

## ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НЕКОТОРЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2021 г. Е. М. Копцева<sup>1,\*</sup>, Е. В. Абакумов<sup>1,\*\*</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет  
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034, Россия

\*e-mail: e.koptseva@spbu.ru

\*\*e-mail: e.abakumov@spbu.ru

Поступила в редакцию 20.04.2020 г.

После доработки 06.10.2020 г.

Принята к публикации 14.10.2020 г.

В статье обсуждаются особенности формирования растительности в городах (Надым, Новый Уренгой) и поселках (Пангоды, Правохетгинский) севера Западной Сибири. Несмотря на близкое подзональное положение населенных пунктов, тенденции унификации их флор не выявлено. Даже в том случае, когда населенные пункты принадлежали одной геоботанической подзоне, сходство состава их флор составило 40–47%. РСА-ординация 73 геоботанических описаний, а также результаты анализов почвенных проб показали, что ведущими факторами, влияющими на дифференциацию растительности по функциональным городским зонам (промышленной, рекреационной, селитебной), являются почвенные условия: кислотность, содержание элементов минерального питания, увлажнение. Объединяет растительность функциональных зон городов немногочисленный пул часто встречающихся видов-апофитов, обладающих широкой экологической амплитудой и высокой потенциальной способностью освоения различных вторичных биотопов. Нестабильность и динамичность видового состава городской растительности прослежена на примере трех населенных пунктов на 25-летнем промежутке времени. За этот период существенный вклад в формирование своеобразного облика растительности селитебных и рекреационных зон внесла нарастающая деятельность по благоустройству территорий: применение газонных травосмесей, внесение удобрений и посадки интродуцентов, а также стихийный и непреднамеренный занос новых адвентивных видов.

*Ключевые слова:* городская растительность, север, функциональная зона, урбанофлора, озеленение  
**DOI:** 10.31857/S0006813621020058

Северные регионы Западной Сибири в таежной и лесотундровой зонах характеризуются максимальной урбанизацией населения. По среднестатистическим данным до 85% его общей численности проживает в городах и поселках, что приводит к существенной локальной трансформации природных ландшафтов и экосистем (Pilyasov, 2011).

По мере нарастания урбанизации, условия существования растений в городах все более отличаются от естественных. Город создает мозаику разнообразных по сочетанию факторов местобитаний, предоставляя множество возможностей для иммиграции видов в городских районах (Sukopp, Werner 1983; Antipina, Maximov, 2008). Разноплановое антропогенное воздействие приводит к постепенному выделению в пределах городов функциональных зон, благоустройство которых требует тщательного подхода к озелене-

нию. Акцент в озеленении северных городов смещается в сторону травянистой растительности по причине климатически обусловленного ослабленного роста большинства видов деревьев. В то же время травянистая растительность здесь развивается скорее спонтанно, а при организации газонов зачастую используются мало адаптированные травосмеси с низко устойчивыми в условиях севера видами растений.

Цель исследования – выявить основные тренды развития растительности в некоторых городах севера Западной Сибири и раскрыть ведущие факторы среды, влияющие на дифференциацию растительности в пределах функциональных зон северных городов. Знание закономерностей городского ценогенеза может быть использовано для эффективного планирования городского озеленения и улучшения среды северных городов. Использование фитоценологических критериев

позволяет получить информацию об успешности освоения видами различных функциональных зон города и выявляет перспективные виды для их озеленения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2018 году исследование городской растительности проводили в пределах административных границ городов Надым, Новый Уренгой и поселков Правохеттинский и Пангоды Ямало-Ненецкого автономного округа. Согласно существующему районированию Западной Сибири все обследованные нами города и поселки расположены на стыке северотаежной зоны и лесотундры (Avramchik, 1969; Rastitel'nyi..., 1985). В растительном окружении городов преобладают редкостойные лиственничные, а также лиственнично-еловые и лиственнично-сосновые разреженные леса, которые имеют сомкнутость не более 0.4–0.5 и среднюю высоту 10–12 м. В их покрове преобладают бореальные и гипоарктические кустарнички: *Empetrum hermaphroditum* Nagerup, *Ledum palustre* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *V. uliginosum* L. Моховой покров имеет сплошное распространение, состоит из зеленых мхов (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., *Polytrichastrum alpinum* (Hedw.) G.L. Sm.). На опесчаненных почвах встречаются лишайниковые боры, в покрове которых особенно обильны кустистые кладонии (*Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot., *C. stellaris* (Opiz) Pouzar et Vězda, *C. rangiferina* (L.) F.H. Wigg.) и др.

К суглинистым почвам приурочены лиственнично-елово-кедровые леса. По составу нижних ярусов они сходны с лиственничными и еловыми лесами, но отличаются большей сомкнутостью (0.5–0.6) и большей высотой (12–14 м).

Заболоченность территории значительна, большие площади заняты заболоченными лиственничными и смешанными елово-лиственничными, часто с сосной, долгомошно-сфагновыми лесами. При усилении заболачивания формируются кустарничково-лишайниково-сфагновые еловые редколесья и редины, переходящие в комплексы бугристых болот. В рассматриваемом регионе особенно широко развиты кустарничково-мохово-лишайниковые, травяно-сфагновые и осоково-гипновые плоско- и крупнобугристые комплексные болота.

Большинство городов и поселков Ямало-Ненецкого автономного округа довольно молодые, основаны по большей части в 70–80-х годах XX века. Наиболее древнее из всех — Надымское поселение, известно в российской летописи с XVI–XVIII веков, однако, статус города Надым получил только 1972 году. В виду относительной молодости функциональная планиро-

вочная структура городского пространства не всегда четко проявляется. Для обследования мы выбирали участки с максимально выраженными функциональными атрибутами. Так в крупных городах (Надым, Новый Уренгой) и поселке Пангоды нами обследованы различные варианты функциональных зон: промышленная, рекреационная, селитебная. В небольшом поселке Правохеттинский пока наиболее четко представлены только две зоны — промышленная и селитебная, а зона личных подсобных хозяйств (ЛПХ) существует только в г. Надыме.

Промышленная зона объединяет стройплощадки с насыпными грунтами либо с обнаженным минеральным субстратом. Растительность здесь представляет собой пионерные группировки травянистых растений преимущественно рудеральной стратегии с разной степенью сомкнутости покрова.

Рекреационная зона представлена парками и городскими скверами, которые имели разное происхождение. Одни из них сформированы на месте коренных сообществ посредством включения участков естественной растительности в городскую черту. Городские скверы созданы искусственным путем посадки древесных, кустарниковых растений и засевом газонными травами.

Селитебная зона представляет собой придомовые территории внутриквартального озеленения, которое складывалось стихийно, либо путем создания культурценозов.

Зона личных подсобных хозяйств — это частные небольшие по площади огороды с возделыванием в открытом грунте картофеля и некоторых других культур.

В каждой из перечисленных зон на площадях 25 м<sup>2</sup> выполняли описания растительности, придерживаясь методических рекомендаций (Iratov, Mirin, 2008). Всего выполнено описаний — 73 (табл. 1). В ходе описаний подробно описывали древостой и растительность нижних ярусов (травянистого, травяно-кустарничкового, мохово-лишайникового). Фиксировали следующие параметры: общее проективное покрытие растительности, проективное покрытие по биологическим группам (кустарники, кустарнички, разнотравье, мохообразные, лишайники и др.), проективное покрытие каждого вида. Дополнительно составляли списки видов и фиксировали находки растений, не вошедших в геоботанические описания. Для сообществ с участием древесных растений давали общую характеристику насаждений: отмечали породный состав деревьев и кустарников, господствующую высоту и диаметр стволов по породам, визуально определяли сомкнутость крон.

Кроме описаний растительности в функциональных зонах обследованных населенных пунк-

**Таблица 1.** Число геоботанических описаний в функциональных зонах населенных пунктов Западной Сибири  
**Table 1.** Number of geobotanical relevés in the functional areas of localities in West Siberia

Функциональная зона Functional area	г. Надым Nadym	г. Новый Уренгой Novyy Urengoy	п. Пангоды Pangody	п. Правохеттинский Pravokhettinskiy
Промышленная/Industrial area	7	7	6	6
Селитебная/Residential area	6	6	6	6
Рекреационная/Recreational area	6	6	6	—
ЛПХ (огороды)/Household plots (kitchen gardens)	5	—	—	—

тов закладывали почвенные разрезы и отбирали пробы почв для химических анализов на содержание основных элементов минерального питания: обменные формы фосфора, калия, катиона аммония и нитрат-аниона. Также определяли содержание углерода органических соединений (сухое сжигание, элементный анализатор Научного парка СПбГУ) и кислотность с помощью потенциометрического метода. Разрезы в фоновых условиях закладывали в лесотундровых экосистемах в условиях хорошей дренированности. Всего было заложено 12 разрезов, и проанализировано 36 индивидуальных проб почв, отобранных из верхних горизонтов.

