

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Выльгортская средняя общеобразовательная школа №2»
имени В. П. Налимова Сыктывдинского района
Республика Коми

**Годовое поступление древесного опада
на поверхность почвы
среднетаежного сосняка черничного**

Автор:
Каторкина Лина Васильевна,
учащаяся 10 класса

Руководитель:
Косолапова Лариса Михайловна,
учитель географии

Научный консультант:
Осипов Андрей Федорович,
к.б.н, научный сотрудник
Института биологии Коми НЦ УрО РАН

с. Выльгорт, 2019

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Обзор литературы	4
1.1. Определение, структура и функции опада в лесных экосистемах.....	4
1.2. Поступление опада в различных экосистемах	5
1.3. Экологические факторы, влияющие на количество опада	6
1.4. Сезонная динамика поступления опада в лесных экосистемах	7
1.5. Нарушения, влияющие на поступление.....	8
Глава 2. Материал и методика	10
Глава 3. Результаты исследований и их обсуждение.....	12
3.1. Масса и фракционный состав древесного опада на поверхность в среднетаежном сосняке черничнике.....	12
3.2 Поступление древесного опада по сезонам.....	15
Выводы.....	18
Список литературы	19
Приложения.....	20

Введение

Древесный опад¹ как источник органического вещества почв и элементов питания для биоты является одним из ключевых компонентов биогеохимических циклов в лесных сообществах и составляет основу общего опада в лесах бореального пояса (Никонов, Лукина, 1994).

Масса и структура опада определяют запас лесной подстилки. Древесный опад выполняет трофическую роль и служит местом обитания для большинства беспозвоночных животных и микроорганизмов, обеспечивающих его минерализацию. Достоверная информация о количестве и фракционном составе древесного опада необходима для исследований циклов углерода и элементов питания в лесах. Масштабные работы по оценке массы и фракционного состава опада в таежных лесах европейской части России проводились в рамках Международной биологической программы (Казимиров, Морозова, 1975; Забоева, 1975; Манаков, Никонов, 1981), позднее исследовалась сезонность поступления древесного опада (Цветков, Цветков, 2003). Выявлены зависимости массы хвойного опада от географической широты. Установлено, что количество и состав опада зависят от состава древостоя, годичного прироста деревьев, их возраста и др.

Поступление опада в лесах Республики Коми, главным образом, охарактеризовано для еловых (Кузнецов, 2010; Бобкова и др., 2014), сосновых (Эколого-физиологические..., 1993; Бобкова, Осипов, 2012) и хвойно-лиственных насаждений. Однако исследованиями охвачены не все типы сообществ. Работ в сосняках черничного типа не выполнено.

Цель работы – изучение годового поступления древесного опада в среднетаежном сосняке черничном.

Задачи:

1. Определить массу древесного опада на поверхности почвы в сосняке черничном.

2. Рассчитать долю отдельных фракций древесного опада.

3. Оценить поступления древесного опада по сезонам.

Объект исследования: древесный опад в сосняке черничном.

Предмет исследования: годовое поступление древесного опада.

Период исследования: летне-осенний сезон 2018 года, зимне-весенний сезон 2019 года.

Место исследования: Республика Коми, Краснозатонское участковое лесничество ГУ «Сыктывкарское лесничество».

¹ Опад - это отмершие части растений (ветки, листья и др.), опавшие на поверхность почвы.

Глава 1. Обзор литературы

1.1. Определение, структура и функции опада в лесных экосистемах

Опад лесной (растительный), опавшие в лесу листья, хвоя, ветви, сучья, кора, плоды и др. части лесной растительности. Опад лесной включает также упавшие сухостойные, буреломные и ветровальные деревья, отмирающие корни растений, отмершие организмы животного происхождения. Опавшие части растений наиболее богаты зольными веществами и азотом. Опад - основной материал для образования лесной подстилки и органического вещества почв (гумуса). От состава опада, количества, времени, условий и места произрастания зависит процесс формирования лесной почвы.

Согласно Л.О. Карпачевскому (1981) по скорости разложения целесообразно выделить два крупных структурных компонента опада: активный и неактивный. Фракции опада, формирующие эти компоненты представлены на рисунке 1.



Рис.1. Структура древесного опада

Поступление опада на поверхность почвы – это ключевой процесс круговорота веществ в наземных экосистемах. С ним обеспечивается возврат элементов питания, поглощенных растениями из почвы в процессе своего развития, которые высвобождаются в процессе разложения. Это основная функция опада в лесных экосистемах.

Компонентная структура опада, т.е. соотношения его различных фракций, важно для изучения процессов катаболизма на экосистемном уровне, в частности – трансформации лесной подстилки. Касательно скорости последующей минерализации органического вещества в опаде различают активную (хвоя, листья) и неактивную фракцию (ветки, шишки). Поэтому при исследовании годового баланса органического углерода в лесных экосистемах необходимо установление количества той его части, которая формирует поток углерода из блока «фитомасса» в блок «почва», т.е. – изучение особенностей годовой динамики опада.

1.2. Поступление опада в различных экосистемах

Поступление опада в разных экосистемах евразийских лесов сильно различается. Масса общего опада колеблется от 261 до 973 г/м². Наибольшее количество поступает во влажных тропических лесах, а наименьшее в бореальных лесах (рис. 2). Листовой опад изменяется от 188 (бореальные леса) до 622 г/м² (влажные тропические леса). В субтропических лесах среднее общее количество органического вещества меняется от 438 до 617 г/м², а листовое от 307 до 443 г/м². В умеренном поясе величина общего опада составляет от 311 до 469 г/м², листового – от 198 до 352 г/м².

