

СЕКВЕСТРАЦИЯ УГЛЕРОДА ЭКОСИСТЕМАМИ ХОЛОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ¹

© 2024 г. Г. Д. Чимитдоржиева^{1,*}, Э. О. Чимитдоржиева¹, Е. Ю. Мильхеев¹,
Ю. Б. Цыбенов¹, Ц. Д.-Ц. Корсунова¹

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
670047 Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, Россия

*E-mail: galdorgj@gmail.com

В Байкальском регионе сплошная криолитозона занимает ≈ 15 , переходная прерывистая с островами таликов – 30, переходная островная – 45, талики со сплошным ареалом – 10%. Обращает на себя внимание доминирование переходной полосы, которая отличается неустойчивым термодинамическим равновесием. Высокотемпературная многолетняя мерзлота легко деградирует при техноконверсии внешних условий теплообмена: удалении напочвенных покровов (органического слоя и снежного покрова), сведении леса, распашках, пожарах и др. Эти обстоятельства повышают природные опасности и риски в регионе. В этой связи территория Забайкалья представляет большой интерес, находясь в зоне многолетней мерзлоты и вблизи ее южной границы, с одной стороны, и с повышенными темпами потепления в последние десятилетия, с другой. Континентальность и суровость климата в Бурятии выражены гораздо резче, чем в соседних однотипных регионах России. Южная граница криолитозоны растянута практически по всей территории республики, в пределах которой выделяется целый спектр ландшафтов – от автоморфных лесных экосистем до широко распространенных в связи с высокой долей озер и болот гидроморфных ландшафтов, формирующихся при активном влиянии многолетнемерзлых пород, а также и сухостепных. Для реализации Киотского протокола по стабилизации концентраций парниковых газов (ПГ) в атмосфере требуется количественная оценка пространственно-временных изменений наземных поглотителей углерода. Выявление районов с высоким потенциалом и стратегий управления секвестрацией атмосферной углекислоты экосистемами является важной задачей и существует большая неопределенность в отношении фактических оценок резервуаров углерода и того, как на них может повлиять изменение климата. В складывающихся условиях изучение закономерностей функционирования почвенного и растительного резервуара углерода в Забайкалье считаем своевременным и актуальным.

Ключевые слова: холодные экосистемы, секвестрация углерода, почва, лес, Забайкалье.

DOI: 10.31857/S0002188124120074, **EDN:** VVTELU

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях важно научиться улавливать и долгосрочно хранить углекислый газ для замедления потепления климата. Эта практика в настящее время рассматривается научным сообществом как неотъемлемая часть решения проблем изменения климата. Это возможно с помощью секвестрации атмосферного углерода путем устойчивого управления его запасами в почве и лесах. Глобальное изменение климата несет в себе как угрозы, так и новые возможности для развития различных территорий, а также необходимость разработки региональных

мер по смягчению негативного влияния изменения климата и адаптации к последствиям климатических изменений.

Процесс связывания углерода может задержать потепление атмосферы. Секвестрация углерода – это долгосрочное хранение углерода в природных поглотителях: растительности (особенно леса), почвах, водах. Этот процесс демонстрирует огромные перспективы для сокращения человеческого «углеродного следа».

В 2000 г. уровень содержания CO_2 составлял ≈ 369 мг/л, и этот показатель был больше, чем когда-либо за последнее тысячелетие. Такие беспрецедентные темпы роста настолько велики, что экосистемы могут оказаться неспособными адаптироваться к ним. Секвестрирование углерода, под которым

¹Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 24-24-20098 «Секвестрация углерода в результате естественного восстановления лесов после пожаров (на примере Прибайкальского заказника)».

