

**УДК 574.472(470.318)**

## **ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ТРАВЯНИСТОГО ЯРУСА ПАРЦИАЛЬНЫХ ФЛОР ОСТАТОЧНЫХ ГОРОДСКИХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАЛУГИ И ОБНИНСКА**

*Евсеева А. А.*

*ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского», Калуга, Россия  
E-mail: annahabarova@yandex.ru*

В статье представлены результаты сравнительного исследования разнообразия травянистого яруса остаточных городских лесов на примере городов Калуги и Обнинска, в которых реализуются отличающиеся подходы к сохранению остаточных лесных сообществ на территории города. Обнинск практикует сохранение вошедших в городскую черту остаточных естественных лесных сообществ в качестве объектов рекреации, в Калуге же подобные лесные сообщества рекреационного назначения находятся в состоянии прерванной сукцессии и испытывали на себе лесотехнические мероприятия. В Калуге отмечено большее количество сорных и луговых видов. Количественный и качественный состав спектров наиболее распространенных семейств и родов, меньшее содержание синантропных видов в травянистом ярусе лесов Обнинска свидетельствуют в пользу предположения о большем запасе их устойчивости.

**Ключевые слова:** биологическое разнообразие, таксономический анализ флоры, травянистый ярус, урбофитоценозы, лесные экосистемы, рекреационная нагрузка, устойчивость экосистем.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Важными резерватами обеспечения сохранения биологического разнообразия являются леса [1, 2]. Для его поддержания целесообразны исследования флористического разнообразия в целом, а также растений травянистого яруса лесных экосистем, в частности, [3, 4]. Травянистый ярус как функциональная единица лесной экосистемы играет большую роль в ее формировании и возобновлении [5]. Живой напочвенный покров обеспечивает стабильность малого круговорота веществ и таким образом участвует в поддержании устойчивости экосистемы [6], воздействует на микроклимат в лесном сообществе и циклы жизни древесных пород [7, 8]. Виды живого напочвенного покрова реагируют на внешние воздействия первыми и теряют свою целостность. В свою очередь измененный травянистый ярус не может выполнять свои функции в полной мере и являться средой формирования будущего подроста, что способствует дальнейшему разрушению экосистемы. В связи с этим, на основании таксономического анализа и выявления экологических особенностей флористического разнообразия травянистого яруса можно судить об устойчивости и измененности лесных рекреационных экосистем.

Городские леса находятся в условиях непрерывной повышенной рекреационной нагрузки, претерпевают определенные изменения, которые отражаются в первую очередь на живом напочвенном покрове. К особенностям лесных массивов в городе относят уплотнение верхних горизонтов почвы, изменение ее физических и гидрологических свойств [9, 10]. Проблема исследования и сохранения живого напочвенного покрова в остаточных рекреационных городских лесах, несущих высокую рекреационную нагрузку, остается малоизученной. Однако это направление исследований является важным, поскольку антропогенная нагрузка оказывает существенное влияние на разнообразие и обилие травянистых растений лесного урбофитоценоза [3, 11, 12], а значит, и на выполнение им санитарно-гигиенических и экологических функций в городской среде.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является флористическое разнообразие травянистого яруса остаточных городских лесов на примере двух городов Калужской области – Калуги и Обнинска, находящихся на расстоянии 70 км и реализующих разные подходы к сохранению лесных сообществ на территории города. Предполагается, что травянистый ярус лесов Обнинска обладает флористическими характеристиками менее нарушенного лесного сообщества по сравнению с лесами Калуги, поскольку известно, что городские леса Обнинска имеют более высокий уровень устойчивости [13].

Определяющим различием между исследуемыми городами является подход к сохранению лесных массивов на городской территории. Обнинск практикует сохранение вошедших в городскую черту лесов при развитии территории города в качестве рекреационных объектов. В г. Обнинске сохранение остаточных естественных лесных массивов в качестве объектов озеленения – результат продуманной градостроительной политики по сохранению естественной растительности в городских кварталах. В Калуге подобные лесные сообщества находятся в состоянии прерванной естественной сукцессии и испытывали на себе в недавнем прошлом лесотехнические мероприятия и рекультивационные работы. Некоторые лесные рекреационные массивы восстановлены после многочисленных вырубок, например, Калужский городской бор [14, 15].

Анализ видового состава травянистого яруса проводился в типичных для северной части Калужской области ассоциациях сосново-еловых лесов [16]. Среди выбранных для исследования лесных массивов Калуги (рис. 1) – памятник природы федерального значения Калужский городской бор, крупный фитоценоз, являющийся уникальным участком южного варианта соснового леса, его остаточный лесной массив «Комсомольская роща», имеющий статус памятника природы регионального значения; лесная часть памятника природы регионального значения «Парк усадьбы Яновских» с хвойно-широколиственными насаждениями; окраинный лесной массив около микрорайона «Ольговка», не имеющий охранного статуса [17].



Рис. 1. Расположение объектов и точек исследования на территории г. Калуги.  
 1 – Калужский городской бор, 2 – Комсомольская роща, 3 – Парк усадьбы Яновских, 4 – лесной массив возле микрорайона «Ольговка».

Все выбранные для исследований сообщества в Обнинске – остатки естественных лесных массивов (рис. 2). Исследованный в Обнинске естественный остаточный фитоценоз дача «Бугры», или «Кончаловский лес», имеет статус памятника природы регионального значения. Окраинный крупный массив «Белкинский лес» и находящийся в центральной части города «Гурьяновский лес» не имеют природоохранного статуса, в них представлены разнообразные хвойно-широколиственные ассоциации [17].

Древостои объектов изучения в Калуге и Обнинске относятся к спелым, а Калужский городской бор к перестойным насаждениям. Основными лесообразующими породами объектов изучения в обоих городах являются доминирующая *Pinus sylvestris* L. с примесью *Picea abies* (L.) Karst. В подросте часто отмечаются молодые и средневозрастные *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., из мелколиственных пород распространены *Sorbus aucuparia* L., а также *Betula verrucosa* Ehrh. и *Betula alba* L. в Калуге и Обнинске соответственно. Возобновление на площадках в Калуге характеризуется видами *Acer platanoides* L., *Quercus robur* L., изредка встречается *Tilia cordata* Mill., здесь отсутствует основная лесослагающая порода *Pinus sylvestris* L. В Обнинске для пород возобновления,

помимо приведенных для изученных площадок Калуги, наиболее характерны доминирующая *Pinus sylvestris* L., также часто отмечается *Picea abies* (L.) Karst.