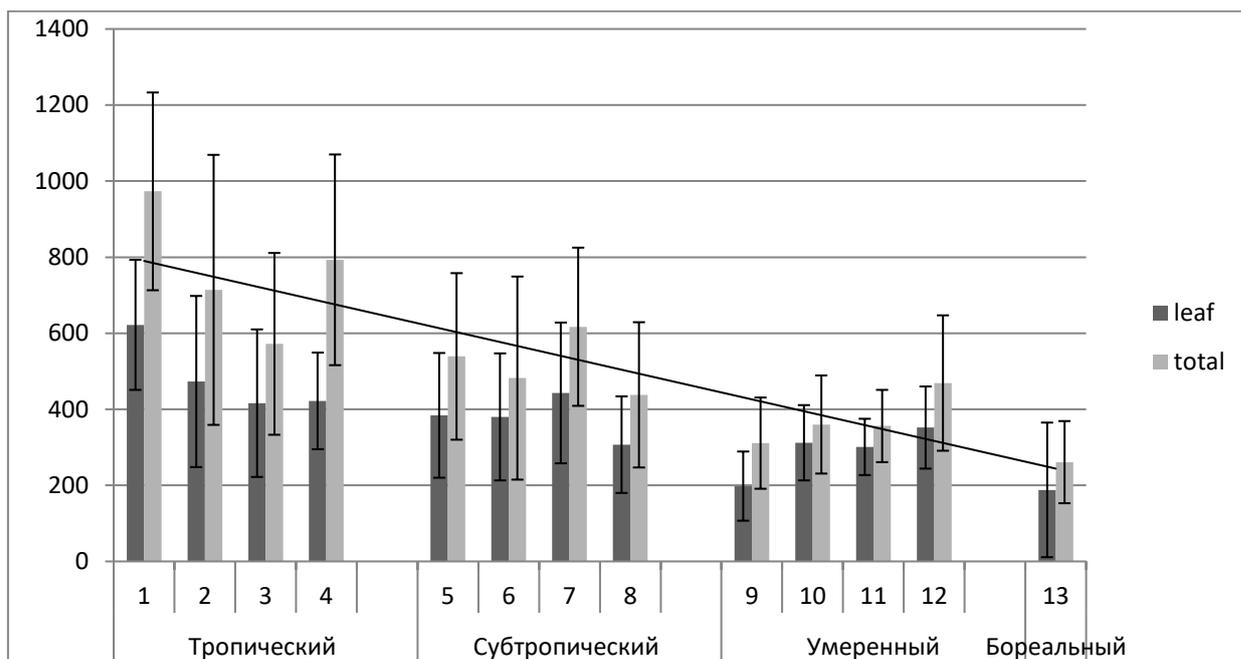


Рис.2. Среднее количество общего и листового опада в разных лесных группах в евразийских лесах (г/м²)

Leaf – листовый опад древесных растений, *total* – общий опад.

1-влажные тропические леса; 2-сезонно влажные леса; 3- саванны и редколесья; 4- горные тропические леса; 5-сезонно влажные субтропические леса; 6- редколесья и кустарники; 7- горные субтропические леса; 8- средиземноморские леса; 9-смешанные леса; 10- горные леса умеренного пояса; 11- муссонные широколиственные леса; 12- широколиственные леса; 13- умеренно континентальный и континентальный климат.

Поступление опада в лесах варьирует в широких пределах. Например, в ельниках Республики Коми масса опада меняется от 195 до 536 г/м² в год, наибольшее количество наблюдается в ельнике чернично-долгомошном, а наименьшее – в ельнике разнотравно-черничном. В сосняках ежегодное поступление органического вещества на поверхность почвы варьирует от 132 до 250 г/м². В культурах разных пород Красноярского края изменяется от 245 г/м² в год (культура березы) до 940 г/м² (культура ели). Следует отметить, что в искусственно созданных насаждениях поступление опада более интенсивно. Так, в культурах сосны ежегодно поступает в 2 раза больше опада, чем в естественных сосняках масса опада, в культурах ели эта величина превышает естественные ельники в 3 раза (Бобкова, Осипов, 2012).

1.3. Экологические факторы, влияющие на количество опада

На величину опада влияют многие факторы: почвенно-климатические условия, погодные условия текущего и предыдущего годов, степень воздействия листоядных насекомых (листовертки, шелкопряды и др.), порода, возраст древостоя (Таблица 2).

Таблица 2

Поступление опада на разных стадиях развития сосняков
(Бобкова, Осипов, 2012; Осипов, 2017)

Возраст, лет	Опад, т га ⁻¹ год ⁻¹		
	Древесные растения	Растения напочвенного покрова	Всего
Сосняк черничный			
60	1.29±0.20	1.27±0.20	2.56±0.40
94	2.01±0.34	0.58±0.04	2.59±0.38
Сосняки чернично-сфагновые			
45	1.32±0.13	1.25±0.18	2.57±0.31
60	1.81±0.27	1.93±0.23	3.74±0.50
118	1.14±0.08	2.38±0.33	3.52±0.41

Величина опада может составлять от нескольких центнеров (в лесотундре) до нескольких тонн. Для всех лесов характерно поступление опада на протяжении всего вегетационного периода, но в лесах, относящихся к подтипу биосферы с метаболизмом с паузой, поступление опада резко увеличивается в начале и конце паузы. В лесах умеренного климатического пояса эти максимумы приходятся на осенние и весенние месяцы. Заметно различается запас опада по годам. Измерения в одном типе леса на стационарных опадоуловителях показали, что в зависимости от погодных условий поступление опада может колебаться в широких пределах. В засушливое лето резко увеличивается опад хвои, и это может сказаться на опаде будущего года (Карпачевский, 1981). Исследования, проведенные за рубежом, также подтверждают влияние погодных условий на массу опада. Продолжительность вегетационного периода хорошо коррелирует с опадом в хвои в сосняках Канады (*Pinus banksiana*) хотя взаимосвязи с ельниками не обнаружено. В пихтовых лесах Нидерландов скорость ветра оказывает значимое влияние на опад хвои. В дополнении к этому ветер повреждает ветви деревьев, что ведет к их отмиранию и их опадению. Кроме того, на опад ветвей большое влияние оказывает количество снега в зимний период.

