

УДК 645.01.631

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДСТИЛОК ПАРКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ИСТОРИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ НА ПРИМЕРЕ МУЗЕЯ-УСАДЬБЫ «АРХАНГЕЛЬСКОЕ»

*О.В. Семенюк<sup>1</sup>, Л.Г. Богатырев<sup>2</sup>, М.А. Ваганова<sup>3</sup>*

Изучены подстилки в лиственных и смешанных массивах пейзажной части парка музея – усадьбы «Архангельское», а также влияние сбора опада на структуру и соотношение фракций подстилок в древесных посадках регулярной части парка. Подстилки пейзажной части парка представлены двумя типами – ферментативными и деструктивными. Они соответствуют природным аналогам по запасам, структуре и соотношению фракций детрита. Показано, что систематический сбор опада в регулярной части парка приводит к изменению фракционного состава подстилок, проявляющегося в увеличении долевого участия детрита.

**Ключевые слова:** парковые подстилки, структура подстилок.

Лесные подстилки – один из важнейших компонентов наземных экосистем. Им уделяется большое внимание в научных исследованиях, занимающихся различными вопросами – от чисто экологических до почвенных. Важную роль лесных подстилок в функционировании лесных экосистем подчеркивал академик М.С. Гиляров (1949).

Изучение роли подстилок проводится в разных целях: для постановки задач микро-экосистемного анализа (Санникова, 2003), исследования биоразнообразия лесного покрова (Черненкова, 2014), определения взаимосвязи почв и растительности (Копчик и др., 2003), при работах, касающихся влияния лесовосстановления на минерализацию органического вещества почвы (Меняйло, 2008) и т.д.

Подстилки – важнейший биогеоценотический компонент, в значительной мере определяющий особенности биологического круговорота лесных биогеоценозов. В лесной биогеоценологии подстилка рассматривается как самостоятельный биогоризонт, выполняющий связывающую роль между фитоценозом и почвой (Карпачевский, 1977; Карпачевский, Морозов, 1994). Дискуссионные вопросы положения подстилки в лесных биогеоценозах были рассмотрены ранее (Богатырев, 1990).

Подстилка в большей степени, чем почва отражает современный тип биоценоза и режим увлажнения (Богатырев и др., 2004), она разнообразна по мощности и запасам органической массы (Аткина, 2003; Ильина, Сапожников, 2007).

Тип подстилки характеризуется единством стратификации профиля, обусловленным одинаковой направленностью преобразования растительных остатков и однотипностью переходных к верхней минеральной части почв горизонтов подстилки (Богатырев, 1990). В соответствии с классификацией подстилок (Богатырев и др., 2004) деструктивные типы подстилок характеризуются слабодифференцированным и маломощным профилем. Для подстилок ферментативного типа характерно отсутствие гумифицированных или перегнойных горизонтов. При близости морфологического строения таких подстилок в разных зонах, когда во всех случаях речь идет об опаде прошлых лет, более существенные различия обычно касаются специфики биохимического состава органических остатков (Богатырев и др., 2004).

Многочисленными исследованиями показано, что накопление подстилки на поверхности почвы в лесу связано с типом леса, составом опада, составом, возрастом и сомкнутостью крон древостоя, гидротермическим режимом, дренирован-

<sup>1</sup> Семенюк Ольга Вячеславовна – ст. науч. сотр. факультета почвоведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, канд. биол. наук (olgatour@rambler.ru); <sup>2</sup> Богатырев Лев Георгиевич – доцент факультета почвоведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, канд. биол. наук (bogatyrev.l.g@yandex.ru); <sup>3</sup> Ваганова Мария Александровна – инженер факультета почвоведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (ilyashenko-marya@yandex.ru).

ностью почв, сезонными колебаниями в течение вегетационного периода. Но при этом запасы подстилки зависят не только и не столько от количества попадающих на поверхность земли растительных остатков, сколько от скорости ее разложения. В пределах одного типа леса подстилки могут изменяться с возрастом насаждения (Карпачевский, 1977; Щенина, 1989; Сапожникова, 2000; Ефремова, Ефремов, Аврова, 2009; Aerts, 1997).

Фракции подстилок разлагаются с неодинаковой скоростью. Состав подстилки меняется в зависимости от древесной породы, особенностей, состава и устойчивости к разложению фракций поступающего на почву опада. Разнообразии видового состава растительности и различия в количестве надземной фитомассы отражаются на количестве поступающего на поверхность почвы опада и его фракционном составе (Холопова, Солнцева, 1987). В разных типах леса подстилка содержит неодинаковое число составных частей опада (Аткина, 2003; Соломатова, 2004).

Спектр современных исследований подстилок достаточно широк. Они включают в себя детальные исследования, касающиеся пространственной изменчивости как мощности подстилок (Благовещенский, Богатырев, Соломатова и др., 2006), так и запасов в них зольных элементов (Ефремова, Ефремов, Аврова, 2013). Активно изучаются особенности поведения различных групп органических соединений (Лузиков, Трофимов, Заварзина, 2000; Nicolai, 1988), актуальны также исследования микробных сообществ в подстилках (Сизоненко, Загирова, Хабибуллина, 2010; Domsh, et al., 2007).

Исследования воздействия антропогенных факторов на подстилки представлены такими направлениями, как изучение влияния вырубок (Purainen S., Finer L., Starr M., 2015) и пожаров на свойства подстилок (Масягина, Токарева, Прокушкин, 2014; Kasischke, Stocks, 2000; Faria S.R., De La Rose J.M., Knicker H., 2015).

На урбанизированных территориях большое влияние на запасы и структуру подстилки городских насаждений оказывает антропогенный фактор, прежде всего, это носится к рекреационной нагрузке (Чжан, Рунова, Пузанова, 2011). На парковых территориях, используемых для отдыха, повреждается растительный покров, разрушается лесная подстилка и уплотняется почва. Отдыхающие в лесу нарушают сложение лесной подстилки, измельчают и разрушают составляющие ее компоненты (ветки, листья, хвою, шиш-

ки и другие органические остатки). С усилением рекреационной нагрузки запасы лесной подстилки снижаются, на вытопанных площадях запас подстилки сокращается в два раза (Бурова, 2011). Меняется также фракционный состав подстилки: с увеличением уровня рекреационной нагрузки (преимущественно вытаптывание) уменьшается доля листьев, растет доля детрита (Кузнецов и др., 2015).