Статистическую обработку материала проводили посредством программы Statistica 10. Для выявления факторов среды, оказывающих влияние на дифференциацию растительности, проведена ординация описаний с помощью метода главных компонент (Principal Component Analysis — PCA). Индикационные значения видов приведены в соответствии с экологическими шкалами Г. Эленберга (Bulokhov, 2004).

Распределение видов по проективному покрытию в четырех функциональных городских зонах проверяли по критерию Колмогорова—Смирнова и в дальнейшем анализировали с помощью непараметрических тестов. Н-критерий Краскела—Уоллиса использовали для выявления различий в проективных покрытиях видов, произрастающих в разных функциональных зонах города. Последующая уточняющая оценка различий в проективных покрытиях между сравниваемыми зонами в парах проведена с использованием теста Манна—Уитни, принятый уровень статистической значимости  $p = 0.05$ . Анализ сходства видового состава растительности в различных функциональных зонах проведен на основе вычисления Эвклидовой дистанции, а также с помощью коэффициента Жаккара ( $K_j$ , %).

Отнесение видов к апофитам выполнено по (Sekretareva, 2004). Названия растений приводятся в соответствии с международными стандарта-

ми, принятыми в базе данных International Plant Names Index (IPNI).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование флоры и растительности обследованных населенных пунктов происходило преимущественно стихийно, особенно на начальных этапах становления городских поселений. Эта характерная черта присуща большинству северных городов, и она в наибольшей степени в данный момент времени проявляется в поселке Правохеттинский, где еще слабо развито городское функциональное зонирование, а планомерное озеленение отсутствует как таковое. Характер растительности функциональных зон северных городов и поселков во многом зависит от степени развития городской среды, обособленности зон и попыток их озеленения.

В городских функциональных зонах нами выявлены некоторые различия растительности по основным фитоценотическим показателям (табл. 2).

Самый распространенный тип озеленения в селитебной зоне — это сеяные газоны. Организация газонов с применением травосмесей способствуют поддержанию достаточно сомкнутого растительного покрова. Среднее общее проективное покрытие растительности в данной зоне наиболее высокое из всех. Высоким оказывается и показатель видовой насыщенности. Основу растительности придомовых территорий составляют злаки, особенно *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Festuca rubra* L., *Calamagrostis epigeios* Steud. Однако ввиду широкого применения в городах не адаптированных травосмесей на основе плевела (*Lolium perenne* L.), многие газоны пребывают в неудовлетворительном состоянии. На таких газонах отмечается резкое снижение общей сомкнутости растительности, плоскостная эрозия и развешивание песчаных грунтов. В этом случае в покрове присутствует много местных рудеральных видов, например *Crepis tectorum* L., *Erysimum cheiranthoides* L., *Polygonum humifusum* Jord. ex Boreau, *Tanacetum bipinnatum* (L.) Sch. Bip., *Taraxacum ceratophorum* (Ledeb.) DC., *Tephrosia palustris* (L.)

**Таблица 2.** Основные параметры растительности в различных городских функциональных зонах  
**Table 2.** The main vegetation parameters in different urban functional areas

Функциональная зона Functional area	Селитебная Residential area	Промышленная Industrial area	Рекреационная Recreational area	ЛПХ Household plots (kitchen gardens)
Ср. общее проективное покрытие, % Average total projective cover, %	71	43	56	30
Ср. проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, % Average projective cover of herb-shrub layer, %	46	34	44	30
Ср. проективное покрытие мохово-лишайникового яруса, % Average projective cover of moss-lichen layer, %	25	11	9	0
Видовая насыщенность Number of vascular plant species per plot	17–23	9–11	3–6	5–8
Число описаний/Number of plots	24	26	18	5

Rchb., и др. На придомовых участках человек избирательно сохраняет красивоцветущие дикоросы, например, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. или *Veronica longifolia* L. Обогащают видовой состав растений в данной зоне культурные инорайонные виды, являющиеся результатом, как непреднамеренного заноса, так и посадок местными жителями, например, *Helianthus annuus* L., *Papaver somniferum* L. и др.

Растительность промышленных зон гетерогенна. Обычно на территории промышленных объектов развиты пионерные группировки с различной степенью сомкнутости покрова, которые физиономически можно определить как редкотравные, злаково-разнотравные и разнотравно-злаковые. Отличительной особенностью является присутствие в группировках растений, которые могут существенно различаться своими экологическими предпочтениями. Как правило, это виды, обладающие широкой экологической амплитудой, относящиеся к группе апофитов. Горизонтальная и вертикальная структуры в группировках также еще не сформированы, часто наблюдается клональное разрастание вегетативно подвижных растений. Состав доминирующих видов нестабилен и сильно зависит от многих случайных действующих в конкретный момент времени естественных и антропогенных факторов. В наиболее дренированных позициях рельефа и на ровных техногенных поверхностях в группировках сосуществуют местные виды злаков *Bromopsis inermis*, *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *C. lapponica* (Wahlb.) Hartm., *Deschampsia obensis* Roshev., *Festuca ovina* L. и *Poa alpigena* Lindm. Совокупно данная группа дает более половины от общего проективного покрытия растительности,

которое достигает здесь 40–60%. Разнотравье представлено разнообразно, но большинство видов имеют низкое проективное покрытие и встречаемость. Из группы разнотравья в покрове злакам сосуществуют только *Chamaenerion angustifolium*, *Equisetum arvense* L., *Hieracium umbellatum* L., *Tripleurospermum hookeri* Sch.

На недавно сооруженных насыпных площадках представлены редкотравные группировки с крайне низким проективным покрытием (не более 10–15%). Здесь обычные растения с коротким жизненным циклом и выраженной рудеральной стратегией — *Crepis tectorum*, *Erysimum cheiranthoides* L., *Equisetum arvense*, *Polygonum humifusum*, *Tripleurospermum hookeri*.

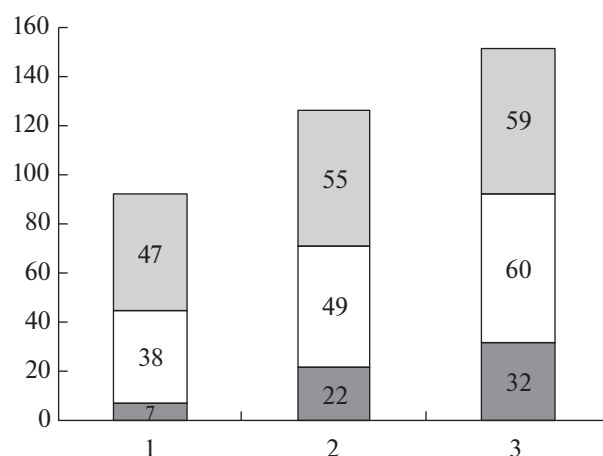
В понижениях рельефа и депрессиях представлены группировки с преобладанием в покрове вейника незамеченного (*Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. et Scherb.), осок и осоковидных (*Carex aquatilis* L., *Eriophorum scheuchzeri* Норре, *Juncus alpino-articulatus* Chaix, *J. filiformis* L.) и мелких мхов (р. *Bryum*, *Pohlia cruda* (Hedw.) Lindb., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.). В группировках практически нет подроста древесных растений. Среди ив наиболее ценотически активны в данных экотопах — *Salix gmelinii* Pall., *S. phyllifolia* L.