1.4. Сезонная динамика поступления опада в лесных экосистемах

В литературе приводятся данные, что древесный опад в годовом цикле поступает неравномерно. В работе Кузнецова М.А. (2010), проведенных в чернично-сфагновом ельнике установлено, что за зимне-весенний период в чернично-сфагновом ельнике поступает опада 54%, в течение сентября-октября – 24% и в летние месяцы – 22%. Лиханова Н.В. (2014) выявила, что на вырубках ельника черничного влажного в зимне-весенний опад приходится 52-58, на летний – 20-23, на осенний – 22-25 % от общей массы опада.

Исследованиями С.В. Бряниной, Е.Р. Абрамовой (2017), проведенными в лиственничниках Зейского заповедника, установлено, что кривая сезонного поступления опада имеет волнообразный характер с пиком в осенние месяцы. Исследованиями, проведенным в среднетаежных сосняках чернично-сфагновых в условиях Республики Коми, выявлено, что масса древесного опада составляет 1,1-1,7 т/га органической массы (Бобкова, Осипов, 2012). На долю теплого периода (с мая по сентябрь) приходится 66-74 % от общей массы (рис. 3).

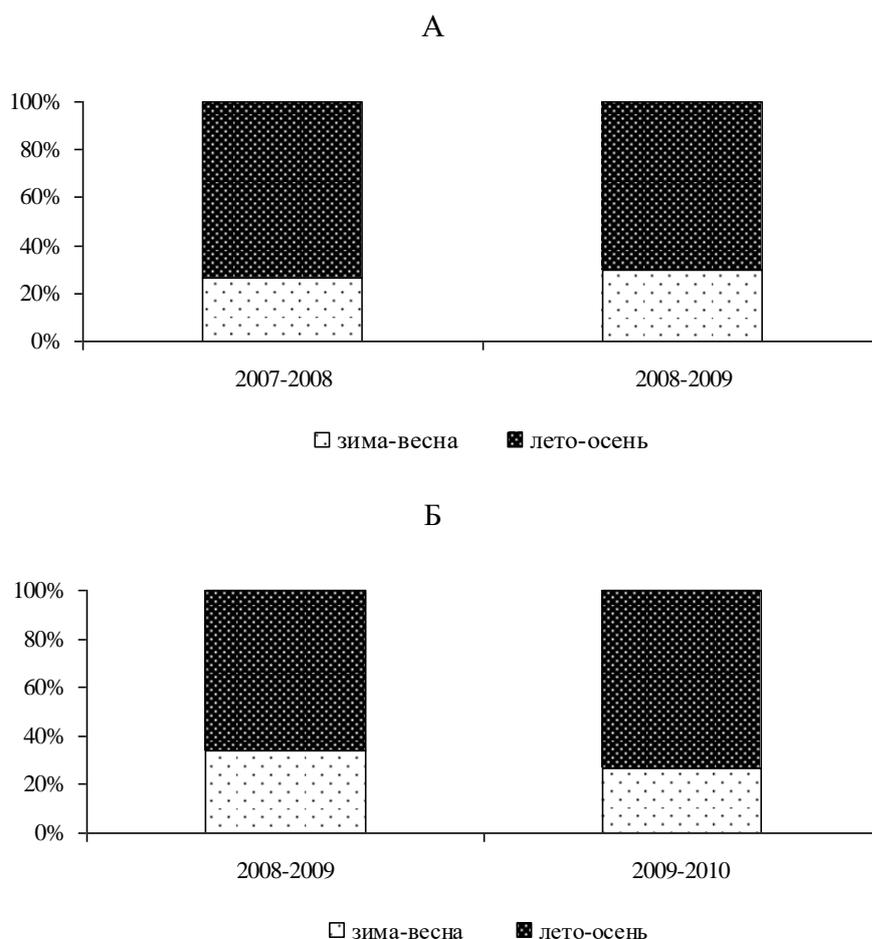


Рис. 3. Сезонное поступление опада древесного яруса сосняков чернично-сфагновых: а – 45-летний древостой; б – 118-летний древостой

1.5. Нарушения, влияющие на поступление опада

На поступление опада влияют различные нарушения, оказывающие воздействие на лесные экосистемы. К наиболее катастрофическим относятся лесные пожары, ветровалы, нашествие насекомых-вредителей и промышленные рубки. Так, исследованиями, проведенными в лиственничниках Зейского заповедника С. В. Бряниной, Е. Р. Абрамовой (2017) установлено, что максимальное поступление органического вещества как в постпирогенном сообществе, так и на контрольной площади наблюдается в октябре, однако абсолютные значения различаются в 3,7 раза. В ненарушенном пожаром лиственничнике опад древесного яруса составляет более 80% от общего количества опада с преобладанием листьев березы плосколистной. В насаждении, пройденном низовым пожаром доля опада древесного яруса весьма незначительна и составляет менее половины суммарного годового опада, фракции листьев березы и хвои лиственницы различаются незначительно. В осенне-зимний период на контрольной ПП наблюдается значительное увеличение поступления органического материала, что связано с сезонным опаданием листьев и хвои древесных пород.

Промышленные рубки в лесных насаждениях ведут к нарушению биологического круговорота веществ. Исследованиями Лихановой Н.В. (2014) установлено, что масса органического вещества, поступающего в почву с опадом надземных органов и корней древесных растений, на 4-6-летней вырубке ельника черничного влажного составляет 366,1; долгомошно-сфагнового – 412,1 кг/га. В ненарушенных ельниках схожего типа масса опада в 1,2-1,3 раза больше (Бобкова, 2001).