Функционирование подстилок зеленых насаждений, включая парковые объекты, имеет свои особенности, что определяется регулированием структуры фитоценоза, связанным с удалением части фитомассы за счет кошения травостоя и уборки опада, вырубки подроста и подлеска. Систематический уход широко применяется для зеленых насаждений разных типов, что определяет актуальность исследования его влияния на городские биогеоценозы. Исследования подстилок в антропогенных парковых системах позволят выявить особенности биологического круговорота, чему в научной литературе уделяется недостаточно внимания. Так, до сих пор продолжает оставаться дискуссионным вопрос о необходимости оставления или уборки листвы с поверхности газонов. В пользу уборки листвы приводят ряд доводов.

Во-первых, опавшие листья накапливают поступающие аэрационно поллютанты (нефтепродукты и тяжелые металлы и т.д.), противогололедные смеси, которые активно используются в зимнее время, а также разнообразный бытовой мусор и экскременты домашних животных (Гравель, 2008). Все это, смешиваясь с листвой, создает неблагоприятную среду обитания для микроорганизмов и мезофауны (Кириенко, Имранова, 2008). Показано, что микробоценозы урбанизированных почв и подстилок под влиянием различных техногенных факторов отличаются от микробных комплексов ненарушенных территорий, в частности, появляются неспецифические и патогенные виды грибов (Кириенко, Имранова, 2008).

Во-вторых, убирать опавшую листву с поверхности газона необходимо с эстетической точки зрения, так как поверхность ухоженного газона должна быть ровной и однородно-зеленой. Газон, на котором оставили листву на зиму, выпревает, что сильно снижает его качество (Князева, Князева, 2004).

В-третьих, в условиях города подстилка потенциально опасна с точки зрения возгорания в летние жаркие периоды с малым количеством атмосферных осадков.

В-четвертых, возникает опасность засорения опавшими листьями городской ливневой канализации.

Вместе с тем опавшие листья, разлагаясь в почве, обогащают ее минеральными и органическими веществами. Постепенная деструкция опавшей листвы создает условия для развития почвенной микрофлоры и фауны, которая не только выполняет работу по переработке листьев, но и препятствует развитию патогенных для деревьев организмов (грибковые, бактериальные заболевания деревьев). Большинство используемых в парках пород деревьев – исходно лесные обитатели, и для них идеальной всегда будет лесная почва, создаваемая год за годом из опавшей листвы. Сбор подстилки или ее отсутствие могут привести к обеднению почвы легкодоступными питательными элементами и иссушению почвы. При этом следует иметь в виду, что с лесной подстилкой связано естественное возобновление древесных пород, так как в ней находятся семена деревьев (Гравель, 2008; Исяньюлова, 2011). Строго говоря, в рамках теории и практики биологического круговорота альтернативы естественному опадению нет. Однако изучению вопросов генезиса и функционирования подстилок в антропогенных городских системах до сих пор еще не уделяется должного внимания.

Цель данного исследования – получение информации о подстилках типичных биогеоценозов структурно-функциональных компонентов парка, различающихся по видовому составу, и оценка влияния систем паркового ухода за зелеными насаждениями на состояние подстилок.

### Объекты и методы

Исследования проводили на территории парка исторической усадьбы XVIII в. «Архангельское» Солнечногорского р-на Московской обл. Усадьба расположена в южно-таежной области широколиственно-еловых лесов (Растительность Европейской части..., 1980). Парк формировался в течение XVIII–XIX вв. на пахотных угодьях, появившихся после сведения естественной лесной растительности (Безсонов, 2004).

Объекты изучения – подстилки биогеоценозов типичных структурно-функциональных компонентов парка. Изучаемые биогеоценозы, располагающиеся на третьей надпойменной террасе р. Москва, испытывают минимальную рекреационную нагрузку, о чем свидетельствуют исследования растительного и почвенного покрова (Семенюк, Ильяшенко, 2013; Семенюк, Ильяшенко, Бобрик, 2013).

Подстилки отбирались в смешанных сосново-липовом (возраст около 180–200 лет), елово-липовом (около 80–100 лет), липово-сосновом массивах (около 80–100 лет) и лиственном липово-березовом массиве (около 80–100 лет) пейзажной части парка. Последние рассматривались в качестве условно-эталонных для лиственных древесных посадок аналогичного возраста регулярной части парка, за которыми осуществляется систематический уход (удаление подроста и подлеска, кошение травостоя и уборка опада) (табл. 1).

Подстилки отбирались в конце листопада с площадок 0,5×0,5 м в трехкратной повторности для определения их структуры и запасов. В ходе анализа структуры подстилок были выделены следующие компоненты: ветки, кора, хвоя, шишки, листья, ветошь (остатки трав и мхов), детрит. Под детритом подразумеваются глубоко преобразованные растительные остатки, чья морфологическая принадлежность не может быть установлена точно. При разделении детрита на ситах были выделены фракции, мм: > 10, от 10 до 7, от 7 до 5, от 5 до 3, от 3 до 2, от 2 до 1, от 1 до 0,5, от 0,5 до 0,25 и меньше 0,25. Легкоразлагаемый остаток рассчитывался по сумме листьев и ветоши. «Активная» фракция подстилок определялась как долевое участие суммы фракций менее 5 мм от ее общей массы (Карпачевский, 1977). Типовую принадлежность подстилок устанавливали на основе морфогенетической классификации (Богатырев, 1990; Богатырев и др., 2004).

Озоление компонентов подстилки позволило рассчитать содержание и запасы сырой золы (Практикум по агрохимии, 2001). Для определения зольности каждого из компонентов подстилки готовили смешанные образцы из всех типов насаждений. Зольность компонента подстилки рассчитывали как среднее из девяти образцов, отобранных из смешанного образца. Для расчета запасов сырой золы использовали рассчитанное среднее значение содержания сырой золы в компонентах подстилок.