понимается связывание диоксида углерода атмосферы в живое органическое вещество растений (фотосинтез) с последующей трансформацией мортмассы в почвенное органическое вещество, обеспечивает потенциальную возможность смягчения климатических влияний на экосистемы. Роли секвестрации органического углерода и оценки отдельных параметров углеродного цикла уделяется все большее внимание в связи с изменениями климата и продовольственной безопасностью [1]. Углеродный след, углеродные компенсации и оценка углеродного баланса являются ключевыми вызовами и проблемами для современного практического почвоведения, прикладной экологии и экономики природопользования [2].

Известно, что сокращение содержания органического углерода в почве (**SOC**) в результате деградации почвы и неправильного управления привело к повышению уровня CO_2 в атмосфере. Однако, внедряя самые современные методы землепользования и современные системы управления в сельском хозяйстве, существует потенциал для замедления темпов выбросов CO_2 . Восстановление истощенного фонда почвенного органического углерода (**POU**) возможно с помощью различных стратегий, таких как продвижение методов сокращенной или нулевой обработки почвы в сочетании с покровными или пожнивными культурами, а также внедрение круговорота питательных веществ посредством компостирования, внесения навоза и других видов удобрений [3]. Внедрение этих инновационных методов имеет решающее значение для решения проблем, вызванных изменениями окружающей среды, что делает секвестрацию углерода почвой важным решением. Авторы работы [4] отмечали, что минеральные удобрения и ирригационные насосы являются основными геоэкологическими факторами связывания углерода в почве.

Своеобразием условий криолитозоны является то, что в ее пределах выделяется целый спектр ландшафтов – от автоморфных лесных экосистем до широко распространенных в связи с высокой долей озер и болот гидроморфных ландшафтов, формирующихся при активном влиянии многолетнемерзлых пород. Растительный и почвенный покровы являются индикаторами происходящих климатических сдвигов, и исследование их изменений – актуальная задача не только для оценки, но и прогнозирования ресурсного потенциала регионов России.

Более 80% надземного углерода и 70% почвенного органического углерода депонировано в лесах наземных экосистем [5]. По этой причине леса являются основными климатостабилизирующими системами земной поверхности [6]. Самые значительные климатические изменения ожидаются на территории России, особенно в ее лесной зоне. Около 95% лесного покрова страны представлено бореальными

лесными экосистемами, которые эволюционно приспособились к холодному климату. Их адаптационная способность и буферная мощность по отношению к ожидаемому потеплению неизвестны. Предполагают, что при достижении определенного уровня потепления бореальные леса могут стать «элементом переключения», т.е. вступить в фазу неустойчивого состояния, когда относительно небольшие изменения внешней среды приведут к нелинейному отклику в функционировании экосистемы и гибели ее элементов с наименьшей адаптационной способностью [7]. Цель работы – оценка углерод-депонирующей функции холодных экосистем горного Забайкалья.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты исследования расположены в Западном Забайкалье [8, 9]. Также был собран литературный материал по почвам Республики Бурятия [10–17].

Полевые исследования на пробных площадях осуществляли методами, изложенными в работе [18]. Запасы органического углерода ($\text{C}_{\text{опр}}$) определяли в слоях почвы 0–20 см и 0–50 см с учетом плотности сложения по методике [18].

Статистическую обработку результатов и визуализацию данных проводили с использованием программы Microsoft Excel 2013 (пакет «Анализ данных») и Statistica 6.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Депо углерода в почвах. Площадь земель в Республике Бурятия (РБ) составляет 35.1 млн га. Распределение земельного фонда по угодьям следующее: сельскохозяйственные угодья, всего – 3151.4, земли под поверхностными водами – 2413.0, болота – 488.4, земли под лесами и древесно-кустарниковой растительностью – 23888.5, другие угодья – 5192.1, из всех земель – земли под оленевыми пастбищами – 335.8 тыс. га. Наибольшее количество земель (66.7%) покрыто лесами и кустарниками, 7.7% территории занято водоемами, 1.3% – болотами. На долю сельскохозяйственных угодий приходится 8.8% всех земель. Согласно оценкам, темпы потепления климата составили 0.05–0.08 $^{\circ}\text{C}/\text{год}$ [19], и вместе с некоторыми другими районами Забайкалье было отнесено к территориям ускоренного потепления [20, 21]. Ускоренное потепление происходит на фоне относительно стабильного уровня среднегодового увлажнения в регионе [22], предопределяя формирование сопутствующего тренда аридизации климата, особенно выраженного в южной части Забайкалья [23, 24] (рис. 1).

