосны мелколиственными породами), абиотическими (климатическими), антропогенными (интенсивным лесопользованием, радиоактивным загрязнение, лесными пожарами), что привело к снижению биологической устойчивости древостоев, уменьшению их продуктивности, а часто и к их гибели. Площадь еловых лесов за исследуемый период снизилась на 2,05 тыс. га.

В 2015 г. вследствие засушливого лета в сосновых лесах были зафиксированы вспышки численности и распространения стволовых вредителей — вершинного и шестизубчатого короедов, а в еловых — короэда-типографа.

Процесс усыхания сосновых и еловых насаждений продолжился в 2019 г., однако его объем по сравнению с 2018 г. в целом по республике снизился в 1,7 и 1,2 раза соответственно. Общая

площадь сосновых насаждений, в различной степени затронутых усыханием, составила 162,0 тыс. га, еловых — 14,8 тыс. га.

Гибель или утрата биологической устойчивости хвойных насаждений произошла на площади 31,4 тыс. га, а нарушение их биологической устойчивости — на площади 145,4 тыс. га. Общая площадь сосняков Беларуси за период 2009–2019 гг. сократилась на 224,3 тыс. га (5,2 %) [22].

Площадь твердолиственных насаждений увеличилась на 17,3 % (на 58,4 тыс. га) преимущественно за счет дубовых лесов. Площадь мягколиственных насаждений увеличилась на 27,4 % (на 829,0 тыс. га), в том числе насаждений березы, осины, ольхи черной на 596,5, 148,5 и 33,5 тыс. га соответственно.

Для установки тренда изменения площади покрытых лесом земель в насаждениях основных лесообразующих пород в разрезе групп возраста был проведен анализ по трехлетиям. Результаты анализа исходных показателей за 1993–2000 гг. по сравнению с 2017–2019 гг. показали, что в хвойных насаждениях отмечается тенденция к снижению площади молодняков в среднем в 1,7 раза (с 1646,6 тыс. га до 958,5 тыс. га), средневозрастных насаждений в 1,1 раза (с 2012,7 тыс. га до 1902,2 тыс. га) и к увеличению приспевающих, спелых и перестойных насаждений в среднем в 1,7 (с 825,8 до 1397,6 тыс. га) и 2,9 (с 216,8 до 623,4 тыс. га) раза соответственно (рис. 5).

В твердолиственных насаждениях отмечается тенденция к снижению площади молодняков в

Рис. 5. Динамика распределения хвойных насаждений по группам пород за период 1993–2019 гг. по трехлетиям: 1 — молодняки; 2 — средневозрастные; 3 — приспевающие; 4 — спелые и перестойные

Fig. 5. Dynamics of the coniferous stands distribution by groups of species for the period 1993–2019 for triennials: 1 — young stock; 2 — middle-aged; 3 — ripening; 4 — mature and overmature

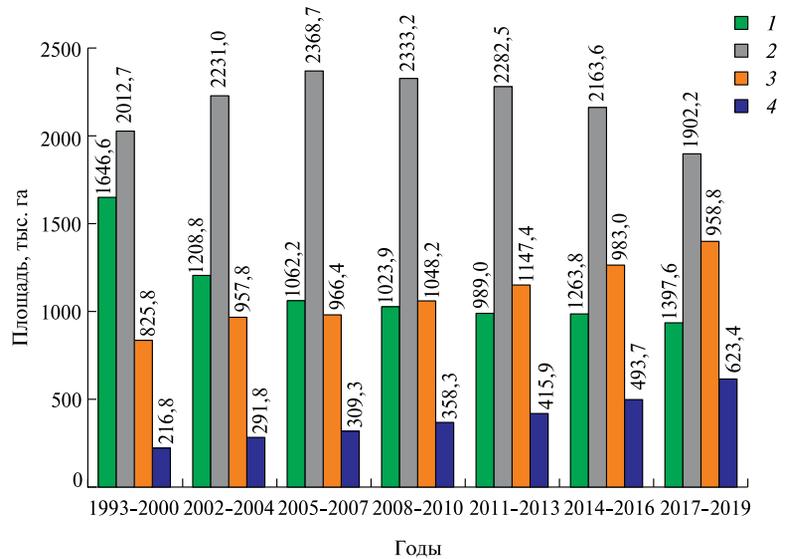


Рис. 6. Динамика распределения твердолиственных насаждений по группам пород за период 1993–2019 гг. по трехлетиям: 1 — молодняки; 2 — средневозрастные; 3 — приспевающие; 4 — спелые и перестойные

Fig. 6. Dynamics of the hardwood stands distribution by groups of species for the period 1993–2019 for triennials: 1 — young growth; 2 — middle-aged; 3 — ripening; 4 — mature and overmature

