УДК 630*161.1:631.433(571.13)

ОСОБЕННОСТИ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА В БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

П. Н. Шульпина, О. П. Баженова

Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина
644008, Омск, Институтская площадь, 1

E-mail: gjkbyrf1008@mail.ru, olga52@bk.ru

Поступила в редакцию 10.01.2025 г.
Принята к публикации 11.04.2025 г.

По результатам исследований 2022–2023 гг. проведена оценка запасов углерода в пулах фитомассы древостоя, лесной подстилки и органического вещества почвы в березовых древостоях южной лесостепи Омской области – территории карбонового полигона Омского государственного аграрного университета и в окрестностях с. Кордон (Исилькульский район Омской области). Березняки на исследуемых участках отличаются по таксационным показателям – средней высоте, густоте произрастания и сумме площадей сечения. Запас стволовой древесины (155.3–159.6 м^3/га) и запас углерода в фитомассе (57.05–61.07 т/га) в березовых древостоях на территории карбонового полигона существенно ниже, чем соответствующие показатели (233.1–259.3 м^3/га; 87.35–94.81 т/га) в окрестностях с. Кордон. Суммарные запасы почвенного углерода в слое 0–50 см на лугово-черноземной почве полигона выше (170.35 т/га), чем на темно-серой лесной почве в окрестностях с. Кордон (115.72 т/га). Суммарные запасы углерода в лесной подстилке на исследуемых участках различаются незначительно – 3.65 т/га в окрестностях с. Кордон и 4.23 т/га на карбоновом полигоне. Суммарный запас углерода в березовых древостоях по данным 2023 г. на разных участках отличается незначительно, составляя на территории карбонового полигона 292.7 т/га, в окрестностях с. Кордон – 301.53 т/га. Установлено, что продуктивность и углерод депонирующая функция березовых древостоев южной лесостепи Омской области зависит от густоты их произрастания и типа почвенного покрова.

Ключевые слова: *березовые древостои, запасы углерода, фитомасса, лесная подстилка, почва, юг Западной Сибири.*

DOI: 10.15372/SJFS20250304

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее важных вопросов природопользования в настоящее время является оценка углеродного цикла лесов. Прежде всего это обусловлено необходимостью решения проблем, связанных с глобальным изменением климата, сокращением выбросов парниковых газов и оценкой углерод депонирующей способности лесных насаждений (Швиденко, Щепащенко, 2014; Усольцев и др., 2015; Usoltsev et al., 2015; Замолодчиков и др., 2020; Честных и др., 2020).

Леса играют важную роль в регулировании климата, обладая способностью поглощать парниковые газы и депонировать углерод как в фитомассе, так и в почве (Экосистемные услуги..., 2016; Funk et al., 2019; Кузнецова, 2021; Chi et al., 2021; Jiao et al., 2021; Li et al., 2021; Басова и др., 2022; Bachofen et al., 2022; Puchi et al., 2024). Значимость лесов в регулировании содержания парниковых газов атмосферы была признана ключевыми международными соглашениями по сохранению глобального климата (Рамочная конвенция…, 1992; Киотский протокол..., 1997).

Наибольшие запасы углерода в лесных экосистемах аккумулируются в пуле фитомассы – до 75 %, на пул мертвой древесины приходится 8 %, лесную подстилку – 3 %, почвенный пул в слое 0–30 см – 14 % (Замолодчиков, 2011).

© Шульпина П. Н., Баженова О. П., 2025

В структуре надземной фитомассы преобладают органы, длительно аккумулирующие органическое вещество – стволы и ветви деревьев (Здорнов и др., 2020). Лесная подстилка выступает связующим звеном между почвой и растительностью, являясь источником пополнения элементов питания в лесной экосистеме (Богатырев, 1997; Александрова и др., 2023). В почве происходят трансформация отмирающей биомассы и возврат поглощенной в ходе фотосинтеза углекислоты в атмосферу (Честных и др., 2022).

Березовые древостои играют существенную роль в структуре лесов Омской области, но их значение в депонировании углерода ранее не было оценено.

