

## ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ЗОНИРОВАНИИ ЛЕСНОГО ФОНДА ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ ГОРОДА БАРНАУЛА

**А.А. Малиновских**, кандидат биологических наук, доцент

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

E-mail: almaa1976@yandex.ru

**Ключевые слова:** пригородные леса, сосновые насаждения, видовой состав, эколого-ценотические группы, антропогенная трансформация.

**Реферат.** На лесотипологической основе изучен видовой состав сосновых насаждений в лесном фонде Барнаульского лесничества, входящего в пригородную территорию г. Барнаула. Всего выявлено 165 видов сосудистых растений, из которых древостой образуют 3 вида, подлесок – 26, живой напочвенный покров – 136 видов. В составе нижних ярусов леса найдено 39 синантропных видов растений (23,6 % всей флоры), в том числе в подлеске 14 антропофитных видов, в живом напочвенном покрове 5 антропофитных и 20 апофитных. Более богатый флористический состав характерен для типа леса травяной бор по сравнению с типом леса свежий бор, что связано с разными лесорастительными условиями. Антропогенные факторы приводят к увеличению видового состава сосновых насаждений вблизи городской черты: более интенсивно – в травяном бору ( $r = -0,74$ ), менее интенсивно – в свежем бору ( $r = -0,39$ ). По мере удаления от черты города в сосновых насаждениях меняется соотношение эколого-ценотических компонентов: доля лесного компонента увеличивается, синантропного – снижается. Среди синантропных растений нижних ярусов отмечены агрессивные виды (*Malus baccata* (L.) Borkh., *Acer negundo* L.), которые сильно трансформируют лесную среду, препятствуя возобновлению главной породы. Значение индекса синантропизации видового состава сосновых насаждений меняется по мере удаления от черты города: 0,28–0,29 – 0–4 км; 0,12–0,20 – 4–11 км; 0,03–0,07 – 15–43 км, поэтому лесной фонд лесничества можно условно разделить на три зоны – высокой, умеренной и слабой антропогенной трансформации. Рекомендуем использовать полученные данные для комплексного зонирования территории Барнаульского лесничества с целью сохранения пригородных лесных массивов.

## ECOLOGICAL AND CENOTIC APPROACH TO ZONING OF THE FOREST FUND OF SUBURBAN FORESTS OF BARNAUL

**A.A. Malinovskikh**, Candidate of Biological Sciences

Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia

E-mail: almaa1976@yandex.ru

**Keywords:** suburban forests, pine plantations, species composition, ecological and cenotic groups, anthropogenic transformation.

**Abstract.** The species composition of pine plantations in the forest fund of the Barnaul Forestry, which is part of the suburban territory of Barnaul, was studied on a forest typological basis. A total of 165 species of vascular plants have been identified, of which 3 species form a stand, 26 species of undergrowth, and 136 species of living ground cover. 39 synanthropic plant species (23.6 % of the total flora) were found in the lower tiers of the forest, including 14 anthropophytic species in the undergrowth, 5 anthropophytic and 20 apophytic species in the living ground cover. A richer floral composition is characteristic of the grass forest type, compared with the fresh forest type, which is associated with different forest growing conditions. Anthropogenic factors lead to an increase in the species composition of pine plantations near the city limits – more intensively in the grass forest ( $r = -0.74$ ), less intensively in the fresh forest ( $r = -0.39$ ). As we move away from the city limits, the ratio of ecological and cenotic components changes in pine plantations: the share of the forest component increases, the share of the synanthropic component decreases. Among the synanthropic plants of the lower tiers, aggressive species (*Malus baccata* (L.) Borkh., *Acer negundo* L.) are noted, which strongly transform the forest environment, preventing the renewal of the main breed. The value of the index of synanthropization of the species composition of pine plantations varies with distance from the city limits: 0,28–0,29 – 0–4 km; 0,12–0,20 – 4–11 km; 0,03–0,07 – 15–43 km, therefore, the forest fund of the forestry can be divided into 3 zones – high, moderate and weak anthropogenic transformation. We recommend using the data obtained for complex zoning of the territory of the Barnaul forestry in order to preserve suburban forests.

На современном этапе развития крупных и средних городов значение городских и пригородных зеленых насаждений трудно переоценить. Сохраняя комфортную среду в городе и его пригородах искусственные и естественные зеленые насаждения снижают негативное воздействие шума и аэропромвыбросов, являются местом отдыха горожан. Многие аспекты озеленения, сохранения, ведения специализированного хозяйства в зеленых насаждениях города и пригорода рассмотрены с точки зрения науки и практики в нашей стране и за рубежом [1–4].