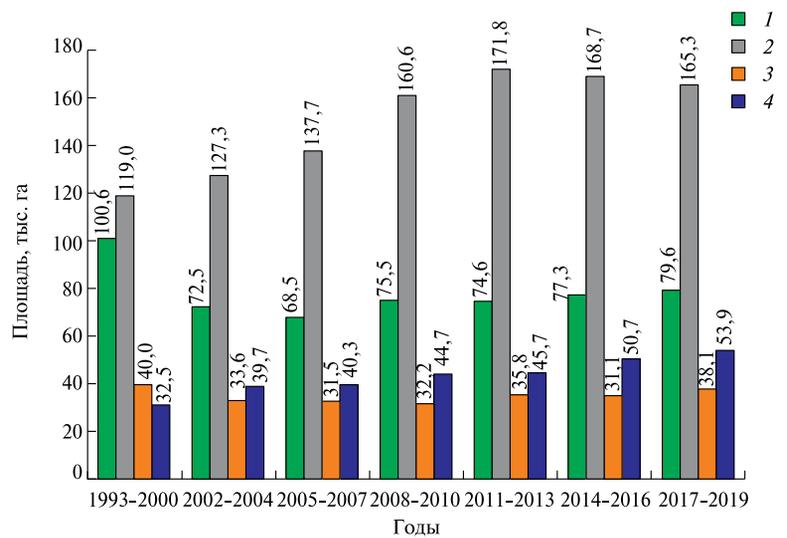
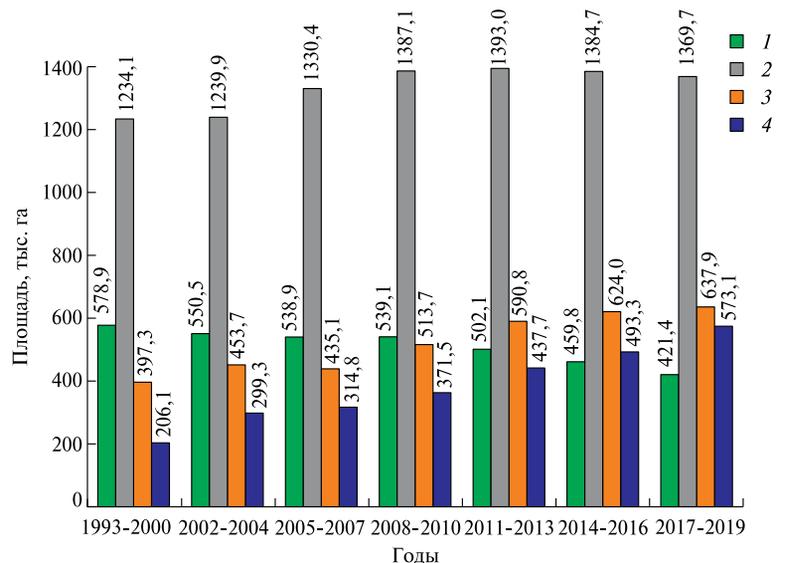


Рис. 7. Динамика распределения мягколиственных насаждений по группам пород за период 1993–2019 гг. по трехлетиям: 1 — молодняки; 2 — средневозрастные; 3 — приспевающие; 4 — спелые и перестойные

Fig. 7. Dynamics of the soft-wood broadleaved stands distribution by groups of species for the period 1993–2019 for triennials: 1 — young growth; 2 — middle-aged; 3 — ripening; 4 — mature and overmature



среднем в 1,3 раза (с 100,6 тыс. га до 79,6 тыс. га), приспевающих насаждений в 1,0 раза (с 40,0 тыс. га до 38,1 тыс. га) и увеличению сред-

невозрастных, спелых и перестойных насаждений в среднем в 1,4 раза (с 119,0 до 165,3 тыс. га) и 1,7 раза (с 32,5 до 53,9 тыс. га) (рис. 6).

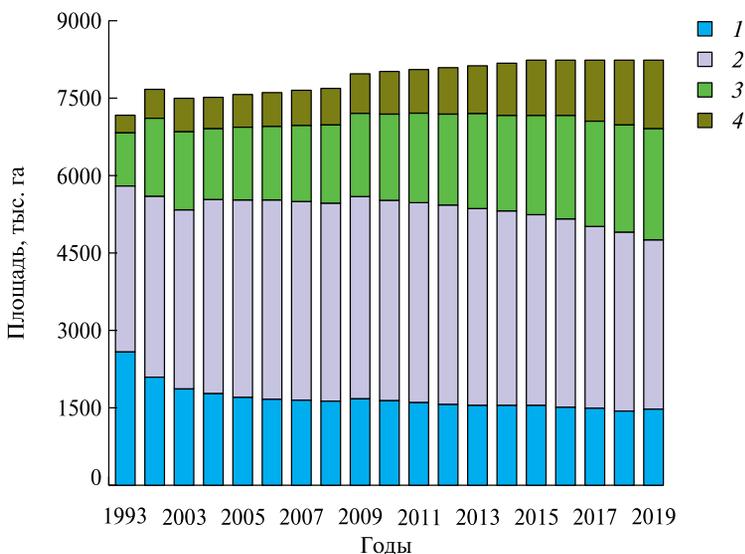


Рис. 8. Динамика распределения насаждений по группам возраста: 1 — молодняки; 2 — средневозрастные; 3 — приспевающие; 4 — спелые и перестойные

Fig. 8. Dynamics of the stands distribution by age groups: 1 — young; 2 — middle-aged; 3 — ripening; 4 — mature and overmature

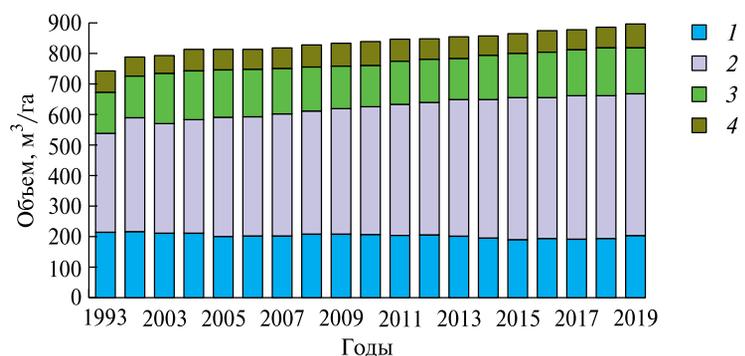


Рис. 9. Динамика изменения средних запасов насаждений по группам возраста: 1 — молодняки; 2 — средневозрастные; 3 — приспевающие; 4 — спелые и перестойные

Fig. 9. Dynamics of changes in the average stocks of plantations by age groups: 1 — young stands; 2 — middle-aged; 3 — ripening; 4 — mature and overmature

В мягколиственных насаждениях, так же, как и в хвойных и твердолиственных, отмечается тенденция к уменьшению площади молодняков в среднем в 1,4 раза (с 578,9 тыс. га до 421,4 тыс. га) и увеличению средневозрастных, приспевающих спелых и перестойных насаждений в среднем в 1,1 раза (с 1234,1 до 1369,7 тыс. га), 1,6 раза (с 397,3 до 637,9 тыс. га) и 2,8 раза (с 206,1 до 573,1 тыс. га) (рис. 7).

В лесном фонде Республики Беларусь за последние 26 лет доля молодняков в составе лесов уменьшилась на 18,2 % и составила в 2019 г. 17,7 % (рис. 8), уменьшение площади молодняков произошло на 1112,8 тыс. га и в 2019 г. молодняки занимали площадь 1463,1 тыс. га [23].