В проведенных исследованиях впервые оценен запас углерода и выявлены особенности его распределения в различных пулах березовых древостоев южной лесостепи Омской области.

Цель работы – оценка запасов углерода в пулах фитомассы древостоя, лесной подстилки и органического вещества почвы в березовых древостоях на разных участках южной лесостепи Омской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Омская область располагается на юге Западно-Сибирской равнины и включает в себя три лесорастительные зоны – лесную, лесостепную и степную. Основные лесообразующие породы в регионе – береза (*Betula* L.), осина (*Populus tremula* L.), сосна (*Pinus* L.) и ель (*Picea* A. Dietr.) (Маслов, Михальчук, 2015). Почвенный покров региона весьма разнообразен и представлен, главным образом, черноземными и лугово-черноземными почвами, также встречаются солонцы, солоди, серые лесные и луговые почвы. В лесостепной зоне распространены серые лесные почвы и черноземы оподзоленные и выщелоченные, в южной лесостепи их сменяет подтип обыкновенных черноземов (Мищенко, Мельников, 2007; Рейнгард, 2009).

Средняя лесистость Омской области составляет 32.3 %. Регион обладает высоким потенциалом развития лесного хозяйства, к эксплуатационным лесам относится 81.2 % от общей площади земель лесного фонда (Шульпина и др., 2022). Лесные насаждения Омской области выполняют все виды экосистемных услуг – ресурсообеспечивающие, регулирующие, культурные и поддерживающие, среди которых преобладают ресурсообеспечивающие (Баженова и др., 2022).

Основную долю в структуре лесов Омской области составляют мягколиственные древесные породы, занимающие 75.71 % общей площади лесов региона (Шульпина, Баженова, 2022). К преобладающим мягколиственным породам относятся береза, осина, тополь (*Populus* L.) и ива (*Salix* L.), среди них березняки занимают 84.82 % (Шульпина и др., 2022).

По данным Главного управления лесного хозяйства Омской области, березовые древостои занимают 2926.8 тыс. га (64.2 % от общей площади лесов), их общий запас составляет 411.68 млн м^3. В возрастной структуре березовых лесов на долю молодняков I класса возраста приходится 6.2 % общей площади березовых насаждений, молодняков II класса возраста – 2.6 %, средневозрастных – 28.4 %, приспевающих – 15.3 %, спелых и перестойных – 47.5 %. Преобладание спелых и перестойных групп в возрастной структуре березовых лесов неблагоприятно сказывается на выполнении ими регулирующих экосистемных услуг, включающих в себя депонирование углерода (Шульпина, Баженова, 2024).

Статья написана по результатам исследований, проведенных в 2022–2023 гг. на территории карбонового полигона Омского государственного аграрного университета им. П. А. Столыпина (ОмГАУ) и в окрестностях с. Кордон Исилькульского района, на удалении 150 км от Омска на запад.

Температура воздуха во время проведения исследований, по данным ФГБУ «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии», в разных участках существенно не различалась и условно равна среднемноголетней температуре воздуха по региону. Годовая динамика осадков в местах проведения исследований имеет некоторые различия. За анализируемый период максимум осадков (116 мм) наблюдался в июле 2022 г. в Омске, а минимальное их количество (2 мм) – в апреле 2023 г. на обоих исследуемых участках. Основное различие между участками заключалось в типе почвы (табл. 1).

Оценка запасов углерода в березовых древостоях проводилась по трем пулам: фитомасса, лесная подстилка, органическое вещество почвы. Запасы углерода в пуле фитомассы рассчитывали по данным таксационных описаний, в пуле мертвой древесины (сухостой и валеж) не определяли, поскольку на рассматриваемых участках его объем весьма незначителен,

Таблица 1. Характеристика участков проведения исследований

Участок	Географические координаты, с. ш. / в. д.	Среднемноголетняя температура воздуха, °C		Среднемноголетняя сумма осадков, мм	Тип почвы
		в январе	в июле		
Карбоновый полигон ОмГАУ	55°01′9180″ / 73°31′5421″	–17.7	19.4	381	Лугово-черноземная маломощная среднегумусовая среднесуглинистая
Окрестности с. Кордон	55°09′9854″ / 71°29′0581″	–17.5	19.5	351	Темно-серая лесная осолоделая маломощная тяжелосуглинистая

в пуле почвы и подстилки рассчитывали только в 2023 г.