Вблизи г. Барнаула, расположенного в устье р. Барнаулки, начинается Барнаульский ленточный бор – один из четырех лесных массивов, входящих в систему ленточных боров Западной Сибири. Этот лесной массив имеет почвозащитное и водоохранное значение, а вблизи городской черты выполняет рекреационную функцию. В непосредственной близости к ленточному бору в пределах городского округа Барнаула расположено более десятка населенных пунктов, завод «Ротор», садоводческие товарищества, проходит железная и многочисленные автомобильные дороги. В последние десятилетия, по мере увеличения количества автомобильного транспорта и застройки территории, прилегающей к лесному массиву, усиливается нагрузка на лесные насаждения. Ряд исследователей отмечают негативные процессы, происходящие в сосновых насаждениях пригородного бора Барнаула, в частности активное расселение клёна ясенелистного, ухудшение состояния почв [5, 6]. В Алтайском крае реализуется план по увеличению площади зеленых зон г. Барнаула, Бийска и др., однако отсутствует схема зонирования, концепция развития пригородных лесов, рекомендации по ведению лесного хозяйства с целью их сохранения.

Цель работы – на основе эколого-ценотического анализа видового состава растений сосновых насаждений пригородного лесного массива г. Барнаула выполнить зонирование его территории по степени антропогенной трансформации.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования проводились на постоянных пробных площадях (ПП), заложенных в лесном фонде Барнаульского лесничества Алтайского края. Для изучения флористических и эколого-ценотических особенностей были выбраны два наиболее распространенных типа леса – свежий бор, насаждения которого формируются в свежих лесорастительных условиях, и травяной бор, насаждения которого развиваются во влажных лесорастительных условиях. Древостои в свежем бору чистые сосновые или с единичной примесью березы повислой, II–III класса бонитета. Древостои в травяном бору смешанные с преобладанием сосны, доля березы по запасу составляет 10–30 %, I–II класса бонитета. Древостои преимущественно разновозрастные, состоящие из 2–3 поколений, где преобладает поколение спелых и перестойных древостоев (возраст 100–130 лет). Всего заложено 36 пробных площадей, которые расположены на разном удалении от черты г. Барнаула (рис. 1).

Растительный покров лесных насаждений изучали в течение вегетационного периода 2023 г. методом геоботанических описаний и учетных площадок [7]. Выявляли видовой состав каждого компонента леса (древостой, подрост, подлесок, живой напочвенный покров (ЖНП)) с указанием проективного покрытия, обилия, густоты, средней высоты. Анализ выполнен применительно к высшим сосудистым растениям (без мхов и лишайников). Названия видов сосудистых растений даны по сводке С.К. Черепанова [8]. Были составлены объединенные списки видов по типам леса и удалению от черты города, растения из которых распределялись по эколого-ценотической принадлежности с учетом их местообитаний [9, 10]. Степень антропогенной трансформации видового состава сосновых насаждений определяли с помощью индексов синантропизации [11].

