**Кузнецов, Антон Александрович. Запас и потоки углерода, связанные с крупными древесными остатками в лесных биогеоценозах средней и северной тайги : диссертация ... кандидата биологических наук : 06.03.02 / Кузнецов Антон Александрович; [Место защиты: С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. им. С.М. Кирова].- Санкт-Петербург, 2010.- 176 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-3/407**

Санкт-Петербургская Государственная лесотехническая академия

имени С.М. Кирова

На правах рукописи



**04201101701**

Кузнецов Антон Александрович

ЗАПАС И ПОТОКИ УГЛЕРОДА, СВЯЗАННЫЕ С КРУПНЫМИ ДРЕВЕСНЫМИ ОСТАТКАМИ В ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ СРЕДНЕЙ И СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

06.03.02 - Лесоведение и лесоводство, лесоустройство и лесная таксация Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор

Соловьев В. А.

Санкт-Петербург

2010

*і*

**Содержание**

Стр.

[Предисловие 4](#bookmark2)

Список терминов 5

**Введение 6**

/ \*

[**Глава 1.** Обзор литературы 11](#bookmark3)

1.1. Роль К ДО в лесных экосистемах 11

1. [КДО и фитоценологическая структура лесов 18](#bookmark5)
2. Функциональные связи организмов с КДО 19
3. Этапы возрастной динамики коренных еловых древостоев 27

Заключение по главе 1 29

[**Глава 2.** Цель, задачи и программа исследования **30**](#bookmark9)

[**Глава** 3. Объекты и методика работы 31](#bookmark10)

[3.1. Методика работы 31](#bookmark11)

1. [Характеристика природных и экологических условий района расположения национального парка «Югыд Ва» 38](#bookmark12)
2. [Характеристика природных и экологических условий района расположения национального парка «Кенозерский» 42](#bookmark13)
3. [Характеристика природных и экологических условий района расположения природного парка «Вепсский лес» 45](#bookmark14)

**Г лава 4.** Анализ средних значений запасов КДО, потоков в связи с

ксилолизом и отпадом 48

**Глава 5.** Запас углерода КДО 53

[**Глава 6.** Поток углерода, связанный с отпадом древостоя 61](#bookmark16)

**68**

**Глава 7.** Поток углерода, связанный с ксилолизом

з

[**Глава 8.** Баланс потокбв углерода: отпад древостоя - ксилолиз 74](#bookmark17)

[**Глава 9.** Обсуждения результатов исследования 85](#bookmark19)

[**Заключение 88**](#bookmark7)

**Выводы 89**

**Литература 90**

**Приложения 109**

*і*

**Предисловие**

Работа выполнена на кафедре общей экологии, анатомии и физиологии растений Санкт-Петербургской Государственной лесотехнической академии имени С.М.Кирова (СПбГЛТА), с 01.10.04 г. по 01.10.2010 г. Все полевые работы проводились в коренных лесах средней подзоны тайги — природного парка «Вепсский лес» (Ленинградская область) и национального парка «Кенозерский» (Архангельская область), северной подзоны тайги — национального парка «Югыд-Ва» (республика Коми). Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю профессору Соловьёву Виктору Александровичу, доценту Шороховой Екатерине Владимировне, профессору Федорчуку Виктору Николаевичу, доценту Капице Екатерине Александровне, Гладышеву Александру Сергеевичу, Шорохову Алексею Анатольевичу, к.б.н. Казарцеву Игорю Александровичу, Трубицыной Екатерине Алексеевне, а также всем сотрудникам кафедры Общей экологии, анатомии и физиологии растений за ценные наставления и поддержку.

*t*

**Список терминов и сокращений**

БГЦ - биогеоценоз;

ВПП - временная пробная площадь;

Годовой опад и отпад фитомассы - ежегодно отмирающая часть фитомассы в виде опада листьев/хвои, отпада деревьев и корней;

Детрит - мертвое органическое вещество;

ДРГ - дереворазрушающие грибы;

КДО - крупные древесные остатки, - это сухостой, валеж, зависшие стволы, пни. а также обломки, крупные ветви и корни со средним диаметром более 2.5 см (Harmon et al., 1986); \

Мортмасса - запас мертвого растительного органического вещества, включающий сухостой, валеж, подстилку, отмершие подземные органы;

ПП - пробная площадь;

ППП - постоянная пробная площадь.