Растительность рекреационной зоны неоднородна в виду различного происхождения ценозов данных территорий. Сохранившиеся в городской черте фрагменты естественной растительности включены в городские парки. Эти редкостойные лиственничные и смешанные лиственнично-березовые древесные сообщества имеют признаки рекреационной депрессии растительного покрова с тенденцией смены характерного для ненару-

шенных лесов кустарничкового мохово-лишайникового покрова на травяно-злаковый. Характер древесного яруса соответствует ненарушенным аналогам, имеет среднюю высоту 6–8 м и сомкнутость крон 0.3–0.4 и менее. Наличие пней указывает на проведенные санитарные и рубки ухода. Вследствие осветления насаждений подлесок (ярус кустарников) практически отсутствует. Видовая насыщенность невысокая – в среднем от 3–4 до 5–6 видов на площадку. В травяно-кустарничковом ярусе чаще остальных сосуществоют в различных сочетаниях брусника, толокнянка и овсяница овечья. Кроме брусники и толокнянки из кустарничков с очень низким (не более 1–3%) проективным покрытием отмечены *Vaccinium uliginosum*, *Arctous alpina* L., *Empetrum hermaphroditum*. Из других видов обильны злаки *Poa alpigena*, *Calamagrostis lapponica*, а в парке г. Нового Уренгоя – *Deschampsia obensis*. Из разнотравья регулярно встречаются *Hieracium umbellatum*, *Tanacetum bipinnatum*, *Silene paucifolia* Ledeb. Проективное покрытие яруса в среднем составляет 35%, и лишь местами достигает более значительных величин – до 60%. Мохово-лишайниковый ярус практически полностью деградировал, среднее проективное покрытие составило 7–10%. В “пятнах”, занятых мхами, произрастают исключительно эрозофильные виды, среди которых преобладают мелкие формы политриховых и бриевых мхов (*Bryum* spp., *Leptobryum pyriforme* (Hedw.) Wilson, *Polytrichum hyperboreum* R. Br., *P. piliferum* Hedw.). Лишайники присутствуют изредка и с очень низким обилием. Обычно встречается *Cladonia gracilis* (L.) Willd и ее первичные слоевища.

Во вновь созданных скверах и в парках, на участках с искусственным подсевом трав обычных и обильных в первую очередь злаки – *Festuca rubra*, *Bromopsis inermis*, *Agrostis tenuis* Sibth., *Calamagrostis epigeios*. Видовая насыщенность выше – до 10–12 видов на площадку. На газонах с низким обилием встречаются бобовые растения – *Trifolium repens* L., *T. hybridum* L. Из прочих видов активны хвощи (*Equisetum arvense*, *E. pratense* L.), а из разнотравья – *Chamaenerion angustifolium*, *Tripleurospermum hookeri*, *Stellaria graminea* L. В скверах и парках высажены местные и инорайонные древесные и кустарниковые интродуценты – *Salix bebbiana* Sarg., *S. gmelinii*, *S. lapponum* L., *S. phylicifolia*, *S. viminalis* L., *Sorbus aucuparia* subsp. *sibirica* (Hedl.) Krylov., *Rosa glabrifolia* C.A. Mey. ex Rupr., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun and *Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rechb.f. (Kirillov, Egorov, 2017).

Специфической сегетальной растительности в зоне личных подсобных хозяйств в районе г. Надыма не выявлено. Все из обнаруженных в данной зоне видов встречались также и в других. По периферии отводов к огородам примыкают участки открытых группировок растений со средней общей сомкнутостью покрова около 30%. Ос-



**Рис. 1.** Число видов сосудистых растений в растительности городов и поселков севера Западной Сибири в разные периоды наблюдений. Ось X – населенные пункты: 1 – Пангоды, 2 – Надым, 3 – Новый Уренгой. Ось Y – число видов. Цветом обозначено число видов: темно-серый – число выпавших видов (отмечены только в начале 1990-х гг.), светло-серый – только в 2018 году, белый – общие виды для двух периодов наблюдений.

**Fig. 1.** Number of vascular plant species in the vegetation of towns and settlements in northern West Siberia. X-axis – localities: 1 – Pangody, 2 – Nadym, 3 – Novyy Urengoy. Y-axis – the number of species. The colors indicate the number of species: dark gray – lost species (recorded only in the early 1990s), light gray – recorded only in 2018, and white – common species for the two observation periods.

нову растительности здесь образуют местные апофиты, особенно *Festuca ovina*, *Tripleurospermum hookeri*, *Chamaenerion angustifolium*. В качестве содоминантов выступают *Stellaria media* (L.) Vill. и *Elytrigia repens* (L.) Nevski – характерные сорные виды на огородах.

На динамичность и непостоянство городских флор ссылаются во многих работах (Goryshina, 1991; Khmelev, Berezutsky, 2001; Ilmenskih, 2014). Так, за промежуток времени в четверть века видовой состав растений увеличился во всех обследованных населенных пунктах (рис. 1). В небольших и активно застраиваемых поселках, таких как Пангоды, он увеличился более существенно (на 89%), чем в крупных городах за тот же период – в Надыме – на 47%, а в Новом Уренгое – всего лишь на 28%.

Процессы урбанизации отрицательно сказались в первую очередь на ряде индигенных травянистых лесных видах, например, *Trientalis europaea* L., *Solidago virgaurea* L., *Pyrola minor* L., которые фиксировали здесь ранее (Ishbirdin et al., 1996; Vilchek, Kuznetsov, 1996), но не были отмечены нами в 2018 году даже в городских парках. Повторно нами не были зафиксированы также некоторые инорайонные виды, например *Poa*

**Таблица 3.** Сходство видового состава сосудистых растений  $K_j$ , % населенных пунктов Западной Сибири  
**Table 3.** The Jaccard index  $K_j$ , % values between vascular plant species composition of the localities of West Siberia

Населенные пункты/Localities	Начало 1990-х/Early 1990s	2018
Пангоды/Надым Pangody/Nadym	47	45
Пангоды/Новый Уренгой Pangody/Novyy Urengoy	22	31
Надым/Новый Уренгой Nadym/Novyy Urengoy	17	25
Пангоды/Правохеттинский Pangody/Pravokhettinskiy	Нет данных No data	43
Надым/Правохеттинский Nadym/Pravokhettinskiy	Нет данных No data	40
Новый Уренгой/Правохеттинский Novyy Urengoy/Pravokhettinskiy	Нет данных No data	27

*nemoralis* L., *P. glauca* Vahl. и др. По-видимому, эти инвазии были импульсными, а биологические особенности и экологические требования не позволили этим видам успешно закрепиться в городской среде.

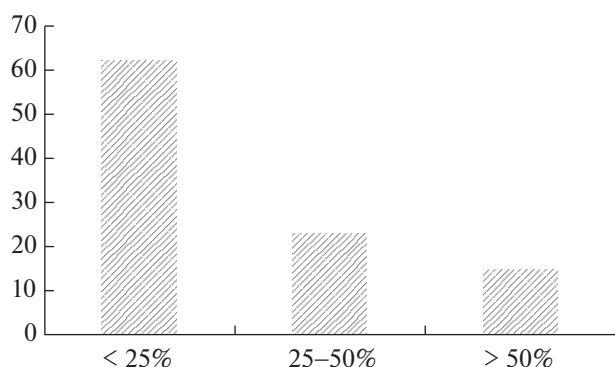
Флоры городов как были в начале 1990-х, так и остаются на сегодняшний день достаточно своеобразными, о чем свидетельствуют невысокие значения коэффициента сходства Жаккара (табл. 3). За четверть века сходство растительности городов по составу видов возросло всего лишь на 8–10%. Значительную дифференциацию городов по составу растений отмечали ранее российские и европейские исследователи, соотнося разнообразие и количество видов со значительной специ-

фикой среды самих городов (Sukopp, Werner 1983; Ryšek 1989, 1993; Kühn et al., 2004; Antipina, Maximov, 2008; Schmidt et al., 2014).

Исключение составила пара Надым–Пангоды, флоры которых вначале 1990-х годов были сходны между собой почти на половину (47%) и со временем, данный показатель практически не изменился, в 2018 год он составил 45%. По-видимому, городские флоры сохраняют зональные черты, что и обуславливает более высокие (на 10–15%) значения коэффициента Жаккара, рассчитанные между видовыми списками растений населенных пунктов, принадлежащих одной подзоне.

Несмотря на то, что по текущим публикациям в городах Ямало-Ненецкого автономного округа зафиксировано достаточно много адвентивных видов (Pismarkina et al., 2016; Byalt et al., 2017; Pismarkina et al., 2019), основу их растительности составляют все же местные виды-апофиты (более 50% от списков видов в каждой из зон). В большинстве случаев адвентивные виды встречаются единично, оказываются ценотически неустойчивыми, имеют сокращенный жизненный цикл до одного вегетационного сезона. По-видимому, даже городская среда достаточно экстремальна для большинства адвентивных видов.

Успешность видов в освоении тех или иных урбанизированных местообитаний оценивали с учетом фитоценотических показателей, а именно: доминирующих позиций, различий во встречаемости и проективных покрытиях видов в различных функциональных зонах обследованных городов и поселков. Так, большинство из 129 видов, отмеченных в городах, имели в 2018 году сравнительно невысокую встречаемость – 25% и менее (рис. 2).



**Рис. 2.** Соотношение видов различной встречаемости в растительности городов и поселков севера Западной Сибири. Ось X – встречаемость видов. Ось Y – доля видов (%).

