

УДК 581.524.2/3

ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЭКСПОЗИЦИИ «ВЫЕМКА» НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ Г. МИНСКА И МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. С. ШАВАЛДА^{1), 2)}, И. М. СТЕПАНОВИЧ¹⁾

¹⁾Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, Национальная академия наук Беларусь,
ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Беларусь

²⁾Международный государственный институт им. А. Д. Сахарова, Белорусский государственный университет,
ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь

Приведены результаты эколого-флористических исследований придорожных фитоценозов при прохождении автодороги в экспозиции «выемка». Выполнено описание растительности по линии трансекты с представленной структурой и видовым разнообразием путем разделения на 5 секторов в зависимости от удаленности от дорожного полотна и конструкции полосы отвода. 5-й сектор в данной работе не учитывался из-за интереса к растениям антропогенно нарушенной территории полосы отвода. Составлен и проанализирован список сосудистых растений и мохообразных, насчитывающий 225 видов, которые относятся к 54 семействам, 167 родам.

Семействами с наибольшим количеством видов являются *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* и *Brassicaceae*, что соответствует таксономической характеристике городских ландшафтов и придорожных фитоценозов. Отмечается значительная роль инвазионных видов: *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauvois, *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Festuca arundinacea* Schreb., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt. и др. Секторальное разделение позволило проследить влияние удаленности от автодороги и изменения эдафических условий на видовой и эколого-ценотический состав растительности, их биоморфологический спектр по системе К. Раункиера. Так, переувлажнение и сток солевых противогололедных реагентов в секторах 2 способствует развитию гигрофитных форм растений и видов-нитрофилов: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Aegopodium podagraria* L. и др.

Эрозионные процессы и недоразвитие почвенного покрова в секторах 3 положительно сказываются на произрастании галофитов и псаммофитов: *Oenothera biennis* L., *Sedum acre* L. и др. По эколого-ценотическим группам с указанием сегетально-рудеральной принадлежности преобладают лесные (41 или 18,2 %) и луговые (40 или 17,8 %) виды, выражен вклад растений, характерных для рудеральных и луговых местообитаний (24 или 10,7 %), отмечаются сегетально-рудеральные (23 или 10,2 %), рудеральные (20 или 8,9 %), сегетальные (15 или 6,7 %) и рудерально-сегетальные (10 или 4,4 %) виды.

Ключевые слова: придорожная растительность; синантропизация флоры; инвазионные и заносные виды; экологические группы растений.

Образец цитирования:

Шавалда ЕС, Степанович ИМ. Флористический состав и пространственные изменения придорожной растительности в экспозиции «выемка» на примере автомобильных дорог г. Минска и Минской области. Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2022;2:26–38.
<https://doi.org//10.46646/2521-683X/2022-2-26-38>

For citation:

Shavalda YaS, Stepanovich IM. Floristic composition and spatial changes of roadside vegetation in the exposition notch on the example of Minsk and Minsk region highways. Journal of the Belarusian State University. Ecology. 2022;2:26–38. Russian.
<https://doi.org//10.46646/2521-683X/2022-2-26-38>

Авторы:

Евгений Сергеевич Шавалда – аспирант; младший научный сотрудник.
Иосиф Михайлович Степанович – доктор биологических наук, доцент; главный научный сотрудник.

Authors:

Yauheni S. Shavalda, postgraduate student; junior researcher.
e.shavalda@gmail.com
Iosif M. Stepanovich, doctor of science (biology), docent; chief researcher.
jazep.st@hotmail.com

FLORISTIC COMPOSITION AND SPATIAL CHANGES OF ROADSIDE VEGETATION IN THE EXPOSITION NOTCH ON THE EXAMPLE OF MINSK AND MINSK REGION HIGHWAYS

Ya. S. SHAVALDA^{a, b}, I. M. STEPANOVICH^a

^aV. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany, National Academy of Sciences of Belarus
27 Akademičnaja Street, Minsk 220072, Belarus

^bInternational Sakharov Environmental Institute, Belarusian State University,
23/1 Daūhabrodskaja Street, Minsk 220070, Belarus
Corresponding author: Ya. S. Shavalda (e.shavalda@gmail.com)

The results of ecological and floristic studies of roadside phytocenoses during the passage of the road in the «notch» exposition are presented. The description of the vegetation along the transect line with the presented structure and species diversity was performed by dividing into 5 sectors depending on the distance from the roadway and the design of the right-of-way (ROW). The 5th sector was not taken into account in this work due to the interest in the plants of the anthropogenically disturbed territory of the ROW. A list of vascular plants and bryophytes has been compiled and analyzed, numbering 225 species that belong to 54 families, 167 genera.

The families with the largest number of species are *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae*, and *Brassicaceae*, which corresponds to the taxonomic characteristics of urban landscapes and roadside phytocenoses. A significant role of invasive species is specified: *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Festuca arundinacea* Schreb., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt. et al. Sectoral division made it possible to trace the effect of remoteness from the highway and changes in edaphic conditions on the species and ecological-coenotic composition of vegetation, their biomorphological spectrum according to the system of Ch. Raunkiær. For example, waterlogging and runoff of salt anti-icing agents in sectors 2 promotes the development of hygrophytic forms of plants and nitrophilic species: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Aegopodium podagraria* L. et al. Erosion processes and soil underdevelopment cover in sectors 3 have a positive effect on the growth of halophytes and psammophytes: *Oenothera biennis* L., *Sedum acre* L. et al.

According to the ecological-coenotic groups with the segetal-ruderal affiliation, forest (41 or 18,2 %) and meadow (40 or 17,8 %) species predominate, the contribution of plants characteristic of ruderal and meadow habitats is expressed (24 or 10,7 %), there are segetal-ruderal (23 or 10,2 %), ruderal (20 or 8,9 %), segetal (15 or 6,7 %) and ruderal-segetal (10 or 4,4 %) species.

Keywords: roadside vegetation; synanthropization of flora; invasive and alien species; ecological groups of plants.

Введение

Процессы строительства, эксплуатации и реконструкции автомобильных дорог, как правило, сопровождаются уничтожением естественной растительности (лесной, луговой, болотной) и изменением экологических режимов в полосе отвода и на примыкающих площадях. Трансформируются и прилегающие к автотранспортным коммуникациям природно-растительные комплексы. Распространение растений вдоль дорог (линейная миграция) – важная составляющая антропогенной трансформации. Именно развитая транспортная сеть и система коммуникаций с большими площадями нарушенных территорий, занятых синантропными сообществами с режимом ослабленной ценотической замкнутости, служит плацдармом для внедрения и закрепления неофитов, откуда они в дальнейшем распространяются в различные естественные экосистемы с последующим негативным изменением местной флоры [1; 2]. Благодаря географическому расположению Беларуси на пути множества торговых путей из Европейского союза, СНГ и стран « дальней дуги » проблема внедрения чужеродной растительности остается актуальной.

Несмотря на существующие методы предотвращения эрозионных процессов, придорожная растительность в сложившихся условиях развивается в направлении ксерофитизации, псаммофитизации и галофитизации с преобладающей долей рудерального компонента вследствие постоянного вымывания почвогрунта и песка осадками с откосов искусственно созданных насыпей и использования противогололедных солевых реагентов. Образующиеся антропогенно трансформированные растительные сообщества обладают различной устойчивостью и видовым составом из аборигенной и аддитивной фракций, на которое также оказывает влияние интенсивность дорожного движения, количество сезонного кошения и периодическая реконструкция дорожного полотна и инфраструктуры. Данные условия измененной природной среды приводят к появлению и нередкому преобладанию сегетальной и рудеральной растительности с частой подавляющей долей инвазионных видов [2; 3]. На заключительном этапе строительства дорог, как правило, территория засыпается почвогрунтом и засевается специальной травосмесью из многолетних злаков различных жизненных форм (дерновинных, длиннокорневищных, столонообразующих), в частности, *Festuca rubra* L., *Lolium perenne* L., *Phleum pratense* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Schedonorus arundinaceus* (Schreb.) Dumort. и др., с целью снижения процессов эрозии почвы. Следует отметить, что

используемый в травосмеси овсяничник тростниковидный (*Sch. arundinaceus*) относится к категории инвазионных видов в Беларусь [3; 4].