### Результаты

Согласно морфологическому описанию, изученные подстилки можно отнести к следующим типам: ферментативные двухслойные подстилки елово-липового массива и мертвопокровных участков сосново-липового массива пейзажной части парка, а также деструктивные подстилки остальных растительных сообществ (представленные опадом прошлого года), характеризующиеся слабодифференцированным и маломощным (до 1 см) профилем (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

## Характеристика и запасы подстилок структурно-функциональных компонентов парка музея-усадыбы «Архангельское» (n = 3)

Местоположение	Тип сообщества	Название объекта	Система ухода	Типы подстилок	Мощность подстилки, см	Запасы подстилки # кг/м <sup>2</sup>	Легкоразлагаемая часть опада	
							запасы, кг/м <sup>2</sup>	доля от общего, %
Условно-эталонные сообщества	смешанный лес	елово-липовый массив	нет	Ф*	2	0,9	0,15	17
		сосново-липовый массив	нет	Ф	2	1,8	0,08	4
				Д**	1	1,1	0,26	24
Антропогенные	лиственный лес	липово-сосновый массив	нет	Д	1	1,3	0,12	9
		липово-березовый массив	нет	Д	1	0,6	0,25	42
		кленово-липовые посадки	сбор опада в течение 3 лет	Д	1	0,6	0,26	43
березово-липовые посадки	многолетняя система сбора опада			Д	1	0,5	0,2	40

\*Ферментативные, слабосопряженные, сложные, маломощные, хвойно-лиственные.

\*\*Деструктивные, несопряженные, примитивные, очень маломощные, лиственные.

Отмечена общая тенденция уменьшения величины запасов подстилок от смешанных лесных сообществ (0,9–1,8 кг/м<sup>2</sup>) к лиственным (0,5–0,6 кг/м<sup>2</sup>). Максимальные запасы установлены для ферментативных подстилок мертвопокровных участков сосново-липового массива. Полученные сведения по величине запасов парковых подстилок соответствуют литературным данным по запасам подстилок естественных лесных биогеоценозов, где для хвойных лесов отмечены наибольшие запасы подстилок (Карпачевский, 2005; Попова, 2009).

Значительный размах величины запасов подстилок определяется особенностью их формирования, в первую очередь неравномерным поступлением на поверхность почвы фракций опада, характеризующихся высоким удельным весом (крупные ветки и шишки) (рис. 1).

### Запасы подстилок

Запасы легкоразлагаемой части подстилок смешанных насаждений в 2–3 раза ниже запасов аналогичных фракций лиственных насаждений. Исключением являются подстилки сосново-липового массива, где в древесном ярусе доминируют зрелые липы (Семенюк, Ильяшенко, 2013). Запасы легкоразлагаемой части подстилок (0,26 кг/м<sup>2</sup>) данного массива сопоставимы с данными, полученными для лиственных насаждений (табл. 1). Долевое участие легкоразлагаемой части подстилок смешанных насажде-

ний также ниже (в 2–10 раз), чем в подстилках лиственных насаждений, для которых легкоразлагаемая часть составляет около 40%.

В смешанных хвойно-лиственных парковых насаждениях часть подстилок представлена хвоей и шишками, что соответственно определяет относительно пониженное содержание легкоразлагаемых компонентов и хорошо согласуется с литературными данными по содержанию этих фракций в подстилках естественных смешанных и лиственных лесов (Холопова, Солнцева, 1987; Соломатова, 2004).

Анализ подстилок лиственных насаждений показал, что подстилки условно-эталонного ненарушенного липово-березового массива пейзажной части парка и подстилки антропогенных лиственных насаждений регулярной части парка характеризуются сопоставимыми общими запасами (0,6 и 0,5 кг/м<sup>2</sup>) и запасами их легкоразлагаемой части (0,25 и 0,26 кг/м<sup>2</sup>) (табл. 1) при тенденции к их снижению в антропогенных березово-липовых посадках, где активно осуществляется систематический уход.

Отсутствие существенных различий можно объяснить несколькими причинами: исследуемые подстилки относятся к типу деструктивных, т.е. разлагаются очень быстро и представлены опадом текущего года. Отбор образцов подстилок проводился в конце листопада, когда внешний декоративный вид насаждений периферийной зоны регулярной части парка поддерживается не очень

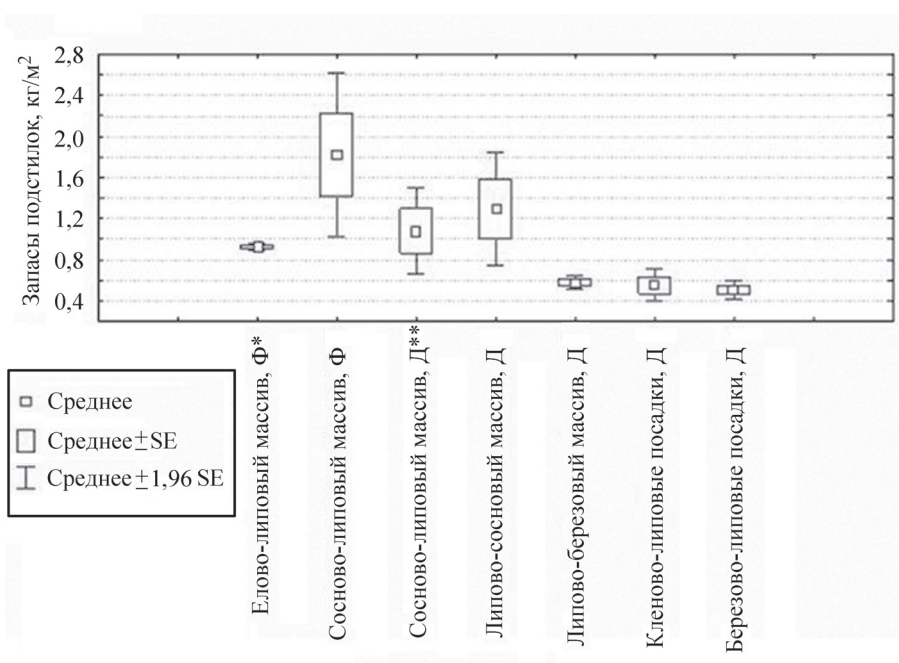


Рис. 1. Запасы подстилок структурно-функциональных компонентов парка музея-усадьбы «Архангельское», кг/м<sup>2</sup> (n = 3)

тщательно, опавшие в этот период листья убирают нерегулярно.