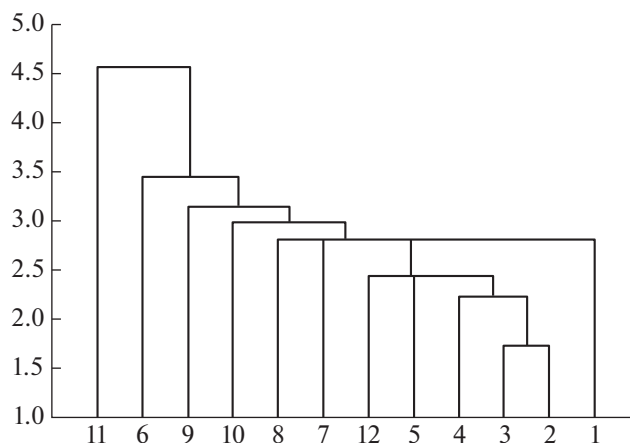
**Fig. 2.** The ratio of species with different frequency in the vegetation of the localities in northern West Siberia. X-axis – the frequency of species. Y-axis – the share of species (%).

Виды с высокой встречаемостью (более 50%) малочисленны, среди них преимущественно злаковые растения из числа местных видов, а также некоторые виды разнотравья: *Bromopsis inermis*, *Calamagrostis langsдорфii*, *Chamaenerion angustifolium*, *Crepis tectorum*, *Deschampsia obensis*, *Erigeron canadensis*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Hieracium umbellatum*, *Poa alpigena*, *Polygonum humifusum*, *Tripleurospermum hookeri* и др. Малочисленной оказалась и группа видов, произрастающих во всех трех основных функциональных зонах – промышленной, рекреационной и селитебной (только 24 вида или 19% от общего списка). Немногочисленность активных видов отмечали также при изучении флор малых городов Ивановской области (Senyushkina, 2015).

По уровню сходства видового состава растений, урбанизированные территории городов и поселков объединены в несколько нечетко разграниченных групп (рис. 3).

Относительно компактную группу образовали только селитебные зоны (2–4). С обеих сторон к ним примыкают рекреационные зоны, при этом 5 и 12 – это небольшие по площади городские парки, созданные на основе естественных редины, а 1 – городской сквер в пос. Пангоды, созданный искусственными посадками с подсевом трав. Наиболее флористически гетерогенными оказались зоны промышленных объектов (6, 8, 9, 10). По видовому составу растений селитебная зона пос. Правохеттинский (11) в настоящее время тяготеет к промышленным зонам. Это связано с тем, что в молодом поселке пока отсутствует практика озеленения придомовых территорий. Растительность здесь формируется спонтанно, также как и в случае промышленных зон. По видовому составу растений территория личных подсобных хозяйств в окрестностях Надыма (7) занимает промежуточное положение между рекреационно-селитебными и промышленными зонами. Специфических сеgetальных видов в данной зоне не обнаружено. Видовое своеобразие растительности и относительно невысокое сходство функциональных зон по данному показателю связано с присутствием в них ряда “единичных” видов, обладающих низкой встречаемостью. Так, 42 вида (33%) были нами отмечены только в одном из типов городских зон.

Наибольшая сомкнутость растительности отмечена в селитебных зонах городов и поселков, чуть меньшую сомкнутость растительного покрова наблюдали в рекреационной зоне (парках и скверах) и в зоне промышленных объектов. Проективное покрытие стихийной растительности оказалось минимальным на территории личных подсобных хозяйств. Ниже приведен список видов, проективное покрытие которых статистиче-



**Рис. 3.** Дендрограмма сходства (Евклидово расстояние) функциональных зон городов и поселков севера Западной Сибири по видовому составу растений. Ось X – функциональные зоны населенных пунктов: промышленная зона: 6 – Правохеттинский, 8 – Надым, 9 – Пангоды, 10 – Новый Уренгой; рекреационная зона: 1 – Пангоды (сквер), 5 – Новый Уренгой (парк), 12 – Надым (парк); селитебная зона: 2 – Пангоды, 3 – Надым, 4 – Новый Уренгой, 11 – Правохеттинский; 7 – ЛПХ (Надым). Ось Y – Евклидово расстояние.

**Fig. 3.** Clustering of Euclidean distances among urban functional areas based on similarity of species composition. X-axis – functional areas of the localities: industrial area: 6 – Pravokhettitskiy, 8 – Nadym, 9 – Pangody, 10 – Novyy Urengoy; recreational area: 1 – Pangody (square), 5 – Novyy Urengoy (park), 12 – Nadym (park); residential area: 2 – Pangody, 3 – Nadym, 4 – Novyy Urengoy, 11 – Pravokhettinskiy; household plots: 7 – Nadym. Y-axis – linkage distance.

ски значительно отличается хотя бы в одной из городских функциональных зон (табл. 4).

Для большинства произрастающих в городах видов “Н-критерий Краскела–Уоллиса” не выявил статистически значимых различий ( $p = 0.05$ ) в проективных покрытиях между функциональными зонами. С одной стороны, это объясняется широкой экологической амплитудой ряда видов, (например, *Chamaenerion angustifolium*, *Deschampsia obensis*, *Erigeron canadensis*, *Festuca ovina*, *Hieracium umbellatum*, *Taraxacum ceratophorum*), которая позволяет им успешно произрастать в различных городских условиях. С другой стороны – низкой встречаемостью и невысокими значениями проективного покрытия большинства видов в тех или иных городских функциональных зонах. Эврипотность синантропных видов позволяет некоторым авторам высказывать суждения о нечетком разграничении биотопов в урбанизированной среде (Khromova, Emelyanova, 2018) и как следствие – унификации городских флор (Protoporova, 1991; Berezucky, 1999; Abramova, 2004; Berezutsky, Panin, 2007).

Однако, наши исследования показали, что значительно более высокое проективное покрытие

**Таблица 4.** Среднее относительное проективное покрытие часто встречающихся видов в различных городских функциональных зонах**Table 4.** Average relative projective cover of high-frequency species in different urban functional areas

Вид Species	Промышленная зона Industrial area	Рекреационная зона Recreational area	Селитебная зона Residential area	Зона ЛПХ Household plots (kitchen gardens)
Среднее ОПП, % Average total projective cover, %	43	57	63	15
<i>Equisetum arvense</i>	<b>50.4</b>	6.9	2.3	4.3
<i>Calamagrostis epigeios</i>	<b>21.1</b>	1.3	5.0	0
<i>Polygonum humifusum</i>	<b>39.1</b>	3.1	1.75	5.5
<i>Poa alpigena</i>	<b>52.3</b>	14.7	9.8	2.1
<i>Tripleurospermum hookeri</i>	<b>6.1</b>	1.2	2.4	3.2
<i>Crepis tectorum</i>	<b>9.3</b>	1.1	0.5	0
<i>Calamagrostis langsdorffii</i>	<b>35.2</b>	<b>10.2</b>	1.75	0
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1.1	<b>17.5</b>	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0.75	<b>11.2</b>	<b>13.7</b>	1.5
<i>Bromopsis inermis</i>	3.5	<b>27.8</b>	<b>23.5</b>	0
<i>Festuca rubra</i>	3.5	<b>10.8</b>	<b>25.2</b>	0
<i>Poa pratensis</i>	0	5.2	<b>10.8</b>	0
<i>Elytrigia repens</i>	0	1.2	<b>10.8</b>	1.1
<i>Festuca ovina</i>	38.2	43.8	28.3	<b>0</b>
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	13.0	7.0	10.2	<b>0.5</b>
<i>Stellaria media</i>	0	0	0,1	<b>71.2</b>

Примечание: черным цветом выделены статистически значимые отличия (Манна–Уитни тест,  $p = 0.05$ ).

Note: Statistically significant differences are typed in **bold** (Mann–Whitney test,  $p = 0.05$ ).