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является придорожная растительность г. Минска и Минской обл. Выполнены 104 описания в августе – сентябре 2021 г. и изучено видовое и ценотическое разнообразие растительного покрова вдоль автомобильных дорог, расположенных в экспозиции «вывемка». При этом обследовались обочины, откосная часть, кюветы (дренажные канавы) и прилегающие к полосе отвода растительные сообщества (луговые, лесные и агрофитоценозы).

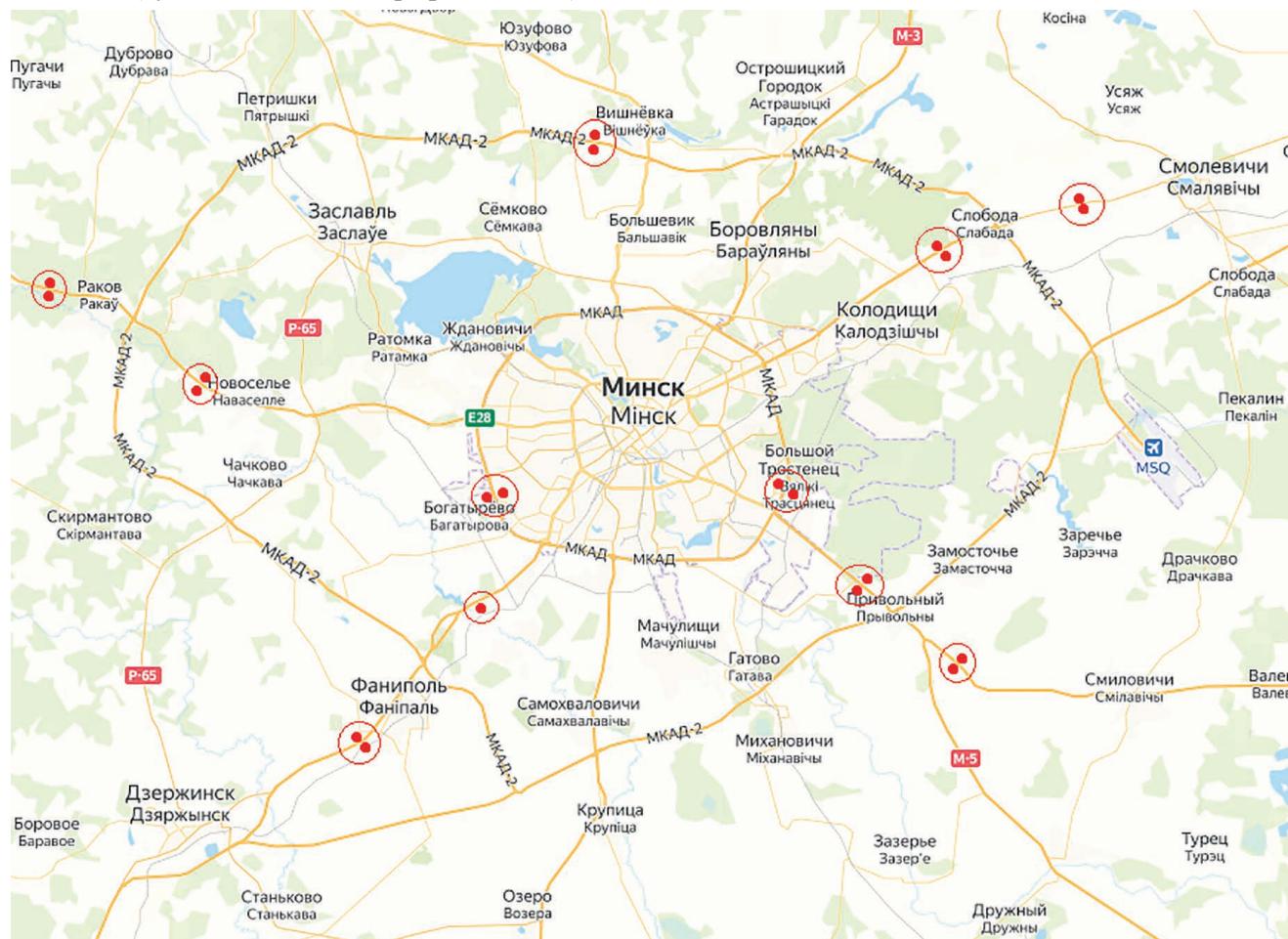


Рис. 1. Координаты точек описания видового разнообразия для дорожного полотна в экспозиции «вывемка»

Fig. 1. The description points coordinates of the species diversity for the highway in the exposition «notch»

Участки исследования с координатами и ближайшими населенными пунктами (рис. 1):

1. МКАД-1 – г. Минск, Заводской р-н, мкр-н Ангарская ($53^{\circ}52'40.9''N$ $27^{\circ}41'49.7''E$) – 10 описаний;
2. МКАД-1 – г. Минск, Фрунзенский р-н, мкр-н Сухарево ($53^{\circ}53'05.9''N$ $27^{\circ}24'51.9''E$) – 9 описаний;
3. МКАД-2 – Минский р-н, д. Вишневка ($54^{\circ}03'18.0''N$ $27^{\circ}33'21.4''E$) – 10 описаний;
4. Трасса М6 – Минский р-н, аг. Новоселье ($53^{\circ}54'57.6''N$ $27^{\circ}13'29.8''E$) – 10 описаний;
5. Трасса Р1 – Дзержинский р-н, д. Волковичи ($53^{\circ}48'31.2''N$ $27^{\circ}24'10.7''E$) – 5 описаний;
6. Трасса М2 – Минский р-н, д. Слабодщина ($54^{\circ}00'21.2''N$ $27^{\circ}50'48.9''E$) – 10 описаний;
7. Трасса М4 – Минский р-н, д. Прилесье ($53^{\circ}48'49.6''N$ $27^{\circ}46'28.1''E$) – 10 описаний;
8. Трасса Р53 – Смолевичский р-н, д. Новая Жизнь ($53^{\circ}48'49.6''N$ $27^{\circ}46'28.1''E$) – 10 описаний;
9. Трасса М4 – Минский р-н, аг. Луговая Слобода ($53^{\circ}46'27.5''N$ $27^{\circ}51'20.3''E$) – 10 описаний;
10. Трасса М6 – Воложинский р-н, д. Михалово ($53^{\circ}59'13.4''N$ $26^{\circ}58'45.5''E$) – 10 описаний;
11. Трасса Р1 – Дзержинский р-н, д. Красная Горка ($53^{\circ}43'00.8''N$ $27^{\circ}14'26.6''E$) – 10 описаний.

Изучение растительного покрова проводилось методом эколого-фитоценотических профилей, или трансект [5]. Закладка пробных площадей производилась в соответствии со структурными частями полосы отвода по секторам – их 10 (по 5 слева и справа от дорожного полотна; рис. 2).