В лесах, подверженных воздушному промышленному загрязнению, выявлены тренды увеличения массы опада, главным образом, за счет таких фракций, как хвоя и кора, за последние двадцать лет, несмотря на снижение объемов выбросов. Это объясняется как ослаблением деревьев, вызванным влиянием загрязнения в годы, предшествующие снижению выбросов, так и влиянием выбросов в период наблюдений, а также увеличением возраста и фитомассы древостоев. Наблюдается значительное увеличение величины соотношения между массой опадающей хвои и её живой массой в техногенных редколесьях по сравнению с фоновыми условиями (0,6 и 0,1, соответственно). Различия массы опада всех фракций без учета и с учетом внутри биогеоценотического варьирования за одни и те же годы достигали двух и более раз. Значительные различия обнаруживаются для всех фракций (Иванова, Лукина, 2017)

Таким образом, экологическими и антропогенными факторами, влияющими на количество опада, являются:

- 1) почвенно-климатические условия;
- 2) погодные условия текущего и предыдущего годов;
- 3) степень воздействия листоядных насекомых;
- 4) порода деревьев;
- 5) возраст древостоя;
- 6) сезон года;
- 7) степень загрязнения атмосферы;
- 8) промышленные вырубки.

По литературным источникам мы выяснили, что опад – это отмершие части растений, опавшие на поверхность почвы. Два крупных структурных компонента опада: активный и неактивный. В активную фракцию входят хвоя, листья, семена, растения напочвенного покрова, почечные чешуи, а в неактивную – кора, ветви, шишки. На его величину и поступление влияют многие факторы такие, как почвенно-климатические условия, порода деревьев, возраст древостоя, и различные нарушения, например, степень загрязнения атмосферы, промышленные вырубки. Сезонная динамика поступления опада в лесных экосистемах выглядит следующим образом: в чернично-сфагновом ельнике за зимне-весенний период поступает опада 54%, в течение сентября-октября – 24% и в летние месяцы – 22%; в среднетаежных сосняках чернично-сфагновых в условиях Республики Коми выявлено, что доля древесного опада в теплом периоде (с мая по сентябрь) приходится 66-74% от общей массы.

Глава 2. Материал и методика

Характеристика района исследования. Исследования проводились в течение летне-осеннего сезона 2018 г. и зимне-весеннего сезона 2019 г. на территории Краснозатонского участкового лесничества ГУ «Сыктывкарское лесничество» Республики Коми. В приспевающем среднетаежном сосняке черничном, III-IV бонитета, возрастом 85-90 лет, на торфянисто-подзолисто-глеевой иллювиально-железистой почве. Древостой сосняка сформирован *Pinus sylvestris* L. с примесью *Betula pubescens* Ehrh. и *Picea obovata* Ledeb. Его состав 9С1Б + Е. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Vaccinium myrtillus* L., встречаются *V. vitis-idaea* L., *V. uliginosum* L., *Carex globularis* L.

Климат района умеренно-континентальный. По данным многолетних наблюдений на метеостанции «Сыктывкар» среднегодовая температура воздуха 0,5°C. Средняя температура июля и января +16,7°C и -15,3°C. Годовое количество осадков составляет 621 мм, большая которых выпадает в теплое время года. Гидротермический коэффициент Селянинова², рассчитанный для базового периода с 1981 по 2010 гг., изменялся от 0,74 до 1,99 со средним значением 1,39±0,37. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 144 дня (со II декады мая до конца сентября).

Определение массы и фракционного состава древесного опада. Для определения массы и фракционного состава ежегодно поступающего на поверхность почвы растительного опада проводили его систематический учет в течение летне-осеннего сезона 2018 г. и зимне-весеннего сезона 2019 г. по общепринятой методике (Методы изучения..., 1978). Сбор опада осуществляли с помощью опадоуловителей (ОУ), которые размещались на расстоянии 4-5 м, всего было заложено 13 площадок (Программа..., 1966; Уткин, 1975). Размеры деревянной рамки ОУ составляли 50×50 см с высотой боковых стенок 10 см. Дно ОУ обтягивали синтетической тканью, обеспечивающей свободный сток воды (приложение 1, фото 1-2).

Опад собирали дважды в год: после схода снега (середина мая) и окончания листопада (начало октября). Древесный опад делили на активную и неактивную фракции, которые затем разобрали на компоненты (приложение 1, фото 3). Выделяли хвою сосны и ели, листья березы, ветви разных древесных растений (сосны, ели, берёзы), сосновую кору, шишки и лишайники. Фракция растительных остатков включала трудно дифференцируемые в виду сильного измельчения компоненты опада, а также количественно малые фракции (почечные чешуи). Образцы высушивали при 105°C до абсолютно сухого состояния и взвешивали (приложении 1, фото 4).

Статистическая обработка данных. Статистическую обработку данных по фракционному составу опада проводили с помощью программного обеспечения MS Excel. Данные по фракциям, по которым проводились расчеты, представлены в таблицах в приложении 2.

²Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова показывает уровень влагообеспеченности или влагонедостаточности территории. Ввёл в науку российский учёный-климатолог Георгий Тимофеевич Селянинов (1887—1966)

Расчет массы отдельных фракций опада на единицу площади выполняли по формуле:

$$M=4 \times m_0[1], \text{ где:}$$

M – масса фракции опада ($\text{г}/\text{м}^2$);

m_0 – масса фракции в ОУ (г);

4 – коэффициент для перевода площади ОУ в м^2 .