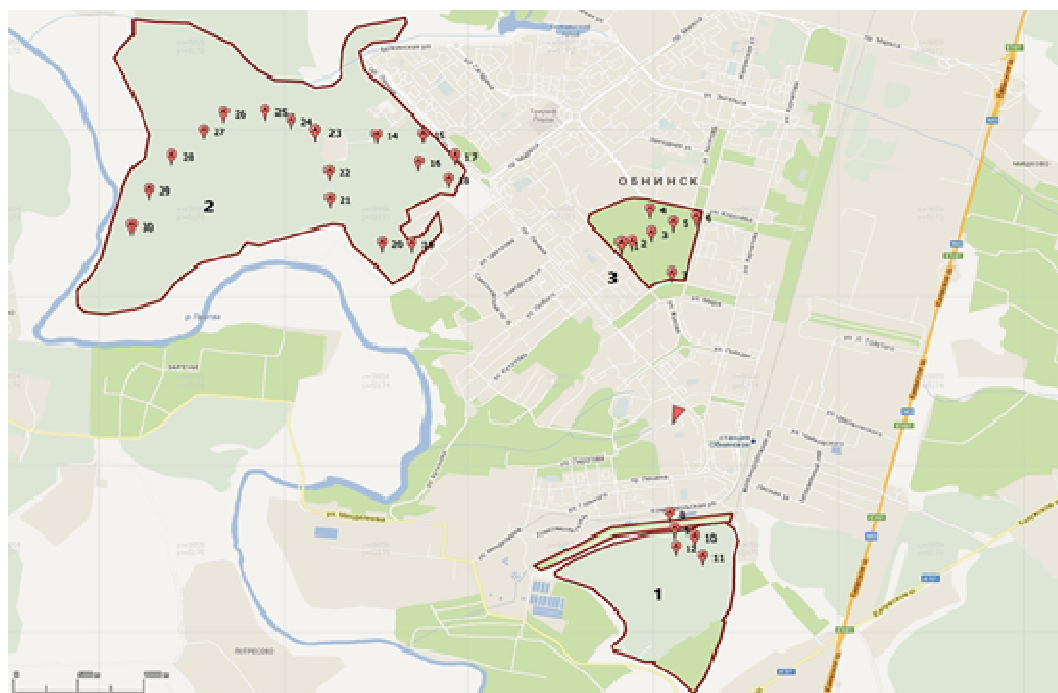


Рис. 2. Расположение объектов и точек исследования на территории г. Обнинска.

1 – Кончаловский лес, 2 – Белкинский лес, 3 – Гурьяновский лес.

Для изучения флористического состава и таксономического разнообразия в данных городских лесных фитоценозах были выбраны площадки со сходными условиями произрастания. Для анализа растительности были выбраны сосняки травяные, сосняки лещиново-кисличные, сосняки елово-кисличные, ельники снытевые, ельники травяные в одинаковом соотношении. Основные выявленные типы лесорастительных условий в изучаемых лесных экосистемах – свежие и влажные сложные субори, свежие и влажные судубравы.

В исследуемых городах было выбрано по 30 учетных площадок, на которых проводились геоботанические описания (рис. 1–2). Описания на всех площадках проводились дважды в течение вегетационного периода – в июне и августе – для полноты охвата произрастающей на них флоры.

Оценка обилия видов на учётных площадках проводилась по шкале Браун-Бланке [18]. Удобство использования данной шкалы обилия заключается в возможности оценивать при помощи нее долю присутствия чужеродных и синантропных, а также выявлять доминирующие виды на учетных площадках исследования, что немаловажно для оценки рекреационной измененности растительных сообществ. Материалом исследования служили сборы растений

травянистого яруса. Видовая приуроченность растений определялась по «Флоре средней полосы европейской части России» [19], для определения видов пикульников использовалась работа Е. В. Масловой [20]. Адвентивный компонент флоры и степень натурализации заносных видов были даны по А.В. Крылову [21]. Для выяснения флористического сходства между исследуемыми территориями городов использовались коэффициент ранговой корреляции Спирмена [22], а также коэффициент Сёренсена-Чекановского [23]. Статистическая обработка материала производилась с использованием классических методов математической статистики [22], а также прикладного пакета программ Microsoft office. Гербаризированные материалы хранятся в научном гербарии Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В травянистом ярусе исследованных площадок городских лесов Калуги выявлен 141 вид растений. (табл. 1). Травянистый ярус обследованной территории лесов Обнинска отличается немного большим разнообразием и насчитывает 157 видов. При этих незначительных количественных различиях, рассчитанный нами коэффициент флористического сходства Сёренсена-Чекановского ( $K_{sc}$ ) составил 0,644, что указывает на предполагаемую разницу в составе исследуемых парциальных флор, определяемую градостроительной политикой изучаемых городов.

Участие *Magnoliophyta* в травянистом ярусе обоих городов составляет значительную долю. В Калуге *Magnoliophyta* составляет 92,2 %, в Обнинске 95,5 %. *Magnoliopsida* более представлен в лесах Обнинска, здесь сюда относится 124 вида растений, в то время как в Калуге к *Magnoliopsida* относятся 100 видов. *Liliopsida*, напротив, более разнообразен в травянистых спектрах калужских городских лесов, где насчитывает 30 видов, в Обнинске же он составляет 26 видов.

Отделы *Equisetophyta* и *Polypodiophyta* имеют относительно низкое разнообразие в обоих исследуемых городах, что отражает общие пропорции флоры региона [17]. *Equisetophyta* включает единственное монотипное семейство *Equisetaceae* на всей обследованной территории.

Родовой коэффициент отражает среднее число видов в роде. Данная величина демонстрирует систематическое разнообразие. Флоры с большим разнообразием имеют более высокие родовые коэффициенты [24]. Исходя из этого, более представленные таксоны во флоре имеют более высокие показатели данного коэффициента.

Родовой коэффициент рассчитывался нами лишь для отдела *Magnoliophyta* в связи с тем, что другие отделы оказались представлены чрезвычайно малым числом видов. При сравнении таксономического разнообразия травянистого яруса лесов Калуги и Обнинска, отраженного в родовом коэффициенте (табл. 1), видно соотношение между видовым биоразнообразием (общим количеством найденных в сообществах видов) и средним количеством видов в родах.