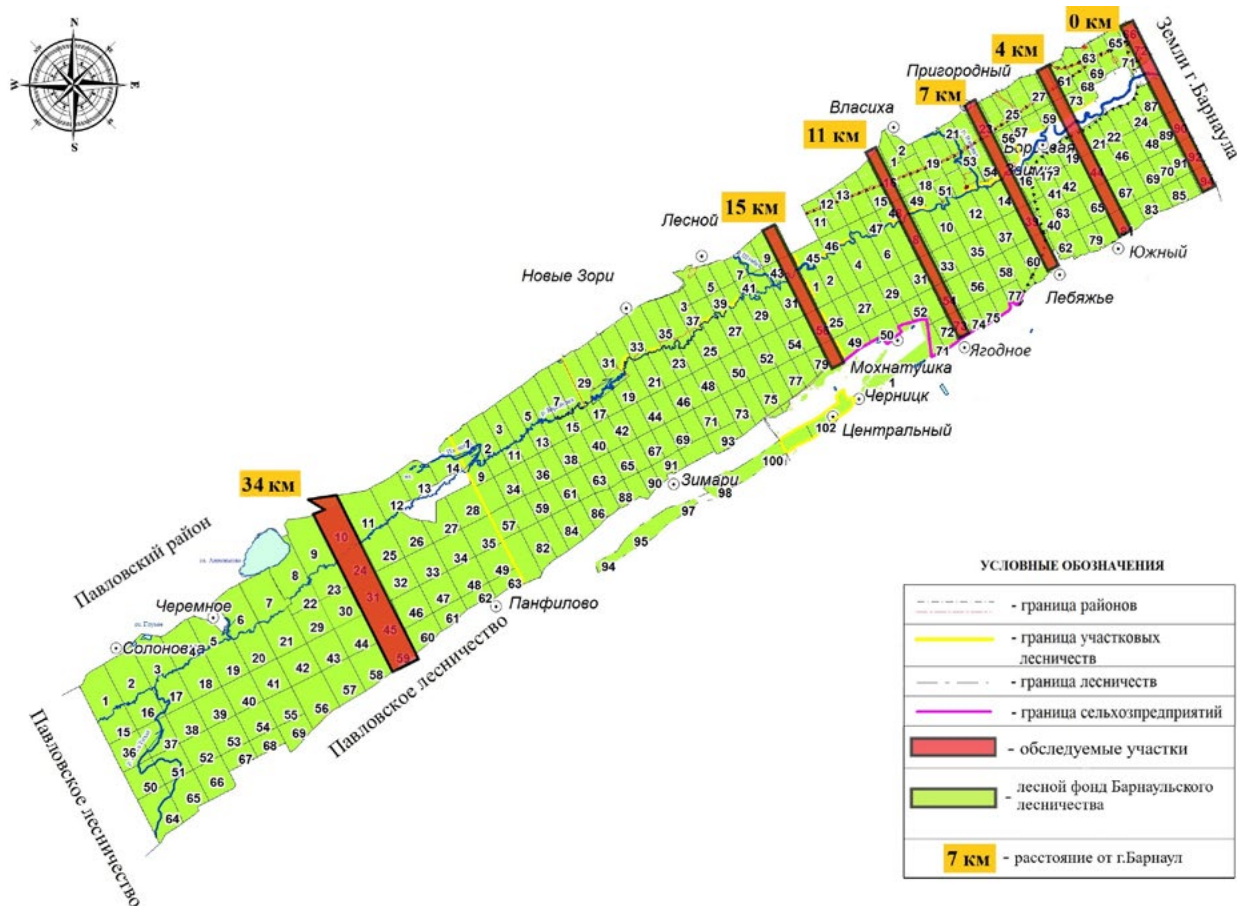


Рис. 1. Схема расположения пробных площадей в Барнаульском лесничестве  
Layout of trial areas in Barnaul forestry

### Результаты исследований и их обсуждение

Лес состоит из отдельных компонентов, каждый из которых выполняет определенные функции и тесно связан с другими компонентами и окружающей средой. В пригородных лесах к факторам природной среды добавля-

ются антропогенные, которые влияют как на компоненты, так и на соотношения между ними [12–14]. В сосновых пригородных лесах г. Барнаула нами выявлена связь между расстоянием от черты города и числом видов в составе отдельных компонентов насаждений (табл. 1).

Таблица 1

Количественная характеристика компонентов насаждения в составе пригородных сосновых лесов г. Барнаула

Quantitative characteristics of forest components in suburban pine plantations of Barnaul

| Число видов в составе компонента насаждения | Расстояние от города, км |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                             | 0                        |     | 4   |     | 7   |     | 11  |     | 15  |     | 34  |     |
|                                             | ТрБ                      | СвБ | ТрБ | СвБ | ТрБ | СвБ | ТрБ | СвБ | ТрБ | СвБ | ТрБ | СвБ |
| Древостой                                   | 3                        | 3   | 3   | 2   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| Подрост                                     | 3                        | 3   | 2   | 2   | 2   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| Подлесок                                    | 21                       | 19  | 15  | 11  | 16  | 13  | 14  | 9   | 11  | 9   | 11  | 9   |
| Живой напочвенный покров                    | 85                       | 57  | 67  | 44  | 54  | 48  | 59  | 57  | 50  | 48  | 50  | 50  |
| Итого                                       | 109                      | 79  | 85  | 57  | 73  | 64  | 76  | 69  | 64  | 60  | 64  | 62  |

Примечания. 1. Виды из состава подроста совпадают с видами из состава древостоя. 2. ТрБ – травяной бор, СвБ – свежий бор.

Общий список видов изученных сосновых насаждений насчитывает 165 видов, из них в составе древостоя – 3, подлеска – 26, ЖНП – 136 видов. Отмечено присутствие 39 видов синантропных видов растений: в подлеске – 14 (все антропофиты – адвентивные), в ЖНП – 25, из них 5 антропофитов (адвентивных), 20 апофитов (местные виды нарушенных местообитаний – свалки, пустыри, обочины дорог, гари, вырубки).

Увеличение числа видов в подлеске и живом напочвенном покрове вблизи городской черты связано с интенсивной деятельностью человека (рекреация, свалки, садовые участки и частные дома, строительство, дорожная сеть и др.), которая приводит к заносу «нелесных» видов. Тип леса травяной бор на расстоянии 0–7 км от г. Барнаула имеет увеличенный видовой состав по сравнению со свежим бором. На расстоянии 15 и 34 км происходит гораздо меньше нарушений лесной среды, и видовой состав в обоих типах леса становится

стабильным. По мере приближения к черте города в насаждениях травяного бора происходит интенсивное увеличение видового состава ( $r = -0,74$ ), а в условиях свежего бора оно менее интенсивное ( $r = -0,39$ ), что можно объяснить разными типами лесорастительных условий.