В Бурятии выделяют 5 природно-климатических зон: горно-тундровая, горно-таежная (таежно-лесная), лесостепная, степная и сухостепная. Кроме этого, некоторые площади заняты интразональными

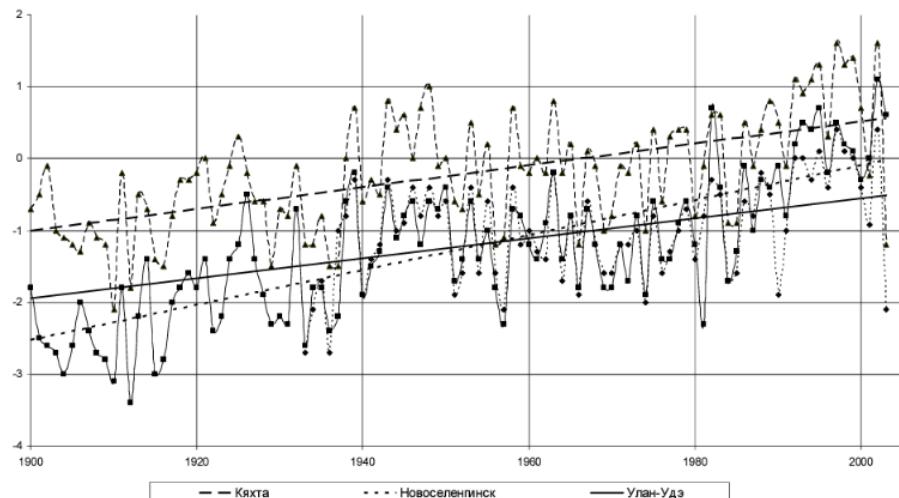


Рис. 1. Многолетняя динамика и тренды средней годовой температуры воздуха в Байкальском регионе [23].

(азональными) образованиями – поймами рек, дельтой р. Селенги, болотами, заболоченными землями, засоленными массивами и др., разнообразие почв представлено почвами всех 4-х стволов почвообразования: 1 – первичного, 2 – постлитогенного, 3 – синлитогенного, 4 – органогенного.

В связи с глобальным потеплением климата мировое сообщество обеспокоено проблемой снижения выбросов парниковых газов и ставит перед собой задачи углеродной нейтральности с обозначением дат ее достижения. Поэтому для решения задач, связанных с секвестрацией углерода, определением ресурсного потенциала требуется привлечение различных материалов исследований запасов углерода в почвенном и растительном покрове. Результаты исследований запасов углерода в почвах приведены в табл. 1.

Секвестрация углерода включает трехэтапный процесс: 1 – улавливание или защита двуокиси углерода от промышленных процессов или электростанций, 2 – транспорт уловленного и сжатого углекислого газа, 3 – хранение оксида углерода в глубоких подземных горных породах.

Поскольку отрасли промышленности по всему миру ежегодно выбрасывают 10 гигатонн (один миллиард метрических т) парниковых газов (ПГ), потребность в связывании углерода остра.

Приводим несколько типов связывания углерода, которые помогут справиться с глобальным потеплением и изменением климата в индивидуальном порядке: секвестрация в лесах, на пастбищах, в водно-болотных угодьях, в водах океана, а также прямой захват из воздуха (DAC) и хранение в почвах, горных породах, отрабатывают также аспекты промышленного улавливания углерода.

Предотвращение дальнейшего нагревания земной атмосферы требует от человечества огромных коллективных усилий. Каждое потенциальное решение

важно, если хотим остановить беспрецедентное изменение климата, от прекращения нашей зависимости от топлива, выделяющего углерод, до установления цели нулевого уровня выбросов к 2050 г.