Таблица 1  
Таксономическое разнообразие травянистых ярусов городских лесов  
Калуги и Обнинска

Отдел	Кол-во видов	% участия	Количество родов	% участия	Количество семейств	% участия	Родовой коэффициент
<b>Калуга</b>							
<i>Equisetophyta</i>	3	2,1	1	1	1	2,5	—
<i>Polypodiophyta</i>	8	5,7	6	6	4	10	—
<i>Magnoliophyta</i> в т.ч.:	130	92,2	94	93	35	87,5	1,38
<i>Magnoliopsida</i>	100	70,9	76	75	31	77,5	1,30
<i>Liliopsida</i>	30	21,3	18	18	4	10	1,66
<b>Всего:</b>	<b>141</b>		<b>101</b>		<b>40</b>		<b>1,39</b>
<b>Обнинск</b>							
<i>Equisetophyta</i>	2	1,3	1	0,9	1	2,8	—
<i>Polypodiophyta</i>	5	3,2	4	3,6	3	8,3	—
<i>Magnoliophyta</i> в т.ч.:	150	95,5	107	95,5	32	88,9	1,40
<i>Magnoliopsida</i>	124	78,9	89	79,4	28	77,7	1,39
<i>Liliopsida</i>	26	16,6	18	16,1	4	11,1	1,40
<b>Всего:</b>	<b>157</b>		<b>112</b>		<b>36</b>		<b>1,4</b>

В Обнинске родовой коэффициент общего биоразнообразия несущественно больше, чем в Калуге. Обнаруженные небольшие различия в показателях родového коэффициента, вероятно, обусловлены небольшим охватом территории, а также унификацией биотопов в городе. Вместе с тем – это может быть и следствием определенной тенденции динамики флоры исследуемых урбофитоценозов. Интересно, что больший родовой коэффициент *Magnoliophyta* и *Magnoliopsida* отмечается в Обнинске, в то время как родовой коэффициент *Liliopsida* значительно выше в Калуге. Это объясняется не столько богатством флоры, сколько качеством видового состава *Liliopsida*. В Калуге среди семейств однодольных встречается большое количество сорных и луговых видов, к примеру *Carex hirta* L., *C. contigua* Норре., *Allium rotundum* L. s.l. и др., по сравнению с городскими лесами Обнинска, где однодольные растения представлены исключительно видами лесных местообитаний. Одной из причин большего родového коэффициента *Liliopsida* в Калуге может быть феномен «олуговления лесов» [25, 26], который проявляется в большом содержании луговых злаков в лесной флоре. Олугование лесов происходит из-за невозможности лесного сообщества противостоять интенсивной

рекреационной нагрузке, что может свидетельствовать о снижении устойчивости экосистемы. Исходя из этого, можно сделать предположение о более низкой устойчивости остаточных лесных экосистем Калуги.

Спектры ведущих семейств для исследуемых городов представлены в таблице 2. Они показывают достаточное сходство, поскольку исследуемые города находятся в одном флористическом районе и имеют общие пропорции флоры. Тем не менее, при сравнении спектров доминирующих семейств, благодаря коэффициенту ранговой корреляции Спирмена ( $R_s = 0,648$ , при  $p \leq 0,05$ ) можно говорить о существующих определенных различиях систематической структуры исследуемых территорий, предположительно обусловленных различиями в подходах к их сохранению в составе городской территории.

**Таблица 2**

**Спектр ведущих семейств травянистых ярусов городских лесов Калуги и Обнинска**

Семейство	Калуга		Обнинск	
	Общее кол-во видов	% от общего числа	Общее кол-во видов	% от общего числа
1. Poaceae	17	12,1	16	10,2
2. Cypraceae	7	5	5	—
3. Liliaceae	5	3,5	4	—
4. Caryophyllaceae	6	4,2	6	3,8
5. Ranunculaceae	7	5	6	3,8
6. Rosaceae	12	8,5	11	7
7. Fabaceae	5	3,5	12	7,6
8. Geraniaceae	<i>1*</i>	—	7	4,4
9. Apiaceae	7	5	7	4,4
10. Lamiaceae	9	6,4	10	6,3
11. Asteraceae	16	11,3	23	14,7
Остальные	50	35,5	53	33,7
<b>Всего</b>	<b>141</b>	<b>100</b>	<b>157</b>	<b>100</b>

*Примечание:* \* курсивом отмечены значения семейств, не относящихся к ведущим в данном городе, но пересекающихся в сравниваемых городах.

Как в Калуге, так и в Обнинске данные спектры включают *Poaceae*, *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Caryophyllaceae* и *Ranunculaceae*. Однако, существует качественная разница в составе этих таксонов на исследуемых площадках данных городов.

Наиболее распространенным семейством в Калуге оказалось семейство *Poaceae*. На исследованных площадках оно представлено такими видами как *Elytrigia repens* (L.) Nevski, рядом представителей рода *Poa*, относящимся к типичным луговым, а также прочим «не лесным» местообитаниям (*Poa trivialis* L., *P. pratensis* L., *P. compressa* L.). Как было сказано выше, это может быть связано с

«олуговением» городских лесов. Следует отметить, что приведенные примеры представителей *Poaceae* не отмечаются на площадках исследований Обнинска. Семейство *Asteraceae* отличается высокой численностью видов в обоих городах, однако содержит в своем составе достаточно высокое количество сорных видов, таких как *Arcticum tomentosum* Mill., *Artemisia vulgaris* L., *Centaurea jacea* L., *Cichorium intybus* L., а в Калуге и интродуцент *Tragopogon orientalis* L. [21].

В представленных спектрах наблюдаются определенные различия. В Калуге среди ведущих семейств присутствуют *Cypraceae* и *Liliaceae*, отсутствующие в Обнинске. Качественный состав этих семейств г. Калуги с присутствием луговых и сорных видов, таких как *Carex contigua* Норре, *Allium rotundum* L. s.l. и др., указывает на внедрение в лесные экосистемы видов нарушенных местообитаний. Присутствующее в спектре ведущих семейств Обнинска *Geraniaceae* богато лесными видами (*Geranium pratense* L., *G. sanguineum* L., *G. silvaticum* L.).

Ведущие семейства в обоих городах составляют примерно одинаковую долю видов: в Калуге 64,5 %, в Обнинске 66,3 %. Остальные семейства являются малочисленными, к ним относятся 5 видов и менее. Больше по сравнению с Обнинском и абсолютное и относительное число семейств и видов в Калуге относится к монотипным семействам. В Калуге 16 (11,3 %) семейств являются монотипными. В Обнинске к монотипным относятся 8 семейств, составляющих всего 5 % всех выявленных. Причиной отмечаемой большей монотипизации семейств флоры фитоценозов Калуги может служить их более упрощенная структура на фоне ослабления внутривидовых связей. Бедность городской флоры может быть связана и с тем, что в динамично изменяющейся среде города, способны произрастать отдельные представители таксонов.