Четыре пробные площади были заложены в соответствии с ОСТ 56-69-83 (1983) в конце июля-начале августа 2022–2023 гг., их площадь составляла 0.25 га. Таксацию лесных насаждений проводили измерительно-перечислительным методом (Анучин, 1982) с использованием лесотаксационных средств измерения и инструментов: мерной вилки для определения диаметра ствола на высоте 1.3 м от корневой шейки, высотомера Suunto с базисным расстоянием 20 м для определения высоты деревьев, буссоли БГ-1 для измерения горизонтальных углов, мерной ленты, возрастного бурава для определения возраста насаждений (Нагимов и др., 2019).

Площадь сечения деревьев по каждой ступени толщины рассчитывали на пробных площадях по формуле

$$G = \frac{\pi r^2}{10000} \times n, \quad (1)$$

где G – площадь сечения, м^2; π – константа; r^2 – радиус, см; n – число деревьев по перечету в ступени толщины, шт.

На каждой пробной площади, по данным сплошного перечета деревьев, определяли средний диаметр ($D_{ср}$) деревьев по ступеням толщины с интервалом в 4 см по формуле

$$D_{ср} = \sqrt{\frac{\Sigma G \times 10000}{N \times \frac{\pi}{4}}}, \quad (2)$$

где $D_{ср}$ – средний диаметр насаждения, см; ΣG – сумма площадей сечения на пробной площади, м^2; N – число деревьев на пробной площади, шт.; π – константа (Никифорчин и др., 2011).

Запас стволовой древесины березы рассчитывали по сортиментным и товарным таблицам (Анучин, 1981). По результатам измерений и на основании табличных данных определяли разряд высот. Для березовых древостоев на территории карбонового полигона был определен V разряд высот в 2022 г. и IV разряд высот в 2023 г., для пробных площадей вблизи с. Кордон – IV и II разряды высот соответственно.

Запас древостоя рассчитывали по формуле

$$M = \text{SUM}\ G_{ср} \times H_{ср} \times F_{ср}, \quad (3)$$

где M – запас древостоя, м^3/га; SUM $G_{ср}$ – средняя сумма площадей сечения, м^2; $H_{ср}$ – средняя высота, м; $F_{ср}$ – среднее видовое число (Общесоюзные нормативы…, 1989).

Запас углерода в фитомассе определяли по ряду показателей. На основании суммы площадей сечения находили средний диаметр и строили график высот для расчета средней высоты. По средней высоте в таблице В. В. Загреева рассчитывали видовые числа (Общесоюзные нормативы..., 1989). Для пробных площадей на территории карбонового полигона ОмГАУ они составили 0.466 и 0.450, вблизи с. Кордон – 0.450. Для расчета запаса углерода в фитомассе древостоя по объемному запасу древесины лесного насаждения использовали конверсионный коэффициент 0.396 в 2022 г. и 0.367 в 2023 г. (т/м^3) (Методические указания…, 2017).

Запасы депонированного углерода в пулах лесной подстилки и почвы рассчитывали согласно «Методическим указаниям» (2017). Пробы лесной подстилки отбирали на площадках размером 50 × 50 см в пятикратной повторности в пределах каждой пробной площади с мая по октябрь 2023 г. Образцы подстилки высушивали до абсолютно сухого состояния в сушильном шкафу при температуре 100 °C и взвешивали. Расчет запаса углерода в пуле подстилки проводили путем умножения абсолютного сухой массы пробы на среднее содержание углерода (0.4).

Для детального изучения морфогенетических показателей почв на изучаемых участках в наиболее типичных местах было заложено по одному почвенному разрезу. Отбор почвенных проб производили в соответствии с ГОСТ

17.4.3.01-2017 (2018), классификация почв дана согласно определения В. В. Егорова с соавт. (1977).