Секвестрация в лесах. Поглощение углерода в ДФО выше всего в лесах Забайкалья [25]. В пятерку лидеров вошли Якутия, Бурятия, Приморье и Камчатский край. Как сообщили EastRussia в пресс-службе Рослесинформа, в Забайкальском крае поглощение углерода составляет 49.3 млн т, в Якутии – 47.3, в Бурятии объемы поглощения составляют 25.7, в Приморском крае – 12.2, на Камчатке – 12.1 млн т. По данным дальневосточного филиала Рослесинформа «Дальлеспроект», часто встречающиеся породы в этих регионах – сосна, ель и лиственница, средний возраст которых составляет ≈90 лет. Именно эти породы усиленно поглощают углерод. По общим накопленным запасам углерода на Дальнем Востоке лидерами стали Якутия – 2.9, Хабаровский край – 2.3, Забайкалье – 1.3 млрд т.

Леса и редколесья признаны одной из лучших форм естественного связывания углерода. В среднем леса хранят в 2 раза больше углерода, чем они выделяют, в то время как по оценкам ≈25% выбросов углерода поглощаются богатыми лесами ландшафтами, такими как пастбища, поля, прерии, кустарники и т.п.

Агрокосистемы разрушают и истощают запасы органического углерода в почве. Кроме того, через болота, торф углерод может улавливаться и храниться в виде карбонатов. Эти карбонаты накапливаются тысячи лет в виде CO_2 , смешиваются с другими минеральными элементами, такими как минералы кальция или магния, образуя «калише» в пустыне и засушливой почве. В конце концов, этот углерод, хранящийся в карбонатах, высвобождается из земли, но ненадолго – в некоторых случаях через более

Таблица 1. Запасы углерода в слоях 0–50 и 0–100 см почв, кг/м²

Тип почв	<i>n</i>	0–50 см	0–100 см	Авторы
Каштановые	26	5.59 ± 0.24	7.25 ± 0.72	Уфимцева, 1960; Ногина, 1964; Ишигенов 1972; Цыбжитов и др., 1999; Чимитдоржиева, 2016; Чимитдоржиева, 2017
Буроземы	14	14.9 ± 1.1	19.3 ± 1.9	Цыбжитов, Убугунова, 1992; Балсанова и др., 2014; Сымпилова, Бадмаев, 2019; Gininova et al., 2021
Серая лесная	16	10.0 ± 2.0	11.7 ± 1.2	Ногина, 1964; Ишигенов, 1972
Темно-серая лесная	4	10.6 ± 2.1	12.5 ± 1.3	Ногина, 1964; Ишигенов, 1972
Серая лесная неоподзоленная	7	5.76 ± 0.25	8.44 ± 0.16	Ишигенов, 1972
Темно-серая лесная неоподзоленная	9	11.5 ± 2.3	17.5 ± 1.8	Ишигенов, 1972
Подзолы	13	13.6 ± 2.1	15.4 ± 2.1	Цыбжитов, Убугунова, 1992
Дерново-подзолистая	7	6.78 ± 1.36	8.05 ± 0.81	Цыбжитов, Убугунова, 1992; Балсанова и др., 2014

чем 70 000 лет, в то время как органическое вещество почвы хранит углерод в течение нескольких лет. Ученые работают над тем, чтобы ускорить процесс карбонатообразования, добавляя в почву мелкоизмельченные силикаты, чтобы хранить углерод в течение более длительных периодов времени.

Секвестрация на пастбищах. В то время как леса обычно считаются важными поглотителями углерода, луга также могут поглощать больше углерода под землей, поэтому углерод остается фиксированным в корнях и почве, а не в листьях и древесной биомассе. Луга и пастбища являются более надежными местами хранения углерода, чем леса, из-за частых лесных пожаров и обезлесения, затрагивающих леса. Однако леса способны удерживать больше углерода, чем пастбища, но в нестабильных условиях из-за изменения климата пастбища могут быть более устойчивыми.