Результаты наших исследований показали, что в случае систематического ухода из-за нарушения функционирования подстилок в антропогенных листовенных биогеоценозах происходят изменения соотношения компонентов в ее составе – отмечается увеличение доли фракции детрита (табл. 2).

Максимальное долевое содержание (33%) детрита в подстилках листовенных сообществ парка отмечено в антропогенных биогеоценозах березово-липовых посадок с систематическим уходом, что в 2,5–3 раза превышает его содержание в подстилках других листовенных насаждений. Значительная доля фракции детрита может определяться пониженным долевым участием (21%) веток – наиболее крупной фракции, которую проще всего убрать. Увеличение доли детрита может быть также связано с поступлением мелкой фракции, образующейся при механическом размельчении подстилки в процессе ее удаления с поверхности почвы, а также за счет поступления измельченного при кошении травостоя. Аналогичное увеличение доли детрита в структуре подстилок было отмечено В.А. Кузнецовым с соавторами (2015) при изучении влияния рекреации (вытаптывания) на подстилки парковых насаждений.

Исследования показали, что сбор листьев приводит к некоторому уменьшению легко разлагаемой доступной для микроорганизмов части опада, что, вероятно, влияет на численность и групповой состав микроорганизмов (Кириенко, Иманова, 2008).

В условиях постоянного удаления опада также изменяются абиотические условия функционирования подстилок (гидротермический режим, соотношение процессов промораживания – оттаивания, выщелачивание и т.д.), которые могут играть значительную роль в их разложении. Например, изменение гидротермического режима отражается на строении подстилок (Богатырев и др., 2004) и в изученных подстилках приводит к замедлению процессов разложения детрита и его накоплению.

Отсутствие значительных нарушений в структуре подстилок антропогенного биогеоценоза кленово-липовых посадок (табл. 2) связано, вероятно, с коротким промежутком времени, в течение которого производится изъятие опада, и не отразилось в фракционном составе подстилок.

В подстилках условно-эталонных смешанных массивов пейзажной части парка долевое содер-

жание детрита достигает 64%, что значительно превышает долевое участие детрита в листовенных насаждениях и свидетельствует о низкой скорости трансформации органического вещества хвойного опада, который разлагается значительно дольше, чем листовенный (Ремезов, 1965).

В смешанных массивах содержание фракций хвои и шишек закономерно выше, а листьев ниже, чем в листовенных сообществах парка. Регулярная уборка опада, как и следовало ожидать, приводит к уменьшению в 1,5 раза долевого содержания веток – наиболее крупного компонента, легко удаляемого с поверхности почвы.

Важнейшей характеристикой подстилок считается фракционный состав детрита. В детрите ферментативных подстилок елово-липового массива долевое содержание крупных фракций (>5 мм) снижается от верхнего горизонта к нижнему (табл. 3). Отмеченное распределение фракций детрита соответствует литературным данным, свидетельствующим об уменьшении размеров фракций вниз по профилю. (Богатырев, Фомина, 1991).

Для детрита ферментативных подстилок сосново-липового массива отмечена обратная закономерность в распределении фракций, что отражает особенности локальных условий формирования подстилок в пределах данного биогеоценоза.

Несмотря на выявленные различия в погоризонтном распределении долевого участия различных фракций детрита, подстилки данных биогеоценозов характеризуются идентичным распределением доли активной фракции от общей массы подстилки, что отражает общую направленность процессов их формирования.

Деструктивные подстилки как смешанных, так и листовенных насаждений характеризуются относительно низким (около 20%) долевым участием фракций менее 5 мм. Максимальное долевое участие определено для фракций 3–5 мм, что соответствует литературным данным (Богатырев, Фомина, 1991). Интересно отметить что, в подстилках листовенных насаждений содержание данной фракции на 10% выше.

Различия в соотношении фракций детрита смешанных и листовенных насаждений выражается также в отсутствии крупных (более 7 мм) фракций в подстилках листовенных насаждений, тогда как в смешанных насаждениях доля этих фракций составляет 30% от общего содержания детрита. Отсутствие крупных фракций в подстилках листовенных ассоциаций свидетельствует об активном преобразовании в них детрита (по

Таблица 2

Структура и соотношение фракций подстилок, % (n = 3)

Местоположение	Тип сообщества	Фракции		Тип подстилок	Ветки	Листья	Хвои	Шишки	Кора	Дерн	Ветошь
		Название объекта									
Условно-эталонные	пейзажная часть парка	смешанный лес	елово-липовый массив	Ф*	24,2	15,8	3,9	18,1	1,7	36,1	0,2
			сосново-липовый массив	Ф	11,1	9,6	1,3	1,0	12,9	64,0	—
				Д*	14,2	22,2	1,0	12,0	0,5	49,4	0,6
Антропогенные	регулярная часть парка	лиственный лес	липово-сосновый массив	Д	16,7	9,0	13,7	16,9	4,7	38,9	—
			липово-березовый массив	Д	36,1	40,2	0,3	2,9	3,9	13,9	2,5
			#кленово-липовые посадки	Д	34,4	41,0	2,6	1,2	6,9	10,7	3,2
			#многорядные березово-липовые посадки	Д	20,6	37,8	2,4	0,6	4,4	33,0	1,1

\* Ферментативные, слабосопряженные, сложные, маломощные, хвойно-лиственные.

\*\* Деструктивные, несопряженные, примитивные, очень маломощные, лиственные.