Эколого-ценотические группы, в которые входят отдельные виды растений сосновых пригородных лесов г. Барнаула, для удобства сравнения и анализа мы объединили в более крупные компоненты. Всего выделено четыре эколого-ценотических компонента: лесной, луговой, степной и синантропный. Каждый из компонентов включает более мелкие эколого-ценотические группы видов растений. Например, лесной компонент состоит из собственно лесной, опушечно-лесной, болотно-лесной, лугово-лесной, прибрежно-лесной эколого-ценотической группы. В табл. 2 представлена эколого-ценотическая структура флоры сосновых пригородных лесов г. Барнаула в условиях типа леса свежий бор.

Таблица 2

Распределение видов флоры пригородных сосновых лесов г. Барнаула по эколого-ценотическим группам в свежем бору

Distribution of flora species of suburban pine forests of Barnaul by ecological and cenotic groups in fresh forest

| Эколого-ценотическая группа   | Расстояние от города, км |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
|-------------------------------|--------------------------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
|                               | 0                        |      | 4  |      | 7  |      | 11 |      | 15 |      | 34 |      |
|                               | КВ                       | %    | КВ | %    | КВ | %    | КВ | %    | КВ | %    | КВ | %    |
| 1                             | 2                        | 3    | 4  | 5    | 6  | 7    | 8  | 9    | 10 | 11   | 12 | 13   |
| <i>Лесной компонент</i>       |                          |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| Лесная                        | 22                       | 28,9 | 23 | 42,6 | 28 | 45,2 | 27 | 41,0 | 25 | 43,8 | 28 | 47,5 |
| Опушечно-лесная               | 14                       | 18,4 | 11 | 20,4 | 13 | 21,0 | 16 | 24,2 | 15 | 26,2 | 12 | 20,3 |
| Лугово-лесная                 | 6                        | 7,9  | 5  | 9,3  | 6  | 9,7  | 4  | 6,1  | 4  | 7,0  | 5  | 8,5  |
| Прибрежно-лесная              | –                        | –    | –  | –    | –  | –    | –  | –    | 1  | 1,8  | 1  | 1,7  |
| Болотно-лесная                | 1                        | 1,3  | –  | –    | 1  | 1,6  | –  | –    | –  | –    | 2  | 3,4  |
| Итого                         | 43                       | 56,5 | 39 | 72,3 | 48 | 77,5 | 47 | 71,3 | 45 | 78,8 | 48 | 81,4 |
| <i>Луговой компонент</i>      |                          |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| Луговая                       | 2                        | 2,6  | –  | –    | 1  | 1,6  | 1  | 1,5  | 1  | 1,8  | 1  | 1,7  |
| Опушечно-луговая              | 9                        | 11,9 | 4  | 7,4  | 6  | 9,6  | 7  | 10,6 | 3  | 5,3  | 1  | 1,7  |
| Итого                         | 11                       | 14,5 | 4  | 7,4  | 7  | 11,2 | 8  | 12,1 | 4  | 7,1  | 2  | 3,4  |
| <i>Степной компонент</i>      |                          |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| Степная                       | 1                        | 1,3  | –  | –    | –  | –    | –  | –    | 1  | 1,8  | 2  | 3,4  |
| Лугово-степная                | 3                        | 4,0  | 2  | 3,6  | –  | –    | 3  | 4,5  | 2  | 3,5  | 3  | 5,1  |
| Опушечно-степная              | 1                        | 1,3  | –  | –    | –  | –    | 1  | 1,5  | 2  | 3,5  | 2  | 3,4  |
| Итого                         | 5                        | 6,6  | 2  | 3,6  | 0  | 0    | 4  | 6,0  | 5  | 8,8  | 7  | 11,9 |
| <i>Синантропный компонент</i> |                          |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| Адвентивная                   | 10                       | 13,2 | 5  | 9,3  | 5  | 8,1  | 3  | 4,5  | 3  | 5,3  | 1  | 1,7  |

| 1           | 2  | 3    | 4  | 5    | 6  | 7    | 8  | 9    | 10 | 11  | 12 | 13  |
|-------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-----|----|-----|
| Апофитная   | 7  | 9,2  | 4  | 7,4  | 2  | 3,2  | 4  | 6,1  | –  | –   | 1  | 1,7 |
| Итого       | 17 | 22,4 | 9  | 16,7 | 7  | 11,3 | 7  | 10,6 | 3  | 5,3 | 2  | 3,4 |
| Всего видов | 76 | 100  | 54 | 100  | 62 | 100  | 66 | 100  | 57 | 100 | 59 | 100 |

Примечание. КВ – количество видов; % – доля от общего количества видов.

Note. KV – the number of species; % – the share of the total number of species.

Под влиянием города и его пригородов меняется соотношение между эколого-ценотическими компонентами в насаждениях свежего бора. По мере удаления от черты города происходит увеличение доли лесного компонента с 56,5 % (0 км) до 81,4 % (34 км). Этот компонент является наиболее значимым для сосновых лесов, так как содержит местные лесные виды из состава древостоя (*Pinus sylvestris* L.), подлеска (*Sorbus sibirica* Hedl., *Salix caprea* L. и др.), живого напочвенного покрова (*Vaccinium vitis-idaea* L., *Fragaria vesca* L., *Orthilia secunda* (L.) House и др.). Вдали от черты города (34 км) нами обнаружены лесные виды (*Diphazium complanatum* (L.) Holub, *Pyrolaminor* L.), не встреченные на других участках и образующие редкие сообщества в напочвенном покрове.