Спектры ведущих родов флоры исследуемых городов также имеют определенное сходство (рис. 3–4). При этом рассчитанный коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $R_s$ ) составил 0,716 (при  $p \leq 0,05$ ), что может указывать на имеющуюся разницу сравниваемых территорий, подтверждаемую анализом видовой структуры родов растений травянистого яруса. В обоих спектрах присутствуют следующие рода: *Carex*, *Poa*, *Galium*, *Ranunculus*. Наиболее многочисленным родом в Калужских лесах оказался род *Carex*, включающий 6,9 % выявленных видов, однако, он включает луговые виды (*Carex contigua* Норре). В Обнинске наиболее многочисленный род – *Geranium*, он составляет 6,2 % видов, обнаруженных на исследуемой территории и богат видами лесных местообитаний (см. анализ ведущих семейств). Род *Poa* на исследованной территории Обнинска представлен лесными видами (*Poa nemoralis* L., *P. annua* L.), в отличие от Калуги, где данный род включает ряд луговых и прочих видов. Наблюдаются отличия и в структуре рода *Galium*: если на площадках исследования в Обнинске отмечаются исключительно лесные представители рода, такие как *Galium mollugo* L., *G. intermedium* Schult., *G. rivale* (Sibth. Et Smith) Griseb., то на площадках Калуги присутствует *Galium verum* L., часто приуроченный к луговым сообществам. Род *Ranunculus* включает в исследуемых городах в состав сходные виды, но имеет и различие – только в калужских лесных сообществах отмечен вид *Ranunculus auricomus* L. aggr., часто встречающийся в болотно-луговых сообществах. Качественный состав спектров ведущих родов характеризует флору как



лесную. Однако включение в эти спектры таких родов, как *Impatiens*, *Poa*, *Trifolium*, говорит об ослабевании внутриценотических связей городских фитоценозов и их нарушенности под воздействием городской среды. Монотипные и содержащие по 2 вида рода преобладают во флоре травянистого яруса лесов исследованных городов. В Калуге 77 (76,2 %) родов монотипные, 14 (13,8 %) содержат по два вида. В Обнинске к монотипным относятся 82 рода, что составляет 73 % выявленной флоры, 21 род содержит по два вида (18,75 % всех выявленных видов). Таким образом, монотипизация родов и семейств травянистого яруса городских лесов Обнинска ниже, чем в Калуге. Также флора обследованных площадок обнинских городских лесов отличается большим количеством типичных лесных видов в его составе.

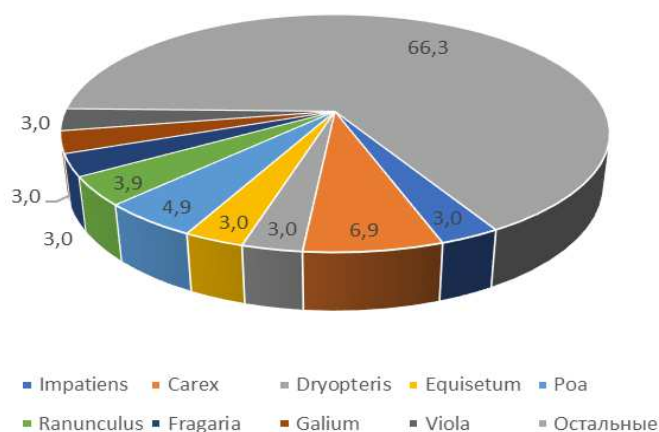


Рис. 3. Спектр ведущих родов травянистого яруса городских лесов г. Калуги, %

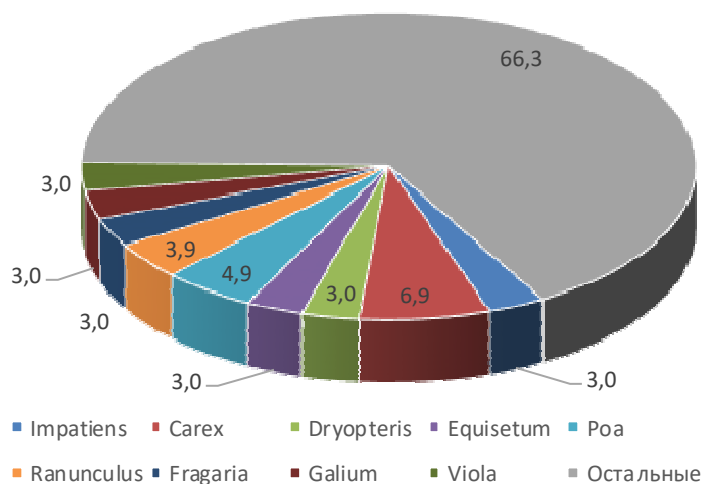


Рис. 4. Спектр ведущих родов травянистого яруса городских лесов г. Обнинска, %

Наиболее распространенные виды отражают тип растительного сообщества, участвуют в формировании ассоциаций, а значит, являются в определенной мере средообразующими. Для каждого города было выделено по 10 видов растений, наиболее часто встречаемых на площадках исследования (табл. 3). Поскольку геоботанические описания проводились на всех площадках дважды за вегетационный сезон, в данном анализе был учтен каждый факт встречи вида на учетных площадках исследования. Среди наиболее распространенных видов травянистого яруса городских лесов Калуги и Обнинска в основном отмечены типичные лесные виды аборигенной флоры. Однако в Калуге самым распространенным видом является *Impatiens parviflora* DC., типичный сорный вид, представитель рудеральных местообитаний (встречен в 60 % геоботанических описаний площадок). Данный вид отмечается как наиболее распространенный в рекреационно загруженных лесных городских экосистемах и в других городах [27]. Все наиболее распространенные виды Обнинска являются представителями лесных мест обитания.

**Таблица 3**  
**Наиболее распространенные виды лесных фитоценозов Калуги и Обнинска**

Вид	Калуга		Обнинск	
	Количество встреч вида в описаниях площадок исследования	% встречаемости	Количество встреч вида в описаниях площадок исследования	% встречаемости
1. <i>Athyrium filix-femina</i>	23*	—	42	46,6
2. <i>Dryopteris carthusiana</i>	47	52,2	56	62,2
3. <i>Convallaria majalis</i>	35	38,8	40	44,4
4. <i>Paris quadrifolia</i>	4	—	45	50
5. <i>Urtica dioica</i>	32	35,5	40	44,4
6. <i>Asarum europaeum</i>	31	34,4	49	54,4
7. <i>Stellaria holostea</i>	42	46,6	24	—
8. <i>Fragaria vesca</i>	30	—	43	47,7
9. <i>Oxalis acetosella</i>	35	38,8	14	—
10. <i>Impatiens parviflora</i>	54	60	38	—
11. <i>Aegopodium podagraria</i>	35	38,8	39	—
12. <i>Lysimachia nummularia</i>	26	—	47	52,2
13. <i>Ajuga reptans</i>	39	43,3	67	74,4
14. <i>Lamium galeobdolon</i>	44	48,8	58	64,4

Примечание: \* курсивом отмечены значения видов, не относящихся к наиболее распространенным в данном городе, но пересекающихся в сравниваемых городах.

Отдельному анализу подверглись синантропные виды, присутствующие на исследованных площадках. В их травянистом ярусе в Калуге было выявлено всего 25 видов синантропов, среди которых 4 чужеродных (*Myosotis sylvatica* Ehrh. ex Hoffm., *Impatiens parviflora* DC., *I. glandulifera* Royle, *Viola odorata* L.). Наиболее распространенными из синантропных видов здесь являются *Geum urbanum* L., *Urtica dioica* L., *Impatiens parviflora* DC., *Plantago major* L., *Chelidonium majus* L., *Taraxacum officinale* Wigg.