Количество органического вещества в почвенных образцах определяли согласно ГОСТ 26213-2021 (2021) в аккредитованной лаборатории ФГБУ «Центр агрохимической службы «Омский».

Содержание углерода в органическом веществе почвы принималось равным 58 %. Пересчет на запас углерода почвы проводили с учетом объемной массы почвы (г/см^3) по формуле

$$C_{\text{почва}} = \text{Орг \%} \times H \times \text{Об. масса} \times 58/100, \quad (4)$$

где $C_{\text{почва}}$ – запас углерода в пуле почвы, т/га[1]; Орг % – содержание органического вещества в смешанном почвенном образце, %; H – глубина отбора проб почвы, см; Об. масса – объемная масса почвы, г/см^3; 58/100 – коэффициент для перевода в единицы углерода (Методические указания…, 2017).

Обработку данных проводили с использованием программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таксационные показатели древостоев, за исключением формулы древостоя, на исследуемых пробных площадях имеют различия. На участках произрастает разное число деревьев березы со ступенью толщины диаметра от 8 до 52 см. Наибольшее распространение на исследуемых участках имеют деревья с диаметром от 20 до 28 см (50 % от общего количества деревьев на пробных площадях), их высота варьировала от 9 до 24 м. Запасы стволовой древесины на исследуемых пробных площадях значительно различаются. Вблизи с. Кордон они в 1.5–1.62 раза выше, чем на территории карбонового полигона, что обусловлено, главным образом, различиями основных таксационных показателей – средней высоты, густоты и суммы площадей сечения (табл. 2).

Поскольку полученные значения запасов стволовой древесины на разных участках исследований существенно различаются, то и запасы углерода в фитомассе березовых древостоев имеют различия: вблизи с. Кордон эти показатели намного выше, чем на территории карбонового полигона, в 2022 г. превышение составило 66.19 %, в 2023 г. – 43.03 %.

В табл. 3 приведены средние значения запасов углерода в подстилке и стандартная ошибка средней.

Как установлено ранее (Здорнов и др., 2020), основными показателями, определяющими запасы углерода в фитомассе древесных насаждений, являются возраст, густота насаждений и условия произрастания.

Различия в запасах углерода в фитомассе березовых древостоев на разных участках южной лесостепи Омской области обусловлены в основном разницей в густоте произрастания (см. табл. 2) и разным типом почв (см. табл. 1), т. е. лесорастительными условиями пробных площадей. Возраст насаждений в наших исследованиях не оказывает существенного влияния на запас углерода в фитомассе, поскольку древостои на разных пробных площадях имеют один класс возраста.

Полученные нами показатели запасов углерода в фитомассе березняков на территории карбонового полигона ОмГАУ хорошо согласуются с результатами расчета среднего запаса углерода в фитомассе лесных насаждений Омской области по данным, полученным в результате государственной инвентаризации лесов за период 2007–2020 гг. Было установлено, что средний запас углерода в фитомассе лесов региона составляет 57.60 ± 4.0 т/га, общий запас углерода в фитомассе – 270 ± 18.5 млн т (Филипчук и др.,

Таблица 2. Таксационные показатели древостоев березы (10Б) на пробных площадях

Участок	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Густота, шт./га	Полнота	Сумма площадей сечения, м^2/га	Запас стволовой древесины, м^3/га
Полигон ОмГАУ:							
2022 г.	52	23	16	502	0.65	20.9	159.6
2023 г.	60	20.8	16.8	600	0.89	20.4	155.3
Окрестности с. Кордон:							
2022 г.	55	27	17	598	0.83	34.1	259.3
2023 г.	67	21.2	20.4	700	0.96	24.6	233.1

Таблица 3. Запас углерода в фитомассе и подстилке березовых насаждений на пробных площадях, т/га

Участок	Фитомасса	Подстилка
Полигон ОмГАУ:		
2022 г.	57.05	–
2023 г.	61.07	4.23 ± 0.90
Окрестности с. Кордон:		
2022 г.	94.81	–
2023 г.	87.35	3.65 ± 0.30

Примечание. (–) – измерения не проводили.