Интенсивное посещение пригородного массива вблизи черты города обуславливает внедрение в состав сообществ так называемых нелесных видов, входящих в луговой, степной и синантропный компоненты в свежем бору. Луговые (*Dactylis glomerata* L., *Poa pratensis* L.) и опушечно-луговые виды (*Agrimonia pilosa*

Ledeb., *Origanum vulgare* L. и др.) встречаются вдоль дорог и троп, на полянах и прогалинах. Доля степных (*Carex supina* Willd. Ex Wahlenb. и др.) и лугово-степных (*Achillea asiatica* Serg. и др.) видов зависит и от близости к черте города и от увлажнения почвы. Настоящими индикаторами всех видов антропогенной нагрузки на пригородные участки свежего бора являются синантропные виды растений, среди которых есть адвентивные (*Malus baccata* (L.) Borkh., *Acer negundo* L., *Erigeron canadensis* L. и др.) и апофитные (*Potentilla argentea* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Plantago media* L. и др.). Отдельные синантропные виды не просто нежелательны, но опасны для лесных экосистем (*Acer negundo* L.), т.к. сильно трансформируют лесные сообщества, нарушают ход естественного возобновления леса [15], уменьшают биоразнообразие и устойчивость.

В табл. 3 представлена эколого-ценотическая структура флоры сосновых пригородных лесов г. Барнаула в условиях типа леса травяной бор.

Таблица 3

Распределение видов флоры пригородных сосновых лесов г. Барнаула по эколого-ценотическим группам в травяном бору

Distribution of flora species of suburban pine forests of Barnaul by ecological and cenotic groups in the grass forest

| Эколого-ценотическая группа | Расстояние от города, км |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
|-----------------------------|--------------------------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
|                             | 0                        |      | 4  |      | 7  |      | 11 |      | 15 |      | 34 |      |
|                             | КВ                       | %    | КВ | %    | КВ | %    | КВ | %    | КВ | %    | КВ | %    |
| 1                           | 2                        | 3    | 4  | 5    | 6  | 7    | 8  | 9    | 10 | 11   | 12 | 13   |
| Лесной компонент            |                          |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| Лесная                      | 29                       | 26,8 | 25 | 29,3 | 26 | 36,1 | 29 | 38,2 | 27 | 42,9 | 27 | 42,9 |
| Опушечно-лесная             | 22                       | 20,3 | 21 | 24,7 | 17 | 23,6 | 19 | 25,0 | 15 | 23,8 | 18 | 28,6 |
| Лугово-лесная               | 8                        | 7,4  | 8  | 9,4  | 5  | 6,9  | 7  | 9,2  | 5  | 7,9  | 7  | 11,1 |
| Прибрежно-лесная            | –                        | –    | 1  | 1,2  | 1  | 1,4  | 1  | 1,3  | –  | –    | 1  | 1,6  |
| Болотно-лесная              | 2                        | 1,9  | 1  | 1,2  | 1  | 1,4  | 1  | 1,3  | –  | –    | –  | –    |
| Итого                       | 61                       | 56,4 | 56 | 65,8 | 50 | 69,4 | 57 | 75,0 | 47 | 74,6 | 53 | 84,2 |

| 1                      | 2   | 3    | 4  | 5    | 6  | 7    | 8  | 9    | 10 | 11   | 12 | 13  |
|------------------------|-----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-----|
| Луговой компонент      |     |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |     |
| Луговая                | 3   | 2,8  | 2  | 2,4  | –  | –    | 1  | 1,3  | 2  | 3,2  | 1  | 1,6 |
| Опушечно-луговая       | 15  | 13,9 | 12 | 14,1 | 9  | 12,5 | 6  | 7,9  | 8  | 12,7 | 5  | 7,8 |
| Итого                  | 18  | 16,7 | 14 | 16,5 | 9  | 12,5 | 7  | 9,2  | 10 | 15,9 | 6  | 9,4 |
| Степной компонент      |     |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |     |
| Степная                | –   | –    | –  | –    | –  | –    | –  | –    | –  | –    | –  | –   |
| Лугово-степная         | 3   | 2,8  | 1  | 1,2  | –  | –    | 1  | 1,3  | 1  | 1,6  | 1  | 1,6 |
| Опушечно-степная       | 2   | 1,9  | 1  | 1,2  | 1  | 1,4  | –  | –    | 1  | 1,6  | 1  | 1,6 |
| Итого                  | 5   | 4,7  | 2  | 2,4  | 1  | 1,4  | 1  | 1,3  | 2  | 3,2  | 2  | 3,2 |
| Синантропный компонент |     |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |     |
| Адвентивная            | 12  | 11,1 | 7  | 8,2  | 8  | 11,1 | 5  | 6,6  | 3  | 4,7  | 1  | 1,6 |
| Апофитная              | 12  | 11,1 | 6  | 7,1  | 4  | 5,6  | 6  | 7,9  | 1  | 1,6  | 1  | 1,6 |
| Итого                  | 24  | 22,2 | 13 | 15,3 | 12 | 16,7 | 11 | 14,5 | 4  | 6,3  | 2  | 3,2 |
| Всего видов            | 108 | 100  | 85 | 100  | 72 | 100  | 76 | 100  | 63 | 100  | 63 | 100 |