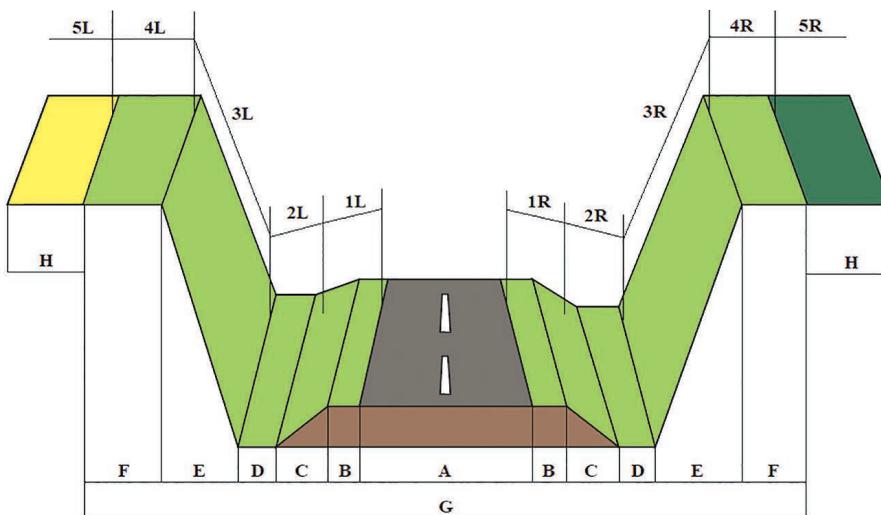


Рис. 2. Схема дорожного полотна в экспозиции «вывемка»:

A – проезжая часть; B, C – обочина и верхняя часть откоса насыпи (сектора 1L, 1R); C, D – нижняя часть откоса насыпи и кювет (сектора 2L, 2R); E – откос выемки (сектора 3L, 3R); F – краевая часть полосы отвода (сектора 4L, 4R); G – полоса отвода; H – сообщество экосистемы, в которой пролегает дорога (сектора 5L, 5R)

Fig. 2. The scheme of the highway in the “notch” exposition: A – carriageway; B, C – road shoulder and top of embankment slope (sectors 1L, 1R); C, D – the lower part of the embankment slope and ditch (sectors 2L, 2R); E – notch slope (sectors 3L, 3R); F – edge of the right-of-way (sectors 4L, 4R); G – right-of-way; H – ecosystem community near the highway (sectors 5L, 5R)

В каждом секторе выполнено геоботаническое описание растительности. Сектора 1L и 1R соответствуют участкам непосредственного контакта фитоценозов с дорожным покрытием и характеризуются видами, наиболее устойчивыми к аэрационному химическому загрязнению, уплотнению почвенного покрова, постоянным потоком воздушных масс, вытаптыванию и выдерживающими незначительную межвидовую конкуренцию (*Poa annua* L., *Polygonum aviculare* L. s.l., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. и др.).

Особенностью секторов 2L и 2R является наличие кювета как участка придорожной конструкции, служащего водоотводом, следовательно, местом аккумуляции видов, произрастающих на богатых минеральными соединениями территориях с длительным переувлажнением почвы (*Agrostis stolonifera* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Salix fragilis* L. и др.).

Сектора 3L и 3R охватывают откосы выемки со склонами 45–65°, где происходит постоянный сток выпавших осадков и практически отсутствует почвенный слой (искусственный почвогрунт), что вызывает развитие эрозионных процессов, и наличиемrudеральной растительности с псаммофитными, ксерофитными и гелиофитными свойствами в зависимости от гранулометрического состава почвогрунтов (*Sedum acre* L., *Pilosella officinarum* F. Schultz et Sch. Bip., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth и др.).

Специфика секторов 4L и 4R заключается в непосредственной связи с прилегающими местными фитоценозами, принадлежащими определенной экосистеме (лесной, луговой или агрокосистеме) и выражается в трансформации сообществ и наличии в них видов как аборигенной, так и синантропной фракций. Сектора 5L и 5R представляют собой лесные, луговые сообщества и сельскохозяйственные культуры с минимальной долей участияrudеральных и сегетальных видов [6–8].

Приспособление растений к перенесению неблагоприятных периодов времени года и внешним воздействиям – ключевая возможность для их дальнейшего существования. В связи с этим обнаруженные виды растений были распределены по группам жизненных форм К. Раункиера [9]. Так, К. Раункиером было выделено 5 основных биоморфотипов в зависимости от положения почек возобновления относительно уровня субстрата и снегового покрова, связанных с их защитой в неблагоприятное время года: фанерофиты (nano-fanerofиты) – хамефиты – гемикриптофиты – криптофиты (геофиты, гелофиты, гидрофиты) – терофиты.

Кроме того, придорожные растения были распределены по эколого-ценотическим группам – типам растительности, включая сегетально-рудеральную принадлежность [7–8]:

Сегетальные (C) – сорные растения, в большинстве своем эксплеренты и пациенты, произрастающие в посевах сельскохозяйственных культур и схожи с их жизненным циклом (*Apera spica-venti* (L.) P. Beauv., *Brassica napus* L.);

Сегетально-рудеральные (CP) – растения, приуроченные главным образом к посевам культур, но также отмечающиеся на различных свалках и вдоль дорог (*Erigeron annuus* (L.) Pers., *Senecio vulgaris* L.);

Рудерально-сегетальные (PC) – виды, встречающиеся главным образом на рудеральных местообитаниях и реже – на сельскохозяйственных территориях (*Convolvulus arvensis* L., *Medicago sativa* L.);

Рудеральные (Р) – синантропные растения, чаще всего эксплеренты, заселяющие различные свалки, придорожные полосы и селитебные территории (*Malva pusilla* Sm., *Leonurus cardiaca* L.);

Отмечались культивируемые (адвентивные) виды (К), растения болотных (Б), прибрежно-водных (Пр), лесных (Ле) и луговых (Лу) сообществ. Комплексно отмечались виды, характерные для фитоценозов из нескольких экосистем. Например, *Stachys palustris* L. в большинстве случаев характерен для луговых обычно влажных фитоценозов, встречается на заболоченных территориях, в лесных сообществах, вблизи дорог и посевов культур (ЛуБЛеС) [1; 6].

Результаты исследования и их обсуждение

Всего выявлено 243 вида сосудистых растений (сектора 1–5), в том числе 225 видов в полосе отвода и начальных участков придорожной полосы (сектора 1–4), которые относятся к 54 семействам, 167 родам. По количеству видов ведущими семействами являются *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* и *Brassicaceae* (табл. 1).

Таблица 1

Ведущие семейства придорожной растительности секторов 1–4

Table 1

Leading families of roadside vegetation for sectors 1–4

Семейство	Количество видов		Количество родов	
	Абсолютное	%	Абсолютное	%
<i>Asteraceae</i>	35	15,6	27	16,2
<i>Poaceae</i>	30	13,3	21	12,6
<i>Fabaceae</i>	20	8,9	10	6,0
<i>Rosaceae</i>	14	6,2	11	6,6
<i>Brassicaceae</i>	10	4,4	10	6,0
<i>Caryophyllaceae</i>	8	3,6	7	4,2
<i>Lamiaceae</i>	8	3,6	8	4,8
<i>Polygonaceae</i>	8	3,6	4	2,4
<i>Apiaceae</i>	6	2,7	6	3,6
<i>Scrophulariaceae</i>	6	2,7	5	3,0
Остальные	80	35,4	58	34,6
Всего	225	100,0	167	100,0

В исследованной флоре больше всего видов приходится на род *Trifolium*, куда вошли такие представители, как: *T. repens* L., *T. aureum* Pollich, *T. campestre* Schreb., *T. spadiceum* L., *T. arvense* L., *T. medium* L. и *T. pratense* L. Также многочисленны виды родов *Galium* (*G. album* Mill., *G. aparine* L., *G. boreale* L., *G. mollugo* L. и *G. verum* L.) и *Poa* (*P. angustifolia* L., *P. annua* L., *P. compressa* L., *P. nemoralis* L. и *P. pratensis* L.). Следует обратить внимание, что количество видов и родов в ведущих семействах соответствует таксономической характеристике городских ландшафтов и придорожных фитоценозов [10].

Сектора 1L, 1R – обочина и верхняя часть откоса насыпи (рис. 2). Здесь выявлены 74 вида растений, из которых 44,6 % приходится на семейства *Poaceae* и *Asteraceae* (табл. 2). Низкая выраженность межвидовой конкуренции и высокая антропогенная нагрузка, проявляющаяся в сильном вытаптывании и вследствие этого уплотнении нарушенного почвенного покрова, способствуют распространению и высокой встречаемости таких видов, как *Plantago major* L., *Polygonum aviculare* L. s.l., *Potentilla anserina* L., *Poa annua* L., а также *Lolium perenne* L., *Poa compressa* L. и др.

