

УДК 630*17

І. Ф. БУКША¹, В. П. ПАСТЕРНАК¹, В. І. РОГОВИЙ² *

ЗАПАСИ І ДИНАМІКА ВУГЛЕЦЮ В ЛІСАХ ГІРСЬКОГО КРИМУ

1. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

2. Кримська гірсько-лісова науково-дослідна станція УкрНДЛГА

Розглянуто питання оцінювання запасів і динаміки вуглецю в різних компонентах лісових насаджень Гірського Криму. Наведено методи та приклад розрахунку приросту вуглецю та поглинання вуглекислого газу (CO₂) на прикладі букових деревостанів з урахуванням їхньої фактичної продуктивності та розподілу за класами віку. За даними спостережень на ділянках моніторингу в лісах Гірського Криму визначені запаси вуглецю в резервуарах відмерлої деревини (з урахуванням стадій її розкладання), лісової підстилки та ґрунту. Ключові слова: накопичення вуглецю, моніторинг лісів, Гірський Крим, відмерла деревина, деревна ламань.

Вступ. Зміна клімату залишається однією з основних глобальних проблем, які постали перед людством. Сьогодні є загально визнаною роль лісів як одного з важливих регуляторів кліматичної системи. За оцінками міжнародних експертів понад 20 % поточних змін концентрації парникових газів (ПГ) в атмосфері пов'язано із сектором землекористування, змін землекористування та лісового господарства. Тому світова спільнота докладає значних зусиль, спрямованих на збереження лісів та оцінювання їхнього внеску до глобальних екологічних циклів ПГ.

На виконання зобов'язань за Рамковою Конвенцією ООН з питань зміни клімату та Кіотського протоколу (КП) до неї країни-учасники мають щорічно подавати звіти про результати інвентаризації ПГ, у тому числі – у секторі землекористування, змін землекористування та лісового господарства [9]. На міжнародному рівні ухвалено рішення про продовження дії Кіотського протоколу до 2020 р. [7]. І хоча нині правила щодо другого періоду КП не є остаточно врегульованими, питання моніторингу, верифікації та звітності стосовно динаміки ПГ у підсекторі лісового господарства залишаються вкрай актуальними.

Динаміку вуглецю у підсекторі лісового господарства можна оцінювати на різних рівнях, які відзначаються ступенем детальності [2, 5]. На першому рівні використовують дані про діяльність та загальні коефіцієнти, наприклад, оціночні загальні дані щодо діяльності в лісовому господарстві та лісові карти [9]. Для другого рівня застосовують параметри і дані про діяльність, які визначають на національному рівні або з урахуванням природних зон і систем ведення господарства. Третій рівень передбачає використання моделей і систем вимірів, адаптованих до конкретних умов, і даних про діяльність високого рівня просторового розрізнення. При цьому використовують дані моніторингу лісів, що відображають зв'язки між динамікою біомаси, відмерлої деревини, підстилки та лісових ґрунтів. Таким чином забезпечують оцінки з урахуванням середньорічних відмінностей і отримують результати з найвищим рівнем достовірності.

Інвентаризацію парникових газів у підсекторі лісового господарства можна проводити методом встановлення різниці запасів між двома циклами інвентаризації лісів, а також оцінюванням надходження – втрат (стоку – емісії) [6]. Застосування методу різниці запасів в Україні поки що не є можливим, оскільки в країні не здійснюється національна інвентаризація лісів (проводяться лише пілотні експерименти з цього питання), а використовувати дані обліків лісів не є коректним у зв'язку з їхньою нерегулярністю та неповним просторовим охопленням лісів країни. За методом надходження – втрати для розрахунку щорічного збільшення запасів вуглецю на лісових землях використовують дані про середньорічний приріст біомаси в одиницях сухої речовини з урахуванням деревних порід і природних зон. При використанні функцій росту ефективна практика полягає в урахуванні впливу щорічної мінливості екологічних чинників, наприклад, за допомогою

* © І. Ф. Букша, В. П. Пастернак, В. І. Роговий, 2013

оцінювання фактичного росту деревостанів за даними спостережень на ділянках моніторингу лісів.

Мета досліджень– встановити особливості розподілу запасів вуглецю по резервуарах у лісових насадженнях Гірського Криму, а також виявити закономірності динаміки поглинання вуглекислого газу буковими деревостанами.