Секвестрация водно-болотных угодий. Как и все растения, растения водно-болотных угодий поглощают углерод из воздуха в виде углекислого газа и хранят этот углерод в биомассе. Они известны как важные природные активы, способные поглощать атмосферный углерод и ограничивать последующую потерю углерода для облегчения долгосрочного хранения. Ими можно намеренно управлять, чтобы обеспечить естественное решение для смягчения последствий изменения климата, а также помочь компенсировать прямые потери водно-болотных угодий в результате различных изменений в землепользовании и естественных факторов. Кроме того, водно-болотные угодья, такие как торфяные болота, улавливают углерод с более высокой плотностью поглощения углерода на 1 га, чем леса или сельскохозяйственные угодья.

Ситуация на территории Республики Бурятия. Ориентировочно нами рассчитана секвестрация

углерода лесами без учета кустарниковой и травянистой растительности, а также корневых масс, ветоши, опада и т.д.

Леса республики занимают 29140.3 тыс. га, что составляет 83% от всей ее территории. [26]. Лесистость варьирует от 10% в лесостепи до 95% в горной тайге. Все леса относятся к категории горных, с преобладанием хвойных пород. Лесопокрытые площади лесного фонда в РБ составляют: хвойный лес – 3035.4, лиственница – 9843.6, кедр – 1858.2, пихта – 277.5, ель – 157.3 тыс. га. Средний возраст насаждений составляет: хвойных лесов – 123 года, мягколиственных – 43 года. Используя данные поглотительной способности CO₂ отдельными видами деревьев, а также лесопокрытые площади из Гослесофонда Бурятии, рассчитаны ориентировочные величины секвестрации CO₂ (т/год/га) (табл. 2). При общей площади земель, покрытых лесной растительностью, равной 22 332 тыс. га, на площадь под березой, осиной и кустарниками приходится 7 160 т CO₂/год/га.

Мягколиственные леса, состоящие из березы и осины, по данным Рослесинфорга, являются интенсивными поглотителями CO₂: соответственно, до 3.6 и 3.3 т CO₂/год/га. При их учете вместе с кустарниками, травяным покровом может значительно вырасти количество поглощенного CO₂. Не учтены леса с застраивающими земель, лесных полос, парковых зон, водно-болотных угодий, населенных пунктов и т.п.

Улавливание углерода из вод. Водная среда и большие водоемы также являются отличными поглотителями CO₂. Известно, что воды океанов поглощают из атмосферы ≈25% углекислого газа, ежегодно выделяемого в результате деятельности человека. Данными определения поглощенных ПГ из водных систем коллектив не владеет, однако надо полагать, что в холодных и богатых питательными веществами

Таблица 2. Секвестрация С-СО₂ лесной растительностью Бурятии, тыс. т/га/год

Вид деревьев	Площадь, га	Запас, млн м ³	Секвестрация СО ₂	
			т/га/год	тыс т/га/год со всей площади
Сосна	3035.4	367.3	2.4	7285.0
Лиственница	9843.6	987.8	1.8	17718.5
Кедр	1858.2	304.6	1.8	3344.8
	277.5	47.4	2.0	555.0
Ель	157.3	19.4	2.0	314.6
Береза с осиной	7160.0	123.5	3.5	24702.0
Всего	22332.0	1850.0	13.5	53919.8