# регулярная уборка опада.

Т а б л и ц а 3

## Запасы и соотношение размерных фракций дегрита в парковых подстилках, % (n = 3)

Местоположение	Тип сообщества	Фракция, мм Название объекта		Долевое участие фракций от массы дегрита, %										Запасы дегрита, кг/м <sup>2</sup> *	«Активная» фракция						
				< 0,25	0,25–0,5	0,5–1	1–2	2–3	3–5	5–7	7–10	> 10	запасы, кг/м <sup>2</sup> *		доля от массы подстилки, %						
Условно-эталонные	Пейзажная часть парка	Ферментативные подстилки																			
		Елово-липовый массив	O1	10,1	13,5	2,3	17,2	10,9	19,5	14,6	11,7	0,0	0,10±0,01				0,08±0,01	2,8			
			O2	5,5	6,7	1,0	13,0	11,3	20,7	16,9	15,3	9,5	0,23±0,07				0,14±0,04	14,6			
		Сосново-липовый массив	O1	0,9	1,8	1,2	7,7	10,7	21,3	16,9	22,6	16,9	0,30±0,05				0,13±0,02	3,5			
			O2	6,7	10,6	5,7	19,8	11,8	16,2	9,2	11,4	8,6	0,91±0,37				0,65±0,28	16,6			
		Деструктивные подстилки																			
		Сосново-липовый массив		3,9	5,9	3,0	13,8	11,3	19,0	13,8	15,0	14,2	0,47±0,07							0,21±0,03	6,5
			Липово-сосновый массив	4,2	3,4	2,0	12,4	11,1	20,7	14,1	15,8	16,3	0,55±0,07							0,29±0,06	20,9
Липово-березовый массив		2,3	8,1	5,2	18,0	17,7	32,3	16,4	–	–	0,08±0,04	0,07±0,04	11,6								
	#Кленово-липовые посадки	3,8	2,5	1,7	6,6	15,6	41,9	27,9	–	–	0,05±0,00	0,05±0,01	7,7								
Антропогенные	Регулярная	#Многорядные березово-липовые посадки	6,0	6,7	3,6	13,1	21,8	33,4	15,4	–	–	0,16±0,05	0,15±0,04	27,9							

\* Среднее ± стандартная ошибка.

# Регулярная уборка опада.



сравнению со смешанными насаждениями), что подтверждается литературными данными о низкой скорости разложения хвойного опада (Карпачевский, 2005).

В детрите подстилок антропогенных березово-липовых посадок с систематическим уходом отмечается тенденция к увеличению долевого содержания фракции 2–3 мм и увеличение в 1,5–2 раза самой мелкой (<0,25 мм) фракции по сравнению с детритом других подстилок лиственных сообществ парка, что определяет возрастание в 2,5–3 раза долевого участия в общей массе подстилки «активной» фракции (меньше 5 мм) (табл. 3). Результаты определения содержания золы в разных фракциях подстилки приведены на рис. 2.

Зольность компонентов подстилки варьирует от 4,5 до 32,5% (рис. 2). Минимальное содержание сырой золы (4,5–12,5%) характерно для трудно разлагающихся составляющих: коры, шишек, хвои и веток. Максимальной зольностью (32,5%) обладает фракция детрита, что, вероятно, связано со значительным участием минеральных примесей. Зольность листьев составляет около 20% и превышает зольность такого компонента подстилки, как хвоя (12%), что соответствует литературным данным (Соломатова, 2004).

Расчеты запасов сырой золы в компонентах подстилок показали, что этот показатель для подстилок смешанных насаждений варьирует в широком диапазоне – 168 и 479 г/м<sup>2</sup> в елово-липовом и сосново-липовом массивах соответственно (табл. 4). Запасы сырой золы подстилок лиственных насаждений составляют около 100 г/м<sup>2</sup>, что

в 2–5 раз меньше, чем в подстилках смешанных насаждений. Основной вклад в запасы сырой золы в подстилках смешанных насаждений приходится на детрит, в то время как для подстилок лиственных насаждений максимальное содержание, составляющее до 50% от общего запаса золы, приходится на фракцию листьев. Установлено, что при сопоставимых общих запасах сырой золы лиственных насаждений в подстилках березово-липовых посадок с регулярным многолетним режимом уборки опада наибольшее содержание золы приходится на детрит, как и в смешанных насаждениях (табл. 4). Полученные данные определяются особенностями фракционного состава подстилок березово-липовых насаждений, где доля детрита весьма значительна (табл. 2).

### Выводы

1. На территории парка «Архангельское» установлены два типа подстилок: ферментативные и деструктивные. В пейзажной части присутствуют оба названных типа, тогда как в регулярной части парка выделены только деструктивные.

2. Подстилки смешанных и лиственных насаждений пейзажной части парка соответствуют природным аналогам по строению, запасам и структуре, что дает основание считать их условно-эталонными.

3. Подстилки смешанных насаждений отличаются от подстилок лиственных насаждений большими запасами органического вещества и сырой золы, большей долей фракции детрита и меньшим долевым участием легкоразлагаемых фракций.

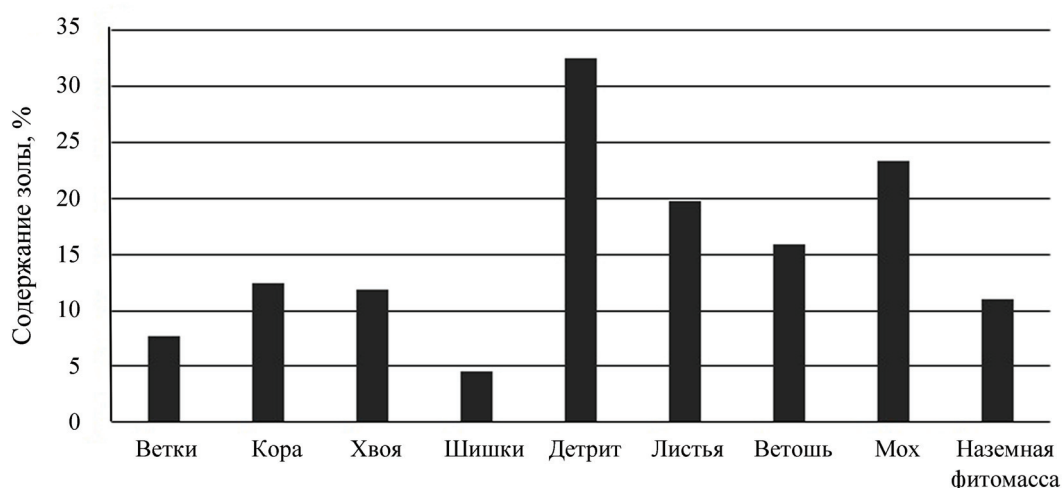


Рис. 2. Содержание сырой золы в разных фракциях подстилки, % ( $n = 9$ )

Т а б л и ц а 4

Запасы сырой золы в компонентах подстилок, г/м<sup>2</sup> (n = 3)

Местоположение	Тип сообщества	Название объекта	Тип подстилок	Ветки	Кора	Хвоя	Шишки	Детрит	Листья	Веточья	Общие запасы сырой золы, г/м <sup>2</sup>
Условно-эталонные	пейзажная часть парка	елово-липовый массив	Ф*	17	1	4	8	109	29	-	168
		сосново-липовый массив	Ф	16	30	3	1	393	36	-	479
			Д**	12	1	1	6	181	49	1	251
Антропогенные	регулярная часть парка	липово-сосновый массив	Д	17	8	19	10	168	24	-	246
		липово-березовый массив	Д	16	1	-	0,1	27	47	2	93,1
		#кленово-липовые посадки	Д	16	-	2	1	17	48	3	87
		#березово-липовые посадки	Д	8	-	1	1	53	39	1	103

\* Ферментативные, слабосопреженные, сложные, маломощные, хвойно-лиственные.