Примечание. КВ – количество видов; % – доля от общего количества видов.

Note. KV – the number of species; % - the share of the total number of species.

В условиях травяного бора в пригородных сосновых лесах г. Барнаула флористический состав заметно богаче, чем в условиях свежего бора. Так, на расстоянии 0 км от черты города в травяном бору нами отмечено 108 видов, тогда как в свежем бору 76 видов, т.е. на 29,6 % больше. Увеличение видового состава сообществ в травяном бору связано с большей влажностью и содержанием элементов питания в почве, поэтому здесь находят для себя экологическую нишу многие характерные виды лесостепи Западной Сибири, а также виды нарушенных местообитаний и заносные виды.

Основу видового состава сообществ травяного бора в пригородных лесах г. Барнаула, так же как в свежем бору, составляют растения из лесного компонента и входящих в него эколого-ценотических групп: лесной (*Pinus sylvestris* L., *Carex macroura* Meinsch., *Pulmonaria mollis* Wulf. ex Hornem. и др.), опушечно-лесной (*Rubus idaeus* L., *Geranium sylvaticum* L. и др.), лугово-лесной (*Padus avium* Mill., *Lathyrus humilis* (Ser.) Sprengel и др.) и проч. Эти виды преобладают в составе основных компонентов леса, кроме отдельных участков вблизи городской черты (0–7 км), где их вытесняют агрессивные синантропные виды (*Acer negundo*, *Malus baccata*). По мере удаления от черты города доля

видов, входящих в состав лесного компонента в травяном бору, увеличивается с 56,4 (0 км) до 84,2 % (34 км), проявляя сходную закономерность со свежим бором.

Соотношение лугового, степного и синантропного эколого-ценотических компонентов в травяном бору является сходным с таковым в свежем бору, кроме некоторых особенностей. К ним относится меньшая доля видов степного компонента, так как в травяном бору сформированы влажные лесорастительные условия, поэтому отсутствуют виды степной эколого-ценотической группы. В небольшом количестве отмечены виды лугово-степной (*Poa angustifolia* L., *Veronica spicata* L., *Achillea asiatica*) и опушечно-степной (*Cotoneaster melanocarpus* Fischer Blytt, *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm.) групп. По этой же причине в травяном бору увеличена доля видов лугового и синантропного компонентов, среди которых много растений мезофитов и мезогигрофитов, т.е. влажных местообитаний.

Нами были рассчитаны индексы синантропизации видового состава обследованных участков свежего и травяного бора на разном расстоянии от г. Барнаула (рис. 2).