небольших водоемах (озерах, болотах, временных застойных водах) может депонироваться значительное количество углерода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, из имеющихся данных литературы о депонировании углерода в почвенном покрове и лесной растительности в Республике Бурятия следует, что значительное количество углерода накапливается как в почвенном покрове исследованных районов, так и в лесах различных пород, что, естественно, способствует экологической устойчивости региона. Однако нужно отметить, что данные ориентировочные, т.к. в лесах не учтены кустарники, лесное разнотравье с присущими им мощными корневыми массами. А также вне учета остались опад в виде ветоши, отпада веток, сучьев и т.п. Не учтены леса населенных пунктов, парков, почвозащитные, противодефляционные, эрозионные лесные полосы и места отдыха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Moinet G.Y.K., Amundson R., Galdos M.V., Grace P.R., Haefele S.M., Hijbeek, R., Van Groenigen J.W., Van Groenigen K.J., Powlson D.S.* Climate change mitigation through soil carbon sequestration in working lands: A reality check // *Glob. Change Biol.* 2024. V.30. P. e17010. <https://doi.org/10.1111/gcb.17010>
2. *Абакумов Е.В., Поляков В.И., Чуков С.Н.* Подходы и методы изучения органического вещества почв карбоновых полигонов России (обзор) // *Почвоведение.* 2022. № 7. С. 773–786. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22070024>
3. *Кудеяров В.Н.* Секвестрация углерода в почве: факты и проблемы (аналитический обзор) // *Усп. совр. биол.* 2022. Т. 142. № 6. С. 545–559. <https://doi.org/10.31857/S0042132422060047>
4. *Nazir M.J., Li G., Nazir M.M., Zulfiqar F., Sidique K.H.M., Iqbal B., Du D.* Harnessing soil carbon sequestration to address climate change challenges in agriculture // *Soil Till. Res.* 2024. V. 237. P. 105959. <https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105959>
5. *Jandl R., Lindner M., Vesterdal L., Bauwens B., Baritz R., Hagedorn F., Byrne K.A.* How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? // *Geoderma.* 2007. V. 137. № 3–4. P. 253–268.
6. *Швиденко А.З., Щепащенко Д.Г.* Углеродный баланс лесов России // *Сибир. лесн. журн.* 2014. № 1. С. 69–92.
7. *Lenton T.M., Held H., Kriegler E., Hall J.W., Lucht W., Rahmstorf S., Schellnhuber H.J.* Tipping elements in the earth climate system // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 2008. V. 105(6). P. 1786–1793. <https://doi.org/10.1073/pnas.0705414105>
8. *Чимитдоржиева Г.Д.* Органическое вещество холмовых почв. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2016. 387 с.
9. *Чимитдоржиева Э.О.* Запасы углерода в постагротехнических сухостепенных почвах Западного Забайкалья // *Арид. экосист.* 2017. Т. 23. № 3(72). С. 59–65.
10. *Уфимцева К.А.* Степные и лесостепные почвы Бурятской АССР. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 151 с.
11. *Ногина Н.А.* Почвы Забайкалья. М.: Наука, 1964. 312 с.
12. *Ишигенов И.А.* Агрохимическая характеристика почв Бурятии. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1972. 210 с.
13. *Цыбжитов Ц.Х., Убугунова В.И.* Генезис и география таежных почв бассейна озера Байкал. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1992. 237 с.
14. *Цыбжитов Ц.Х., Цыбикдоржиев Ц.Ц., Цыбжитов А.Ц.* Почвы бассейна озера Байкал. Т. 1. Генезис, география и классификация каштановых почв. Новосибирск: Наука, СО РАН, 1999. 128 с.
15. *Балсанова Л.Д., Гынинова А.Б., Цыбикдоржиев Ц.Ц., Гочиков Б.-М.Н., Шахматова Е.Ю.* Генетические особенности почв бассейна озера Кото-кельское (Восточное Прибайкалье) // *Почвоведение.* 2014. № 7. С. 1–9.