Следует обратить внимание, что из видов, используемых в травосмесях, плевел многолетний (*L. perenne* L.) характеризуется способностью наиболее длительно поддерживать свою численность и, вероятно, выраженную устойчивость к загрязнению по сравнению с другими искусственно внедряемыми видами. Отмечается высокое обилие таких инвазионных видов, как *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. и *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. На одном из участков исследования (Дзержинский р-н, д. Волковичи) были обнаружены *S. Viridis* subsp. *pachystachys* (Franch. et Savat.) Masam. et Yanag. и *S. viridis* subsp. *pycosoma* (Steud.) Tzvel. Единично встречены *Amaranthus retroflexus* L., *Galinsoga ciliata* (Rafin.) Blake и *Lepidotheca*

suaveolens (Pursh) Nutt. Среди инвазионного компонента также встречаются *Conyza canadensis* (L.) Cronquist и *Galinsoga parviflora* Cav. *Juncus tenuis* Willd. обнаружен только на 1 из 21 (4,8 %) участков исследования, *Lactuca serriola* L. – на 15 из 21 (71,4 %) [4].

Таблица 2

Ведущие семейства придорожной растительности для секторов 1L и 1R (обочина)

Table 2

Leading families of roadside vegetation for sectors 1L and 1R (road shoulder)

Семейство	Количество видов		Количество родов	
	Абсолютное	%	Абсолютное	%
Poaceae	17	23,0	11	18,0
Asteraceae	16	21,6	14	23,0
Brassicaceae	6	8,1	6	9,8
Fabaceae	6	8,1	4	6,6
Caryophyllaceae	5	6,8	5	8,2
Polygonaceae	3	4,1	3	4,9
Chenopodiaceae	3	4,1	2	3,3
Остальные	18	24,2	16	26,2
Всего	74	100,0	61	100,0

Сектора 2L, 2R – нижняя часть откоса насыпи и кювет (рис. 2). В этих условиях было обнаружено 117 видов с преобладанием семейств Asteraceae, Poaceae и Fabaceae (табл. 3). Водоотводящая функция территории, на которой заложены данные сектора, характеризуется частым переувлажнением, что приводит к появлению гигрофитных форм растений: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Myosotis palustris* (L.) Nath., *Alnus incana* (L.) Moench и др. На обнажениях грунта отмечается наличие мха *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.

Таблица 3

Ведущие семейства для секторов 2L и 2R (кювет)

Table 3

Leading families for sectors 2L and 2R (ditch)

Семейство	Количество видов		Количество родов	
	Абсолютное	%	Абсолютное	%
Asteraceae	25	21,2	21	22,6
Poaceae	20	16,9	15	16,1
Fabaceae	15	12,7	7	7,5
Polygonaceae	7	5,9	4	4,3
Остальные	50	43,3	45	49,5
Всего	117	100,0	92	100,0

Сток солевых противогололедных реагентов со стороны дорожного полотна и минеральных соединений с гумусом от искусственно созданных песчаных насыпей обеспечивают питание растений азотом и неорганическими солями. В результате встречаются растения-нитрофилы: *Aegopodium podagraria* L., *Arctium lappa* L., *Galium aparine* L., *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. и *Urtica dioica* L. Отмечается постоянное присутствие *Achillea millefolium* L. s.l., *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *Dactylis glomerata* L., *Schedonorus pratensis* Huds., *Festuca rubra* L., *Lolium perenne* L., *Plantago lanceolata* L., *Polygonum aviculare* L., *Potentilla anserina* L., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv и *Sonchus arvensis* L. На некоторых участках продолжает сохраняться на довольно высоком уровне обилие *Lolium perenne* L. Из инвазионных видов незначительна

встречаемость *Arctium lappa* L., *Cichorium intybus* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Galinsoga parviflora* Cav. и *Solidago canadensis* L. [4].

Сектора 3L, 3R – откосы выемки (рис. 2), представленные склонами 45–65° и высотой от 1,5 до 15 м с наиболее выраженными эрозионными процессами, постоянным стоком осадков и нарушениями почвенного покрова. Растительность данных секторов испытывает угнетение из-за недоразвития или отсутствия почвы, появляются типичные галофиты и псаммофиты: *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *Pilosella officinarum* F.Schultz et Sch.Bip., *Oenothera biennis* L., *Rumex acetosella* L., *Sedum acre* L. и др.

Несмотря на относительно экстремальные условия произрастания насчитывается 137 видов растений с типичным доминированием семейств *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae* и *Rosaceae* (табл. 4). Из мхов преобладает *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., также встречаются *Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp. и *Rhytidadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst.

Таблица 4

Ведущие семейства для секторов 3L и 3R (откос, или склон выемки)

Table 4

Leading families for sectors 3L and 3R (slope, or notch slope)

Семейство	Количество видов		Количество родов	
	Абсолютное	%	Абсолютное	%
Asteraceae	31	22,6	25	23,6
Poaceae	19	13,9	12	11,3
Fabaceae	15	10,9	6	5,7
Rosaceae	8	5,8	7	6,6
Остальные	64	46,8	56	52,8
Всего	137	100,0	106	100,0

Отмечены ксерофильные и псаммофильные виды: *Artemisia absinthium* L., *A. campestris* L., *Thymus serpyllum* L. Также широко встречаются мезофиты: *Carex hirta* L., *Dactylis glomerata* L., *Plantago lanceolata* L., *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F. H. Wigg., *Artemisia vulgaris* L., *Vicia cracca* L., виды рода *Galium* и *Festuca* и др. На 2 из 21 участка (9,5 %) найден вид, относящийся к категории профилактической охраны – солнцецвет монетолистный (*Helianthemum nummularium* (L.) Mill.) [11].

Из адвентивных видов, в том числе с большим инвазионным потенциалом, встречаются *Solidago canadensis* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Schedonorus arundinaceus* Schreb., *Galinsoga parviflora* Cav., *Oenothera biennis* L., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Phalacroloma annuum* (L.) Dumort., *Acer tataricum* L., *Cichorium intybus* L., *Euphorbia esula* L., *Cornus alba* L., *Lactuca serriola* L. и *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. Это самое большое количество чужеродных видов (14), выявленных на обследованных ключевых участках. Следует отметить растения, используемые для озеленения придорожных территорий или проникающие из прилегающих естественных сообществ: *Picea abies* (L.) H. Karst., *Pinus sylvestris* L., *Rosa pendulina* L. и *Cornus alba* L. [4].

Сектора 4L, 4R – краевая часть полосы отвода (рис. 2). Пространство от вершины откоса выемки до границы полосы отвода служит буфером между придорожной и естественной растительностью и агрофитоценозами. Здесь выявлено 168 видов сосудистых растений (табл. 5). В данных секторах аборигенная фракция более конкурентоспособна по сравнению с предыдущими. Широко встречаются типичные лесные и луговые виды: *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth, *Hypericum perforatum* L., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Pinus sylvestris* L., *Poa pratensis* L., *Rubus idaeus* L., *Veronica chamaedrys* L. Иногда заходят представители сельскохозяйственных культур, в частности, *Triticum aestivum* L.

Из чужеродных и заносных видов имеют место *Acer tataricum* L., *Solidago canadensis* L., *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch, *Cichorium intybus* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Schedonorus arundinaceus* Schreb., *Galinsoga parviflora* Cav., *Oenothera biennis* L., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Lactuca serriola* L., *Rorippa austriaca* (Crantz) Bess., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Lupinus polyphyllus* Lindl. и *Sambucus racemosa* L. [4].

Мохобразные представлены луговым (*Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp.), лугово-рудеральным (*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.) и лесными видами (*Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T. J. Kop. и *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt.).