Таблица 4. Запасы органического углерода в слоях почвы на пробных площадях, 2023 г., т/ га

Слой почвы, см	Полигон ОмГАУ	Окрестности с. Кордон
0–10	40.44	31.33
10–20	36.33	27.25
20–30	35.08	23.36
30–40	31.89	18.19
40–50	26.61	15.59
0–50	170.35	115.72

2024). С другой стороны, показатели запасов углерода в фитомассе березняков вблизи с. Кордон значительно выше, чем средний запас углерода в фитомассе лесов региона, поэтому мы считаем, что данные, полученные в различных исследованиях на территории карбонового полигона ОмГАУ являются более репрезентативными для региона в целом.

Суммарные запасы углерода в лесной подстилке на исследуемых пробных площадях варьируют в узких пределах и различаются несущественно (табл. 3).

В зависимости от зональной полосы и региона России запасы углерода в подстилке березовых древостоев варьируют от 0.3 до 27.4 т/га. Наибольшие показатели запасов углерода наблюдаются в северной и средней тайге Европейско-Уральской части России – 13.6–19.8 т/га. Полученные нами данные хорошо согласуются с показателями запасов углерода в подстилке березняков средней тайги Восточной Сибири (3.3 т/га), северной тайги Западной Сибири (3.7 т/га) (Честных и др., 2007), но ниже в 1.71 раза, чем в лесостепной зоне Европейской части РФ (Байтурина и др., 2023), что обусловлено существенным различием климатических условий Сибири и Европейской части РФ.

Известно, что запасы почвенного углерода в лесах увеличиваются с повышением среднегодовой температуры, среднегодовой суммы осадков и чистой первичной продуктивности (Кузнецова, 2021). Поскольку средние многолетние значения температуры воздуха и осадков на исследуемых участках практически одинаковы (см. табл. 1), различия в запасах почвенного углерода на исследуемых участках обусловлены главным образом более высоким уровнем чистой первичной продуктивности, характерным для лугово-черноземной почвы (Титлянова и др., 2023), чем для серой лесной (Муртазина, Муртазин, 2005; Хуснидинов, 2007; Скатова, Ершов, 2011).

Наибольшие запасы органического углерода в почве на обоих участках исследований содержатся в слое 0–10 см и закономерно убывают с увеличением глубины. При этом запас органического углерода в слое 0–50 см на лугово-черноземной почве карбонового полигона выше, чем на темно-серой лесной почве вблизи с. Кордон на 32.07 %, или на 54.63 т/га (табл. 4).

Запасы углерода в слое почвы 0–50 см на территории карбонового полигона ОмГАУ существенно выше, чем в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном районе (104 ± 7 т/га) (Честных и др., 2022), но хорошо согласуются с показателями запасов углерода в почве вблизи с. Кордон.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных в 2022–2023 гг. исследований установлено, что условно одновозрастные березовые древостои, произрастающие в одной природно-климатической зоне (южной лесостепи) Омской области, но на разных типах почв, существенно различаются по запасам углерода в пулах фитомассы и почвы.

Запасы углерода в фитомассе березовых насаждений вблизи с. Кордон на темно-серой лесной почве существенно выше, чем на лугово-черноземной почве карбонового полигона ОмГАУ, составляя соответственно 87.35–94.81 и 57.05–61.07 т/га. Установленные различия вызваны, главным образом, разницей в основных таксационных показателях березовых древостоев.

Более высокие запасы почвенного углерода, наоборот, установлены в лугово-черноземной почве карбонового полигона ОмГАУ, достигая 170.35 т/га в слое 0–50 см, что на 32.07 % выше, чем на темно-серой лесной почве вблизи с. Кордон, где этот показатель составляет 115.72 т/га. Установленное различие обусловлено более высоким уровнем чистой первичной

продуктивности, характерным для лугово-черноземной почвы.

Запасы углерода в лесной подстилке на исследуемых пробных площадях различаются несущественно и составляют 4.23 т/га на территории карбонового полигона и 3.65 т/га вблизи с. Кордон.