Сукцессия растительности - это последовательный ряд смены серийных (временно существующих) растительных сообществ на конкретном местообитании после выведения экосистемы из состояния динамического равновесия.

**Введение**

Актуальность темы. Интерес к изучению крупных древесных остатков (КДО) с каждым, годом неуклонно растет (Разумовский, 1981; Осипов, 1989; Морозов, 1994; Алексеев и Бердси, 1994; Адриянова, 2001; Стороженко, 2009,;). Это связано с недостаточной изученностью их роли в круговороте веществ в лесных биогеоценозах, биологическим разнообразием видов и биологической продуктивности лесов. Интерес со стороны научного сообщества к изучению КДО обострялся в связи с несколькими фундаментальными проблемами: высвобождение в атмосферу большого количества углерода из ископаемого топлива при сжигании; увеличение продуктивности и устойчивости лесов с вовлечением КДО в биологический круговорот (Abbott, Crossley, 1982; Алексеев и Марков, 2003; Воронин и Коновалов, 2005).

Лесные и другие природные экосистемы стали рассматриваться в совершенно новом для них аспекте. Сохранение и разведение лесов стало рассматриваться как способ связывания (депонирования) атмосферного углерода, позволяющкй сбалансировать выбросы углекислого газа в атмосферу при сжигании природного топлива. Суммарные объемы депонирования углерода лесами России оцениваются в 261,64 миллиона тонн в год (Исаев и др, 1995; Ведрова и др., 2002).

Количественная характеристика параметров круговорота углерода в лесных экосистемах необходима для оценки их роли в глобальном углеродном цикле, что особенно актуально в связи с широко обсуждаемыми в настоящее время проблемами сохранения биопродуктивности и биосферными функциями лесов.

Цели и задачи исследования. Целью работы являлась оценка запасов углерода в КДО коренных лесов средней и северной подзон тайги. В задачи исследования входили расчеты пулов углерода крупных древесных остатков, а также потоков углерода, связанных с отпадом (скорость притока) древостоя и

разложением крупных древесных остатков в биогеоценозах различных типов леса и сукцессионного состояния.

Объекты исследования. Исследования проводились в период 2005-2009 г.г. в среднетаежных ельниках резервата «Вепсский лес» природного парка «Вепсский лес» Ленинградской области, национального парка «Кенозерский», Архангельской области, а также в северотаежных ельниках Национального парка «Югыд Ва» республики Коми.

Национальный парк «Югыд Ва» расположен на северо-востоке Республики Коми в районе Приполярного и Северного Урала и является, пожалуй, самым крупным участком северной тайги в Европе, мало затронутым хозяйственной деятельностью. Исследования, на территории Парка «Кенозерский», который представляет собой природный комплекс, расположенный на юго-западе Архангельской области, проводились в части коренных лесов. Природный парк «Вепсский лес» расположен на северо- западе Восточно-Европейской равнины. Особая ценность территории резервата состоит в том, что здесь имеется сочетание уникальных по степени сохранности природных комплексов — темнохвойных лесов (коренных разновозрастных ельников).

Методика работы. При исследовании резервата «Вепсский лес» была использована база ППП, заложеннная С.А. Дыренковым и С.С. Савицким (1984). В национальных парках «Югыд Ва» (2008) и «Кенозерский» (2006) были заложены ВПП. Всего было обследовано 114 пробных площадей (2637 объектов КДО). Для определения запасов КДО на одной ПП было заложено по 4 трансекты длиной 50 метров и шириной 4 метра во взаимно перпендикулярных направлениях (крестом, направление С-Ю, 3-В, место пересечения — центр выдела). Для **исследования** подбирались участки леса (БГЦ), характеризующиеся различными типами леса, преобладающей древесной породой, возрастной структурой и сукцессионном состоянием. При инвентаризации крупные древесные остатки учитывали по породам, классам разложения и категориям (валеж, зависшие деревья, сухостой, пни и фрагменты КДО) на трансекте.