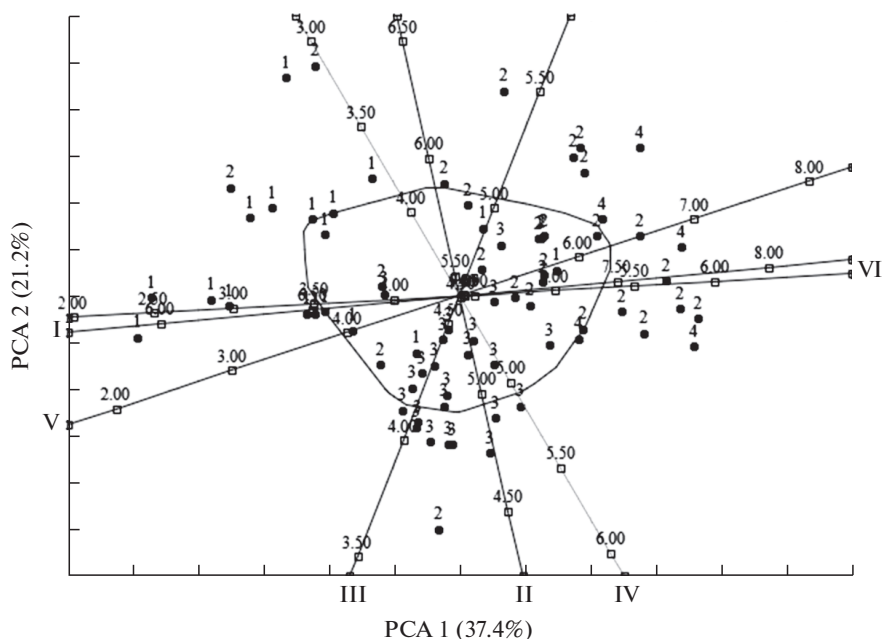
(Манна–Уитни тест,  $p = 0.05$ ) в промышленной зоне обследованных городов и поселков имели ряд ценофобных видов, таких как *Crepis tectorum*, *Equisetum arvense*, *Polygonum humifusum*, *Poa alpigena*, *Tripleurospermum hookeri*, а также некоторые виды злаков – *Calamagrostis epigeios*, *C. langsdorffii*. Регулярные механические нарушения поверхности, отсыпки разнообразными рыхлыми грунтами позволяют эрозофильным видам достаточно устойчиво существовать в данной зоне.

Несмотря на то, что в селитебной и рекреационной зонах отмечено наибольшее число видов, значимо более высокие значения проективного покрытия имели в основном газонные виды злаков и бобовых (*Bromopsis inermis*, *Elytrigia repens* Desv., *Festuca rubra*, *Poa pratensis* L., *Trifolium repens*). Из кустарничков только брусника *Vaccinium vitis-idaea* имела статистически большее покрытие в парках г. Надыма и г. Нового Уренгоя, чем, например, в зоне промышленных объектов.

Методом главных компонент выявлены основные факторы, оказывающие наибольшее влияние на дифференциацию растительности в городской среде (рис. 4).

Растительность урбанизированных местообитаний экологически неоднородна. Согласно ординационной схеме экологические оптимумы растительности селитебной зоны смещены в ксеротермическом направлении. Здесь преобладают виды, тяготеющие к слабокислым почвам, относительно хорошо обеспеченным питательными веществами. Это связано с особенностями формирования данной растительности: широкого применения газонных травосмесей, стихийными посадками и непреднамеренным заносом культурных и сорных растений, многие из которых произрастают в более южных регионах. Значительное влияние человека на городскую флору путем отбора конкретных функциональных типов растений характерно для ряда городов Центральной Европы (Knapp et al., 2010). По нашим сведениям и данным других авторов (Ilmenschik,





**Рис. 4.** PCA-ординация геоботанических описаний урбанизированных территорий севера Западной Сибири. Римскими цифрами обозначены экологические факторы шкалы Г. Элленберга: I – свет, II – тепло, III – континентальность, IV – влажность, V – богатство азотом, VI – почвенная реакция. Арабскими числами обозначена принадлежность геоботанических описаний функциональным зонам: 1 – селитебная зона, 2 – рекреационная зона, 3 – промышленная зона, 4 – ЛПХ.

**Fig. 4.** PCA-ordination of geobotanical plots of urbanized areas in the North of Western Siberia.

Roman numerals indicate environmental factor values by G. Ellenberg: I – light, II – temperature, III – continentality, IV – humidity, V – nutrient, VI – soil reaction. Arabic numerals correspond to functional areas: 1 – residential, 2 – recreational, 3 – industrial zone, 4 – household plots.

2013, 2015; Vyalt et al., 2017) на территориях селитебных зон обследованных северных городов и поселков регулярно отмечали, например, картофель (*Solanum tuberosum* L.), топинамбур (*Helianthus tuberosus*), а также пряные травы (*Coriandrum sativum* L., *Origanum vulgare* L.) и др.

Рудеральная растительность зоны промышленных объектов предпочитает местообитания с более влажными и менее кислыми почвами, лучше обеспеченными питательными веществами, чем почвы селитебной зоны. Эта же растительность и наименее термофильна, поскольку сложена по большей части местными северными видами-апофитами. Растительность парков и скверов рекреационной зоны тяготеет к практически нейтральным, заметно более богатым почвам, чем растительность других зон. В зоне личных подсобных хозяйств (огородов) сделано минимальное количество геоботанических описаний, которые более всего экологически тяготеют к растительности промышленных зон.

Ранее в литературе отмечали, что городские растения более чувствительны к таким факторам как свет, температура и содержание азота в почве и менее требовательны к увлажнению (Chochołousková, Pysek, 2003). В нашем исследовании две

основные компоненты объясняют 60% изменчивости растительности. Первичная интерпретация результатов ординации проведена, опираясь на экологические шкалы Г. Элленберга. Компонент 1 (PCA 1) – это сочетание почвенных условий (кислотности и обеспеченности питательными веществами), а также характера освещенности. На данную компоненту приходится 37.4% варьирования. Компонента 2 (PCA 2) – это сочетание таких параметров, как тепло и влагообеспеченность местообитаний.

Учитывая ограниченные возможности применения шкал Г. Элленберга для растительности севера Западной Сибири, результаты ординации геоботанических описаний были сопоставлены с данными анализов почвенных проб по соответствующим показателям. На территории населенных пунктов в ходе исследования выявлены урбаноземы, урбоподзолы, а также урбоиллювиально-железистые почвы. Почвы агроладшафтов представлены в основном агроподзолами и агроземами, а также агроиллювиально-железистыми почвами.

Расположение многих городских и сельских поселений в Ямало-Ненецком автономном округе приурочено к выходам относительно легких по

**Таблица 5.** Средние показатели химических характеристик верхних горизонтов почв в различных функциональных зонах населенных пунктов**Table 5.** Average chemical characteristics of upper soil layers in different functional areas of localities

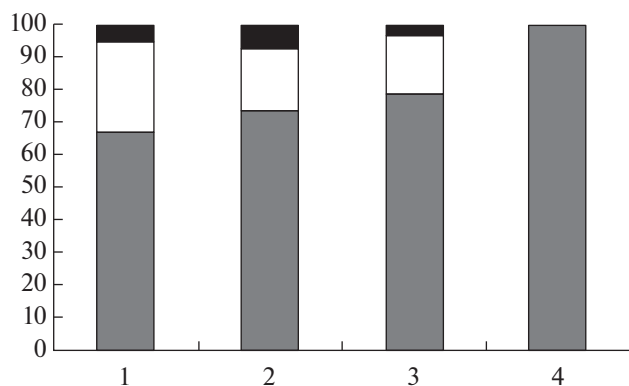
Показатель Parameter	Рекреационная зона Recreational area	Промышленная зона Industrial area	Селитебная зона Residential area	Личные подсобные хозяйства Household plots	Фоновые почвы Undisturbed podzol soils
pH <sub>водн.</sub>	6.5	6.4	5.4	5.8	4.4
C, %	4.8	4.2	3.0	3.13	1.7
N, %	0.39	0.34	0.22	0.29	0.14
P, mg kg <sup>-1</sup>	88.3	67.1	34.6	69.0	7.7
K, mg kg <sup>-1</sup>	88.4	53.2	26.8	17.8	14.3
N, mg kg <sup>-1</sup>	69.2	47.1	34.9	32.0	26.0

гранулометрическому составу почвообразующих пород различного генезиса, в том числе и песков и супесей эолового и флювиального происхождения. Это приводит к тому, что глубина залегания многолетнемерзлого слоя составляет не 30–60 см, а иногда превышает 100 см, что способствует формированию коренных различий в почвенном и растительном покрове урбанизированных и фоновых тундровых территорий (Абакумов et al., 2017). В отличие от фоновых подзолов, почвы урбанизированных территорий не имеют раз-

витого и дифференцированного подзолистого профиля с повышенной кислотностью. В ходе урбанистического или агрогенного освоения почв происходит снижение кислотности и увеличение содержания ключевых элементов питания. Химические характеристики верхних горизонтов почв во всех функциональных зонах населенных пунктов существенно отличаются от фоновых значений.

Городские почвы во всех зонах заметно менее кислые и лучше обеспечены питательными веществами. Наибольшие показатели содержания подвижных форм элементов минерального питания отмечены в почвах рекреационной зоны, что связано с внесением значительных доз удобрений при уходе за парковой растительностью (табл. 5).