Уменьшение площади молодняков обусловлено сокращением площади создаваемых лесов на нелесных землях по сравнению с послевоенным периодом, низкой долей формирования молодняков взамен спелых и перестойных насаждений, естественным ростом и переходом насаждений в группу средневозрастных.

Удельный вес средневозрастных насаждений ежегодно уменьшается. По сравнению с 1993 г. он уменьшился на 5,0 % (с 44,9 % до 39,9 %). В то же время площадь средневозрастных насаждений увеличилась на 92,3 тыс. га и соста-

вила 3302,1 тыс. га. Несмотря на уменьшение их долевого участия в течение последних 26 лет, в возрастной структуре лесов они продолжают значительно преобладать по площади.

В отличие от молодняков и средневозрастных насаждений удельный вес приспевающих, а также спелых и перестойных насаждений ежегодно увеличивается. За счет перехода значительной части средневозрастных насаждений в группу приспевающих их доля составила 25,8 %. Площадь приспевающих насаждений с 1993 г. по 2019 г. увеличилась на 1101,8 тыс. га и составила 2136,0 тыс. га. Спелые и перестойные насаждения занимают наименьшую площадь, но за последние 26 лет их удельный вес увеличился с 4,7 % до 16,6 %. За анализируемый период 1993–2019 гг. площадь спелых и перестойных лесов увеличилась на 1029,1 тыс. га и в 2019 г. составила 1379,1 тыс. га.

Таким образом, существующая возрастная структура лесов далека от оптимальной, а по мнению ученых, для республики она должна выглядеть следующим образом: молодняки должны занимать 36 % покрытой лесом площади, средневозрастные — 33, приспевающие — 16 и спелые 15 %.

За последние 26 лет общий запас насаждений увеличился на 739,5 млн м³ или на 67,7 % и соста-

вил в 2019 г. 1831,8 млн м³. Среднее изменение запаса за анализируемый период снизилось на 0,65 м³/га и составило 3,95 м³/га (в 1993 г. — 3,3 м³/га). Произошло увеличение средних запасов всех групп пород: хвойных насаждений — на 84,6 м³/га (с 164,1 до 248,7 м³/га), твердолиственных — на 43,75 м³/га (с 139,6 до 183,3 м³/га), мягколиственных — на 56,19 м³/га (с 129,5 до 185,7 м³/га) (рис. 9).

Анализ показателей среднего запаса насаждений в разрезе групп возраста и типа насаждений показал, что за исследуемый период в хвойных и твердолиственных насаждениях отмечается его снижение на 10,43 м³/га (с 97,4 до 87,0 м³/га) и 11,9 м³/га (с 76,5 до 64,7 м³/га) соответственно, а в мягколиственных — увеличение на 13,9 м³/га (с 37,6 до 51,6 м³/га). В то же время произошло увеличение среднего запаса средневозрастных, припевающихся, спелых и перестойных насаждений в хвойных, твердолиственных и мягколиственных лесных формациях.

Средний запас насаждений на 1 га покрытых лесом земель по состоянию на 01.01.2020 г. составил 221,2 м³, молодняков — 67,7 м³, средневозрастных — 214,4 м³, припевающихся — 258,6 м³, спелых и перестойных для основных лесобразующих пород — 273,9 м³.

Уменьшение за исследуемый период среднего запаса молодняков обусловлено в основном переходом значительной части насаждений второго класса возраста в категорию средневозрастных. Как следствие, произошло уменьшение среднего возраста молодняков и их среднего запаса на 1 га.

В целом в результате целенаправленной лесохозяйственной деятельности за 26-летний период в Республике Беларусь достигнута положительная динамика лесного фонда, обеспечивающая повышение углерододепонирующей функции лесов.

Лесные экосистемы являются возобновляемыми и одними из самых больших на суше резервуаров углерода. Они имеют важное значение в глобальном углеродном цикле как накопители углерода и источники углеродной эмиссии. Запасы углерода в лесах сосредоточены в наземной и подземной биомассе, мертвых и разлагающихся органических остатках и в почве.

Углеродный баланс не является постоянной величиной, что связано с динамикой лесопокрытой площади, древесных запасов и размерами древесиныпользования.

Расчет общего количества углерода, содержащегося в фитомассе лесов Беларуси, проводится в разрезе лесобразующих древесных видов (преобладающих пород) [6]. Важен вклад каждой лесной формации в депонирование углерода фитомассой (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Динамика депонирования углерода фитомассой лесов Беларуси по преобладающим породам

Dynamics of carbon deposition by phytomass of Belarusian forests by prevailing species

Преобладающая порода	Накоплено углерода на начало года, млн т				
	1994	2001	2011	2015	2020
Сосна	232,7	280,9	337,6	363,3	382,1
Ель	55,0	59,2	63,8	66,9	71,3
Дуб	20,0	25,5	28,2	29,6	31,7
Береза	74,3	99,2	125,9	136,2	147,2
Ольха черная	32,4	39,8	50,0	53,9	61,6
Осина	7,1	8,8	10,2	11,0	12,8
Прочие	3,5	7,1	7,2	7,5	7,8
Общий запас углерода в фитомассе насаждений	425,0	520,5	622,9	668,3	714,5

Общее депонирование углерода в фитомассе лесных насаждений с 1993 г. по 2019 г. увеличилось на 289,5 млн т углерода или в 1,7 раза (по лесопокрытой площади увеличение за этот период произошло в 1,1 раза, по запасу — в 1,7 раза). В фитомассе лесов основных лесобразующих пород на начало 2020 г. накоплено 714,5 млн т углерода, наибольшее количество (53,5 %) депонировано сосновыми насаждениями.