Об’єкти та методика досліджень. Закономірності формування резервуарів відмерлої деревини, підстилки та ґрунтів досліджували за результатами спостережень на ділянках моніторингу лісів із застосуванням удосконаленої методики збору даних [3]. На ділянках визначали показники всіх компонентів лісових екосистем, зокрема відмічали наявність сухостійних дерев, деревної ламані та пнів, покриття сухими гілками, проводили опис лісової підстилки та ґрунтів, а також відбирали їхні зразки. Для кожної одиниці деревної ламані визначалися: порода, морфометричні показники (найбільший і найменший діаметри, довжина), тип гнилі та стадія розкладання [4]. Середня стадія розкладання деревної ламані на ділянках та за деревними породами визначалась як середньозважена за об’ємом.

Роботи на ділянках моніторингу та відбір зразків було проведено протягом 2011 р. співробітниками Кримської ГЛНДС Л. О. Селівановою та С. О. Семенюк. Аналіз зразків було проведено в лабораторії лісового ґрунтознавства УкрНДІЛГА під керівництвом к. с.-г. н. С. П. Распоїної.

Ділянки моніторингу охоплюють насадження основних лісоутворювальних порід Гірського Криму (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика ділянок моніторингу

№ ділянки	Лісове підприємство	Лісництво	Склад	Вік, років	Повнота	Бонітет
1	Ялтинський ГЛПЗ	Гурзуфське	10 Скр	114	0,72	IV
2	Судацьке ЛМГ	Морське	8Бк1Гз1Дс	93	0,65	V
3	Алуштинське ЛГ	Сонячногірське	5Скр4Дп1Гз	53	0,60	V
4	Сімферопольське ЛМГ	Міжгірське	9Бк1Гз+Дп	172	0,66	III
5	Куйбишевське ЛГ	Соколинське	8Бк2Гз+Яз	191	0,67	III
6	Ялтинський ГЛПЗ	Алупкінське	10 Скр	143	0,56	III
7	Севастопольське ДЛМГ	Терновське	10Дс+Яз,Гз	99	0,55	V
8	Севастопольське ДЛМГ	Терновське	10Дс+Яз,Гз	95	0,69	V
9	Севастопольське ДЛМГ	Чорнорічанське	10Скр	29	0,62	III
10	Севастопольське ДЛМГ	Мекензівське	9Дс1Яз+Гз	87	0,63	III

Розрахунки поглинання вуглекислого газу (CO₂) деревною рослинністю проводили з урахуванням розподілу площ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за деревними породами, класами віку та з урахуванням рівня продуктивності. Показники приросту біомаси встановлено за результатами досліджень В. І. Рогового [7].

Результати та обговорення. Приклад розрахунків для букових деревостанів Криму з використанням даних розподілу площ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за класами віку за результатами обліку лісів на 01.01.2011 р. наведено у табл. 2.

Розподіл запасів вуглецю за основними компонентами лісових насаджень залежить від їхнього складу, віку, продуктивності та стану. За результатами розрахунків встановлено запаси основних компонентів лісових екосистем Гірського Криму на ділянках моніторингу (табл. 3).

Як показали дослідження, запас відмерлої деревини – дуже мінливий показник і навіть у різних місцях однорідного насадження може коливатись у значному діапазоні. Загальний середній запас відмерлої деревини на ділянках становив 14,0 м³/га (від 0 до 38,0 м³/га),

ЛІСІВНИЦТВО І АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ

Харків: УкрНДЛГА, 2013. – Вип. 123

середній запас сухою – 9,1 м³/га (від 0 до 36,0 м³/га), деревної ламані – 4,9 м³/га (від 0 до 14,7 м³/га). Середня частка сухою від запасу деревостану становить 5,2 % (від 0 до 19,6 %), а частка деревної ламані – 2,1 % (від 0 до 4,6 %).

Таблиця 2

Приріст біомаси та вуглецю у букових деревостанах Криму

Класи віку	Площа, га	Приріст біомаси, т/га		Приріст вуглецю, т	Поглинання CO ₂ , т
		надземної	усієї		
21–40	6,3	2,94	3,38	21,3	78,1
40–60	164,3	2,86	3,29	540,5	1981,8
61–80	1580,8	2,74	3,15	4979,5	18258,2
81–100	5509,8	2,57	2,96	16309,0	59799,7
101–120	7453,0	2,36	2,71	20197,6	74057,9
121–140	3067,3	2,09	2,40	7361,5	26992,2
141–150	8872,7	1,79	2,06	18277,8	67018,6
Усього	26654,2	–	–	67687,3	248186,4