В долевого отношении во всех функциональных зонах преобладают эумезофиты (рис. 5). Мезофитизацию урбанофлор уже отмечали ранее при анализе флор в других городах Западной Сибири (г. Тюмень, г. Сургут), а также в городах Карелии (Antipina, 2002; Khozyainova, 2004; Bordey, Shepeleva, 2011). Данное обстоятельство несколько расходится с устоявшимся в литературе мнением о ксерофитизации, как общем признаке урбанофлор умеренных и южных регионов (Ishbirdina et al., 1993; Berezutsky, 1999; Ilmenschik, 2014). Тем не менее, следует отметить заметный процент участия в составе растительности северных городов и поселков растений, обладающих признаками “ксероморфоза” в анатомо-морфологической и физиологической организации, что позволяют им успешно выживать в городской среде севера, приспосабливаясь к возможному дефициту водного и минерального питания. Особенно данные признаки присущи злаковым растениям, часто встречающимся в городах. Наибольший процент ксеромезофитов зафиксирован нами в селитебной зоне.



**Рис. 5.** Соотношение экологических групп видов по фактору увлажнения в видовом составе городских функциональных зон. Ось X – функциональные зоны: 1 – селитебная, 2 – промышленная, 3 – рекреационная, 4 – ЛПХ. Ось Y – доля группы (%). Цветом обозначены экологические группы: серый – мезофиты, белый – ксеромезофиты, черный – гигромезофиты.

**Fig. 5.** Species to moisture factor ecological spectrum in different functional urban areas.

X-axis – functional areas: 1 – residential, 2 – industrial, 3 – recreational, 4 – household plots. Y-axis – share of ecological groups of species (%). Colors: gray – mesophytes, white – xeromesophytes, black – hygromesophytes.

Наши исследования позволили выявить виды, перспективные в озеленении различных функциональных зон северных городов. Учитывая широкое распространение и высокую встречаемость в описаниях, прежде всего злаковых растений, такими видами являются *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Bromopsis inermis*. Данные виды могут успешно составлять основу травосмесей и использоваться как для создания газонной растительности в седелитных и рекреационных зонах, так и для рекультивации нарушенных земель в промышленных зонах. Использование в основе травосмесей плевела малоэффективно в виду низких адаптивных качеств данного инорайонного вида к климатическим факторам. Достаточную устойчивость в городских местообитаниях и интересные декоративные качества демонстрируют красиво цветущие виды местной флоры, такие как *Chamaenerion angustifolium*, *Veronica longifolia*, *Silene paucifolia*, *Campanula rotundifolia*, а также высокорослые куртины *Calamagrostis langsdorffii*. Возможно также включение в состав газонов и клумб *Tanacetum bipinnatum*, *Tripleurospermum hookeri*. Некоторые из перечисленных видов уже избирательно сохраняются жителями в качестве элементов озеленения. Обширный перечень видов древесных растений (инорайонных и местных), перспективных для озеленения, приведен в методических рекомендациях (Kirillov, Egorov, 2017). Из древесных растений самостоятельно развиваются в городской среде, прежде всего ивы (*Salix gmelinii*, *S. viminalis*, *S. phylicifolia*). Отметим, что именно с этих индигенных видов обычно начинается озеленение городских улиц и придомовых территорий. Сохранение коренных пород хвойных растений, главным образом лиственницы и кедровой сосны, целесообразно в рекреационной зоне (парках и скверах).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основу растительности северных городов составляют местные виды-апофиты. Обследованным “молодым” городам и поселкам севера Западной Сибири присуща нестабильность видового состава растительности. При этом на начальных этапах становления городской среды, в небольших поселениях, таких как Пангоды, прирост числа новых видов идет более интенсивно, чем в более крупных городах (Надым, Новый Уренгой). Одновременно наблюдаются изменения видового состава растительности, которые, однако, не направлены в сторону унификации флор городов, даже в случае их близкого подзонального положения. По прошествии 25 лет сходство видового состава между городами усилилось не более, чем на 10%.

Флористическое своеобразие сохраняют и однотипные функциональные зоны в различных населенных пунктах. Это достигается за счет видов, имеющих низкую встречаемость и невысокие значения проективного покрытия.

Растительность промышленных зон менее всего контролируется человеком, здесь она формируется спонтанно на основе ценофобных, эрозиофильных видов и чаще всего имеет пионерный характер. Существенный вклад в формирование своеобразного облика растительности седелитных и рекреационных зон вносит нарастающая деятельность по благоустройству территорий. Применение злаково-бобовых травосмесей способствует поддержанию сомкнутой газонной растительности на придомовых территориях, а непреднамеренный занос и стихийные посадки жителями приводят к повышению видового разнообразия в седелитных зонах по сравнению с остальными. Ввиду неширокого распространения огородной деятельности специфической сегетальной растительности в зоне личных подсобных хозяйств пока не сформировалось. По основным фитоценотическим показателям она более всего сходна с растительностью промышленных зон.

Растительность городов и поселков экологически гетерогенна. При подборе растений для озеленения следует учитывать, что ведущими факторами, определяющими дифференциацию растительности по различным функциональным зонам, являются почвенные условия, а именно кислотность и содержание элементов минерального питания. Немаловажное значение оказывает также фактор увлажнения.

Таким образом, нестабильность и экологическая неоднородность видового состава, флористическая неполноценность, допускающая все новые инвазии адвентивных видов, а также начавшиеся процессы дифференциации растительности по функциональным городским территориям свидетельствуют в пользу активно протекающих процессов формирования растительности городов севера Западной Сибири, которые пока далеки от стабилизации.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Арктическому научному центру Ямало-Ненецкого автономного округа, персонально Евгении Моргун и Александру Печкину за помощь в логистическом сопровождении работ, а также Департаменту по науке и инновациям Ямало-Ненецкого автономного округа за помощь в проведении полевых исследований.

Работа была частично поддержана Российским фондом фундаментальных исследований — Ямал (проект № 19-416-890002) и Санкт-Петербургским го-