Вес отдельных фракций опада взвешивали на лабораторных весах с точностью до 0,001 г, после чего осуществляли пересчет массы опада (в г), приходящегося на 1м^2 ($\text{г}/\text{м}^2$).

Формулы, используемые при статистической обработке данных:

Среднее значение

$$M = \frac{\sum X}{N}, \text{ где:}$$

M – среднее арифметическое

$\sum X$ – сумма значений

N – число значений

Среднее квадратичное отклонение характеризует степень рассеяния ряда распределения, показывает отклонение (для 68%) статистических величин от среднего значения

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - M)^2}{N}}, \text{ где:}$$

σ – среднее квадратичное отклонение (единицы)

$(x_i - M)^2$ – отклонение исходных величин от среднего

N – число значений

Основная ошибка среднего является величиной, на которую отличается среднее значение выборочной совокупности от среднего значения генеральной совокупности.

, где:

mM – основная ошибка среднего (единицы)

σ – среднее квадратичное отклонение (единицы)

N – число значений

Коэффициент изменчивости (вариации) удобен для сравнения различных статистических совокупностей, т.к. его величина не зависит от единиц употребляемых при измерениях, и представляет собой отвлеченное число. Выражается в процентах.

$$CV = \frac{\sigma}{M} \times 100\%, \text{ где:}$$

CV – коэффициент изменчивости (вариации), %

σ – среднее квадратичное отклонение, (единицы)

M – среднее значение, (единицы)

После расчетов, по полученным данным дали оценку поступления древесного опада по сезонам за наблюдаемый период. Результаты расчетов представлены в приложении 3.

Глава 3. Результаты исследований и их обсуждение

3.1. Масса и фракционный состав древесного опада на поверхность в среднетаежном сосняке черничнике

Общие результаты определения фракционного состава и расчета годовой массы древесного опада, поступающего в течение периода исследования на поверхность почвы среднетаежного сосняка черничного, представлены в таблице 3, диаграммы 1-2.

Таблица 3

Фракционный состав древесного опада за 2018-2019 гг.

Фракция	Среднее, г/м ²	STD	CV, %	SE
Хвоя сосны	128,0	14,0	11	4,0
Хвоя ели	11,5	9,4	81	2,7
Листья березы	19,6	9,6	49	2,8
Ветви:				
сосны	29,2	26,8	92	7,7
ели	2,9	2,9	97	0,8
березы	0,7	1,1	156	0,3
Шишка сосны	13,8	18,7	135	5,4
Кора сосны	32,2	7,3	23	2,1
Лишайник	1,0	1,0	101	0,3
Раст. остатки	14,9	2,9	19	0,8
Итого:	253,8	55,0	22	15,9

STD – среднеквадратичное отклонение; CV – коэффициент вариации; SE – основная ошибка среднего

Диаграмма 1



Диаграмма 2



Данные диаграммы по средней массе опада отражают преобладание хвои сосны (на 2 месте – кора сосны, на 3 – ветви сосны, на 4 – листья березы, наименьшее значение у ветвей березы). Это подтверждает расчет доли фракций опада от средней массы, представленный на диаграмме 2. Общая средняя масса древесного опада составила 253,8 г/м², что немного выше по сравнению с интенсивностью поступления опада в сосняках чернично-сфагновых разного возраста по данным многолетних наблюдений. В сосняках ежегодное поступление органического вещества на поверхность почвы варьирует от 132 до 250 г/м² (Бобкова, Осипов, 2012).

Соотношение активной и неактивной фракций опада позволяет прогнозировать разложение органического вещества на поверхности почвы. После анализа фракционного состава древесного опада сосняка черничного, мы рассчитали вклад активной и неактивной фракции в его общую массу. Результаты компонентной структуры опада представлена на диаграмме 3. Данные по фракциям для расчета доли компонентной структуры опада представлены в приложении 4.

Диаграмма 3

Компонентная структура опада, %



Доля активной фракции составила 68,94%, а доля неактивной – 31,06%. Следовательно, активной фракции принадлежит ведущая роль в круговороте веществ и энергии в лесных экосистемах, что обусловлено большей скоростью высвобождения минеральных веществ при разложении компонентов этой фракции, по сравнению с неактивным компонентом древесного опада. В активной фракции преобладает хвоя сосны. Так, хвоя сосны имеет кислотность – 5,0-5,1 рН, хвоя ели – 4,2-4,3 рН и трудно разлагаются. Это в последующем определяет кислотность почвы, от которой зависит ее плодородие, а значит и прирост биомассы.

3.2 Поступление древесного опада по сезонам

Количество поступающего древесного опада на поверхность почвы сосняка черничного варьирует по сезонам года. Средняя масса образцов, отобранных в летне-осенний период 2018 г и зимне-весенний период 2019 г., представлены в таблице 4. На диаграммах 4-5 представлена средняя масса опада по сезонам активного и неактивного компонентов по фракциям. Доля активного и неактивного компонентов опада за летне-осенний период 2018 г. и зимне-весенний период 2019 г. представлены на диаграммах 6-7. Данные для расчета доли фракций опада показаны в приложении 5.