Таблица 5

Ведущие семейства для секторов 4L, 4R (краевая часть полосы отвода)

Table 5

Leading families for sectors 4L, 4R (right-of-way edge)

Семейство	Количество видов		Количество родов	
	Абсолютное	%	Абсолютное	%
Asteraceae	27	16,1	21	16,8
Poaceae	24	14,3	16	12,8
Fabaceae	16	9,5	8	6,4
Rosaceae	12	7,1	10	8,0
Caryophyllaceae	7	4,2	6	4,8
Остальные	82	48,8	64	51,2
Всего	168	100,0	125	100,0

Сектора 5L, 5R представляют коренные лесные, луговые сообщества и агрофитоценозы на пашне, примыкающие к полосе отвода. В луговых сообществах были обнаружены такие инвазионные виды, как *Solidago Canadensis* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Schedonorus arundinaceus* Schreb., *Oenothera biennis* L., *Lepidoteca suaveolens* (Pursh) Nutt.

В лесных фитоценозах встречаются: *Solidago canadensis* L., *Acer tataricum* L., *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch, *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Schedonorus arundinaceus* Schreb., *Lupinus polyphyllus* Lindl. и *Sambucus racemosa* L. Также был обнаружен второй вид, относящийся к категории профилактической охраны – волчаягодник обыкновенный, или волчье лыко (*Daphne mezereum* L.) [11].

На сельскохозяйственных территориях совместно с культурами произрастают 3 инвазионных вида: *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Lactuca serriola* L. и *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. На заброшенных (временно неиспользуемых) участках отмечалось одно из наибольших количеств чужеродных растений – 13: *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Solidago canadensis* L., *Helianthus tuberosus* L., *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch, *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Schedonorus arundinaceus* Schreb., *Galinsoga parviflora* Cav., *Amaranthus retroflexus* L., *Lepidoteca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Sambucus nigra* L., *Lactuca serriola* L., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. И *Lupinus polyphyllus* Lindl.

Придорожные растения в системе жизненных форм К. Раункиера. Общий биоморфологический спектр придорожной растительности обследованной территории представлен на рис. 3.

Доля фанерофитов (nanoфанерофитов) и хамефитов в исследуемых секторах очевидно возрастает в зависимости от удаления от дорожного полотна несмотря на регулярное кошение. Увеличение количества фанерофитов на склоне выемки (сектора 3L, 3R) и непосредственно прилегающей части полосы отвода (сектора 4L, 4R) к естественным фитоценозам (агрофитоценозам) связано с самосевом или искусственной посадкой при озеленении с целью предотвращения процессов эрозии склонов и создания лесозащитных полос преимущественно из *Betula pendula* Roth, *Picea abies* (L.) H. Karst., *Fraxinus excelsior* L. и др.

Среди жизненных форм наиболее представительными оказались гемикриптофиты, что соответствует климатическим особенностям центральной геоботанической подзоны Беларуси и условиям произрастания вблизи автомобильной дороги. Данные виды обладают высокой конкурентоспособностью и возможностью переносить неблагоприятные периоды заморозков и засухи благодаря развитию большого количества побегов, хорошо защищенных почек и обильного семяношения (напр., *Polygonum aviculare* L. s.l.), что актуально для открытых участков непосредственно примыкающей придорожной полосы с постоянным потоком воздушных масс от движения автотранспорта и выраженным антропогенным загрязнением.

Геофиты являются единственными представителями обнаруженных криптофитов. Их количество неизначительно, но выше в кювете (сектора 2L, 2R) и на краях полосы отвода (сектора 4L, 4R). Небольшое количество видов в непосредственно прилегающем к дорожному полотну фитоценозу и в верхней части склонов дорожной насыпи (сектора 1L, 1R) обусловлено сильным уплотнением почвы, а в секторах 3L и 3R – неспособностью укореняться и развиваться на рыхлом нарушенном и подвижном песчаном субстрате. Гелофиты и гидрофиты на исследуемых участках отсутствуют несмотря на сезонное переувлажнение в кювете. Однако, благодаря приспособительным возможностям встречаются некоторые виды, характерные для влажных местообитаний (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Juncus effusus* L. и др.).

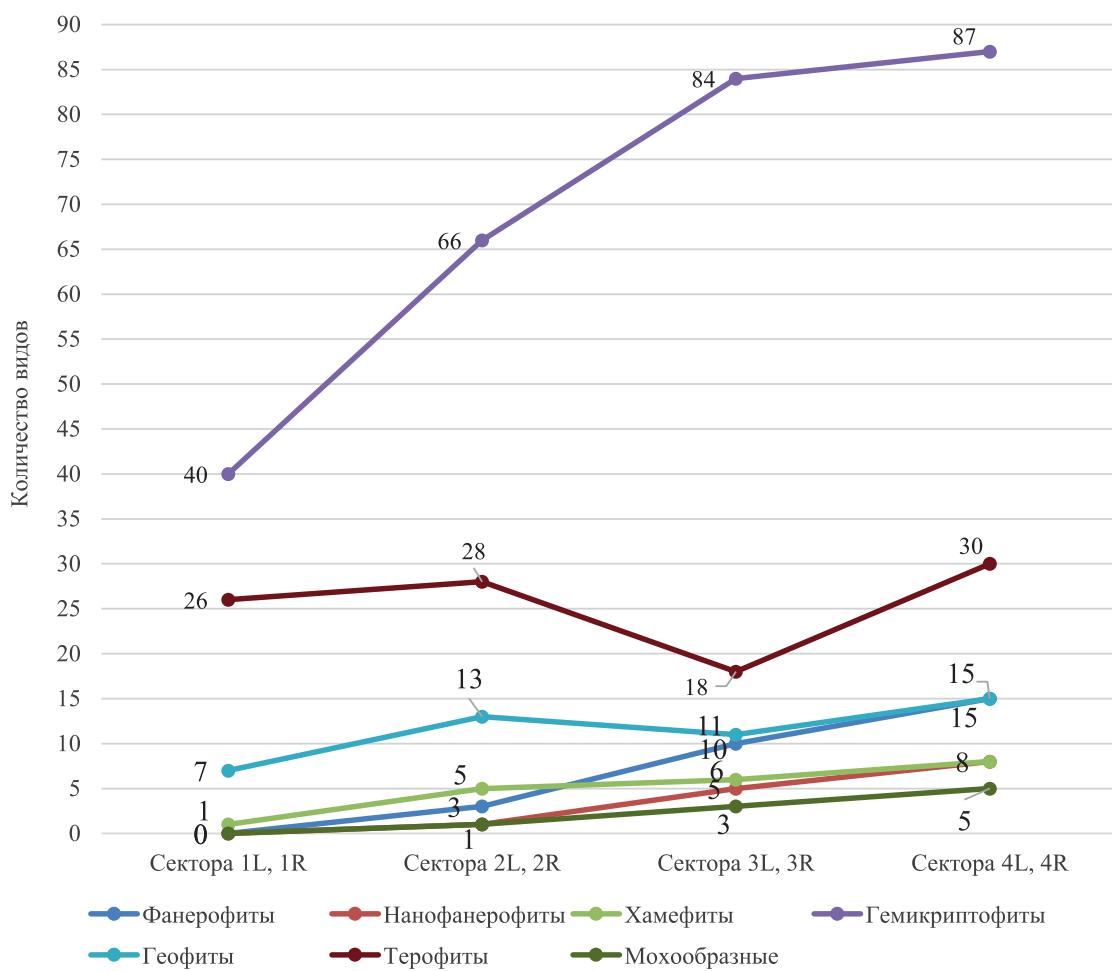


Рис. 3. Динамика придорожных биоморф по системе К. Раункиера

Fig. 3. Dynamics of roadside biomorphs according to C. Raunkier's system

В большинстве своем терофиты относятся к рудеральной растительности и возобновляются только семенным путем (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip. и др.). Все терофиты – однолетники, но встречаются и зимующие растения, чье развитие начинается осенью и возобновляется в летний сезон, давая семена (*Erysimum cheiranthoides* L., *Veronica arvensis* L.). Большое количество терофитов (после гемикриптофитов) свидетельствует о сильном антропогенном нарушении местообитания. Однако следует обратить внимание на низкое количество видов для секторов 3L и 3R, вызванное эрозией склона из-за осенне-весеннего смыва семян терофитов с осадками.