Суммарный запас углерода в исследуемых пулах на разных участках исследования не имеет существенных различий, составляя на территории карбонового полигона 292.7 т/га, вблизи с. Кордон – 301.53 т/га.

Таким образом, на продуктивность и углерод депонирующую функцию березовых древостоев южной лесостепи Омской области существенно влияют лесорастительные условия, густота произрастания и тип почвенного покрова.

Исследования проводились в рамках инициативной темы ОмГАУ «Оценка современного состояния и перспектив развития природного капитала Омской области» (рег. № НИОКТР АААА–А21–121012190053–3).

Авторы выражают глубокую благодарность В. В. Каганову (Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН) за методическую помощь при расчетах запасов углерода в исследуемых пулах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова А. Б., Кулагина В. И., Иванов Д. В., Маланин В. В., Марасов А. А. Оценка запасов углерода в лесных подстилках Раифского участка Волжско-Камского заповедника // Рос. журн. прикл. экол. 2023. № 2. С. 57–62.

Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 536 с.

Анучин Н. П. Лесная таксация: учеб. для вузов. 5-е изд., доп. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

Баженова О. П., Костерова В. В., Шульпина П. Н. Экосистемные услуги лесов Омской области // Экологические чтения – 2022: Материалы XIII нац. науч.-практ. конф. с междунар. участ., Омск, 9 июня 2022 г. Омск: ОмГАУ, 2022. С. 48–53.

Байтурина Р. Р., Султанова Р. Р., Асылбаев И. Г. Оценка запаса углерода в лесной подстилке и верхнем слое почв насаждений основных лесообразующих пород // J. Agr. Environ. 2023. № 12 (40). 9 с.

Басова Е. В., Лукина Н. В., Кузнецова А. И., Горнов А. В., Шевченко Н. Е., Тихонова Е. В., Гераськина А. П., Браславская Т. Ю., Тебенькова Д. Н., Луговая Д. Л. Качество древесного опада как информативный индикатор функциональной классификации лесов // Вопр. лесн. науки. 2022. Т. 5. № 3. Статья № 113. 21 с.

Богатырев Л. Г. Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах // Почвоведение. 1997. № 4. С. 501–512.

ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июня 2018 г. № 302-ст. М.: Стандартинформ, 2018. 8 с.

ГОСТ 26213-2021. Почвы. Методы определения органического вещества. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2021 г. № 892-ст. М.: Стандартинформ, 2021. 12 с.

Егоров В. В., Иванова Е. Н., Фридланд В. М. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 225 с.

Замолодчиков Д. Г. Системы оценки и прогноза запасов углерода в лесных экосистемах // Устойчивое лесопользование. 2011. № 4 (29). С. 15–22.

Замолодчиков Д. Г., Каганов В. В., Липка О. Н. Потенциальное поглощение углерода фитомассой древостоя при восстановлении тугайных лесов // Лесоведение. 2020. № 2. С. 115–126.

Здорнов И. А., Нагимов З. Я., Капралов А. В. Фитомасса березовых древостоев придорожных защитных лесных полос Северного Казахстана // Лесн. вестн. 2020. Т. 24. № 4. С. 26–32.

Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. ООН, 1997.

Кузнецова А. И. Влияние растительности на запасы почвенного углерода в лесах (обзор) // Вопр. лесн. науки. 2021. Т. 4. № 4. Статья № 95. 54 с.

Маслов Н. В., Михальчук В. Н. Лесное ожерелье Омского Прииртышья. Очерки о лесах и лесном хозяйстве Омской области. Омск: Манифест, 2015. 220 с.

Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов. Утв. распоряж. Минприроды России от 30.06.2017 № 20-р. М.: Минприроды России, 2017.

Мищенко Л. Н., Мельников А. Л. Почвы Западной Сибири. Омск: ОмГАУ, 2007. 248 с.

Муртазина С. Г., Муртазин М. Г. Оценка влияния удобрений на плодородие серой лесной почвы // Совр. наукоемкие технол. 2005. № 10. С. 106–107.