\*\* Деструктивные, несопреженные, примитивные, очень маломощные, лиственные.

# Регулярная уборка опада.

4. Систематический уход за парковыми биогеоценозами приводит к изменению структуры подстилок – уменьшению вклада веток и увеличению доли детрита. Результатом этого является возрастание роли детрита в формировании общей зольности подстилок антропогенных биогеоценозов парковых насаждений по сравнению с условно-эталонными листовыми насаждениями пейзажной части парка.

5. Исследование свойств парковых подстилок позволяет утверждать, что для изученных типов насаждений характерна относительно вы-

сокая скорость круговорота, что подтверждается типологией лесных подстилок. Однако при систематическом уходе отмечено замедление биологического круговорота органического вещества деструктивных подстилок, о чем свидетельствует увеличение в 2,5–3 раза вклада мелкодисперсной части (доли детрита и «активной» фракции), что связано с постоянным изъятием листовой фракции и, соответственно, исключением из круговорота части легкогидролизуемых соединений, ответственных за ускорение круговорота в целом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

## [REFERENCES]

- Аткина Л.И.* Зональные изменения запасов опада и подстилки в сосняках Западной Сибири // Почвоведение. 2003. № 8. С. 980–982 [*Atkina L.I.* Zonal'nye izmeneniya zapasov opada i podstilki v sosnyakakh Zapadnoi Sibiri // Pochvovedenie. 2003. № 8. С. 980–982].
- Безсонов С.В.* Архангельское. Подмосковная усадьба. М., 2004. 134 с. [*Bezsonov S.V.* Arkhangel'skoe. Podmoskovnaya usad'ba. М., 2004. 134 s.].
- Благовещенский Ю.Н., Богатырев Л.Г., Соломатова Е.А., Самсонова В.П.* Пространственная изменчивость мощности подстилок в лесах Карелии // Почвоведение. 2006. № 9. С. 1029–1035 [*Blagoveshchenskii Yu.N., Bogatyrev L.G., Solomatova E.A., Samsonova V.P.* Prostranstvennaya izmenchivost' moshchnosti podstilok v lesakh Karelii // Pochvovedenie. 2006. № 9 S. 1029–1035].
- Богатырев Л.Г.* О классификации лесных подстилок // Почвоведение. 1990. № 3. С. 118–127 [*Bogatyrev L.G.* O klassifikatsii lesnykh podstilok. // Pochvovedenie. 1990. №3. С. 118–127].
- Богатырев Л.Г.* Является ли подстилка самостоятельным телом природы? // Экология. 1990. С. 3–7. [*Bogatyrev L.G.* Yavlyaetsya li podstilka samostoyatel'nyim telom prirody? // Ekologiya. 1990. С. 3–7].
- Богатырев Л.Г., Демин В.В. и др.* О некоторых теоретических аспектах исследования лесных подстилок. // Лесоведение. 2004. № 4. С. 17–29 [*Bogatyrev L.G., Demin V.V. i dr.* O nekotorykh teoreticheskikh aspektakh issledovaniya lesnykh podstilok // Lesovedenie. 2004. № 4. С. 17–29].
- Богатырев Л.Г., Фомина Т.В.* Характеристика подстилок сосняков Присурского лесного массива. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 1991. № 3. С. 28–39 [*Bogatyrev L.G., Fomina T.V.* Kharakteristika podstilok sosnyakov Prisurenskogo lesnogo massiva. // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 17. Pochvovedenie. 1991. № 3. С. 28–39].
- Бурова Н.В.* Трансформация лесной подстилки в ельниках под воздействием антропогенных нагрузок // Вестн. Красноярского государственного аграрного университета. 2011. № 1. С. 85–88 [*Burova N.V.* Transformatsiya lesnoi podstilki v el'nikakh pod vozdeistviem antropogennykh nagruzok. // Vestn. Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2011. № 1. S. 85–88].
- Гиларов М.С.* Особенности почвы как среды обитания и её значение в эволюции насекомых. М.; Л., 1949. 279 с. [*Gilyarov M.S.* Osobennosti pochvy kak sredy obitaniya i ee znachenie v evolyutsii nasekomykh. М.; Л., 1949. 279 s.].
- Гравель Н.В.* Уборка опавших листьев в городе. 2008. <http://ecom.su/news/index.php?id=757>. [*Gravel' N.V.* Uborka opavshikh list'ev v gorode. 2008. <http://ecom.su/news/index.php?id=757>].
- Ефремова Т.Т., Ефремов С.П., Аврова А.Ф.* Строение и пространственно-временная изменчивость накопления подстилки в болотных березняках Западной Сибири. // Вестн. Томского государственного университета. Биология. 2009. № 2. С. 84–94 [*Efremova T.T., Efremov S.P., Avrova A.F.* Stroenie i prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' nakopleniya podstilki v bolotnykh bereznyakakh Zapadnoi Sibiri. // Vestn. Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 2009. № 2. S. 84–94].
- Ефремова Т.Т., Секretenko О.П., Аврова А.Ф., Ефремов С.П.* Геоэкономический анализ пространственной изменчивости запасов зольных веществ в подстилке болотных березняков Западной Сибири // Почвоведение. 2013. № 1. С. 56–66 [*Efremova T.T., Sekretenko O.P., Avrova A.F., Efremov S.P.* Geostatisticheskii analiz prostranstvennoi izmenchivosti zapasov zol'nykh veshchestv v podstilke bolotnykh bereznyakov Zapadnoi Sibiri // Pochvovedenie. 2013. № 1. S. 56–66].
- Ильина Т.М., Сапожников А.П.* Лесные подстилки как компонент лесного биогеоценоза. // Вестн. Красноярского государственного аграрного университета. 2007. № 5. С. 45–47 [*Il'ina T.M., Sapozhnikov A.P.* Lesnye podstilki kak komponent lesnogo biogeotsenoza. // Vestn. Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2007. № 5. S. 45–47].
- Исянгулова Р.Р.* Характеристика и экологическое значение городских насаждений (на примере г. Уфы) // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2011. 24 с. [*Isyan'yulova R.R.* Kharakteristika i ekologicheskoe znachenie gorodskikh nasazhdenii (na primere g. Ufy) // Avtoref. dis. ... kand. biol.nauk. Tol'yatti, 2011. 24 s.].