16. Сымпилова Д.П., Бадмаев Н.Б. Почвообразование в ландшафтах тайги и степи Селенгинского среднегорья (Западное Забайкалье) // Почвоведение. 2019. № 2. С. 140–151.
17. Gyninova A.B., Badmaev N.B., Tsybenov Yu.B., Gonchikov B.N., Mangataev A.Ts., Kulikov A.I., Sympilova D.P. Soils of the Darkhuitui catena in the southern Vitim Plateau and their micromorphological features // IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci. 2021. № 862. Р. 012068. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/862/1/012068>
18. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1975. 488 с.
19. Куликов А.И., Куликов М.А., Смирнова И.И. О глубине проравивания почв при изменениях климата // Вестн. Бурят. ГСХА им. В.Р. Филиппова. 2009. № 1(14). С. 121–126.
20. Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Логинов С.В. Пространственные и временные масштабы наблюдаемого потепления в Сибири // Докл. РАН. 2007. Т. 412. № 6. С. 814–817.
21. Поднебесных Н.В., Ипполитов И.И. Крупномасштабная атмосферная циркуляция над Сибирью в конце XX – начале XXI веков: сравнение данных, полученных на основе приземных синоптических карт и реанализа // Фундамент. и прикл. климатолог. 2019. Т. 2. С. 34–44.
22. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Самохина О.Ф. Особенности температурного режима у поверхности земного шара в 2020 году // Фундамент. и прикл. климатолог. 2021. Т. 7. № 2. С. 26–56.
23. Смирнова И.И., Куликов А.И., Куликов М.А. Термическое состояние деятельного слоя в криолитозоне байкальского региона в контексте глобального потепления // Вестн. ВСГУТУ. 2012. № 4(39). С. 227–233.
24. Убугунов Л.Л., Куликов А.И. Глобальное потепление и его некоторые экосистемные следствия // Вестн. Бурят. НЦ СО РАН. 2013. № 4(12). С. 243–258.
25. <https://www.eastrussia.ru/news/pogloshchenie-ugleroda-v-dfo-vyshe-vsego-v-lesakh-zabaykalya/>
26. <https://roslesinfor.ru> > news

Carbon Sequestration by Ecosystems of Cold Territories of Transbaikalia

G. D. Chimitdorzhieva^{a, #}, E. O. Chimitdorzhieva^a, E. Yu. Milkheev^a, Yu. B. Tsybenov^a, Ts. D.-Ts. Korsunova^a

^aInstitute of General and Experimental Biology SB RAS,
ul. Sakyanova 6, Ulan-Ude 670047, Russia
#E-mail: galorgi@gmail.com

In the Baikal region, the continuous cryolithozone occupies ≈15, the transitional intermittent zone with Talikov islands – 30, the transitional island zone – 45, taliki with a continuous area – 10%. Attention is drawn to the dominance of the transition band, which is characterized by unstable thermodynamic equilibrium. High-temperature permafrost is easily degraded by technonconversion of external heat exchange conditions: removal of ground covers (organogenic layer and snow cover), deforestation, plowing, fires, etc. These circumstances increase the natural hazards and risks in the region. In this regard, the territory of Transbaikalia is of great interest, being in the permafrost zone and near its southern border, on the one hand, and with increased warming rates in recent decades, on the other. The continentality and severity of the climate in Buryatia are much more pronounced than in neighboring single-latitude regions of Russia. The southern boundary of the cryolithozone stretches almost throughout the entire territory of the republic, within which a whole range of landscapes is distinguished – from automorphic forest ecosystems to widespread, due to the high proportion of lakes and swamps, hydromorphic landscapes formed under the active influence of permafrost, as well as dry-steppe. The implementation of the Kyoto Protocol on Stabilization of Greenhouse Gas (GHG) Concentrations in the Atmosphere requires a quantitative assessment of spatiotemporal changes in terrestrial carbon sinks. Identifying areas with high potential and strategies for managing sequestration of atmospheric carbon dioxide by ecosystems is an important task and there is great uncertainty about the actual estimates of carbon reservoirs and how they may be affected by climate change. In the current conditions, we consider the study of the patterns of functioning of the soil and plant carbon reservoir in Transbaikalia to be timely and relevant.

Keywords: cold ecosystems, carbon sequestration, soil, forest, Transbaikalia.