Количественное распространение синантропных видов на площадках в Калуге представлено на рисунке 5. На данной гистограмме видно площадки с наиболее высокими значениями присутствия данных видов (3–5, 15–16, 30). Все эти площадки исследования располагаются в лесных объектах наиболее близко к жилым кварталам и имеют наибольшую пешеходную проходимость. Также на всех данных площадках присутствуют заносные виды. Другие же площадки исследований имеют значительно меньшее количество синантропных видов (17–19), а некоторые лишены адвентивных видов (площадка 17).

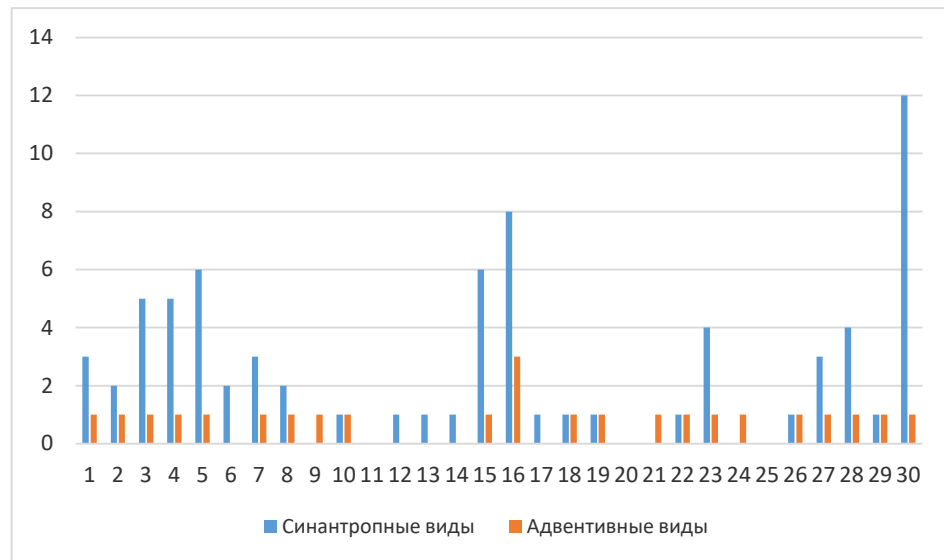


Рис. 5. Количество синантропных видов на площадках в г. Калуге.

На площадках 11, 20 и 25 отсутствуют заносные виды. Эти площадки располагаются в Калужском городском бору, в глубине лесного массива.

При анализе обилия синантропных видов на исследуемых площадках в Калуге были выявлены участки леса, наиболее измененные синантропной растительностью (рис. 6).

Площадки 1–4 располагаются в Комсомольской роще и имеют высокое обилие синантропных видов, что объясняется высокой популярностью рощи как зоны отдыха горожан. Данный объект относительно невелик, что не позволяет ему сохранять устойчивость и успешно сопротивляться рекреационной нагрузке. Все

пики данного рисунка соответствуют площадкам с хорошей пешеходной доступностью. На учетных площадках Калуги была выявлена корреляционная связь между количеством синантропных видов, в том числе адвентивных, и их обилием на площадках ( $r_s = 0,773$ , при  $p \leq 0,01$ ).

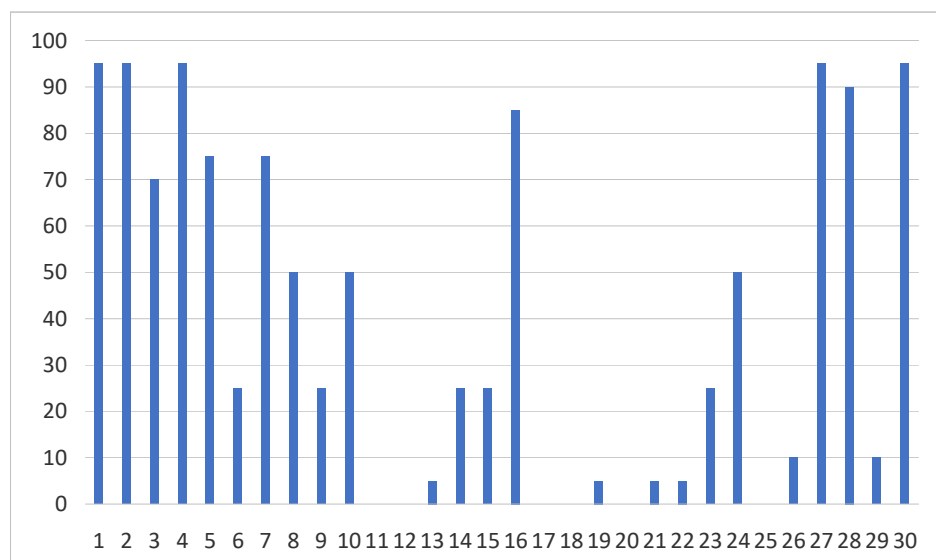


Рис. 6. Обилие синантропных видов на площадках в г. Калуге, %.

На рисунке 7 представлено распространение синантропных видов растений на площадках города Обнинска. В целом, при сравнении данного рисунка с рис. 6, графическое выражение демонстрирует меньшее содержание на площадках Обнинска синантропных, в том числе заносных видов. Как видно из рисунка, в Обнинске меньше пиков на графике и их значение не столь высокое как в Калуге.

Всего на площадках Обнинска отмечено 15 синантропных видов, 2 из которых чужеродные (*Impatiens parviflora* DC. и *Solidago gigantea* Ait.), против 25 синантропных видов в Калуге, включая 4 чужеродных. Среди данной группы видов наиболее распространены *Geum urbanum* L., *Urtica dioica* L., *Plantago major* L., *Lapsana communnis* L., *Taraxacum officinale* Wigg. Максимальное количество нахождения синантропов на площадках составляет 7 видов (площадки 8 и 18). На 11 площадках в числе синантропных отсутствуют заносные виды. В относительно нагруженном рекреацией Гурьяновском лесу свободными от заносных видов оказались площадки 5 и 7. Остальные площадки рисунка 7, на которых отсутствуют адвентивные виды, находятся в Белкинском лесу. В Калуге все площадки, лишённые заносных видов, находились на удалении от жилых кварталов и имели меньшую доступность для населения. Возможно, это подтверждает данные о более высокой устойчивости остаточных лесов Обнинска, сдерживающей до определенных пределов распространение чужеродных видов даже в рекреационно нагруженных участках лесов.