- Карпачевский Л.О., Морозов А.И.* Вертикальное строение биогеоценозов // Почвоведение. 1994. № 2. С. 119–124 [*Karpachevskii L.O., Morozov A.I.* Vertikal'noe stroenie biogeotsenozov // Pochvovedenie. 1994. N 2. S. 119–124].
- Карпачевский Л.О.* Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М., 1977 [*Karpachevskii L.O.* Pestrota pochvennogo pokrova v lesnom biogeotsenozе. М., 1977].
- Карпачевский Л.О.* Экологическое почвоведение. М., 2005. 336 с. [*Karpachevskii L.O.* Ekologicheskoe pochvovedenie. М., 2005. 336 с.].
- Кириенко О.А., Имранова Е.Л.* Микробиологическая оценка экологического состояния урбанизированных почв // Экология урбанизированных территорий. 2008. № 4. С. 57–61 [*Kirienko O.A., Imranova E.L.* Mikrobiologicheskaya otsenka ekologicheskogo sostoyaniya urbanizirovannykh pochv // Ekologiya urbanizirovannykh territorii. 2008. № 4. S. 57–61].
- Князева Т.П., Князева Д.В.* Газоны. М., 2004. 176 с. [*Knyazeva T.P., Knyazeva D.V.* Gazony. М., 2004. 176 с.].
- Копчик С.В., Копчик Г.Н., Ливанцова С.Ю., Березина Н.А., Вахромеева М.Г.* Анализ взаимосвязи почв и растительности в лесных биогеоценозах методом главных компонент // Экология. 2003. № 1. С. 37–45. [*Koptsik S.V., Koptsik G.N., Livantsova S.Yu., Berezina N.A., Vakhromeeva M.G.* Analiz vzaimosvyazi pochv i rastitel'nosti v lesnykh biogeotsenozakh metodom glavnykh komponent // Ekologiya. 2003. № 1. S. 37–45].
- Кузнецов В.А., Рыжова И.М., Телеснина В.М., Стома Г.В.* Количественная оценка влияния рекреации на растительность, подстилку и плотность почв лесопарков Москвы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2015. № 1. С. 21–29 [*Kuznetsov V.A., Ryzhova I.M., Telesnina V.M., Stoma G.V.* Kolichestvennaya otsenka vliyaniya rekreatsii na rastitel'nost', podstilku i plotnost' pochv lesoparkov Moskvy // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 17. Pochvovedenie. 2015. № 1. S. 21–29].
- Лузиков А.В., Трофимов С.Я., Заварзина А.Г., Загоскина Н.В.* Растворимые фенольные соединения, общий и аммонийный азот в лесных подстилках ненарушенных ельников Центрально-Лесного заповедника // Почвоведение. 2006. № 8. С. 928–934 [*Luzikov A.V., Trofimov S.Ya., Zavarzina A.G., Zagoskina N.V.* Rastvorimye fenol'nye soedineniya, obshchii i ammoniinyi azot v lesnykh podstilkakh nenarushennykh el'nikov Tsentral'no-Lesnogo zapovednika // Pochvovedenie. 2006. № 8. S. 928–934].
- Масягина О.В., Токарева И.В., Прокушкин А.С.* Моделирование термического воздействия пожаров на физико-химические свойства и микробную активность подстилки криогенных почв // Почвоведение. 2014. № 8. С. 971–981 [*Masyagina O.V., Tokareva I.V., Prokushkin A.S.* Modelirovanie termicheskogo vozdeistviya pozharov na fiziko-khimicheskie svoystva i mikrobnuyu aktivnost' podstilki kriogennykh pochv // Pochvovedenie. 2014. № 8. S. 971–981].
- Меняйло О.В.* Влияние лесовосстановления на минерализацию органического вещества почвы // Экология. 2008. № 1. С. 23–27 [*Menyailo O.V.* Vliyanie lesovosstanovleniya na mineralizatsiyu organicheskogo veshchestva pochvy // Ekologiya. 2008. № 1. S. 23–27].
- Попова Н.В.* Структурно-функциональная роль подстилки и экологические условия ее формирования // Вестн. Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 1. С. 21–23 [*Popova N.V.* Strukturno-funktional'naya rol' podstilki i ekologicheskie usloviya ee formirovaniya. // Vestn. Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2009. № 1. S. 21–23].
- Ремезов Н.П.* Роль биологического круговорота в почвообразовании под пологом леса // Почвоведение. 1965. № 7. С. 68–79 с. [*Remezov N.P.* Rol' biologicheskogo krugovorota v pochvoobrazovanii pod pologom lesa // Pochvovedenie. 1965. № 7. S. 68–79].
- Санникова Н.С.* Микроэкологический анализ структуры и функций лесных биогеоценозов // Экология. 2003. № 2. С. 90–95 [*Sannikova N.S.* Mikroekosistemnyi analiz struktury i funktsii lesnykh biogeotsenozov // Ekologiya. 2003. № 2. S. 90–95].
- Сапожникова В.А.* Особенности трансформации органического вещества в почвах сосновых биогеоценозов при различных экологических условиях. Дис. ... канд. биол. наук. М., 2000. 145 с. [*Sapozhnikova V.A.* Osobennosti transformatsii organicheskogo veshchestva v pochvakh sosnovykh biogeotsenozov pri razlichnykh ekologicheskikh usloviyakh. Dis. ... kand. biol. nauk. М., 2000. 145 с.].
- Семенюк О.В., Ильяшенко М.А.* Пространственная изменчивость почвенных свойств разновозрастных сосняков пейзажной части паркового комплекса «Архангельское» // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2013. № 1. С. 23–29 [*Semenyuk O.V., Ilyashenko M.A.* Prostranstvennaya izmenchivost' pochvennykh svoystv raznovozrastnykh sosnyakov peizazhnoi chasti parkovogo kompleksa «Arkhangel'skoe» // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 17. Pochvovedenie. 2013. № 1. S. 23–29].
- Семенюк О.В., Ильяшенко М.А., Бобрик А.Д.* Биоиндикация парковых почв усадебного комплекса «Архангельское» // Проблемы агрохимии и экологии. 2013. № 3. С. 35–39 [*Semenyuk O.V., Ilyashenko M.A., Bobrik A.D.* Bioindikatsiya parkovykh pochv usadebnogo kompleksa «Arkhangel'skoe» // Problemy agrokhimii i ekologii. 2013. № 3. S. 35–39].
- Сизоненко Т.А., Загирова С.В., Хабибуллина Ф.М.* Микробные сообщества в подстилке ельника черничного средней тайги // Почвоведение. 2010. № 10. С. 1221–1228 [*Sizonenko T.A., Zagirova S.V., Khabibullina F.M.* Mikrobnye soobshchestva v podstilke el'nika chernichnogo srednei taigi // Pochvovedenie. 2010. № 10. S. 1221–1228].
- Соломатова Е.А.* Строение, состав и пространственная вариабельность лесных подстилок Восточной Фенноскандии. Дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 199 с. [*Solomatova E.A.* Stroenie, sostav i prostranstvennaya variabel'nost' lesnykh podstilok Vostochnoi Fennoskandii. Dis. ... kand. biol. nauk. М., 2004. 199 с.].
- Холопова Л.Б., Солнцева О.Н.* Растительный и почвенный покров через 25 лет после сплошной рубки древостоя // Динамика естественных и искусственных лесных биогеоценозов Подмосковья. М., 1987. С. 52–62 [*Kholopova L.B., Solntseva O.N.* Rastitel'nyi i pochvennyy pokrov cherez 25 let после сплошной рубки древостоя // Динамика естественных и искусственных лесных биогеоценозов Подмосковья. М., 1987. С. 52–62].

