

УДК 581.524.34

РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОДТОПЛЕННЫХ ПРИДОРОЖНЫХ УЧАСТКОВ КАРЕЛИИ

Л. В. Канцерова

*Институт биологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»
(ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910)*

В статье приведены результаты по разнообразию растительного покрова придорожных подтопленных участков Карелии на минеральных и торфяных грунтах. Исследовано около 200 придорожных участков, в которых выполнено 297 геоботанических описаний болотной и гигрофильной травяной растительности. Разнообразие растительного покрова включает 17 ассоциаций, 13 из которых относятся к травяному, 3 – травяно-сфагновому, а 1 – к кустарниково-травяному классу растительности. Для ассоциаций с использованием градиентного анализа и экошкал Элленберга выявлены факторы среды (увлажнение, освещенность, кислотность почвы, богатство почвы минеральным азотом), обуславливающие дифференциацию растительного покрова. С помощью неметрического шкалирования создана ординационная диаграмма распределения ассоциаций и проведена корреляция осей ординации и экологических факторов. Первая ось является основным градиентом и объясняет 42,5 % общей дисперсии, вторая – 33,9 %. С первой осью коррелируют факторы богатства почв минеральным азотом ($r = -0,795$) и кислотностью почв ($-0,787$), со второй – факторы увлажненности ($-0,585$) и освещенности ($-0,509$). На ординационной диаграмме и по результатам кластерного анализа синтаксоны образуют четыре кластера, соответствующие степени минерализации почвы от эвтрофных травяных сообществ на минеральных глинистых грунтах (*Scirpetum sylvatici*, *Phragmitetum australis*, *Typhetum latifoliae*, *Caricetum acutae*, *Filipenduletum ulmariae*, *Equisetetum fluviatilis*) до мезотрофных травяно-сфагновых сообществ на торфяных отложениях (*Comareto* – *Sphagnetum*, *Equiseto fluviatilis* – *Sphagnetum*, *Cariceto rostratae* – *Sphagnetum*).

Ключевые слова: экологические факторы; экошкалы; градиентный анализ; ассоциации; придорожные участки; Карелия

Для цитирования: Канцерова Л.В. Разнообразие и экологическая характеристика растительности подтопленных придорожных участков Карелии // Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 7. С. 96–107. doi: 10.17076/eco2351

Финансирование. Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (FMEN-2022-0008).

L. V. Kantserova. VEGETATION DIVERSITY AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS IN FLOODED ROADSIDE SITES IN KARELIA

*Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences
(11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia)*

The article presents results on the diversity of vegetation in flooded roadside areas in Karelia on mineral and peat soils. About 200 roadside sites were surveyed, and 297 relevé descriptions of mire and hygrophilous herbaceous vegetation were produced. The vegetation diversity in the studied sites includes 17 associations, 13 of which belong to the herb, 3 to the herb-Sphagnum, and 1 to the shrub-herb vegetation classes. The environmental factors (moisture, light intensity, soil pH, and soil mineral nitrogen) driving vegetation differentiation in these associations were identified using gradient analysis and Ellenberg's indicator values. Nonmetric scaling was applied to plot the ordination diagram for the distribution of the associations. A correlation was established between the ordination axes and environmental factors. The first axis is the principal gradient, explaining 42.5 % of the total variance, while the second axis explains 33.9 %. The first axis correlates with soil mineral nitrogen content ($r = -0.795$) and soil pH (-0.787). The second ordination axis correlates with moisture (-0.585) and illumination (-0.509). In the ordination plot and cluster analysis output, the syntaxa form four clusters corresponding to the degree of soil mineralization, ranging from eutrophic herbaceous communities on mineral clay soils (*Scirpetum sylvatici*, *Phragmitetum australis*, *Typhetum latifoliae*, *Caricetum acutae*, *Filipenduletum ulmariae*, *Equisetetum fluviatilis*) to mesotrophic herb-Sphagnum communities on peat deposits (*Comareto – Sphagnetum*, *Equiseto fluviatilis – Sphagnetum*, *Cariceto rostratae – Sphagnetum*).