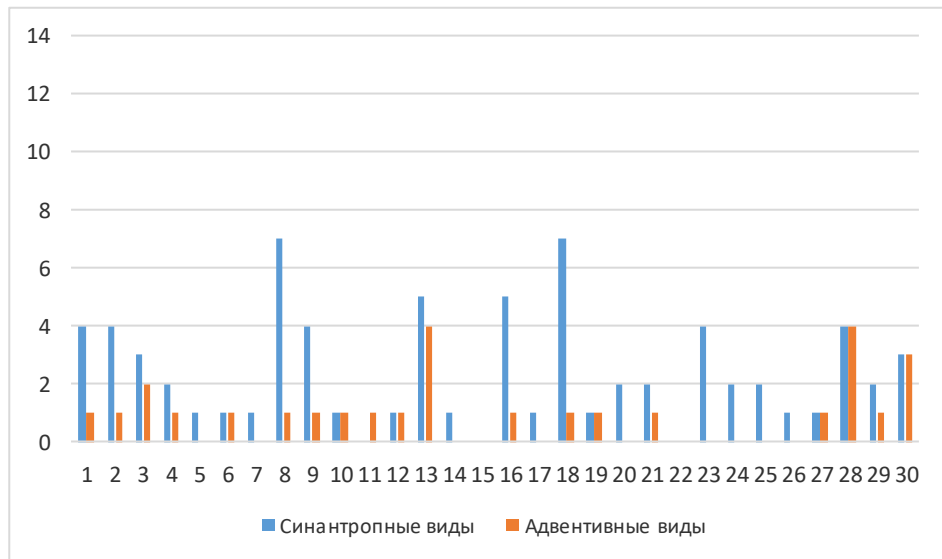


Рис. 7. Количество синантропных видов на площадках в г. Обнинске.

Графическое выражение обилия синантропных видов на площадках Обнинска также показывает меньшую загрузенность местных экосистем данными видами, по сравнению с изучаемыми сообществами Калуги (рис. 6 и рис. 8).

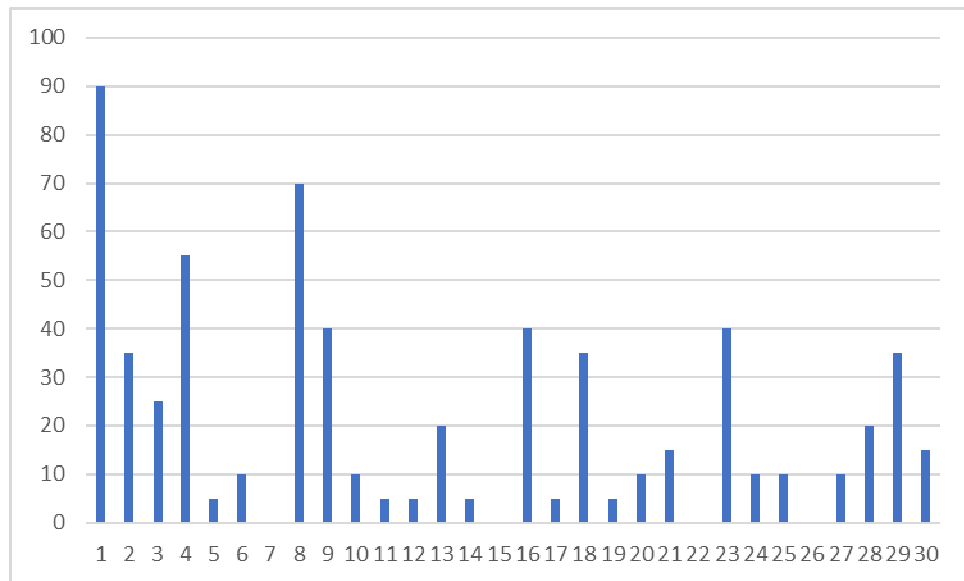


Рис. 8. Обилие синантропных видов на площадках в г. Обнинске, %.

Максимальное обилие синантропных видов отмечено на площадке 1, находящейся на окраине Гурьяновского леса. В целом большинство пиков графика рисунка 8 совпадают с пиками рисунка 7 (площадки 8, 9, 13, 16, 18, 23). На площадках 7 и 26 было отмечено по одному синантропному виду, однако это были единичные экземпляры, не дающие существенного проективного покрытия для учета в данном анализе. В Обнинске корреляционная связь ( $r_s$ ) между количеством синантропных видов на площадках и их обилием достигает высокой степени и составляет 0,867 (при  $p \leq 0,01$ ).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ показал незначительно большее биологическое разнообразие травянистого яруса парциальных флор исследуемых площадок лесов г. Обнинска по сравнению с Калугой, однако качественный анализ флористического состава травянистого яруса демонстрирует разницу между объектами исследуемых городов, что подтверждается рассчитанным для сравниваемых территорий коэффициентом сходства. Несмотря на схожесть спектров ведущих семейств и родов травянистого яруса, существует статистически подтвержденная разница в их качественном составе. Их структура в лесах Обнинска свидетельствует в пользу высказанного предположения о большем запасе устойчивости, не допускающем большого разнообразия видов луговых, нарушенных и прочих местообитаний в остаточные лесные экосистемы города. Поскольку среди наиболее распространенных видов в лесных экосистемах Обнинска присутствует больше представителей лесной флоры, можно предполагать, что травянистый ярус лесных сообществ Обнинска эффективнее выполняет средообразующие функции для формирования благонадежного подроста, способствуя сохранению устойчивости остаточных лесных экосистем и сопротивлению их рекреационной нагрузке, чем в лесных фитоценозах Калуги. Анализ синантропного компонента показал существующую разницу в составе травянистого яруса объектов исследования – сообщества Обнинска характеризуются как меньшим количеством, так и обилием синантропных видов. Полученные результаты указывают на то, что благодаря продуманной системе сохранения остаточных естественных лесов, как объектов городского озеленения, изученные растительные сообщества в Обнинске оказались менее измененными под воздействием рекреационной нагрузки, по сравнению с изученными сообществами Калуги.

Исходя из этого, помимо исследования древесно-кустарникового яруса, важным элементом оценки устойчивости лесных экосистем может выступать изучение их травянистого яруса.