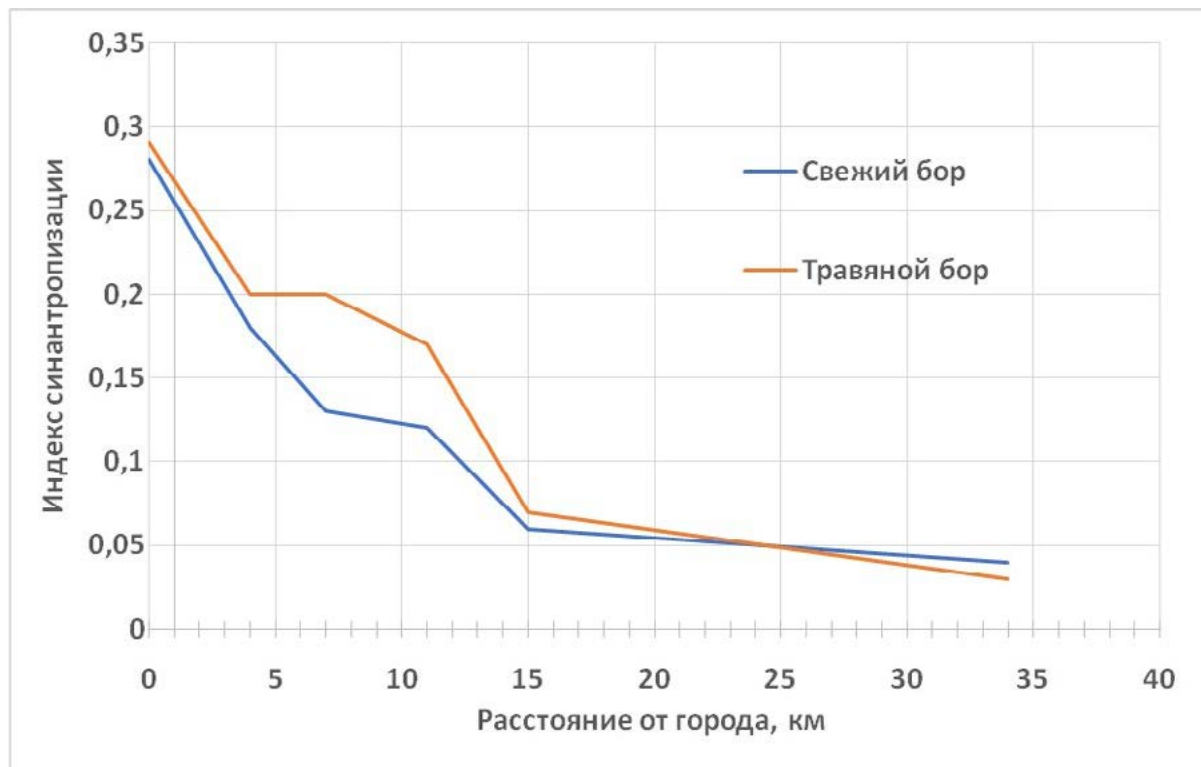


Рис. 2. Значение индексов синантропизации видового состава сосновых насаждений в пригородном массиве г. Барнаула

The value of the indices of synanthropization of the species composition of pine plantations in the suburban area of Barnaul

Вблизи черты города (0 км) значения индекса синантропизации составляют 0,28–0,29, это означает, что доля синантропных видов во флоре сосновых насаждений достигает 22,4 в свежем бору и 22,2 % в травяном. Вблизи города (0–4 км) флора сосновых насаждений в значительной степени трансформирована, поэтому здесь целесообразно выделить зону с интенсивной (высокой) трансформацией видового состава лесных сообществ. На расстоянии 4–11 км от города значения индекса синантропизации находятся в пределах 0,12–0,20, так как доля синантропных видов на участках лесного массива составляет 10,6–16,7 % от общего числа видов. В этих пределах (4–11 км) целесообразно выделить зону умеренной трансформации видового состава лесных сообществ. На расстоянии 15–34 км и более от города значения индекса синантропизации флоры не превышают 0,03–0,07, так как доля синантропных видов менее 10 % от общего числа видов. Целесообразно на этом расстоянии (более 15 км) выделить зону слабой трансформации видового состава лесных сообществ.

## ВЫВОДЫ

1. В пригородных сосновых лесах г. Барнаула обнаружено 165 видов растений, из которых 3 вида образуют древостой, 26 – подлесок, 136 – живой напочвенный покров. В составе нижних ярусов леса присутствуют синантропные виды: в подлеске – 14, в живом напочвенном покрове – 25 видов, составляя 23,6 % от всей флоры насаждений.

2. По мере приближения к городской черте флора сосновых насаждений активно дополняется нелесными видами растений – луговыми, степными, синантропными. При этом более интенсивно процесс антропогенной трансформации видового состава происходит в травяном бору ( $r = -0,74$ ), менее интенсивно – в свежем бору ( $r = -0,39$ ), что связано с различием в лесорастительных условиях.

3. По мере удаления от городской черты (0–34 км) в сосновых насаждениях происходит увеличение доли лесного компонента (с 56,4 до 84,2 %) и снижение доли синантропного компонента (с 22,4 до 3,2 %).

4. Участки соснового лесного массива, расположенные на расстоянии 15 км и более от г. Барнаула, являются малонарушенными и содержат в своем составе редкие лесные виды и сообщества.

5. По степени антропогенной трансформации видового состава пригородных сосновых насаждений г. Барнаула изученную территорию можно условно разделить на три зоны: 1 – интенсивной трансформации (0–4 км от города); 2 – умеренной трансформации (4–15 км от го-

рода); 3 – слабой трансформации (15–43 км от города).

6. Полученные данные рекомендуется использовать для ландшафтного зонирования пригородной зеленой зоны г. Барнаула и разработке рекомендаций по ведению лесного и лесопаркового хозяйства.