Распределение придорожных растений по эколого-ценотическим группам – типам растительности. Среди всех определенных видов растений (сосудистых и мохообразных) преобладают типичные лесные (Ле) (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Fragaria vesca* L. и др.) и луговые (Лу) (*Leontodon hispidus* L., *Ranunculus acris* L. и др.). Их суммарное количество составляет 81 вид (36,0 % от общего числа) (табл. 6). Луговые рудеральные (ЛуР) (24 вида, или 10,7 %) растения – типичные виды сенокосов и пастбищ, лесных опушек (*Vicia sepium* L., *Hieracium umbellatum* L. и др.), однако широко встречаются и на урбанизированных территориях, свалках и вдоль дорог. Следует отметить большой вклад в структуру придорожных фитоценозов сегетально-рудеральной растительности (СР) – 23 вида, или 10,2 %. Данные виды слабо уступают ЛуР по количеству и представлены исключительно растениями антропогенно нарушенных территорий (*Erodium cicutarium* (L.) L'Hér., *Persicaria scabra* (Moench) Moldenke и др.). Количество рудеральных (Р) и сегетальных (С) видов составляет, соответственно, 20 (8,9 %) и 15 (6,7 %), что также подчеркивает нарушение почвенного покрова придорожной полосы. Доля рудерально-сегетальной (РС) группы (*Lepidoteca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Trifolium arvense* L. и др.) представлена наименьшим количеством – 10 видов (4,4 %). Остальные категории незначительны и единичны.

По общему количеству обнаруженных видов доля отмеченных растений сегетальных и рудеральных местообитаний уступает только типичным лесным (17,8 %), луговым (17,8 %) и лугово-рудеральным

(10,7 %) (табл. 6). Наблюдается незначительное снижение динамики видов, характерных для полей (С и СР) в группе секторов 1–3, а также их увеличение в секторах 4L и 4R, что вызвано влиянием прилегающих сельскохозяйственных территорий в отмеченных пунктах наблюдения.

Таблица 6

Количество видов по эколого-ценотическим группам для секторов 1–4

Table 6

The number of species by ecological-cenotic groups for sectors 1-4

Название группы	Количество видов		Количество видов		Количество видов		Количество видов		Количество видов	
	общее	%	сектора 1L, 1R	%	сектора 2L, 2R	%	сектора 3L, 3R	%	сектора 4L, 4R	%
Лесные (Ле)	41	18,2	1	1,4	4	3,4	14	10,2	34	20,2
Луговые (Лу)	40	17,8	13	17,6	24	20,5	34	24,8	31	18,5
Луговые рудеральные (ЛуР)	24	10,7	9	12,2	18	15,4	20	14,6	19	11,3
Сегетально-рудеральные (СР)	23	10,2	14	18,9	12	10,3	10	7,3	15	8,9
Рудеральные (Р)	20	8,9	10	13,5	15	12,8	13	9,5	16	9,5
Сегетальные (С)	15	6,7	9	12,2	7	6,0	5	3,6	8	4,8
Рудерально-сегетальные (РС)	10	4,4	7	9,5	10	8,5	8	5,8	9	5,4
Луговые рудерально-сегетальные (ЛуРС)	8	3,6	6	8,1	5	4,3	8	5,8	7	4,2
Лугово-лесные рудеральные (ЛуЛеР)	7	3,1	2	2,7	5	4,3	5	3,6	5	3,0
Лесные рудеральные (ЛеР)	6	2,7	1	1,4	2	1,7	3	2,2	4	2,4
Лугово-лесные (ЛуЛе)	6	2,7	—	—	3	2,6	5	3,6	4	2,4
Культивируемые (К)	5	2,2	—	—	—	—	3	2,2	4	2,4
Лугово-болотные (ЛуБ)	4	1,8	—	—	3	2,6	2	1,5	1	0,6
Луговые сегетально-рудеральные (ЛуСР)	3	1,3	—	—	3	2,6	2	1,5	2	1,2
Болотные рудеральные (БР)	2	0,9	—	—	1	0,9	—	—	1	0,6
Лугово-лесо-болотные (ЛуЛеБ)	2	0,9	—	—	1	0,9	1	0,7	1	0,6
Лугово-лесные сегетальные (ЛуЛеС)	2	0,9	—	—	1	0,9	1	0,7	1	0,6
Культивируемые рудеральные (КР)	1	0,4	—	—	—	—	—	—	1	0,6
Лесо-болотные (ЛеБ)	1	0,4	—	—	—	—	—	—	1	0,6
Лесные сегетально-рудеральные (ЛеСР)	1	0,4	—	—	—	—	1	0,7	1	0,6
Лугово-болотно-лесные (ЛуБЛеС)	1	0,4	—	—	1	0,9	1	0,7	—	—
Лугово-лесные рудерально-сегетальные (ЛуЛеРС)	1	0,4	1	1,4	1	0,9	—	—	1	0,6
Луговые сегетальные (ЛуС)	1	0,4	1	1,4	1	0,9	1	0,7	1	0,6
Прибрежно-водные (Пр)	1	0,4	—	—	—	—	—	—	1	0,6
Общее количество видов	225	—	74	—	117	—	137	—	168	—

Эколого-ценотическое распределение видов по линии трансект (распределение по секторам) выглядит следующим образом:

Сектора 1L, 1R. Основными являются представители сегетально-рудеральной (СР) и луговой (Лу) растительности. Их доля в фитоценозе составляет 36,5 %. Довольно часты и обильны сегетало-рудералы (СР) *Chenopodium album* L., *Ch. glaucum* L. и *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. Среди луговых растений постоянно встречаются *Achillea millefolium* L. s.l., *Festuca rubra* L. и *Poa pratensis* L. Следует отметить не-типичное произрастание на территории, испытывающей самое выраженное антропогенное воздействие, единственного лесного вида – *Poa nemoralis* L.; его наличие и поддержание в фитоценозе вызвано прилежащим к дорожному полотну лесным массивом.

Сектора 2L, 2R. Условия частого переувлажнения почвы и ее обогащения гумусом и минеральными соединениями в результате водной эрозии со склонов придорожной насыпи в определенной степени положительно влияют на преобладание луговых (Лу) и лугово-рудеральных (ЛуР) видов. Наибольшее распространение получили: *Dactylis glomerata* L., *Vicia cracca* L., *Lolium perenne* L. и *Galium album* Mill. Также встречаются виды заболоченных местообитаний (ЛуБ, ЛуБЛеC, ЛуЛеB): *Juncus effusus* L., *Lysimachia vulgaris* L. и *Stellaria palustris* L.

Сектора 3L, 3R. Удаление от дорожного полотна и приближение к естественным фитоценозам приводят к снижению количества терофитов и эксплерентов и резкому возрастанию видов естественных луговых (Лу) и лесных (Ле) сообществ до 35 %. Повсеместно отмечаются такие виды, как *Betula pendula* Roth, *Centaurea jacea* L., *Schedonorus pratensis* Huds. и *Solidago virgaurea* L. Также большое количество видов ЛуР и Р групп: *Lactuca serriola* L., *Medicago lupulina* L. и *Leontodon autumnalis* (L.) Moench. Среди видов, занесенных случайно или используемых в озеленении – культивируемые (К), встречаются *Cerasus vulgaris* Mill., *Cotoneaster lucidus* Schltdl. и *Cornus alba* L.