### Список литературы

1. Апухтина Е. М. Пути сохранения биоразнообразия и генофонда видов растений / Е. М. Апухтина, И. А. Бандурко // Новые технологии. – 2015. – № 3. – С. 81–86.
2. Лебедев Ю. В. Сохранение биоразнообразия лесов – ключевой фактор устойчивого развития территории / Ю. В. Лебедев, И. Г. Мазина, Т. А. Лебедева // Современные проблемы исследования

- биоразнообразия растительных и животных сообществ и пути их сохранения : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. Южно-Сахалинск : Сахалин. гос. ун-т, 2015. – С. 72–74.
3. Коваленко И. Н. Эколого-ценотические стратегии и их разнообразие на примере травянисто-кустарничкового яруса лесных экосистем / И. Н. Коваленко // Наука и Мир. – 2015. – Т. 3, № 5. – С. 74–76.
  4. Петрачук А. А. Экологический анализ травяно-кустарничкового яруса подтайги заказника «Успенский» Тюменского района / А. А. Петрачук, Г. Ш. Турсумбекова // Мир Инноваций. – 2017. – № 2. – С. 63–68.
  5. Уфимцев В. И. Структура живого напочвенного покрова в сосняках на участках рекультивации Кузбасса / В. И. Уфимцев, Т. О. Стрельникова, О. А. Куприянов // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2018. – № 44. – С. 36–58.
  6. Беляева Н. В. Структура живого напочвенного покрова после добровольно-выборочных и равномерно-постепенных рубок / Н. В. Беляева, Н. А. Пакконен // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2010. – № 26. – С. 3–10.
  7. Мартынова М. В. Состав и биомасса травянистого яруса в нарушенном рубками древостое липы мелколистной / М. В. Мартынова, Р. Р. Султанова // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10 (128). – С. 59–63.
  8. Мартынова М. В. Состояние нижних ярусов растительности в липовых лесах и на вырубках / М. В. Мартынова, Р. Р. Султанова // Лесной вестник = Forestry Bulletin. – 2019. – Т. 23, № 2. – С. 55–60.
  9. Казанская М. С. Динамика травянисто-кустарничкового яруса некоторых лесных фитоценозов под влиянием рекреационной деятельности человека. / М. С. Казанская – Рига, 1971. – С. 128–138.
  10. Рысин Л. П. Методика оценки последствий рекреационного лесопользования / Л. П. Рысин // Лесной вестник. – 2000. – № 6. – С. 56–59.
  11. Дядченко О. С. Оценка рекреационных нагрузок на пригородные сосновые насаждения г. Благовещенска / О. С. Дядченко. // Экология города : материалы 1-й региональной научно-практической конференции городских учреждений и предприятий Амурской области, посвященной Году экологии в России : сб. тр. под ред. С. Л. Сандаковой. Благовещенск : Изд-во ДальГАУ, 2017. – С. 29–32.
  12. Масленников А. В. Антропогенная трансформация флоры городских лесов на примере Заволжского леса города Ульяновска / А. В. Масленников, Л. А. Масленникова, О. В. Едифанова – Природа Симбирского Поволжья : сб. науч. тр. XVIII межрегиональной науч.-практ. конф. Ульяновск : Корпорация технологий продвижения, 2016. – С. 42–46.
  13. Евсеева А. А. Оценка устойчивости городских лесных фитоценозов // Экология урбанизированных территорий / А. А. Евсеева // Экология урбанизированных территорий. – 2013. – №3. – С. 125–129.
  14. Дело о признании защитным лесом дачи Бор, принадлежащей Калужскому городскому обществу // Государственный архив Калужской области (ГАКО). Ф-289. Оп. 1. Д. 24.
  15. О плане хозяйства в городском бору, утвержденном в 1901 году // ГАКО. Ф-289. Оп. 1. Д. 709.
  16. Решетникова Н. М. Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области / Н. М. Решетникова [и др.]. – М. : Товарищество науч. изданий КМК, 2010. – 549 с.
  17. Особо охраняемые природные территории и памятники природы Калужской области [Электронный ресурс]. URL: <https://map.geoportal40.ru/ecology/#36.244175,54.551682/12/291,292,293,295,296,302,297,298,299>. (Дата обращения: 02.03.2020).
  18. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. / Braun-Blanquet J. – Wien-N.Y., 1964. – 865 p.
  19. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. / П. Ф. Маевский – 10-е изд. М. : Т-во науч. изданий КМК, 2006. – 600 с.
  20. Маслова Е. В. Дифференциация двух видов пикульника (*Galeopsis bifida* Voenn. и *G. tetrahit* L.) по морфологическим признакам и ДНК-маркерам / Е. В. Маслова // Генетика. 2008. – Т. 44, № 3. – С. 366–373.
  21. Крылов А. В. Адвентивный компонент флоры Калужской области: натурализация видов / А. В. Крылов, Н. М. Решетникова // Ботанический журнал. – 2009. – Т. 94, № 8. – С. 1126–1148.
  22. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. Пособие для биол. Спец. Вузov–4-е изд., перераб. Доп. / Г. Ф. Лакин – М.: Высш. шк., 1990. –352 с.

23. Шмидт В. М. Статистические методы в сравнительной флористике / В. М. Шмидт. – Л.: ЛГУ, 1980. – 176 с.
24. Закиева Г. Ф. Альгофлора низинных болот степной зоны (на примере Стерлибашевского района Республики Башкортостан) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. / Закиева Г. Ф. – Уфа, 2007. – 15 с.
25. Кузнецова А. А. Эколого-ценотические спектры травянистого яруса сосновых лесов: влияние рекреационной нагрузки / А. А. Кузнецова // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. М. : Рос. ун-т Дружбы народов, 2015. – С. 35–38.
26. Шадрин В. А. Состояние лесных экосистем под влиянием рекреации (на примере города Ижевска) / В. А. Шадрин, А. В. Федчук // Молодежный научный вестник. – 2017. – № 12 (25). – С. 33–39.
27. Белоушко Ю. Л. Антропогенная трансформация флоры лесов рекреационной зоны г. Орла / Белоушко Ю. Л. // Ученые записки Орловского государственного университета. Сер. Естественные, технические и медицинские науки. – 2012. – № 3. – С. 80–83.

## FLORISTIC DIVERSITY OF THE FIELD LAYER OF THE PARTIAL FLORAS OF THE OBSOLESCENT URBAN FOREST ECOSYSTEMS OF KALUGA AND OBNINSK

*Evseeva A. A.*

*Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovski, Kaluga, Russian*  
*E-mail: annahabarova@yandex.ru*

This article examines the results of the comparative research of the diversity of the field layer of residual urban forests, using the cities of Kaluga and Obninsk as an example, which have different approaches to the conservation of residual forest communities in the city are implemented. Obninsk practices the conservation of residual natural forest communities that have entered the city line as recreation objects, while in Kaluga, such forest communities of a recreational purpose are in a state of interrupted succession and have experienced by forestry activities. There are more weed and meadow species in Kaluga. Among the most common types of grassy layers of the urban forests of Kaluga and Obninsk, forest species of native flora are mainly noted, however, in Kaluga, the most common species is *Impatiens parviflora* DC., a typical representative of ruderal habitats. The quantitative and qualitative composition of the spectra of the most common families and genera, the lower content of synanthropic species in the field layer of the Obninsk forests testify to the assumption of a greater reserve of their stability.