Таблица 4

Средняя масса поступившего опада в летне-осенний и зимне-осенний сезоны, по фракциям, г

Сезон	ХВОЯ		ВЕТВИ			шишка сосны	лишайник	раст. остатки	кора сосны	лист березы
	сосны	ели	сосны	ели	березы					
Осень 2018	106,42	5,27	7,4	0,4	0,63	11,41	0,14	9,33	14,26	18,96
Весна 2019	21,6	6,27	21,78	2,53	0,09	2,4	0,82	5,56	17,93	0,64

Диаграмма 4

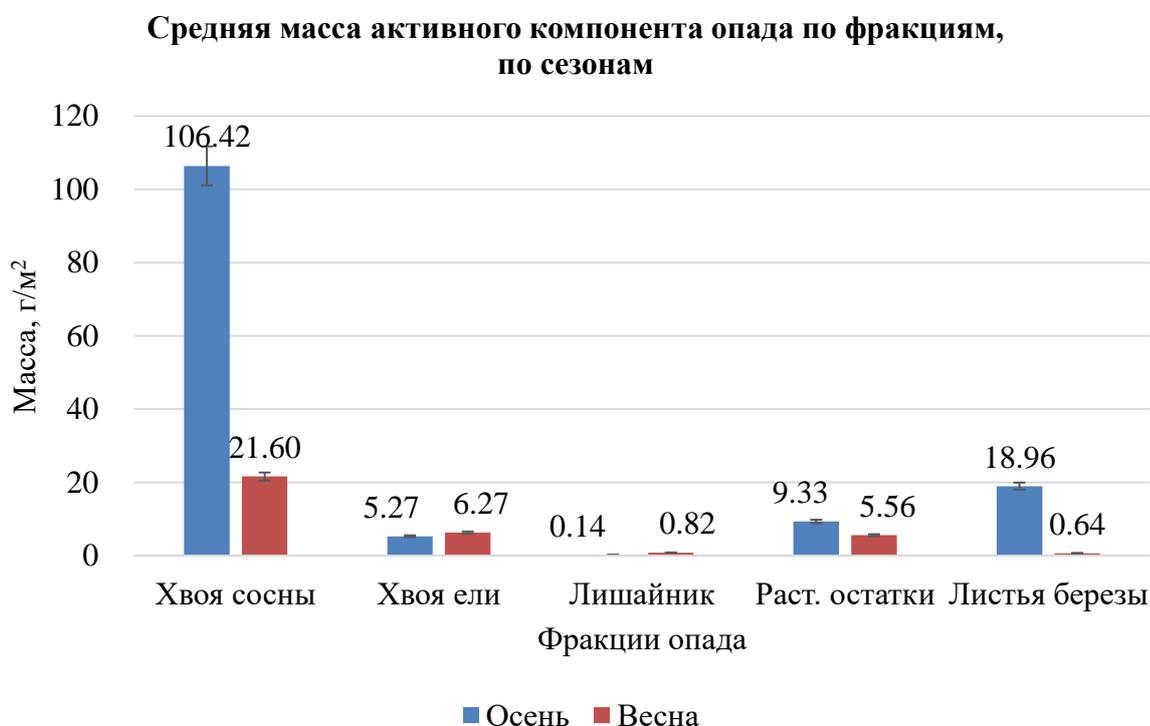


Диаграмма 5

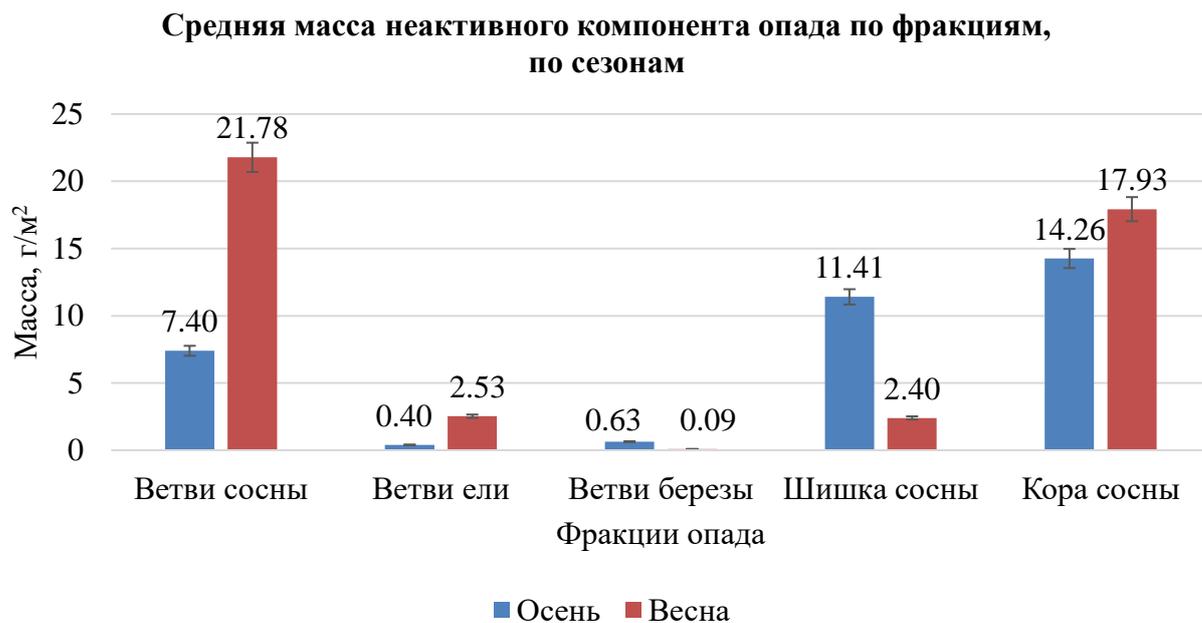


Диаграмма 6

Доля активного и неактивного компонентов опада за летне-осенний период 2018 г, %



Диаграмма 7

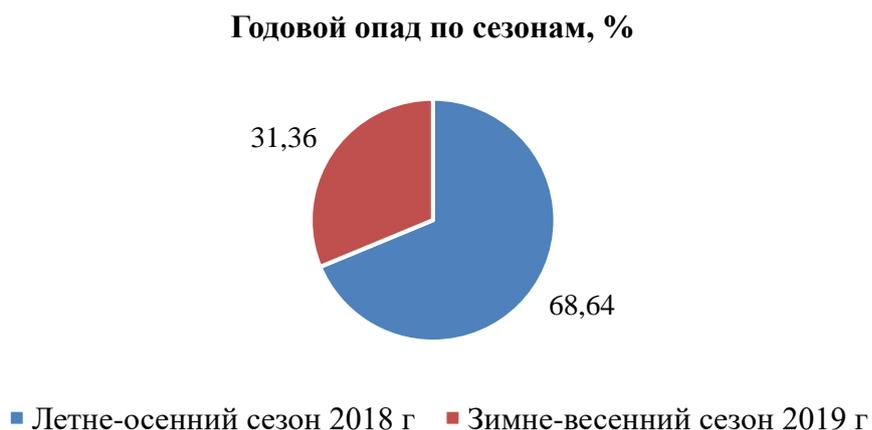
Доля активного и неактивного компонентов опада за зимне-весенний период 2019 г, %