Сектора 4L, 4R. Растительность данных секторов самая богатая по видовому составу. Наблюдается межвидовая конкуренция растений типичных лесных (Ле) и луговых (Лу) сообществ с растениями сегетальной и рудеральной групп (ЛуР, Р, СР, РС и С). Также присутствует культивируемый рудеральный (КР) вид *Rosa pendulina* L. Встречается единственный прибрежно-водный вид (Пр) – *Salix purpurea* L.

Дополнительно эколого-ценотические группы растений были распределены на 3 основные фракции: *сорная* фракция представлена видами, характерными только для сегетально-рудеральных территорий (Р, РС, СР, С); *переходная* фракция состоит из растений, встречающихся на нарушенных, а также естественных луговых, лесных и болотных территориях; дополнительно включены культивируемые виды (ЛуР, ЛуС, ЛуРС, ЛуСР, ЛуЛеР, ЛуЛеC, ЛуЛеРС, ЛеР, ЛеСР, БР, ЛуБЛеC, К, КР); *типичная*, или естественная фракция характеризуется наличием исключительно лесных, луговых, болотных и прибрежно-водных видов (Ле, Лу, ЛуЛе, ЛеB, ЛуБ, ЛуЛеB и Пр) (рис. 4–5).

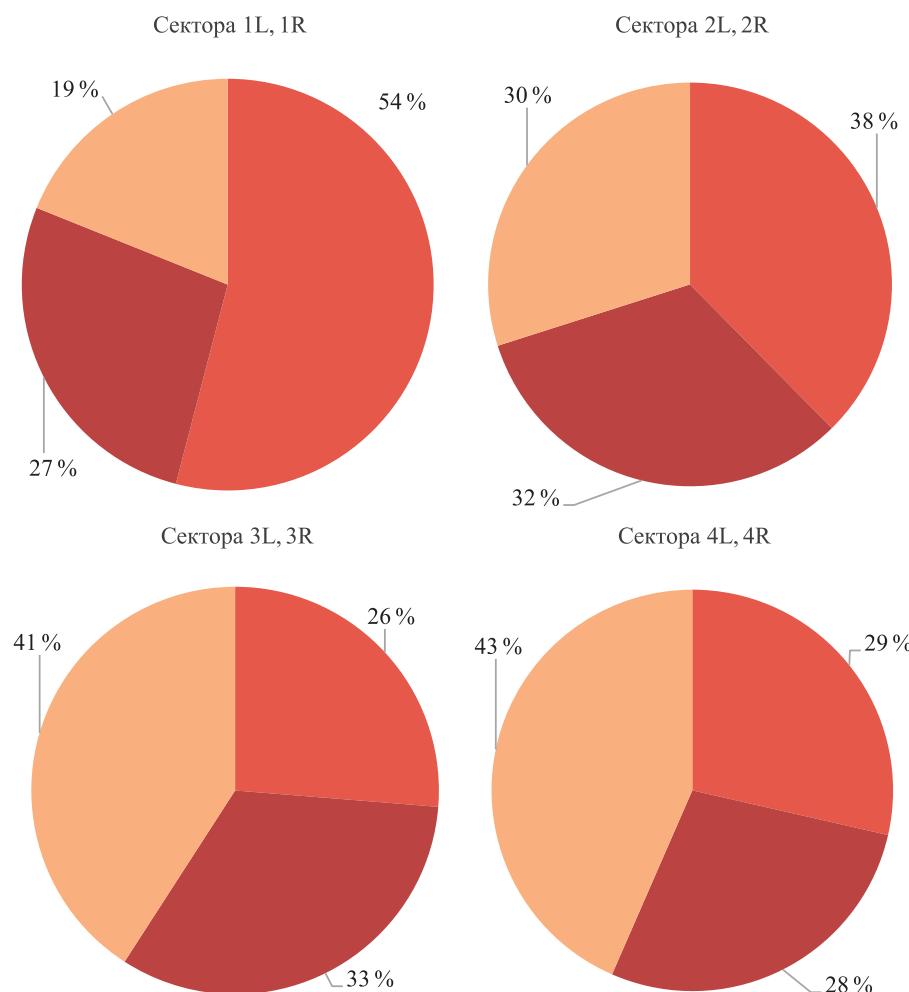


Рис. 4. Процентное соотношение трех фракций растений для каждой группы секторов:
 красный – сорная фракция, оранжевый – переходная фракция, зеленый – типичная фракция

Fig. 4. The percentage of three plant fractions for each group of sectors: red – weed fraction, orange – transitional fraction, green – natural fraction

Как следует из рис. 4, процентное соотношение сорных видов постепенно уменьшается за счет увеличения переходной и типичной фракций с учетом приближения к естественным сообществам растений, однако ее видовое количество значительно не изменяется и сохраняется в пределах 36–48 видов (рис. 5).

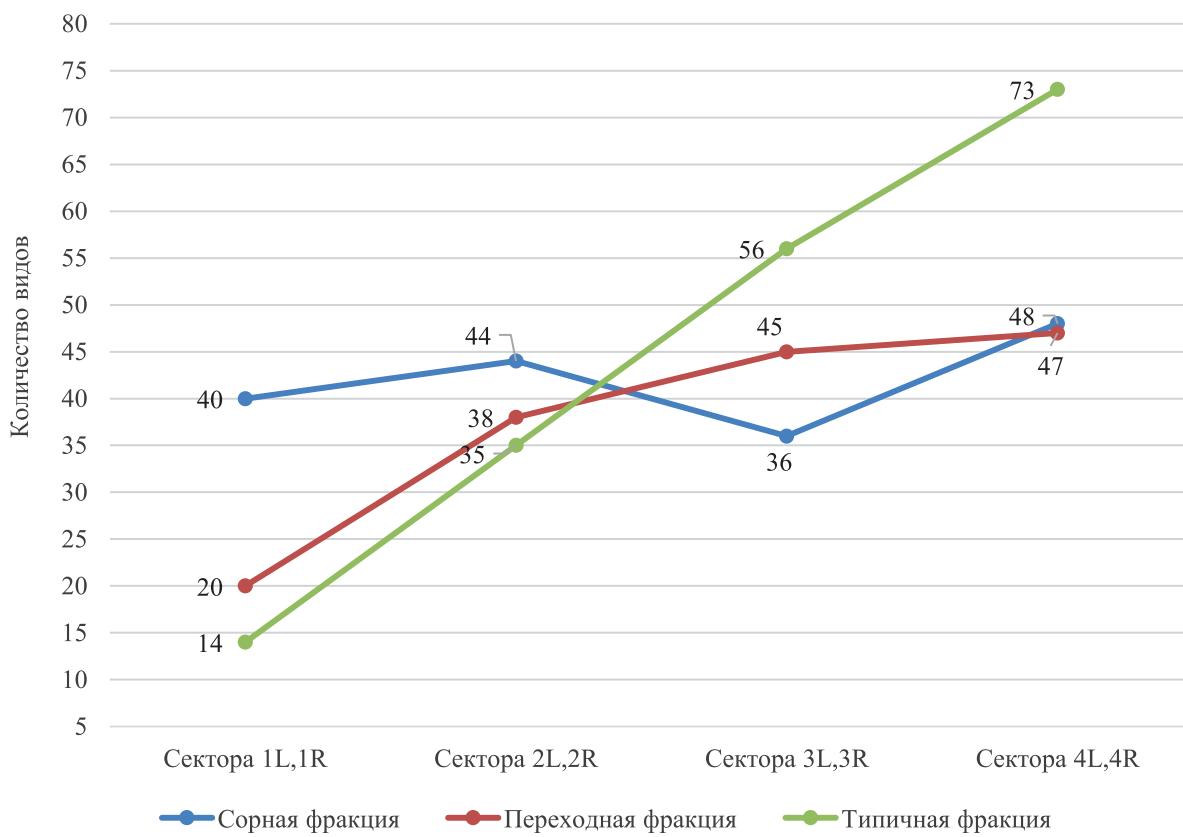


Рис. 5. Динамика придорожной растительности по фракциям видов

Fig. 5. Dynamics of roadside vegetation by species fractions

Следует отметить минимальное процентное увеличение сорной фракции (сектора 4L, 4R) за счет снижения переходной, что, вероятно, вызвано влиянием прилегающих агрофитоценозов и временно незасеваемых полей (10 из 20 участков наблюдений), а также наличием противопожарной полосы как места внедрения сегетально-рудеральной растительности между лесным массивом и полосой отвода (6 из 20 участков наблюдений) (рис. 4).