Для определения массы углерода крупных древесных остатков их объем по породам умножалсяі на базисную плотность согласно разработанной

*і*

системе классов разложения (Шорохова, Шорохов, 1999).

Далее проводилась камеральная обработка и статистический анализ данных с использованием ковариационного анализа (ANCOVA); теста на гомогенность Дункана и непараметрического теста Краскела-Уоллиса (пакет программ Statistica 6.0) с целью установления влияния различных факторов (обобщенная фаза динамики, подзона тайги, фаза динамики, обобщенный тип леса, класс бонитета, порода) на: запасы КДО; поток углерода, связанный с отпадом; поток углерода, связанный с ксилолизом; балансовое соотношение входящего и исходящего потоков.

*t*

Научная новизна. Впервые рассчитаны значения пулов и потоков углерода, связанных с КДО, а также баланс углерода КДО (соотношения входящего и исходящего потоков) в БГЦ различных типа леса и сукцессионного состояния для лесов, развивающихся без воздействия хозяйственной деятельности человека. Впервые количественно оценено влияние различных факторов (лесорастительных условий, типа леса и сукцессионного состояния БГЦ, естественных нарушений) на пул углерода КДО и определяющие его потоки; проведена комплексная оценка баланса пула углерода КДО и статистически оценено влияние различных факторов на

*і*

динамику углерода КДО в коренных лесах. Впервые проведена сравнительная оценка роли КДО в круговороте углерода коренных лесов, находящихся в разных ландшафтно-экологических условиях.

Теоретическая и практическая ценность работы. В настоящее время исследование запасов КДО является важнейшей задачей в связи со значительным дефицитом древесины в условиях транспортной доступности, высоким развитием технологий глубокой переработки низкокачественной древесины и биоэнергетики. В этих условиях КДО рассматривается как ценное сырье для деревоперерабатывающей промышленности и элемент для устойчивого функционирования лесных экосистем, однако достоверное распределение в лесах таежной зоны этого ресурса до сих пор остается малоизученным.

Рассчитанные на основании экспериментальных данных значения пулов

и потоков углерода, связанных с КДО, а также баланс углерода КДО

(соотношения входящего и исходящего потоков) в различных БГЦ позволяют

составить углеродный баланс на уровне биогеоценоза. Данная работа

«

позволяет установить динамику древесного детрита в лесах таежной зоны.

Данная работа позволяет осуществить прогноз по количественным характеристикам детрита в различных условиях. Наличие древесного детрита влияет на биоразнообразие, поэтому результат работы (фактическое нахождение детрита на 1111) может быть оценен как один из параметров связанных с биоразнообразием.

Полученные результаты могут использоваться при планировании различных лесохозяйственных мероприятий в лесах высокой биологической ценности и эксплуатационных лесах.

Обоснованность и достоверность результатов. Запасы и потоки углерода связанные с КДО рассчитывались на основании инвентаризации 114 пробных площадей (2637 объектов КДО), расположенных в северной и средней подзонах тайги, приуроченным к различным лесорастительным условиям, типам леса и различным сукцессионным состояниям БГЦ, с естественными нарушениями, таким, как пожары, ветровалы и др.

При вычислении потоков углерода использовались данные учетов на пробных площадях за 5-20 лет. Во избежание субъективности при выборе пробных площадей в работе был использован метод трансект. Все распределения проверяли на нормальность, в случае несоответствия, распределения приводили к нормальному путем извлечения корня или логарифмирования. Далее данные обрабатывали с использованием ковариационного анализа (ANCOVA, ППП Statistica 6.0). Статистический анализ показал достоверность полученных результатов.