Молодняки и средневозрастные насаждения поглощают CO₂ более интенсивно, чем спелые и перестойные леса. Спелые и перестойные леса являются «хранилищем» углерода. В разрезе возрастной структуры белорусских лесов доля накопления углерода в 1993 г. по группам возраста и количеству углерода на 1 га значительно отличается от доли в 2019 г. Так, при занимаемой площади 36,7 % молодняки в 1993 г. накопили 19,6 % углерода, в 2019 г. при доле участия молодняков в лесопокрытой площади 17,7 % ими депонировано 5,9 % углерода. Спелые и перестойные насаждения в 1993 г. накопили углерода 6,9 %, в 2019 г. — доля депонированного углерода составила 20,5 %.

Накопление углерода фитомассой лесов Беларуси на 1 га за исследуемый период увеличилось в 1,5 раза (на 28 т углерода/га) и по состоянию на начало 2020 г. составило 86,3 т углерода/га. Значение выше среднего данный показатель имеет в сосновой, еловой и дубовой формации (рис. 10).

Динамика прироста древесных запасов, как и в целом показателей лесного фонда, способствовала поглощению CO₂ в значительных объемах и накоплению углерода компонентами лесной экосистемы Беларуси (табл. 3).

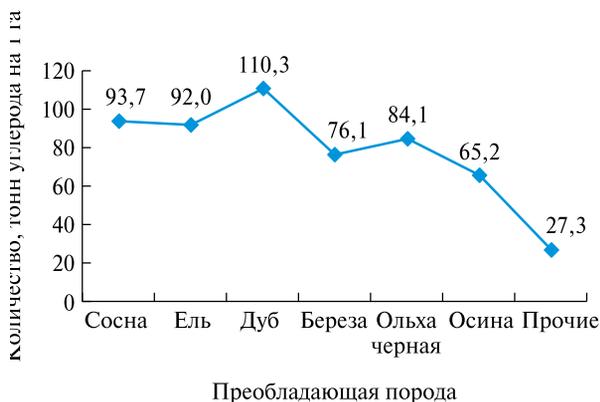


Рис. 10. Накопление углерода фитомассой лесов Беларуси на 1 га покрытых лесом земель (по состоянию на 01.01.2020 г.)

Fig. 10. Carbon accumulation by phytomass of Belarusian forests per 1 ha of forested land (as of 01.01.2020)

Т а б л и ц а 3

Динамика накопления углерода лесными насаждениями Беларуси по компонентам лесного насаждения

Dynamics of carbon accumulation by forest stands in Belarus by components of forest stands

Компоненты лесного насаждения	Накоплено углерода за год учета, млн т				
	1993	2000	2010	2014	2019
Стволовая древесина	293,4	359,3	430,6	477,8	494,0
Сучья и ветви	54,8	67,5	80,6	89,3	92,4
Хвоя и листья	21,0	25,4	30,1	33,2	34,5
Корни и пни	51,2	62,6	74,8	83,0	85,8
Подрост и подлесок	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9
Живой напочвенный покров	4,0	5,0	6,0	6,7	6,9
Валеж и сухостой	2,2	2,7	3,0	3,4	3,6
30см-й слой почвы	794,8	840,6	851,1	919,6	934,5
Лесная подстилка	36,3	43,4	51,2	56,7	57,9
Итого	1258,4	1407,2	1528,2	1670,6	1710,5

Лесоуглеродный пул, включающий углерод, накопленный в подземной и надземной фитомассе, в мертвой древесине, в лесной подстилке и в 30см-м слое почвы по состоянию на 01.01.2020 г. составляет 1710,5 млн т углерода, что эквивалентно 6271,8 млн т CO₂. Пул углерода лесной — общее содержание углерода в лесной экосистеме (углерод фитомассы лесов, органический углерод 30см-го слоя почвы лесных земель, углерод лесной подстилки и углерод валежной древесины) Республики Беларусь. Основная доля углерода (55,0 %) накоплена в 30-см слое почвы. Надземной биомассой лесов депонировано 36,4 % углерода. Лидирующее положение по накоплению

углерода в надземной биомассе занимает стволовая древесина (63,4 %). Наименьшее количество углерода (0,2 %) накоплено мертвой древесиной (валеж + сухостой), что объясняется периодической уборкой захламленности сухостойной и валежной древесины в белорусских лесах. В наиболее активную форму биокруговорота вовлечено 1087,6 млн т углерода (3987,9 млн т CO₂) или 63,6 % общего депонированного углерода.

Количество углерода на 1 га лесопокрытой площади с 1993 г. увеличилось на 35,9 т углерода на 1 га (в 1,2 раза) и в 2019 г. составило 206,6 т углерода на 1 га.

Среднее годовичное депонирование углерода лесами Республики Беларусь за 1993–2019 гг. составило 17,4 млн т углерода в год. Заметна устойчивая со знаком «+» тенденция депонирования, т. е. имеет место поглощение (сток, абсорбция) атмосферного углерода лесами. За анализируемый период среднепериодическое годовичное депонирование изменялось в пределах от +12,1 млн т углерода в год (в период 2001–2011 гг.) до +21,3 млн т углерода в год (в период 1993–2000 гг.).

Прирост депонированного углерода в лесной экосистеме Беларуси за последние 26 лет составил как минимум 452,1 млн т углерода: 312,4 млн т углерода — прирост углерода в лесных насаждениях и 139,7 млн т углерода — прирост органического углерода в почвах лесных земель.

Можно сказать, что лесами Беларуси за 1993–2019 гг. «изъято» из атмосферы, депонировано в древесине и других компонентах лесной экосистемы более 1,7 млрд т углерода. Приведенные к единице площади показатели углерододепонирующей продуктивности белорусских лесов значительно превышают аналогичные показатели для европейских лесов (табл. 4) [24].

Ежегодное изменение накопления углерода лесными насаждениями Беларуси на 1 га в 1,5 раза превышает аналогичный показатель по лесам Европы. Динамика накопления углерода на площади 1 га лесными насаждениями Беларуси устойчиво положительная с приростом этого показателя в 1,25 т углерода на 1 га в год. По европейским лесам на фоне положительной составляющей общего углерододепонирования данный показатель значительно ниже и составляет 0,48 т углерода на 1 га в год [25].