The analysis showed a slightly greater biological diversity of the grassy layer of the partial flora of the studied forest sites in Obninsk compared to Kaluga, however, a qualitative analysis of the composition of the grassy layer demonstrates the difference between the objects of the cities under study. The qualitative composition of the spectra of the most common families and genera of the grassy layer of the Obninsk forests testifies in favor of the suggested assumption of a greater stability margin that does not allow a greater variety of meadow, disturbed, and other habitats to the residual forest ecosystems of the city. Since among the most common species in the forest ecosystems of Obninsk there are more representatives of the forest flora, it can be assumed that the grassy layer of the forest communities of Obninsk more efficiently performs the environment-forming



functions for the formation of reliable undergrowth, contributing to the preservation of the stability of the residual forest ecosystems and the resistance to their recreational load than in the Kaluga forest phytocenoses. The analysis of the synanthropic component showed the existing difference in the composition of the grassy layer of the objects of study – Obninsk communities are characterized by both a smaller number and an abundance of synanthropic species. This indicates that these plant communities in Obninsk turned out to be less altered under the influence of recreational load, in comparison with the studied Kaluga communities. These findings are confirmed by the results of a comparative analysis of the biodiversity of the partial flora of forest ecosystems of these cities and a study of their sustainability levels. In this regard, in addition to studying the tree-shrub layer, an important element in assessing the sustainability of forest ecosystems may be the study of their grassy layer.

**Keywords:** biological diversity, taxonomic analysis of flora, field layer, urbophytocenoses, forest ecosystems, recreational load, ecosystem stability.

### References

1. Apukhtina E. M., Bandurko I. A. Ways to preserve biodiversity and the gene pool of plant species, *New Technologies*, **3**, 81 (2015)
2. Lebedev Yu. V., Mazina I. G., Lebedeva T. A. Conservation of forest biodiversity is a key factor in the sustainable development of the territory, *Modern problems of studying biodiversity of plant and animal communities and ways of their conservation: collection. international materials scientific-practical conf.* (Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. state Univ. 2015) p. 72.
3. Kovalenko I. N. Ecological-coenotic strategies and their diversity on the example of the field-shrub layer of forest ecosystems, *Science and World*, **3**, **5**, 74 (2015).
4. Petrachuk A. A., Tursumbekova G. Sh. Ecological analysis of the grass-shrub layer of the taiga of the “Uspensky” nature reserve of the Tyumen region, *World of Innovations*, **2**, 63 (2017)
5. Ufimtsev V. I., Strelnikova T. O., Kupriyanov O. A. The structure of living ground cover in pine trees in the areas of Kuzbass reclamation, *Bulletin of Tomsk State University. Biology*, **44**, 36. (2018).
6. Belyaeva N. V., Pakkonen N. A. The structure of living ground cover after voluntarily selective and evenly gradual logging, *Actual problems of the forest complex*, **26**, 3 (2010).
7. Martynova M. V., Sultanova R. R. Composition and biomass of the grassy layer in the disturbed cuttings of the small-leaved linden tree, *Agrarian Bulletin of the Urals*, **10** (**128**), 59 (2014).
8. Martynova M. V., Sultanova R. R. State of lower tiers of vegetation in linden forests and clearings, *Forestry Bulletin*, **23**, **2**, 55 (2019).
9. Kazanskaya M. S. The dynamics of the field-shrub layer of some forest plant communities under the influence of human recreational activity. p. 128. (Riga, 1971).
10. Rysin L. P. Methodology for assessing the consequences of recreational forest management, *Forest Herald*, **6**, 56 (2000).
11. Dyadchenko O. S. Assessment of recreational loads on the suburban pine plantations of Blagoveshchensk, *Ecology of the city: materials of the 1st regional scientific-practical conference of city institutions and enterprises of the Amur region dedicated to the Year of Ecology in Russia: Collection of articles* ed. By S. L. Sandakova. (Blagoveshchensk, Publishing house DalGAU, 2017). p. 29.
12. Maslennikov A. V., Maslennikova L. A., Edifanova O. V. Anthropogenic transformation of urban forest flora using the example of the Zavolzhsy forest in Ulyanovsk, *Nature of the Simbirsk Volga: Col. of scientific articles of XVIII interregional scientific and practical. conf.* (Ulyanovsk: Corporation of Promotion Technologies. 2016). p. 42.
13. Evseeva A. A. Sustainability assessment of urban forest phytocenoses *Ecology of urbanized territories*, **3**, 125 (2013).
14. Funds of the State Archives of the Kaluga Region F-289. op. 1. unit. hr. 24. The case of the recognition of the deforested forest of Bor, owned by the Kaluga City Society.

15. Funds of the State Archives of the Kaluga Region F-289, op. 1, hr. 709, 1905. About the plan of an economy in a city boron, approved in 1901.
16. Specially protected natural territories and natural monuments of the Kaluga region [Electronic resource]. e-print arXiv: <https://map.geoportal40.ru/ecology/#36.244175,54.551682/12/291,292,293,295,296,302,297,298,299>. (2020).
17. Reshetnikova N. M. *Kaluga flora: annotated list of vascular plants of the Kaluga region*, 549 p. (Partnership of scientists. KMC publications, Moscow, 2010).
18. Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie*. 865 p. (Wien-N.Y., 1964)
19. Mayevsky P. F. *Flora of the middle zone of the European part of Russia*. 10th ed. 600 p. (Partnership of scientists. KMC publications, Moscow, 2006).
20. Maslova E. V. Differentiation of two species of pikulnik (*Galeopsis bifida* Boenn. And *G. tetrahit* L.) by morphological characters and DNA markers, *Genetics*, **44**, **3**, 366 (2008).
21. Krylov A. V., Reshetnikova N. M. Adventive component of the flora of the Kaluga region: naturalization of species. *Botanical Journal*, **94**, **8**, 1126 (2009).
22. Lakin G. F. *Biometrics: Textbook. Benefit for biol. Specialist. Universities*, 352 p. (Higher. school, Moscow, 1990).
23. Schmidt V. M. *Statistical methods in comparative floristics*, 176 p. (Leningrad State University, Leningrad, 1980).
24. Zakieva G. F. *Algoflora of lowland bogs of the steppe zone (on the example of the Sterlibashevsky district of the Republic of Bashkortostan): author. dis. ... cand. biol. sciences*. 15 p. (Ufa, 2007).
25. Kuznetsova A. A. Ecological and coenotic spectra of the field layer of pine forests: the impact of recreational load, *Actual problems of ecology and nature management: collection of books. scientific articles Int. scientific-practical conf. : in 2 hours* (Ros. University of Friendship of Peoples, Moscow, 2015) p. 35.
26. Shadrin V. A., Fedchuk A. V. The state of forest ecosystems under the influence of recreation (on the example of the city of Izhevsk). *Youth Scientific Herald*, **12** (**25**), 33 (2017).
27. Belousko Yu. L. Anthropogenic transformation of the forest flora of the recreational zone of the city of Orel, *Scientific notes of Oryol State University. Ser. Natural, technical and medical sciences.*, **3**, 80 (2012)