Апробация работы. Результаты работы доложены на конференции «К 10-летию Совета Молодых Ученых Санкт-Петербурга», Санкт-Петербург, 2005 г.; международной конференции «Nature Forest», Хютала, Финляндия,

і

2007 г.; международной научно-практической конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, 2007 г.; ежегодной научной конференции молодых ученых лесотехнической академии, Санкт-Петербург, 2007 г.; конференции

«Заповедники России и устойчивое развитие», Великие Луки, 2007 г.; конференции «Морозовские чтения», Санкт-Петербург, 2008 г.;

международной научно-практической конференции молодых ученых «Биологическое разнообразие, озеленение, лесопользование», Санкт- Петербург, 2008 г.; международной научно-практической конференции «Forest as a renewable source of vital values for changing world (Лес как возобновляемый

*і*

источник жизненных ценностей в изменяющемся мире)», Санкт-Петербург, 2009 г.; VII международной конференции «Проблемы лесной фитопатологии и микологии», Пермь, 2009 г.; международной научно-практической

конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка», Санкт-Петербург, 2009 г.; конференции Совета Молодых Ученых Санкт-Петербурга, 2009.

Публикации. По теме публикации опубликовано 12 работ, в том числе 5 в реферируемых изданиях ВАК.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 177 страницах машинописного текста. Состоит из введения, 9 глав, заключения и 5 приложений. Список литературы включает 251 наименование, в том числе 67 на иностранных языках. Текст иллюстрирован 12 таблицами и 19 рисунками.

**Заключение**

Полученные результаты позволяют оценить роль КДО в круговороте углерода коренных лесов, находящихся в разных ландшафтно-экологических условиях. Нарушения являются ключевым фактором, определяющим роль пула КДО в круговороте углерода коренных лесов. В БГЦ, находящиеся в фазах нарастания и стабилизации запаса, независимо от возрастной структуры древостоя, значение годового баланса потоков углерода незначительно выше нуля, что показывает, что пул углерода КДО медленно растет, эмиссия не превышает отпад. В БГЦ, находящихся в фазе дигрессии, годовой баланс пула углерода КДО отрицателен, что означает эмиссию углерода в атмосферу. Долговременная роль пула КДО более зависит от ландшафтно-экологических условий: запас углерода КДО, в отличие от изучаемых потоков, более зависит от климатических условий (подзона тайги), преобладающей в древостое породы, а в сильнонарушенных древостоях (дигрессия) - от положения в сукцессионном ряду (возрастной структуры древостоя).

Регрессионные модели зависимости запаса углерода КДО от их объема и потока углерода в связи с ксилолизом от запаса углерода КДО применимы для расчета пулов углерода КДО в сходных БГЦ на основании инвентаризации КДО по классам разложения.

Результаты показали огромную вариабельность пула углерода КДО в коренных лесах, что затрудняет распространение оценок, полученных для отдельных БГЦ на уровне ландшафта и региона.

1. Запас углерода КДО зависит от фазы динамики древостоя: для фаз нарастания и стабилизации запаса среднее значение равно 15,402± 1,095 тС га'1; для фазы дигрессии древостоя среднее значение равно 37,713±3,776 тС га'1.
2. Поток углерода в результате отпада, зависит от природной подзоны, так

*і*

для средней подзоны тайги среднее значение равно 0,543±0,794 тС га"'га'1, для северной подзоны тайги этот показатель равен 1,451±0,798 тС га'’га"1.

1. Поток углерода в связи с ксилолизом зависит линейно от запаса углерода КДО, линейная зависимость у=0,0127х - 0,011; R2=0,7371.
2. Поток углерода в связи с ксилолизом зависит от обобщенной фазы динамики древостоя, так для фаз нарастания и стабилизации запаса этот показатель равен в среднем 0,168±0,013 тС га"1 га’1; для фазы дигрессии древостоя среднее значение 0,513±0,052 тС га"'га'1.
3. Баланс потоков отпад-ксилол из т С га"'га"1 имеет логарифмическую зависимость у= - 0,6129Ln(x) + 2,2314; R=0,5911 от запаса углерода в КДО тС га'1.
4. В БГЦ, находящихся в фазе дигрессии, годовой баланс пула углерода КДО отрицателен, что означает эмиссию углерода в атмосферу.
5. По мере увеличения запаса углерода КДО, в балансе потоков углерода доля

t

процесса ксилолиза увеличивается относительно значений отпада. Величина запаса углерода КДО равная 38,0 тС га'1 является пограчным значением, до которого преобладает процесс накопления КДО (отпада), а при превышении этого значения, доминируют процессы ксилолиза.