Истекший период (1993–2019 гг.) отличался масштабным лесоразведением, преобладанием молодняков и средневозрастных насаждений с относительно невысокими средними запасами насаждений, но значительным потенциалом для прироста их запаса и, соответственно для депонирования органического углерода. Это способствовало увеличению накопления углерода на лесопокрытых землях лесного фонда за 1993–2019 гг.

Тенденции накопления углерода лесами Беларуси и Европы
Trends in carbon storage by forests in Belarus and Europe

Показатель	Беларусь*				Европа (без учета РФ и РБ)			
	1993	2000	2010	2019	1990	2000	2005	2010
Общее накопление (млн т углерода)	729	847	961	1088	29827	32174	33046	34108
Накопление одним гектаром (т углерода на 1 га)	98,8	107,9	119,4	131,3	172,0	177,7	197,1	181,5
Общее ежегодное изменение, общий прирост (млн т углерода в год)	–	16,9	11,4	14,1	–	234,7	174,4	212,4
Ежегодное изменение, прирост на один гектар лесопокрытой площади (т углерода на 1 га в год)	–	2,15	1,42	1,70	–	1,30	0,95	1,13

*Приведены данные по углероду, вовлеченному в активный биокруговорот (лесное насаждение + органический углерод в 10см-м слое почвы).

ориентировочно, на 0,45 млрд т с приростом 1,38 т углерода на 1 га в год в среднем, в том числе 1,25 т углерода на 1 га в год — прирост углерода, вовлеченного в активный биокруговорот (лесное насаждение + органический углерод в 10см-м слое почвы).

Леса подвержены различным разрушающим воздействиям: рубкам, лесным пожарам, ветровалам, а также техногенезу [26, 27], что приводит к их гибели либо к деградации, к потерям запасов углерода и эмиссиям CO₂ в атмосферу. В Беларуси в 2015 г. эмиссии CO₂ в атмосферу от лесных пожаров составили 253,9 тыс. т, в 2016 г. — 3,5 тыс. т, в 2019 г. — 128,5 тыс. т. При проведении сплошных рубок главного пользования выбросы CO₂ в атмосферу составили: 2015 г. — 12,2 млн т; 2016 г. — 9,8 млн т; в 2018 г. — 10,5 млн т.

Обеспечить положительную динамику накопления углерода лесами можно только с помощью планирования и проведения целевых лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение продуктивности лесов.

Беларусь — лесная страна, обладающая значительным потенциалом, чтобы оказать существенное воздействие на величину и направление потоков углерода в глобальном углеродном круговороте.

Выводы

1. За последние 26 лет в лесном фонде Республики Беларусь произошли положительные изменения качественных и количественных показателей, характеризующих состояние лесного фонда. Площадь покрытых лесом земель в республике увеличилась, при этом сохранилась тенденция к увеличению количества приспевающих, спелых и перестойных лесов при снижении удельного веса молодняков. Лесистость территории республики достигла 39,9 % (увеличилась на 4,3 %).

2. В результате естественного роста древостоев произошло увеличение общих древесных запасов

на 739,5 млн м³. Увеличение запасов отмечено по всем группам пород. В целом удельный вес спелых и перестойных древостоев в общем объеме древесных запасов республики за отчетный год увеличился с 6,8 до 20,5 %. Продолжается накопление запасов спелых и перестойных древостоев по отдельным мягколиственным породам (березе, осине).

3. Лесоуглеродный пул увеличился на 452,1 млн т и на начало 2020 г. составил 1710,5 млн т, что эквивалентно 6271,8 млн т CO₂. Среднее годовичное депонирование углерода лесами Республики Беларусь за 1993–2019 гг. составило 17,4 млн т углерода в год.

4. Результаты лесохозяйственной деятельности и анализ динамики лесоуглеродных пулов свидетельствует о тенденции превышения абсорбции CO₂ над его эмиссией при управлении лесами на условиях устойчивого лесопользования и применения экологически ориентированных и экономически эффективных методов хозяйствования в области выращивания, охраны и защиты лесов.

Список литературы

- [1] Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолотчиков Д.Г., Пряжников А.А. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. М.: Центр экологической политики России, 1995. 156 с.
- [2] Сунгурова Н.Р., Худяков В.В., Страздаускас С.Е. Сравнительная структура углеродного пула в надземной фитомассе культур сосны и ели // ИВУЗ Лесной журнал, 2019. № 3 (369). С. 159–165.
- [3] Стерлигова Ю.М. Обзор деятельности международных банков развития в странах СНГ в I полугодии 2012 года // Информационно-аналитические материалы Евразийской Экономической Интеграции, 2012. № 3 (16). С. 101–138.
- [4] Составление углеродного баланса лесов Республики Беларусь на основании значений коэффициентов выбросов/поглощения диоксида углерода от надземной фитомассы, подготовка прогноза увеличения поглощения выбросов парниковых газов лесами до 2030 и до 2050 годов,