Таблиця 3

Запаси основних компонентів лісових екосистем

№ ділянки	ТЛУ	Головна порода	Запас, м ³ /га			Підстилка, т/га
			деревостан	сухостій	деревна ламань	
1	C ₁	Скр	385,4	0,0	0,0	96,2
2	C ₂	Бкс	225,4	14,0	10,3	12,8
3	C ₁	Скр	74,5	4,8	0,0	7,2
4	C ₂	Бкс	259,6	14,2	11,0	15,4
5	D ₂	Бкс	233,8	4,2	7,3	13,3
6	C ₁	Скр	394,2	0,0	14,7	140,5
7	C ₁	Дс	102,1	7,5	0,3	19,8
8	C ₁	Дс	102,4	6,0	3,7	12,3
9	C ₁	Скр	114,5	3,9	0,0	54,1
10	C ₁	Дс	183,7	36,0	2,0	21,9

Особливу увагу при дослідженні відмерлої деревини приділяли деревній ламані. Розподіл її за стадіями розкладання є нерівномірним: частка деревної ламані 4 стадії становить 43,7 % за об'ємом, 5 – 19,4 % та 3 – 16,4 %. Середня стадія розкладання на ділянках у середньому становить 3,5 (від 2 до 4,3). Найвищою стадією розкладання характеризується деревна ламань сосни кримської (4,3), дещо нижчою є середня стадія розкладання для бука східного (3,2) і дуба скельного (3,0). Проведений аналіз показав доволі низьке її різноманіття за деревними породами. На трьох ділянках деревна ламань представлена однією породою, на двох – двома і ще на двох – трьома породами. Це пов'язане переважно зі спрощеною віковою та породною структурою деревостанів і може негативно впливати як на динаміку накопичення та депонування вуглецю, так і на рівень біологічного різноманіття. Запаси вуглецю в резервуарі підстилок залежать від ТЛУ, складу та віку деревостанів (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст та запаси вуглецю (C) у резервуарі лісових підстилок

ТЛУ	Головні породи	Вміст C, %	Запас підстилки, т/га	Запас C, т/га	n*
C ₁	Сосна кримська	40,7 ± 3,1	74,5 ± 19,8	32,0 ± 15,0	12
D ₂	Бук східний	31,7 ± 3,6	13,8 ± 0,9	4,4 ± 0,4	9
C ₁	Дуб скельний	24,5 ± 2,8	18,0 ± 1,2	4,3 ± 0,5	9
Загальне для Гірського Криму		33,1 ± 3,0	39,4 ± 16,1	15,4 ± 7,6	30

* n – кількість даних, використаних для узагальнення.

Порівняно з узагальненими даними для України [1] вміст вуглецю в лісовій підстилці Гірського Криму є дещо нижчим, а запас підстилки – суттєво більшим. Внаслідок цього запаси вуглецю в резервуарі лісової підстилки є вищими порівняно з даними для України ($8,0 \pm 1,2$ т/га).

Вміст вуглецю у ґрунтах лісів Гірського Криму є меншим порівняно із загальним для України і, відповідно, запаси вуглецю є також меншими (табл. 5, 6).

Таблиця 5

Осереднені вміст і запаси вуглецю (С) у ґрунтах (0–30 см) лісів Криму різного породного складу

Назва лісів за основним лісо-утворювачем	Вміст С (0–30 см), %	Запас С, т/га	n*
Букові	$2,73 \pm 0,7$	93 ± 37	39/9
Дубові	$2,49 \pm 0,7$	73 ± 28	28/6
Соснові	$3,86 \pm 1,3$	78	39/6

Таблиця 6

Усереднені вміст і запаси вуглецю (С) у лісових ґрунтах (0-30 см) у розрізі типів лісорослинних умов

ТЛУ	Головна порода	Вміст С, %	Запас С, т/га	n*
C ₁	Сосна кримська	$4,45 \pm 1,5$	104,5	34/4
C ₁	Бук східний	$2,82 \pm 1,1$	97,1	22/3
C ₁	Дуб скельний	$2,44 \pm 0,9$	56,3	22/3
Загалом для Гірського Криму		$3,42 \pm 0,7$	$87,8 \pm 12$	78/10