Анализ полученных данных показал следующее: вклад активной фракции в годовой цикл опада преобладает в летне-осенний сезон 2018 г и составляет 78,59 %, доля неактивной фракции – 21,41 %. Доля неактивной фракции выше в зимне-весенний период 2019 г и составляет 58,86 %, доля активной фракции ниже и составляет 41,14 %. Таким образом, выявлена значительная межсезонная вариация в поступлении компонентов опада, это обусловлено дополнительной нагрузкой в виде снежного покрова на кроны деревьев и погодными условиями зимнего сезона. В литературе приводятся сведения, что существует значительная межгодовая вариация в поступлении неактивной фракции опада (ветви, кора, шишки). Кроме погодных условий значимо влияние урожайности шишек и прироста хвои в течение периода наблюдений (Осипов, 2017).

Основная масса опада формируется в теплое время года (май-октябрь). Было выявлено, что за летне-осенний период доля годового опада составляет 68,64 %, а в зимне-весенний период- 31,36 %. Результаты представлены на диаграмме 8. Данные для расчетов представлены в таблице в приложении 4.

Диаграмма 8



Опад растительных остатков на поверхность почвы в лесных экосистемах происходит неравномерно и сильно варьирует в зависимости от сезона. Для лесов умеренного пояса поступление опада резко увеличивается в осенние и весенние месяцы. Ранее (Осипов, 2011), аналогичные данные о доминирующей роли летне-осеннего периода в поступлении опада приведены для сосняков чернично-сфагновых.

Выводы

По результатам исследовательской работы были сделаны следующие выводы:

1. Общая средняя масса древесного опада составила 253,8 г/м², что выше на 1,52% среднестатистических данных по многолетним наблюдениям. В сосняках ежегодное поступление органического вещества на поверхность почвы варьирует от 132 до 250 г/м² (Бобкова, Осипов, 2012).

2. Во фракционном составе опада преобладает хвоя сосны и составляет 128,0 г/м² (50,44 %), на 2 месте – кора сосны - 12,68 г/м² (12,68 %), на 3 – ветви сосны- 29,2 г/м² (11,5 %), на 4 – листья березы – 7,72 г/м² (7,72 %), наименьшее значение - ветви березы – 0,7 г/м² (0,28 %). Доля активной фракции составила 68,94%, а доля неактивной - 31,06%.

3. Количество поступающего древесного опада варьирует по сезонам года. Основная масса опада формируется в теплое время года (май-октябрь). Было выявлено, что за летне-осенний период доля годового опада составляет 68,64 %, а в зимне-весенний период- 31, 36 %. Доля активной фракции в годовом цикле опада преобладает в летне-осенний сезон 2018 г и составляет 78,59 %, доля неактивной фракции – 21,41 %. Доля неактивной фракции выше в зимне-весенний период (2019 г) и составляет 58,86 %, доля активной фракции ниже и составляет 41,14 %.

Полученные данные найдут применение при оценке круговорота веществ в среднетаежных сосняках Республики Коми. Кроме того, данные можно использовать при моделировании динамики органического вещества в почвах. Полученные данные можно применить на уроках географии и биологии при изучении тем «Почвы», «Биологический круговорот».

Список литературы

1. Бобкова К.С., Машика А.В., Смагин А.В. Динамика содержания органического вещества в среднетаежных ельниках на автоморфных почвах. СПб.: Наука, 2014. 270 с
2. Бобкова К.С., Осипов А.Ф. Круговорот углерода в системе «фитоценоз-почва» в чернично-сфагновых сосняках Республики Коми // Лесоведение, 2012. № 2. С. 11-18.
3. Брянин С.В., Абрамова Е.Р. Опад фитомассы в постпирогенных листовинничках Зейского заповедника (Верхнее Приамурье) // Сибирский лесной журнал. 2017. №2.С.93-101.
4. Забоева И.В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1975. 343 с.
5. Иванова Е.А., Лукина Н.В. Варьирование массы и фракционного состава древесного опада в сосняках кустарничково-лишайниковых при аэротехногенном загрязнении // Лесоведение, 2017, №5, С. 47-58.
6. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы, 1981. С. 52-56
7. Казимиров Н.И., Морозова Р.М. Биологический круговорот веществ в ельнике черничном / Вопросы лесоведения и лесоводства в Карелии. Петрозаводск, КарНЦ РАН, 1975. С. 51-78.
8. Кузнецов М.А. Влияние условий разложения и состава опада на характеристики и запас подстилки в среднетаежном чернично-сфагновом ельнике // Лесоведение, 2010, № 6, с. 54-60.
9. Лиханова Н.В. Роль растительного опада в формировании лесной подстилки на вырубках ельниках средней тайги // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2014. № 3. С. 52-66.
10. Манаков К.Н., Никонов В.В. Биологический круговорот минеральных элементов и почвообразование в ельниках Крайнего Севера. Л: Наука, 1981. 196 с.
11. Никонов В.В., Лукина Н.В. Биогеохимические функции лесов на северном пределе распространения. Апатиты, КНЦ РАН, 314 с., 1994.
12. Осипов А.Ф. Запасы и потоки органического углерода в экосистеме спелого сосняка черничного средней тайги // Сибирский лесной журнал. 2017. № 2. С. 70-80.
13. Осипов А.Ф. Динамика содержания органического углерода в заболоченных сосняках средней тайги. Автореф. дисс. канд. биол. Наук. Сыктывкар, 2011. 20 с.
14. Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов // Итоги науки и техники. Сер. «Лесоведение и лесоводство». М.: ВИНТИ, 1975. Т. 1.С. 9-190.
15. Цветков В.Ф., Цветков И.В. Лес в условиях аэротехногенного загрязнения. Архангельск: Кн. изд-во, 2003. 354 с.