- подготовка перечня мероприятий по увеличению поглощения парниковых газов в лесном хозяйстве, 2017. URL: <http://minpriroda.gov.by/uploads/files/Pogloschenie-parnikovyx-gazov.pdf>. (дата обращения 25.02.2019).
- [5] Парижское климатическое соглашение, 2020. URL: [http:// https://minpriroda.gov.by/ru/paris-ru/](http://https://minpriroda.gov.by/ru/paris-ru/) (дата обращения 29.07.2020).
- [6] Наквасина Е.Н., Шумилова Ю.Н. Динамика запасов углерода при формировании лесов на постагрогенных землях // ИВУЗ Лесной журнал. 2021. № 1. С. 46–59. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-46-59.
- [7] Рожков Л.Н., Кузьменков М.В., Красовский В.Л., Абрамович М.Ю. Методика оценки общего и годовичного депонирования углерода лесами Республики Беларусь. Минск: Белорусский государственный технологический университет; ЛРУП «Белгослес», 2011. 19 с.
- [8] Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006. URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html> (дата обращения 29.07.2020).
- [9] Рожков Л.Н., Войтов И.В., Кулик А.А., Багинский В.Ф., Навойчик Л.Л. Лесоуглеродный ресурс Беларуси. Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2018. 12 с.
- [10] Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2018 and inventory report 2020. Submission to the UNFCCC Secretariat. European Environment Agency, 2020, 997 p.
- [11] Национальный доклад Российской Федерации о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2018 гг. Ч. 1. Москва, 2020. 480 с. URL: www.igcc.ru/2020/04/национальный-кадастр-антропогенных/ (дата обращения 29.07.2020).
- [12] Национальный доклад Республики Казахстан о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2018 гг. Нур-Султан, 2020. 440 с.
- [13] Kull S.J., Kurz W.A., Rampley G.J., Banfield G.E., Schivatcheva R.K., Apps M.J. Операционная модель учета углерода Канадского лесного сектора CBM-CFS3 версия 1.0: Руководство пользователя. Northern Forestry Centre, 2010. 112 с.
- [14] Heath L., Nichols M., Smith J., Mills J. FORCARB2: An Updated version of U.S. Forest Carbon Budget Model // USDA Forest Service: Northern Research Station, 2010, 52 p.
- [15] Komarov A.S., Chertov O.G., Zudin S.L. EFIMOD2 — a model of growth and cycling of elements in boreal forest ecosystems // Ecological Modelling, 2003, v. 170, no. 2–3, pp. 373–392.
- [16] Доклад Конференции Сторон о работе ее двенадцатой сессии, состоявшейся в Варшаве с 11 по 23 ноября 2013 года, 2020. URL: <https://unfccc.int/resource/docs/2013/cor19/rus/10a03r.pdf> (дата обращения 29.07.2020).
- [17] Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа Межправительственной группы экспертов по изменению климата по национальным кадастрам парниковых газов. М.: МГЭИК, 2003. 330 с.
- [18] Filipchuk A., Moiseev B., Malysheva N., Strakhov V. Russian forests: a new approach to the assessment of carbon stocks and sequestration capacity // Environmental Development, 2018. Т. 26. С. 68–75.
- [19] Конькова В.М., Наркевич И.П. Оценка выбросов парниковых газов в землепользовании и лесном хозяйстве в Республике Беларусь // Природопользование, 2018. № 2. С. 46–55.
- [20] Лесной кодекс Республики Беларусь от 24.12.2015 г. № 332-3. URL: http://continent-online.com/Document/?doc_id=31915812 (дата обращения 29.07.2020).
- [21] Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2020. Минск: Минлесхоз, ЛРУП «Белгослес», 2020. 65 с.
- [22] Сазонов А.А. Усыхание сосновых древостоев Беларуси (2010 – ???): работа над ошибками // Лесные экосистемы: современные вызовы, состояние, продуктивность и устойчивость: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Института леса НАН Беларуси, Гомель, 13–15 ноября 2020 г. / под ред. А.И. Ковалевич. Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2020. С. 279–283.
- [23] Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации, 2020. URL: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=144095> (дата обращения 29.07.2020).
- [24] Филиппчук А.Н., Моисеев Б.Н., Малышева Н.В. Новые аспекты оценки поглощения парниковых газов лесами России в контексте Парижского соглашения об изменении климата // Лесохозяйственная информация, 2017. № 1. С. 89–97.
- [25] Глобальная оценка лесных ресурсов 2010 года. Основной отчет. Документ Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН по лесному хозяйству. Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, 2011. Т. XXXI. 344 с.
- [26] Zavyalov K., Menshikov S., Mohnachev P., Kuzmina N., Potapenko A., Ayan S. Response of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Sukachyov's Larch (*Larix sukaczewii* dyllis), and silver Birch (*Betula pendula* roth) to magnesite dust in Satkinsky industrial hub // Forestry Ideas, 2018, t. 24, no. 1, pp. 23–36.
- [27] Устинов С.М., Ланцева В.А. Аспекты роста сосняков под воздействием выбросов цементного производства // Леса Евразии — Леса Поволжья: Матер. XVII Междунар. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения проф. Г.Ф. Морозова, 95-летию Казанского аграрного университета и Году экологии в России, Казань, 22–28 октября 2017 г. М.: Издательско-полиграфический центр «Маска», 2017. с. 235–237.

Сведения об авторах

Потапенко Антон Михайлович — канд. с.-х. наук, зав. лабораторией, ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», formelior@tut.by

Толкачева Наталья Васильевна — канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории, ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», formelior@tut.by;

Бутьковец Владимир Васильевич — науч. сотр. лаборатории, ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», formelior@tut.by;

Шатравко Алеся Валентиновна — лесничий Плещеницкого лесничества ГЛХУ «Логойский лесхоз», shatravko_alesya@mail.ru;

Мохначев Павел Евгеньевич — канд. биол. наук, науч. сотр. ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения РАН», mohnachev74@mail.ru

Поступила в редакцию 30.04.2021.

Принята к публикации 18.05.2021.

STATE FOREST REGISTER AS BASIS OF GREENHOUSE GAS INVENTORY FOR LAND USE, LAND USE CHANGE AND FORESTRY SECTOR

A.M. Potapenko¹, N.V. Tolkacheva¹, V.V. But'kovets¹
A.V. Shatravko², P.E. Mokhnachev³

¹Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus, 71, Proletarskaya st., 246001, Gomel, Republic of Belarus

²Logoisk forestry, 2, Lesnaya st., 223141, Logoisk, Republic of Belarus

³Botanical Garden Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 202a, 8 Marta st., 620134, Yekaterinburg, Russia

formelior@tut.by

The data on the assessment of the dynamics of forested lands of the Republic of Belarus are presented. The characteristics of the forest fund for the period 1994–2019 are presented. Based on the materials of the provisions of international treaties, documents adopted within the framework of the implementation of the UN Framework Convention on Climate Change at the international and national levels, including the Paris Agreement, the provisions of regulatory legal acts of the Republic of Belarus, the results of scientific research, information from the Ministry of Forestry, according to the data of the State Forest Cadastre, an assessment of greenhouse gases in the forest fund of the Republic of Belarus was carried out. CO₂ emissions and sinks from forestry have been calculated in accordance with the IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories using the stock-difference method. It was found that as a result of purposeful work on reforestation and afforestation over a 26-year period, a positive dynamics of the forest fund was achieved in the Republic of Belarus: the forested area increased by 919,6 thousand ha from 7360,7 thousand ha to 8280,3 thousand ha; the forest cover of the territory of the republic increased by 4,3 % and reached 39,9 %; the total standing timber stock increased by 739,5 million m³ from 1092,3 to 1831,8 million m³ (including in mature and over-mature stands — by 300,3 million m³ and amounted to 348,8 million m³); the reserve per hectare of forested land increased by 72,8 m³ and amounted to 221,2 m³/ha; the stock of mature and over-mature stands increased by an average of 52,6 m³ and reached 273,9 m³/ha.