Работа выполнена в Алтайском государственном аграрном университете в рамках гранта Российского научного фонда. Соглашение № 23-26-00198.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gundersen V., Vistad O.I. Public opinions and use of various types of recreational infrastructure in boreal forest settings // *Forests*. – 2016. – Vol. 7, N 6. – P. 113. – <https://doi.org/10.3390/f7060113>.
2. *Multifunctionality* in practice: measuring differences in urban woodland ecosystem properties via functional traits / F. Cardou, I. Aubin, B. Shipley [et al.] // *Urban Forestry & Urban Greening*. – 2022. – Vol. 68. – P. 127453. – <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127453>.
3. Грязькин А.В., Кочкин А.А., Петрик В.В. Динамика состава растительности нижних ярусов в парковых фитоценозах // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. – 2017. – № 6 (360). – С. 46–55.
4. Эколого-биологические аспекты оценки древесных растений в озеленении Новосибирска / С.Х. Вышегуров, А.П. Беланова, Н.В. Пономаренко [и др.] // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2021. – № 1 (58). – С. 17–26.
5. *Черная книга флоры Сибири* / А.Л. Эбель, А.Н. Куприянов, Т.О. Стрельникова [и др.]. – Новосибирск: Гео, 2016. – 440 с.
6. Хлуденцов Ж.Г. Влияние рекреации на почвы городского лесничества // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 7 (69). – С. 30–35.
7. *Методы изучения лесных сообществ*. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
8. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
9. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. – М.: Логос, 2002. – 264 с.
10. Двораковский М.С. Экология растений. – М.: Высш. шк., 1983. – 190 с.
11. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // *Экология*. – 1984. – № 5. – С. 3–16.
12. Referowska-Chodak E. Pressures and threats to nature related to human activities in european urban and suburban forests // *Forests*. – 2019. – Vol. 10, N 9. – P. 765. – DOI: 10.3390/f10090765.
13. *Urbanization Affects the Richness of Invasive Alien Trees But Has Limited Influence on Species Composition* / G. Heringer, L. Del Bianco Faria, A.U. Araújo // *Urban Ecosystems*. – 2022. – Vol. 3. – P. 753–763. – <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01189-1>.
14. Lynch A.J. Predictors of tree cover in residential open space: a multi-scale analysis of suburban Philadelphia // *Urban Ecosystems*. – 2022. – Vol. 5. – P. 1515–1526. – DOI: 10.1007/s11252-022-01244-5.
15. Малиновских А.А. Влияние клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.) на естественное возобновление сосны обыкновенной в Барнаульском ленточном бору // *Лесной вестник / Forestry Bulletin*. – 2023. – № 3. – С. 48–56.

## REFERENCES

1. Gundersen V., Vistad O.I., Public opinions and use of various types of recreational infrastructure in boreal forest settings, *Forests*, 2016, Vol. 7, No. 6, pp. 113, <https://doi.org/10.3390/f7060113>.

2. Cardou F., Aubin I., Shipley B., Lapointe M., Multifunctionality in practice: measuring differences in urban woodland ecosystem properties via functional traits, *Urban Forestry & Urban Greening*, 2022, Vol. 68, pp. 127453, <https://doi:10.1016/j.ufug.2021.127453>.
3. Gryaz'kin A.V., Kochkin A.A., Petrik V.V., *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal*, 2017, No. 6 (360), pp. 46–55. (In Russ.)
4. Vyshgurov S.Kh., Belanova A.P., Ponomarenko N.V. [i dr.], *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*, 2021, No. 1 (58), pp. 17–26. (In Russ.)
5. Ebel' A.L., Kupriyanov A.N., Strel'nikova T.O. [i dr.], *Chernaya kniga flory Sibiri* (The Black Book of the Flora of Siberia), Novosibirsk: Geo, 2016, 440 p.
6. Khludentsov Zh.G., *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2010, No. 7 (69), pp. 30–35. (In Russ.)
7. *Metody izucheniya lesnykh soobshchestv* (Methods of studying forest communities), Sankt-Peterburg: NIIKhimii SPbGU, 2002, 240 p.
8. Cherepanov S.K., *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR)* (Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)), Sankt-Peterburg: Mir isem'ya, 1995, 992 p.
9. Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomeshch A.I., *Sovremennaya nauka o rastitel'nosti* (Modern science of vegetation), Moscow: Logos, 2002, 264 p.
10. Dvorakovskii M.S., *Ekologiya rastenii* (Plant ecology), Moscow: Vysshaya shkola, 1983, 190 p.
11. Gorchakovskii P.L., *Ekologiya*, No. 5, 1984, pp. 3–16. (In Russ.)
12. Referowska-Chodak E., Pressures and threats to nature related to human activities in european urban and suburban forests, *Forests*, 2019, Vol. 10, No. 9, pp. 765, <https://doi:10.3390/f10090765>.
13. Heringer G., Del Bianco Faria L., Araújo A.U., Botan A.L.M., Zenni R.D., Villa P.M., Urbanization Affects the Richness of Invasive Alien Trees But Has Limited Influence on Species Composition, *Urban Ecosystems*, 2022, Vol. 3, pp. 753–763, <https://doi:10.1007/s11252-021-01189-1>.
14. Lynch A.J., Predictors of tree cover in residential open space: a multi-scale analysis of suburban Philadelphia, *Urban Ecosystems*, 2022, Vol. 5, pp. 1515–1526, <https://doi:10.1007/s11252-022-01244-5>.
15. Malinovskikh A.A., *Lesnoi vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, No. 3, pp. 48–56. (In Russ.)