Фото 1-2. Опадоуловители



Фото 3. Разбора древесного опада по фракциям



Фото 4. Взвешивание

Таблицы с данными, по которым выполнялись расчеты

ППП 1М Сосняк черничный Осень 2018 г.

№	хвоя		ветви			шишка сосны	лишайник	раст. остатки	кора сосны	лист березы
	сосны	ели	сосна	ель	береза					
1	28,476	0,584	2,605		0,223	0,056		2,74	3,236	10,572
2	27,512	5,307	1,7	0,338		0,115	0,028	2,265	4,726	5,331
3	25,632	0,417	5,426		0,05	8,374	0,095	2,798	4,902	3,367
4	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
5	21,874	0,678	0,587	0,005		0,056		2,007	2,655	1,728
6	21,119	1,578		0,32	0,54	0,295	0,044	2,121	1,791	1,936
7	26,533	0,485	1,352			4,176		2,308	2,527	3,016
8	29,952	1,534	2,545	0,203		8,01	0,066	3,155	3,518	3,872
9	27,56	0,658	3,254	0,043		4,73	0,038	2,302	4,465	6,009
10	30,628	0,076	2,041		0,617		0,043	1,86	4,825	6,209
11	23,143	0,659	0,156		0,47			1,61	3,35	4,671
12	27,897	0,781	0,165	0,125		0,805		1,78	2,47	6,468
13	28,919	3,06	2,355	0,168		7,6	0,099	3,029	4,309	3,703

ППП 1М Сосняк черничный Весна 2019 г.

№	хвоя		ветви			шишка сосны	лишайник	раст. остатки	кора сосны	лист березы
	сосны	ели	сосна	ель	береза					
1	4,949	1,951	8,239	1,363			0,21	1,698	5,2357	0,265
2	5,958	4,215	1,024	2,04				2,154	2,9733	0,377
3	4,734	1,237	4,113	0,248		7,172	0,251	1,548	3,524	0,074
4	4,345	3,28	2,11	0,739	0,337		0,2	2,064	5,2893	0,264
5	5,824	1,06	5,527				0,084	1,458	4,086	0,057
6	3,655	0,787	2,248	0,702			0,23	0,972	3,193	
7	4,106	0,452	8,452	0,295			0,16	0,915	2,9737	
8	5,762	1,802	24,01	1,344			0,894	1,698	5,5167	0,099
9	4,297	3,094	6,09	0,27			0,163	1,194	5,6927	0,203
10	5,902	0,171			0,264		0,042	1,148	4,4746	0,451
11	6,046	0,938	3,306	0,069			0,22	1,152	6,568	0,049
12	5,796	1,116	1,18	0,405		0,032		1,189	3,3241	0,152
13	7,762	1,98	1,156	0,851			0,191	1,549	6,2211	0,187

Таблица с результатами расчетов

Фракция	Среднее значение, г/м ²	Среднеквадратичное отклонение	Коэффициент вариации, %	Основная ошибка среднего
Хвоя сосны	128,0	14,0	11	4,0
Хвоя ели	11,5	9,4	81	2,7
Листья березы	19,6	9,6	49	2,8
Ветви сосны	29,2	26,8	92	7,7
Ветви ели	2,9	2,9	97	0,8
Ветви березы	0,7	1,1	156	0,3
Шишка сосны	13,8	18,7	135	5,4
Кора сосны	32,2	7,3	23	2,1
Лишайник	1,0	1,0	101	0,3
Раст. остатки	14,9	2,9	19	0,8
Итого	253,8	55,0	22	15,9

Расчет доли компонентной структуры опада

Фракция	Среднее, г/м ²	Доля среднего значения	Доля активной фракции	Доля неактивной фракции
Хвоя сосны	128,0	50,44	50,44	
Хвоя ели	11,5	4,55	4,55	
Листья березы	19,6	7,72	7,72	
Ветви сосны	29,2	11,5		11,5
Ветви ели	2,9	1,15		1,15
Ветви березы	0,7	0,28		0,28
Шишка сосны	13,8	5,44		5,44
Кора сосны	32,2	12,68		12,68
Лишайник	1,0	0,37	0,37	
Раст. остатки	14,9	5,86	5,86	
Итого	253,8		68,94	31,06

Расчет доли по фракциям и по сезонам

	Активная фракция					Неактивная фракция				
	Хвоя сосны	Хвоя ели	Листья березы	Лишайник	Раст. остатки	Ветви сосны	Ветви ели	Ветви березы	Шишка сосны	Кора сосны
Осень, 2018г	106,42	5,27	18,96	0,14	9,33	7,4	0,4	0,63	11,41	14,26
Весна, 2019г	21,6	6,27	0,64	0,82	5,56	21,78	2,53	0,09	2,4	17,93
Доля	Осень, 2018г		Весна, 2019 г			Осень, 2018г			Весна, 2019г	
	78,59		41,14			21,41			58,86	