- Rastitel'nyi i pochvennyi pokrov cherez 25 let posle sploshnoi rubki drevostoya // *Dinamika estestvennykh i iskusstvennykh lesnykh biogeotsenozov Podmoskov'ya*. M., 1987. С. 52–62].
- Черненкова Т.В. Биоразнообразие лесного покрова при техногенном загрязнении // *Экология*. 2014. № 1. С. 3–13 [Chernen'kova T.V. Bioraznoobrazie lesnogo pokrova pri tekhnogennom zagyaznenii // *Ekologiya*. 2014. № 1. С. 3–13].
- Чжан С.А., Рунова Е.М., Пузанова О.А., Чжан Л.А. Мощность лесной подстилки сосновых насаждений в условиях длительного техногенного пресса // *Системы. Методы. Технологии*. 2011. № 12. С. 157–162 [Chzhan S.A., Runova E.M., Puzanova O.A., Chzhan L.A. Moshchnost' lesnoi podstilki sosnovykh nasazhdenii v usloviyakh dlitel'nogo tekhnogennogo pressa. // *Sistemy. Metody. Tekhnologii*. 2011. № 12. С. 157–162].
- Щенина Т.А. Генетические особенности лесных подстилок в ельниках южной и средней тайги Европейской территории Союза. Дис. ... канд. биол. наук. М., 1989. 184 с. [Shchenina T.A. Geneticheskie osobennosti lesnykh podstilok v el'nikakh yuzhnoi i srednei taigi Evropeiskoi territorii Soyuza. Dis. ... kand. biol. nauk. M., 1989. 184 с.].
- Aerts R. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship // *Oikos*. 1997. Vol. 79. P. 439–449.
- Domsh K.H., Gams W., Anderson T.H. Compendium of soil fungi. IHWVerlagEching, 2007. 672 p. 27. Ellis M.B. DematiaceousHyphomycetes. Kew, 1971.
- Kasischke E.S., Stocks B.J. Fire, climate change, and carbon cycling in the boreal forest. N.Y., 2000. P. 31.
- Nicolai V. Phenolic and mineral content of leaves influences decomposition in European forest ecosystems // *Oecologia*. 1988. Vol. 75. P. 575–579.
- Purainen S., Finer L., Starr M. Changes in forest floor and mineral soil carbon and nitrogen stocks in a boreal forest after clear-cutting and mechanical site preparation // *Eur. J. soil sci.* 2015. Vol. 66. N 4. P. 735–743.
- Faria S.R., De La Rose J.M., Knicker H., Gonzales-Peres J.A., et al. Wildfire-unduced alterations of topsoil organic matter detected with biogeochemical marks // *Eur. J. Soil Sci.* 2015. Vol. 66. N 4. P. 699–713.

Поступила в редакцию / Received 27.07.2016  
Принята к публикации / Accepted 23.04.2017

## CHARACTERISTICS OF LITTER PARKLAND HISTORIC LANDSCAPES ON THE EXAMPLE OF THE MUSEUM-ESTATE «ARKHANGELSKOE»

*O.B. Semenuyk<sup>1</sup>, L.G. Bogatyrev<sup>2</sup>, M.A. Vaganova<sup>3</sup>*

Studied litter in deciduous and mixed arrays the landscape part of the Park of the museum – estate «Arkhangelskoe», as well as the impact of the piking up litter on the structure and the ratio of the fractions of litter in tree planting a regular part of the Park. Litter the landscape part of the Park is represented by two types: enzymatic and destructive, and correspond to the natural analogues of the reserves, the structure and the ratio of the fractions of the detritus. It is shown that the systematic piking up litter in regular part of the Park leads to changes in the fractional composition of litter, leading to the accumulation of detritus.

**Key words:** park litter, the structure of the litter.

<sup>1</sup> Semenuk Olga Vichoslavovna, Lomonosov Moscow State University (olgatour@rambler.ru); <sup>2</sup> Bogatyrev Lev Georgievich, Lomonosov Moscow State University (bogatyrev.l.g@yandex.ru); <sup>3</sup> Vaganova Mariy Aleksandrovna, Lomonosov Moscow State University (ilyashenko-marya@yandex.ru).