Упомянутое процентное снижение переходной фракции в секторах 4L и 4R также характеризуется сложной межвидовой конкуренцией с растениями увеличивающейся типичной (наиболее характерно для лесной местности) и высокоактивными видами сорной фракций (*Solidago canadensis* L., *Couyza canadensis* (L.) Cronq. и *Lupinus polyphyllus* Lindl.), вероятно, из-за меньшего количества кошений за сезон (рис. 4, 5).

Если ранее говорилось о постепенном снижении доли видов рудерально-сегетальной принадлежности, то на рис. 5 показано такое увеличение их количества, как и видов других фракций (особенно для лесных сообществ). Однако их увеличение (сорная фракция) не так значительно при удалении от дорожного полотна по сравнению с представителями типичной фракции.

Заключение

Таким образом, придорожная растительность г. Минска и его окрестностей отличается значительным разнообразием сегетально-рудеральных, луговых, лесных и болотных видов. В полосе отвода выявлено 225 видов сосудистых растений. Наибольшее количество видов имеют семейства Asteraceae, Poaceae, Fabaceae и Rosaceae, что характерно для исследованных фитоценозов. Преобладание гемикриптофитов и терофитов по сравнению с другими биоморфами подтверждается антропогенно измененными эдафическими условиями и регулярным кошением придорожной полосы.

Наличие таких придорожных конструкций, как кюветы (водоотводящая функция) и склоны выемки, увеличивают разнообразие придорожной флоры – появляются растения переувлажненных и типичных

ксерофитных территорий. Отмечается явное снижение флористического состава в зависимости от приближения к дорожной полосе.

Выявлено снижение доли сегетальных и рудеральных видов, а также увеличение количества видов естественной флоры с удалением от дорожной полосы. Так, если количество видов типичной (естественной) и сорной фракций в секторах 1L, 1R было, соответственно, 14 и 40, то в секторах 4L, 4R – уже 73 и 48.

Культивирование растений, постоянное движение автомобилей и трансграничный поток грузов по автомобильным дорогам положительно влияют на распространение сорных растений, среди которых встречаются заносные и опасные виды, в частности, *Heracleum sosnowskyi* Manden. Из адвентов наиболее часты и обильны *Solidago canadensis* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq. и *Lupinus polyphyllus* Lindl. Они распространяются не только на нарушенных территориях, но и расширяют свою экспансию на отдаленных от автомобильной дороги участках.

Библиографические ссылки

1. Орлов ДС, Садовникова ЛК, Лозановская ИН. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. Москва: Высшая школа; 2002. 334 с.
2. Сцепанович ЯМ, Ганцоўская МА. Сінтаксанамічна структура і экалагічны стан прыдарожных фітаценозаў г. Мінска. У: Антропагенна трансформация ландшафтов. Мінск: БДПУ; 2012. с. 122–124.
3. Куликова ЕЯ. Эколого-флористические особенности синантропной растительности г. Минска. *Весці НАН Беларусі. Серыя біялагічных наукаў*. 2010;2:13–18.
4. Судник АВ, Вознячук ИП. Последствия воздействия загрязнения придорожных территорий компонентами солевых реагентов на экологическое состояние почвы и растений в лесных биогеоценозах. *Лесной вестник*. 2020;2(6):83–95. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-83-95.
5. Масловский ОМ, и др. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы cadastrа. Первичное обследование 2002–2017 гг. Минск: Беларуская навука; 2019. 599 с.
6. Сцепанович ЯМ. Трансект-метод як аснова маніторынгу раслінных экасістэм (з нямецкага досведу). У: *Mіжнародны экалагічны досвід і яго выкарыстанне на Беларусі. Зборнік навуковых артыкулаў [International Environmental Experience: Applications for Belarus]*. Віцебск: ВФ УА ICB; 2003. с. 226–230.
7. Сцепанович ЯМ. Фітацэнаразнастайнасць расліннасці Беларусі. *Ботаніка (исследования)*. 200;34:264–281.
8. Миркин БМ. Классификация растительности СССР (с использованием флористических критерииев). Москва: Издательство Московского университета; 1986. 200 с.
9. Никитин ВВ. Сорные растения флоры СССР. Ленинград: Наука; 1983. 454 с.
10. Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press; 1934. 632 p.
11. Бекетова ОА, Старикова ЕА. Анализ распределения видов сорных растений на сегетальных и рудеральных местообитаниях. *Вестник КрасГАУ: Сельскохозяйственные науки*. 2016;11:3–9.
12. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. 4-е издание. Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі; 2015. 448 с.

References

1. Orlov DS, Sadovnikova LK, Lozanovskaya IN. *Ekologiya i okhrana biosfery pri khimicheskem zagryaznenii* [Ecology and protection of the biosphere in case of chemical pollution]. Moscow: Higher School; 2002. 334 p. Russian.
2. Stepanovich YM, Gantsovskaya MA. *Sintaksanamichnaja struktura i ekalahichny stan prydarozhnykh fitacenoza h. Minska* [Syntaxonomic structure and ecological state of roadside phytocenoses of Minsk]. In: Anthropogenic transformation of landscapes. Minsk: BDPU; 2012. p. 122–124. Belarusian.
3. Kulikova EYa. Ecological and floristic features of synanthropic vegetation of Minsk. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological Sciences Serie*. 2010;2:13–18. Russian.
4. Sudnik AV, Voznyachuk IP. Consequences of pollution on roadside territories by salt reagents on soil and plants ecological state in forest biogeocenoses. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin]. 2020;2(6):83–95. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-83-95. Russian.
5. Maslovsky OM, et al. State Cadastre of Flora of the Republic of Belarus. Basics of cadastre. Primary survey 2002–2017 Minsk: Belaruskaja Navuka; 2019. 599 p. Russian.
6. Stepanovich YM. Transect method as a basis for monitoring plant ecosystems (from the German experience). In: *Mіжнародны ekalahichny dosvied i jaho vykarystannie na Bielarusi* [International ecological experience and its use in Belarus]. Vitsebsk: VF UA ISV; 2003. p. 226–230. Belarusian.
7. Stepanovich YM. Phytocenidiversity of vegetation of Belarus. *Botanika (issledovaniya)* [Botany (research)]. 200;34:264–281. Belarusian.
8. Mirkin BM. *Klassifikatsiya rastitel'nosti SSSR (s ispol'zovaniyem floristicheskikh kriteriyev)* [Classification of vegetation of the USSR (using floristic criteria)]. Moscow: Moscow University Press; 1986. 200 p. Russian.
9. Nikitin VV. *Sornye rasteniya flory SSSR* [Weeds of flora of the USSR]. Leningrad: Nauka; 1983. 454 p. Russian.
10. Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press; 1934. 632 p.
11. Beketova OA, Starikova EA. Analysis of the distribution of weed species in segetal and ruderal habitats. *Vestnik KrasGAU. Agriculture sciences*. 2016;11:3–9. Russian.
12. *Krasnaya kniga Respubliki Belarus'*. Rasteniya: redkiye i nakhodyashchiyesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy dikorastushchikh rasteniy

[Red Book of the Republic of Belarus. Plants: rare and endangered species of wild plants]. 4th edition. Minsk: Belarus. Entsykl. imia P. Brovkii; 2015. 448 p. Russian.