сударственным университетом (Мероприятие 1) “Урбанизированные экосистемы Арктического пояса Российской Федерации: динамика, состояние и устойчивое развитие”.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Abakumov et al.] Абакумов Е.В., Томашунас В.М., Алексеев И.И. 2017. Профили сопротивления мерзлотных почв севера Западной Сибири по данным вертикального электрического зондирования. — Почвоведение 9: 1113–1121. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17090015>
- [Abramova] Абрамова Л.М. 2004. Синантропизация растительности: закономерности и возможности управления процессом (на примере Республики Башкортостан): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Пермь. 46 с.
- [Antipina] Антипина Г.С. 2002. Урбанофлора Карелии. Петрозаводск. 200 с.
- [Antipina, Maximov] Антипина Г.С., Максимов А.А. 2008. Архангельск — Петрозаводск: сравнение флор. — В сб.: Материалы Всерос. конф. “Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Часть 4: Сравнительная флористика. Урбанофлора”. Петрозаводск. С. 149–151.
- [Avramchik] Аврамчик М.Н. 1969. К подзональной характеристике растительного покрова тундры, лесотундры и тайги Западно-Сибирской низменности. — Бот. журн. 54 (3): 410–420.
- [Berezutsky] Березуцкий М.А. 1999. Антропогенная трансформация флоры. — Бот. журн. 84 (6): 8–19.
- [Berezutsky, Panin] Березуцкий М.А., Панин А.В. 2007. Флора городов: структура и тенденции антропогенной динамики. — Бот. журн. 92 (10): 1481–1489.
- [Bulokhov] Булохов А.Д. 2004. Фитоиндикация и ее практическое применение. Брянск. 245 с.
- [Bordey, Shepeleva] Бордей Р.Х., Шепелева Л.Ф. 2011. Характеристика флоры г. Сургута. — Вестник Томского государственного университета. Биология. 4 (16): 43–54.
- [Byalt et al.] Бялт В.В., Письмаркина Е.В., Егоров А.А. 2017. Новые находки заносных видов сосудистых растений в Ямало-Ненецком автономном округе. — Бот. журн. 102 (12): 1663–1682.
- Chocholoušková Z., Rušek P. 2003. Changes in composition and structure of urban flora over 120 years: A case study of the city of Plzeň. *Flora* 198 (5): 366–376. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00109>
- [Goryshina] Горышина Т.К. 1991. Растение в городе. Л. 152 с.
- [Ilmenskih] Ильинских Н.Г. 2013. Парциальная флора полигонов ТБО (свалок) городов Ханты-Мансийск и Новый Уренгой. — В сб.: Материалы Всерос. конф. “Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана”. Сыктывкар. С. 515–519.
- [Ilmenskih] Ильинских Н.Г. 2014. Флорогенез в условиях урбанизированной среды. Екатеринбург. 469 с.
- [Ilmenskih] Ильминских Н.Г. 2015. Полигоны ТБО как эпицентры синантропизации флоры Арктики и Субарктики в Западной Сибири. — В сб.: Материалы Всерос. конф. “Человек и Север: антропология, археология, экология”. Тюмень. С. 319–324.
- IPNI (2020). International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens [Retrieved 09 April 2020].
- [Ipatov, Mirin] Ипатов В.С., Мирин Д.М. 2008. Описание фитоценоза: методические рекомендации. СПб, 71 с.
- [Ishbirdin et al.] Ишбирдин А.Р., Ишбирдина Л.М., Хусаинов А.Ф. 1996. О некоторых закономерностях флоры и растительности населенных пунктов севера Западной Сибири. — В кн.: Флора антропогенных местообитаний Севера. М. С. 79–97.
- [Ishbirdina et al.] Ишбирдина Л.М., Ишбирдин А.Р. 1993. Динамика флоры города Уфы за последние 60–80 лет. — Бот. журн. 78 (3): 1–10.
- [Kirillov, Egorov] Кириллов П.С., Егоров А.А. 2017. Агротехника выращивания растений в Ямало-Ненецком автономном округе. Методические рекомендации для учреждений и подразделений, занимающихся строительством и благоустройством территории в населенных пунктах. СПб. 36 с.
- [Khmelev, Berezutsky] Хмелев К.Ф., Березуцкий М.А. 2001. Состояние и тенденции развития флоры антропогенно-трансформированных экосистем. — Журн. общ. биол. 62 (4): 339–351.
- [Khozyainova] Хозяинова Е.Ю. 2004. Флора травянистых растений в условиях урбанизированной среды (на примере города Тюмени): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень. 21 с.
- [Khromova, Emelyanova] Хромова Т.М., Емельянова О.Ю. 2018. Антропоотолерантные типы флористических комплексов городов Орловской области. — Современное садоводство. 2 (26): 99–105.
- Knapp S., Kühn I., Stolle J., Klotz S. 2010. Changes in the functional composition of a central European urban flora over three centuries. — *Perspect. Plant Ecol.* 12 (3): 235–244. [https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9626-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9626-1_5)
- Kühn I., Brandl R., Klotz S. 2004. The flora of German cities is naturally species rich. — *Evolutionary Ecology Research.* 6 (5): 749–764.
- [Pilyasov] Пилясов А.Н. 2011. Города Российской Арктики: сравнение по экономическим индикаторам. — Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. 4: 64–69.
- Rušek P. 1989. On the richness of Central European urban flora. — *Preslia.* 61: 329–334.

- Pyšek, P. 1993. Factors affecting the diversity of flora and vegetation in central European settlements. — *Vegetatio*. 106: 89–100.
- [Pismarkina et al.] Письмаркина Е.В., Бялт В.В., Егоров А.А. 2019. Находки чужеродных видов растений в Ямало-Ненецком автономном округе (Россия). — *Труды КарНЦ РАН*. 1: 75–84.
- [Pismarkina et al.] Письмаркина Е.В., Хитун О.В., Бялт В.В. 2016. Флористические находки в Ямало-Ненецком автономном округе. — *Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал*. 4 (20)14: 2303–9922. <http://www.vestospu.ru>
- [Protoporova] Протопопова В.В. 1991. Синантропная флора Украины и пути ее развития. Киев. 200 с.
- [Rastitel'nyi] Растительный покров Западно-Сибирской равнины. 1985. Новосибирск 251 с.
- [Sekretareva] Секретарева Н.А. 2004. Сосудистые растения российской Арктики и сопредельных территорий. М. 129 с.
- [Senyushkina] Сеньюшкина И.В. 2015. Экологическая структура и антропогенная трансформация флоры малых городов Ивановской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск. 23 с.
- Schmidt K.J., Poppendieck H.H., Jensen K. 2014. Effects of urban structure on plant species richness in a large European city. — *Urban Ecosystems*. 17 (2): 427–444. <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0319-y>
- Sukopp H., Werner P. 1983. Urban environments and vegetation. — In: *Man's impact on vegetation*. The Hague. P. 247–260.
- [Vilchek, Kuznetsov] Вильчек Г.Е., Кузнецов Д.В. 1996. Флора антропогенных местообитаний окрестностей г. Новый Уренгой. — В кн.: *Флора антропогенных местообитаний Севера*. М. С. 100–121.

## PECULIARITIES OF VEGETATION IN SOME POPULATED LOCALITIES OF NORTHERN WEST SIBERIA

E. M. Koptseva<sup>a,#</sup> and E. V. Abakumov<sup>a,##</sup>

<sup>a</sup> Saint-Petersburg State University  
Universitetskaya Emb., 7/9, St. Petersburg, 199034, Russia

<sup>#</sup>e-mail: [e.koptseva@spbu.ru](mailto:e.koptseva@spbu.ru)

<sup>##</sup>e-mail: [e.abakumov@spbu.ru](mailto:e.abakumov@spbu.ru)

The features of vegetation formation in towns (Nadym, Novyy Urengoy) and big settlements (Pangody, Pravokhettinskiy) in the northern West Siberia are discussed in the article. Despite the nearby geographical position of the localities, there is no tendency to unify their floras. Plant species compositions of the localities belonging to the same geographical subzone are similar only by 40–47%. Clustering of Euclidean distances revealed a greater uniformity of residential and recreational areas by plant species composition than industrial areas. PCA-ordination of 73 geobotanical plots showed a leading influence of soil characteristics on vegetation differentiation by functional urban areas (industrial, recreational, residential). Chemical analyses of 36 soil samples confirmed that this is the soil acidity, mineral nutrition richness and soil moisture. The vegetation of urban functional areas is united by a small pool of frequently occurring apophytes of wide ecological amplitude and a high potential for the development in various secondary biotopes. A 25-year period of observations revealed the instability and dynamism of species composition of the urban vegetation in all the localities. Over this period, the plant species composition of has expanded in all the localities. At the same time, it increased more significantly in small settlements (by 89%) than in bigger towns (by 28–47%). At the same time, the species similarity between the localities increased slightly, no more than 10%. The vegetation of industrial areas is least controlled by human, it is formed spontaneously on the basis of local apophytes. A significant contribution to the formation of vegetation in residential and recreational areas is made by human gardening activities such as use lawn grass mixtures, fertilization and cultivation of ornamental alien plant species. Unintentional drift and spontaneous planting by residents lead to impulsive invasions of alien species that enrich the flora, but are often unstable in environmental conditions of northern urban areas.

*Keywords:* urban vegetation, north, functional area, urban flora, greening

### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their gratitude to the Arctic Research Centre of the Yamalo-Nenets Autonomous District, personally to Eugenia Morgun and Alexander Pechkin for assistance in

the logistic, and to the Department of Science and Innovation of the Yamalo-Nenets Autonomous District for assistance in field researches.

The work was partially supported by the Russian Foundation for Basic Research — Yamal (project No. 19-416-

890002) and by Saint-Petersburg State University (Activity 1) “Urbanized ecosystems of the Arctic zone of the Russian Federation: dynamics, state and sustainable development”.