Keywords: greenhouse gases, absorption, emissions, forestry, biomass, inventory, state forest cadaster

Suggested citation: Potapenko A.M., Tolkacheva N.V., But'kovets V.V., Shatravko A.V., Mokhnachev P.E. *Gosudarstvennyy lesnoy kadastr kak osnova inventarizatsii parnikovyykh gazov dlya kategorii «Lesnye zemli»* [State forest register as basis of greenhouse gas inventory for land use, land use change and forestry sector]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 5, pp. 37–50. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-37-50

References

- [1] Isaev A.S., Korovin G.N., Sukhikh V.I., Titov S.P., Utkin A.I., Golub A.A., Zamolodchikov D.G., Pryazhnikov A.A. *Ekologicheskie problemy pogloshcheniya uglekislogo gaza posredstvom lesovosstanovleniya i lesorazvedeniya v Rossii* [Environmental problems of carbon dioxide absorption through reforestation and afforestation in Russia]. Moscow: Tsentr ekologicheskoy politiki Rossii [Center for Environmental Policy of Russia], 1995, 156 p.
- [2] Sungurova N.R., Khudyakov V.V., Strazdauskas S.E. *Sravnitel'naya struktura uglerodnogo pula v nadzemnoy fitomasse kul'tur sosny i eli* [Comparative structure of the carbon pool in the aboveground phytomass of pine and spruce crops]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2019, no. 3 (369), pp. 159–165.
- [3] Sterligova Yu.M. *Obzor deyatel'nosti mezhdunarodnykh bankov razvitiya v stranakh SNG v I polugodii 2012 goda* [Review of the activities of international development banks in the CIS countries in the first half of 2012]. *Informatsionno-analiticheskie materialy EEI* [Information and analytical materials of the EEI], 2012, no. 3 (16), pp. 101–138.
- [4] *Sostavlenie uglerodnogo balansa Respubliki Belarus' na osnovanii znacheniy koeffitsientov vybrosov/pogloshcheniya dioksida ugleroda ot nadzemnoy fitomassy, podgotovka prognoza uvelicheniya pogloshcheniya vybrosov parnikovyykh gazov lesami do 2030 i do 2050 godov, podgotovka perechnya meropriyatiy po uvelicheniyu pogloshcheniya parnikovyykh gazov v lesnom khozyaystve* [Compilation of the carbon balance of forests in the Republic of Belarus based on the values of the emission / absorption factors of carbon dioxide from the aboveground phytomass, preparation of a forecast for the increase in absorption of greenhouse gas emissions by forests until 2030 and until 2050, preparation of a list of measures to increase the absorption of greenhouse gases in forestry], 2017. Available at: <http://minpriroda.gov.by/uploads/files/Pogloschenie-parnikovyyx-gazov.pdf> (accessed 25.02.2019).
- [5] *Parizhskoe klimaticheskoe soglasenie* [Paris Climate Agreement], 2020. Available at: [http:// https://minpriroda.gov.by/ru/paris-ru/](http://https://minpriroda.gov.by/ru/paris-ru/) (accessed 29.07.2020).
- [6] Nakvasina E.N., Shumilova Yu.N. *Dinamika zapasov ugleroda pri formirovaniy lesov na postagrogennykh zemlyakh* [Dynamics of carbon stocks during the formation of forests on post-agrogenic lands]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2021, no. 1, pp. 46–59. DOI: 10.37482 / 0536-1036-2021-1-46-59.
- [7] Rozhkov L.N., Kuz'menkov M.V., Krasovskiy V.L., Abramovich M.Yu. *Metodika otsenki obshchego i godichnogo deponirovaniya ugleroda lesami Respubliki Belarus'* [Methodology for assessing total and annual carbon deposition by forests of the Republic of Belarus]. Minsk: BSTU; LRUP «Belgosles», 2011, 19 p.
- [8] *Rukovodnyashchie printsipy natsional'nykh inventarizatsiy parnikovyykh gazov MGEIK* [IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories], 2006. Available at: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html> (accessed 29.07.2020).
- [9] Rozhkov L.N., Voytov I.V., Kulik A.A., Baginskiy V.F., Navoychik L.L. *Lesouglerodnyy resurs Belarusi* [Forest carbon resource of Belarus]. Minsk: BSTU, 2018, p. 12.
- [10] Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2018 and inventory report 2020. Submission to the UNFCCC Secretariat. European Environment Agency, 2020, 997 p.