Нагимов З. Я., Шевелина И. В., Коростелёв И. Ф. Приборы, инструменты и устройства для таксации леса: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2019. 214 с.

Никифорчин И. В., Ветров Л. С., Вавилов С. В. Таксация леса: учеб. пособ. для студентов лесн. вузов. СПб.: Изд-во политех. ун-та, 2011. 240 с.

Общесоюзные нормативы для таксации лесов. Утв. Приказом Госкомлеса СССР от 28 февраля 1989 г. № 38. М.: Госкомлес СССР, 1989. 250 с.

ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки». Утв. и введен в действие Приказом Гос. комитета СССР по лесн. хоз-ву от 23 мая 1983 г., № 72. М.: Гос. комитет СССР по лесн. хоз-ву, 1983. 59 с.

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. ООН, 1992.

Рейнгард Я. Р. Деградация почв экосистем юга Западной Сибири. Омск: ОмГАУ, 2009. 630 с.

Скатова Н. С., Ершов В. Л. Плодородие серой лесной почвы и урожайность гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестн. ОмГАУ. 2011. № 2 (2). С. 16–22.

Титлянова А. А., Шибарева С. В., Варакина З. В. Закономерности изменения величин чистой первичной продукции в евразийских степях // Почвы и окруж. среда. 2023. Т. 6. № 2. Ст. 210. 12 с.

Усольцев В. А., Часовских В. П., Норицина Ю. В. Географические градиенты чистой первичной продукции березовых лесов Евразии // Экология. 2015. № 3. С. 1–9.

Филипчук А. Н., Малышева Н. В., Золина Т. А., Селезнев А. А. Запасы углерода в фитомассе лесов России: новая количественная оценка на основе данных первого цикла государственной инвентаризации лесов // Лесохоз. инф. 2024. № 1. С. 29–55.

Хуснидинов Ш. К. Фитомелиорация серых лесных почв Предбайкалья // Совр. пробл. науки и образов. 2007. № 6 (Ч. 2). С. 87–88.

Честных О. В., Грабовский В. И., Замолодчиков Д. Г. Углерод почв лесных районов Европейско-Уральской части России // Вопр. лесн. науки. 2020. Т. 3. № 2. С. 1–15.

Честных О. В., Грабовский В. И., Замолодчиков Д. Г. Оценка запасов почвенного углерода лесных районов России с использованием баз данных почвенных характеристик // Лесоведение. 2022. № 3. С. 227–238.

Честных О. В., Лыжин В. А., Кокшарова А. В. Запасы углерода в подстилках лесов России // Лесоведение. 2007. № 6. С. 114–121.

Швиденко А. З., Щепащенко Д. Г. Углеродный бюджет лесов России // Сиб. лесн. журн. 2014. № 1. С. 69–92.

Шульпина П. Н., Баженова О. П. К вопросу об углерод депонирующей способности лесных насаждений на примере Омской области // Синтез науки и образования в решении экологических проблем современности: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню охраны окружающей среды, Воронеж, 9 марта 2022 г. Воронеж: ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова, 2022. С. 51–58.

Шульпина П. Н., Баженова О. П., Ненашев Н. С. Таксационные показатели березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) из разных участков южной лесостепи Омской области // Аграрная наука – 2022: Материалы Всерос. конф. молодых иссл., Москва, 22–24 ноября 2022 г. М.: РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. С. 525–529.

Шульпина П. Н., Баженова О. П. Возрастная структура лиственничных и березовых лесов Омской области // Экологические чтения – 2024: Материалы XV нац. науч.-практ. конф. с междунар. участ., Омск, 4–5 июня 2024 г. Омск: ОмГАУ, 2024. С. 750–754.

Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / Ред.-сост. Е. Н. Букварёва, Д. Г. Замолодчиков. М.: Центр охраны дикой природы, 2016. 148 с.

Bachofen C., Hülsmann L., Revill A., Buchmann N., Odorico P. D. Accounting for foliar gradients in Vc_{max} and J_{max} improves estimates of net CO_2 exchange of forests // Agr. For. Meteorol. 2022. V. 314. Article 108771.