## REFERENCES

- Abakumov E.V., Tomashunas V.M., Alekseev I.I. 2017. Electrical resistance profiles of permafrost-affected soils in the north of Western Siberia according to their vertical electrical sounding. — *Pochvovedenie*. 9: 1113–1121. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17090015>
- Abramova L.M. 2004. Sinantropizatsiya rastitel'nosti: zakonornosti i vozmozhnosti upravleniya processom (na primere Respubliki Bashkortostan) [Synanthropization of vegetation: regularities and possibilities of managing the process (on the example of the Republic of Bashkortostan)]: Diss. ... Doct. Sci. Perm. 46 p. (In Russ.).
- Antipina G.S. 2002. Urbanoflora Karelii [Urban flora of Karelia]. Petrozavodsk. 200 p. (In Russ.).
- Antipina G.S., Maximov A.A. 2008. Arkhangel'sk — Petrozavodsk: sravnenie flor [Arkhangel'sk-Petrozavodsk: the comparison of flora]. — In: *Fundamental'nye i prikladnye problemy botaniki v nachale XXI veka. Chast' 4: Sravnitel'naya floristika. Urbanoflora. Materialy Vserossiyskoy konferencii*. Petrozavodsk. P. 149–151 (In Russ.).
- Avramchik M.N. 1969. K podzonal'noy karakteristike rastitel'nogo pokrova tundry, lesotundry i tajgi Zapadno-Sibirskoy nizmennosti [Subzonal characteristics of vegetation cover of tundra, forest tundra and taiga of the West Siberian Lowland]. — *Botanicheskii zhurnal*. 54 (3): 410–420 (In Russ.).
- Berezutsky M.A. 1999. Antropogennaya transformatsiya flory [Anthropogenic transformation of flora]. — *Botanicheskii zhurnal*. 84 (6): 8–19 (In Russ.).
- Berezutsky M.A., Panin A.V. 2007. Flora gorodov: struktura i tendentsii antropogennoy dinamiki [Urban flora: structure and trends of anthropogenic dynamics]. — *Botanicheskii zhurnal*. 92 (10): 1481–1489 (In Russ.).
- Bulokhov A.D. 2004. Fitoindikatsiya i ee prakticheskoe primeneniye [Phyto-indication and its practical application]. Bryansk. 245 p. (In Russ.).
- Bordey R.Ch., Shepeleva L.F. 2011. Kharakteristika flory g. Surguta [The characteristics of flora of the Surgut town]. — *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologiya*. 4 (16): 43–54 (In Russ.).
- Byalt V.V., Pismarkina E.V., Egorov A.A. 2017. Novye nakhodki zanosnykh vidov sosudistykh rasteniy v Yamalo-Nenetskom Avtonomnom okruge [New findings of alien vascular plant species in the Yamalo-Nenets Autonomous district]. — *Botanicheskii zhurnal*. 102 (12): 1663–1682 (In Russ.).
- Chocholouškova Z., Pyšek P. 2003. Changes in composition and structure of urban flora over 120 years: A case study of the city of Plzeň. *Flora*/ 198 (5): 366–376. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00109>
- Goryshina T.K. 1991. Rastenie v gorode [Plant in the city]. Leningrad. 152 p. (In Russ.).
- Ilimskih N.G. 2013. Parcial'naya flora poligonov TBO (svalok) gorodov Xanty-Mansiysk i Novy Urengoy [Partial flora of the landfills (dumps) in the cities of Khanty-Mansiysk and Novy Urengoy]. — In: *Bioraznoobrazie ekosistem Kraynego Severa: inventarizatsiya, monitoring, okhrana. Materialy Vserossiyskoy konferencii*. Syktyvkar. P. 515–519 (In Russ.).
- Ilimskih N.G. 2014. Florogenez v usloviyakh urbanizirovannoy sredy [Florogenesis in an urban environment]. Yekaterinburg. 469 p. (In Russ.).
- Ilimskih N.G. 2015. Poligony TBO kak epicentry sinantropizatsii flory Arktiki i Subarktiki v Zapadnoy Sibiri [Landfills as epicenters of the synanthropization of the flora of the Arctic and Subarctic of Western Siberia]. — In: *Chelovek i Sever: antropologiya, arkhologiya, ekologiya. Materialy Vserossiyskoy konferencii*. Tyumen. P. 319–324 (In Russ.).
- IPNI (2020). International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens [Retrieved 09 April 2020].
- Ipatov V.S., Mirin D.M. 2008. Opisanie fitotsenoza: metodicheskie rekomendatsii [Description of phytocenosis: guidelines]. St. Petersburg. 71 p. (In Russ.).
- Ishbirdin A.R., Ishbirdina L.M., Khusainov A.F. 1996. O nekotorykh zakonornostyakh flory i rastitel'nosti naselennykh punktov severa Zapadnoy Sibiri [About some regularities of flora and vegetation of localities in the North of Western Siberia]. — In: *Flora antropogennykh mestoobitaniy Severa*. Moscow. P. 79–97 (In Russ.).
- Ishbirdina L.M., Ishbirdin A.R. 1993. Dinamika flory goroda Ufy za poslednie 60–80 let. — *Botanicheskii zhurnal*. 78 (3): 1–10 (In Russ.).
- Khmelev K.F., Berezutsky M.A. 2001. Sostoyanie i tendentsii razvitiya flory antropogenno-transformirovannykh ekosistem [Status and development trends of the flora of anthropogenic-transformed ecosystems]. — *Zhurnal Obshchei Biologii*. 62 (4): 339–351 (In Russ.).
- Khozyainova Ye.Yu. 2004. Flora travyanistykh rasteniy v usloviyakh urbanizirovannoy sredy (na primere goroda Tyumeni) [Herbaceous plant flora in an urban environment (for example, Tyumen)]: Abstr. Diss. ... Kand. Sci. Tyumen. 21 p. (In Russ.).
- Khromova T.M., Emelyanova O.Yu. 2018. Antropotolerantnye tipy floristicheskikh kompleksov gorodov Orlovskoy oblasti [Anthropotolerance types of floral complexes of the cities of Orel region]. — *Sovremennoe sadovodstvo*. 2 (26): 99–105 (In Russ.).
- Kirillov P.C., Egorov A.A. 2017. Agrotekhnika vyrashchivaniya rasteniy v Yamalo-Nenetskom Avtonomnom Okruge. Metodicheskie rekomendatsii dlya uchrezhdeniy i podrazdeleniy, zanimayushchihsy stroitel'stvom i blagoustroystvom territorii v naselennykh punktakh [Agrotechnics of growing plants in the Yamalo-Nenets Autonomous district. Guidelines for institu-

- tions and departments involved in the construction and improvement of territories in localities] St. Petersburg. 36 p. (In Russ.).
- Knapp S., Kühn I., Stolle J., Klotz S. 2010. Changes in the functional composition of a central European urban flora over three centuries. — *Perspect. Plant Ecol.* 12 (3): 235–244.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9626-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9626-1_5)
- Kühn I., Brandl R., Klotz S. 2004. The flora of German cities is naturally species rich. — *Evolutionary Ecology Research.* 6 (5): 749–764.
- Pilyasov A.N. 2011. Towns of the Russian Arctic: comparison of the economic indicators. — *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya.* 4: 64–69 (In Russ.).
- Pyšek P. 1989. On the richness of Central European urban flora. — *Preslia.* 61: 329–334.
- Pyšek P. 1993. Factors affecting the diversity of flora and vegetation in central European settlements. — *Vegetatio.* 106: 89–100.
- Pismarkina Ye.V., Byalt V.V., Egorov A.A. 2019. Nakhodki chuzherodnykh vidov rasteniy v Yamalo-Nenetskom Avtonomnom okruge (Rossiya) [Finds of alien plant species in the Yamalo-Nenets Autonomous district (Russia)]. — *Trudy KarNTs RAN.* 1: 75–84 (In Russ.).
- Pismarkina Ye.V., Khitun O.V., Byalt V.V. 2016. Floristicheskie nakhodki v Yamalo-Nenetskom avtonomnom okruge [Floral finds in the Yamalo-Nenets Autonomous district]. — *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronny nauchny zhurnal.* 4 (20)14: 2303–9922 (In Russ.).  
<http://www.vestospu.ru>
- Protopopova V.V. 1991. Sinantropnaya flora Ukrainy i puti ee razvitiya [Synanthropic flora of Ukraine and its development]. Kiev. 200 p.
- Rastitel'nyi pokrov Zapadno-Sibirskoy ravniny. 1985. [Vegetation cover of the West Siberian plain]. Novosibirsk. 251 p. (In Russ.).
- Sekretareva N.A. 2004. Sosudistye rasteniya rossiyskoy Arktiki i sopredel'nykh territoriy [Vascular plants of Russian Arctic and adjacent territories]. M. 129 p. (In Russ.).
- Senyushkina I.V. 2015. Ekologicheskaya struktura i antropogennaya transformatsiya flory mal'kh gorodov Ivanovskoy oblasti [Ecological structure and anthropogenic transformation of the flora of small towns in the Ivanovo region]: Abstr. Diss. ... Kand. Sci. Petrozavodsk. 23 p. (In Russ.).
- Schmidt K.J., Poppendieck H.H., Jensen K. 2014. Effects of urban structure on plant species richness in a large European city. — *Urban Ecosystems.* 17 (2): 427–444.  
<https://doi.org/10.1007/s11252-013-0319-y>
- Sukopp H., Werner P. 1983. Urban environments and vegetation. — In: *Man's impact on vegetation.* The Hague. P. 247–260.
- Vilchek G.Ye., Kuznetsov D.V. 1996. Flora antropogennykh mestoobitaniy okrestnostey g. Novy Urengoy. — In: *Flora antropogennykh mestoobitaniy Severa.* Moscow. P. 100–121 (In Russ.).