- [11] *Natsional'nyy doklad Rossiyskoy Federatsii o kadastre antropogennykh vybrosov iz istochnikov i absorbtitsii poglotitelyami parnikovyykh gazov, ne reguliruemyykh Monreal'skim protokolom za 1990–2018 gg. Ch.1.* [National report of the Russian Federation on the inventory of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not regulated by the Montreal Protocol for 1990–2018. Part 1]. Moscow, 2020, 480 p. Available at: www.igce.ru/2020/04/national-anthropogenic-cadastre/ (accessed 29.07.2020).
- [12] *Natsional'nyy doklad Respubliki Kazakhstan o kadastre antropogennykh vybrosov iz istochnikov i absorbtitsii poglotitelyami parnikovyykh gazov, ne reguliruemyykh Monreal'skim protokolom za 1990–2018 gg.* [National report of the Republic of Kazakhstan on the inventory of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not regulated by the Montreal Protocol for 1990–2018]. Nur-Sultan, 2020, 440 p.
- [13] Kull S.J., Kurz W.A., Rampley G.J., Banfield G.E., Schivatcheva R.K., Apps M.J. *Operatsionnaya model' ucheta ugleroda Kanadskogo lesnogo sektora CBM-CFS3 versiya 1.0: Rukovodstvo pol'zovatelya* [Canadian Forestry Carbon Accounting Operating Model CBM-CFS3 Version 1.0: User's Guide]. Northern Forestry Center, 2010, 112 p.
- [14] Heath L., Nichols M., Smith J., Mills J. FORCARB2: An Updated version of U.S. Forest Carbon Budget Model. USDA Forest Service: Northern Research Station, 2010, 52 p.
- [15] Komarov A.S., Chertov O.G., Zudin S.L. EFIMOD2 – a model of growth and cycling of elements in boreal forest ecosystems. *Ecological Modelling*, 2003, v. 170, no. 2–3, pp. 373–392.
- [16] *Doklad Konferentsii Storon o rabote ee devyatnadsyatoy sessii, sostoyavsheysya v Varshave s 11 po 23 noyabrya 2013 goda* [Report of the Conference of the Parties on its nineteenth session, held in Warsaw from 11 to 23 November 2013], 2020. Available at: <https://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/rus/10a03r.pdf> (accessed 29.07.2020).
- [17] *Rukovodnyashchie ukazaniya po effektivnoy praktike dlya zemlepol'zovaniya, izmeneniy v zemlepol'zovanii i lesnogo khozyaystva. Programma MGEIK po natsional'nyim kadastram parnikovyykh gazov* [Guidance on good practice for land use, land-use change and forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Program]. Moscow: IPCC, WMO, 2003, 330 p.
- [19] Kon'kova V.M., Narkevich I.P. *Otsenka vybrosov parnikovyykh gazov v zemlepol'zovanii i lesnom khozyaystve v Respublike Belarus'* [Assessment of greenhouse gas emissions in land use and forestry in the Republic of Belarus]. *Prirodopol'zovanie [Nature management]*, 2018, no. 2, pp. 46–55.
- [20] *Lesnoy kodeks Respubliki Belarus' ot 24.12.2015 g. № 332-3* [Forest Code of the Republic of Belarus dated 24.12.2015 No. 332-3]. Available at: http://continent-online.com/Document/?doc_id=31915812 (accessed 29.07.2020).
- [21] *Gosudarstvennyy lesnoy kadastr Respubliki Belarus' po sostoyaniyu na 01.01.2020* [State Forest Cadastre of the Republic of Belarus as of 01.01.2020]. Minsk: Ministry of Forestry, Forest Inventory Republican Unitary Enterprise «Belgosesl», 2020, 65 p.
- [22] Sazonov A.A. *Usykhaniye sosnovyykh drevostoev Belarusi (2010–????): rabota nad oshibkami* [Drying of pine stands in Belarus (2010–????): work on mistakes]. *Lesnye ekosistemy: sovremennyye vyzovy, sostoyaniye, produktivnost' i ustoychivost': Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 90-letiyu Instituta lesa NAN Belarusi, Gomel'* [Forest ecosystems: modern challenges, state, productivity and sustainability: Proceedings of the Intern. scientific-practical conf., dedicated. to the 90th anniversary of the Institute of Forestry of the National Academy of Sciences of Belarus], Gomel, November 13–15, 2020. Ed. A.I. Kovalevich. Gomel: Institut lesa NAN Belarusi [Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus], 2020, pp. 279–283.
- [23] *Natsional'nyy statisticheskiy komitet Respubliki Belarus'. Interaktivnaya informatsionno-analiticheskaya sistema rasprostraneniya ofitsial'noy statisticheskoy informatsii* [National Statistical Committee of the Republic of Belarus. An interactive information and analytical system for the dissemination of official statistical information], 2020. Available at: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=144095> (accessed 29.07.2020).
- [24] Filipchuk A.N., Moiseev B.N., Malysheva N.V. *Novyye aspekty otsenki pogloshcheniya parnikovyykh gazov lesami Rossii v kontekste parizhskogo soglasheniya ob izmenenii klimata* [New aspects of assessing the absorption of greenhouse gases by Russian forests in the context of the Paris agreement on climate change]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2017, no. 1, pp. 89–97.
- [25] *Global'naya otsenka lesnykh resursov 2010 goda. Osnovnoy otchet. Dokument FAO po lesnomu khozyaystvu* [Global Forest Resources Assessment 2010. Main report. FAO Forestry Paper]. Rome: Food and agricultural org. UN, 2011, t. XXXI, 344 p.
- [27] Ustinov S.M., Lantseva V.A. *Aspekty rosta sosnyakov pod vozdeystviem vybrosov tsementnogo proizvodstva* [Aspects of pine forest growth under the influence of emissions from cement production]. *Lesa Evrazii — Lesa Povolzh'ya: mater. XVII mezhdunar. konf., posvyashch. 150-letiyu so dnya rozhdeniya prof. G.F. Morozova, 95-letiyu Kazanskogo agrarnogo universiteta i Godu ekologii v Rossii* [Forests of Eurasia — Forests of the Volga region: mater. XVII int. conf., dedicated. 150th anniversary of the birth of prof. G.F. Morozov, the 95th anniversary of the Kazan Agrarian University and the Year of Ecology in Russia], Kazan, October 22–28, 2017. Moscow: OOO IPC Mask, 2017, pp. 235–237.

Authors' information

Potapenko Anton Mikhaylovich — Cand. Sci. (Agriculture), Laboratory Manager, Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus, formelior@tut.by

Tolkacheva Natal'ya Vasil'evna — Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Laboratory of the Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus, formelior@tut.by

But'kovets Vladimir Vasil'evich — Researcher of the Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus, formelior@tut.by

Shatravko Alesya Valentinovna — Forester of the Pleshchenitsky forestry Logoisk forestry, shatravko_alesya@mail.ru

Mokhnachev Pavel Evgen'evich — Cand. Sci. (Biology), Researcher of the Botanical Garden Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, mokhnachev74@mail.ru

Received 30.04.2021.

Accepted for publication 18.05.2021.