* n – кількість даних для усереднення вмісту/запасів гумусу

Висновки. Для вивчення функціонування лісових екосистем в умовах змін клімату і підтримки кліматорегулювальних функцій лісів, у тому числі оцінювання динаміки вуглецю, важливе значення має довгостроковий моніторинг. Розрахунки поглинання вуглекислого газу деревною рослинністю потрібно проводити з урахуванням породної та вікової структури лісів, а також рівнів їхньої продуктивності. Букові деревостани Гірського Криму поглинають близько 250 тис. т CO₂. Встановлено, що в лісах АР Крим відмерла деревина представлена переважно такими деревними породами, як сосна кримська, бук східний, дуб скельний та здебільшого 4, 5 та 3 стадіями розкладання. Резервуари відмерлої деревини, підстилки та лісових ґрунтів виконують важливу роль у накопиченні вуглецю, а їхня динаміка потребує подальшого детального вивчення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Букша І. Ф. Запаси органічного вуглецю у ґрунтах та підстилці на ділянках моніторингу лісів / І. Ф. Букша, С. П. Распоїна, В. П. Пастернак // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2012. – Вип. 120. – С. 106–112.
2. Букша І. Ф. Інвентаризація парникових газів у секторі землекористування та лісового господарства / І. Ф. Букша, О. В. Бутрим, В. П. Пастернак. – Х. : ХНАУ, 2008. – 232 с.
3. Інтенсивний моніторинг лісів: зміни у методиці та перші результати / І. Ф. Букша, В. П. Пастернак, Т. С. Пивовар [та ін.] // Проблеми сталого розвитку агросфери : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 195-річчю від дня заснування ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (4–6 жовтня 2011 р., м. Харків).- Х. : редакц.-видавнич. відділ ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2011.– С. 96.
4. Пастернак В. П. Запаси та динаміка відмерлої деревини у лісах північного сходу України / В. П. Пастернак, В. Ю. Яроцький // Науковий вісник НУБіП України. – 2010. – Вип. 152, ч. 2. – С. 93–100.
5. Пастернак В. П. Інвентаризація парникових газів у лісовому господарстві України та шляхи її покращення / В. П. Пастернак, І. Ф. Букша // Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – 2006. – № 6. – С. 203–207.
6. Пастернак В. П. Методологічні основи встановлення динаміки вуглецю у лісових екосистемах / В. П. Пастернак // Науковий вісник НУБіП України. – 2009. – Вип. 135. – С. 205–210.
7. Переговори в Дохе закончились решением о продлении Киотского Протокола и протестом РФ / Менше двух градусов. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://below2.ru/2012/12/09/end/>
8. Роговий В. І. Букові ліси Криму та особливості їх формування: дис. ... канд. с.-г. наук : 06.03.03 /

Роговий Володимир Іванович. – Х., 2010. – 199 с.

9. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. – IPCC, 2003. – 560 p.

Buksha I. F., Pasternak V. P., Rogovyi V. I.

ASSESSMENT OF CARBON STOCK AND CARBON DYNAMIC IN THE FORESTS OF CRIMEA MOUNTAIN

1. Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

2. Crimean Mountain-Forest Research Station of UkrRIFFM

The issues of carbon stock and carbon dynamic assessment in different components of forest stands of Crimea Mountain. Methodological levels, methods, and an example of calculation of growth and absorption of carbon dioxide (CO₂) in beech stands are given. Calculations of CO₂ absorption by woody vegetation is conveniently carried out taking into account the composition and structure of forest stands, their distribution by age and levels of productivity. According to the forest monitoring data carbon stocks parameters in the pulls of deadwood, litter and soil are set.

Key words: carbon sequestration, forest monitoring, Crimea Mountain, deadwood, lying deadwood.

Букша И. Ф.¹, Пастернак В. П.¹, Роговой В. И.²

ОЦЕНКА ЗАПАСОВ И ДИНАМИКИ УГЛЕРОДА В ЛЕСАХ ГОРНОГО КРЫМА

1. Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого;

2. Крымская горно-лесная научно-исследовательская станция УкрНИИЛХА

Рассматриваются вопросы оценки запасов и динамики углерода в разных компонентах лесных насаждений Горного Крыма. Приведены методы и пример расчета прироста углерода и поглощения углекислого газа (CO₂) на примере буковых древостоев с учетом их фактической продуктивности и распределения по классам возраста. По результатам наблюдений на участках мониторинга в лесах Горного Крыма определены запасы углерода в резервуарах отмершей древесины (с учетом стадий ее разложения), лесной подстилки и почвы.

Ключевые слова: накопление углерода, мониторинг лесов, Горный Крым, отмершая древесина, валежник.

E-mail: monitoring@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 11.01.2013 р.