Chi J., Zhao P., Klosterhalfen A., Jocher G., Kljun N., Nilsson M. B., Peichl M. Forest floor fluxes drive differences in the carbon balance of contrasting boreal forest stands // Agr. For. Meteorol. 2021. V. 306. Article 108454.

Funk J. M., Aguilar-Amuchastegui N., Baldwin-Cantello W., Busch J., Chuvasov E., Evans T., Griffin B., Harris N., Ferreira M. N., Petersen K., Phillips O., Soares M. G., van der Hoff R. J. A. Securing the climate benefits of stable forests // Climate Policy. 2019. V. 19. Iss. 7. P. 845–860.

Jiao L., Chen K., Liu X, Qi Ch., Xue R. Comparison of the response stability of Siberian larch to climate change in the Altai and Tianshan // Ecol. Indicators. 2021. V. 128. Article 107823.

Li X., Wang Y.-P., Lu X., Yan J. Diagnosing the impacts of climate extremes on the interannual variations of carbon fluxes of a subtropical evergreen mixed forest // Agr. For. Meteorol. 2021. V. 307. Article 108507.

Puchi P. F., Khomik M., Helgason W., Arain M. A., Castagneri D. Different climate conditions drive variations in gross primary productivity and woody biomass accumulation in a temperate and a boreal conifer forest in Canada // Agr. For. Meteorol. 2024. V. 355. Article 110125.

Usoltsev V. A., Chasovskikh V. P., Noritsina Yu. V. Geographic gradients of net primary production of birch forests of Eurasia // Rus. J. Ecol. 2015. V. 46. Iss. 3. P. 222–229 (Original Rus. Text © V. A. Usoltsev, V. P. Chasovskikh, Yu. V. Noritsina, 2015, publ. in Ekologiya. 2015. N. 3. P. 173–181).

FEATURES OF CARBON SEQUESTRATION IN BIRCH TREE STANDS OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF OMSK OBLAST

P. N. Shulpina, O. P. Bazhenova

Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin
Institutskaya Ploshchad', 1, Omsk, 644008 Russian Federation

E-mail: gjkbyrf1008@mail.ru, olga52@bk.ru

Based on the results of studies in 2022–2023, an assessment was made of carbon reserves in the pools of phytomass of the stand, forest litter, and soil organic matter in birch stands in different areas of the southern forest-steppe of Omsk Oblast – on the territory of the carbon polygon site of the Omsk State Agrarian University and in the vicinity of the village of Kordon (Isilkulsky District of Omsk Oblast). Birch forests in the studied areas differ in forest survey indicators – average height, density of growth and the sum of cross-sectional areas. The stem wood stock (155.3–159.6 m^3/ha) and the carbon stock in phytomass (57.05–61.07 t/ha) in birch stands on meadow-black soil of the carbon testing site are significantly lower than the corresponding indicators (233.1–259.3 m^3/ha; 87.35–94.81 t/ha) on gray forest soil in the vicinity of the village of Kordon. On the contrary, the total reserves of soil carbon in the 0–50 cm layer on the meadow-black soil of the carbon polygon are higher (170.35 t/ha) than on the dark gray forest soil in the vicinity of the village of Kordon (115.72 t/ha).The total carbon stocks in the forest litter in the study areas differ insignificantly – 3.65 t/ha in the vicinity of the village of Kordon and 4.23 t/ha in the carbon testing site. The total carbon stock in birch stands according to 2023 data differs slightly in different areas, amounting to 292.7 t/ha in the carbon polygon and 301.53 t/ha in the vicinity of the village of Kordon. It has been established that the productivity and carbon deposition function of birch tree stands in the southern forest-steppe of Omsk Oblast depends on the density of their growth and the type of soil cover.

Keywords: *birch tree stands, carbon stocks, phytomass, forest litter, soil, south of Western Siberia*.

How to cite: *Shulpina P. N., Bazhenova O. P.* Features of carbon sequestration in birch tree stands of the southern forest-steppe of Omsk oblast // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 37–44 (in Russian with English abstract and references).