Keywords: ecological factors; indicator values; gradient analysis; plant associations; roadsides; Karelia

For citation: Kantserova L.V. Vegetation diversity and ecological characteristics in flooded roadside sites in Karelia. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2026. No. 7. P. 96–107. doi: 10.17076/eco2351

Funding. The study was funded from the Russian federal budget through state assignment to KarRC RAS (FMEN-2022-0008).

Введение

На территории Карелии растительный покров антропогенно-трансформированных биотопов занимает около 1,3 % и является слабоизученным [Инвазивные..., 2021]. Нарушение гидрологического режима в результате строительства различных линейных сооружений (автомобильных и железных дорог, газопроводов и др.) – широко распространенное явление в Карелии. Территории, прилегающие к дорожному полотну, подвержены одному из самых интенсивных антропогенных воздействий по своей нагрузке и постоянству действия. Нарушение естественного дренажа вдоль автомобильных дорог, возникающее из-за ошибок закладки водопропускных труб, приводит к возникновению длительного подтопления вышерасположенных участков в течение всего вегетационного периода. К последствиям такого антропогенного воздействия относится изменение состава флоры и растительности естественных местообитаний. С усилением

антропогенного воздействия на биотический компонент экосистем актуальной проблемой становится изучение закономерностей трансформации естественных растительных сообществ в синантропные и поиск экологически обоснованных методов обслуживания автодорог и сохранения естественной растительности. В практическом отношении важность знания процессов восстановления растительного покрова в трансформированных экосистемах обусловлена расширяющимся дорожным строительством в республике, при котором часто происходит полная смена внешнего облика придорожных территорий, их гидрологической сети, почв, растительного покрова. Многие негативные последствия дорожного строительства в регионе могут быть сглажены уже при проектировании дорог с учетом особенностей северных экосистем и рекультивации территории.

Разнообразие и динамика растительного покрова вдоль автомобильных дорог изучалась рядом исследователей России и бывших республик СССР, а также зарубежными авторами

[Полкошникова, 1982; Парфенов и др., 1985; Миронов, 1997; Forman, Alexander, 1998; Trombulak, Frissell, 2000; Buckley et al., 2003; Rentch et al., 2005; Филиппов и др., 2011; Миляева и др., 2012; Миляева, Вишнякова, 2014; Миронычева-Токарева и др., 2017; Михайлова и др., 2017; Шавалда, Степанович, 2022; Шавалда и др., 2024].

В Карелии в подзоне средней тайги с 2008 г. ведутся исследования по изучению растительного покрова подтопленных придорожных участков, которые были трансформированы более 40 лет назад. Данные биотопы различаются по структуре растительности, водно-минеральному питанию и типу грунтов [Канцерова, 2012; Канцерова, Кузнецов, 2012; Kantserova, 2022].

Цель работы – рассмотреть разнообразие растительных сообществ на придорожных подтопленных участках Карелии и выявить роль различных экологических факторов, обуславливающих их состав и структуру.

Материалы и методы

Исследования выполнялись в средне-таежной Карелии вдоль придорожных полос шоссейных и грунтовых автомобильных дорог в Прионежском, Кондопожском, Пряжинском и Пудожском районах (рис. 1). Обследованы придорожные участки вдоль федеральной трассы, региональных и лесовозных автомобильных дорог общей протяженностью

около 200 км, проведена инвентаризация подтоплений, возникших из-за строительства дорог.

Маршрутным методом исследовано около 200 придорожных подтопленных участков как с минеральными грунтами, так и с торфяными залежами разной мощности. На них выполнено 297 геоботанических описаний болотной и гигрофильной травяной растительности. Исследованные сообщества находятся на разных стадиях сукцессии. Геоботанические описания проводились на временных пробных площадях, размер которых в основном составлял 20×10 м. На придорожном участке с однородным растительным покровом выполнялось одно описание. На некоторых участках выполняли по три и более описаний, как правило, описывали придорожную, центральную и пограничную с лесом или другим фитоценозом части. Для каждого сообщества отмечалось проективное покрытие видов основных ярусов в процентах [Корчагин, 1964]. Названия сосудистых растений и мхов приводятся по сводкам [Черепанов, 1995; Ignatov et al., 2006; Кравченко, 2007]. По имеющимся данным сделана классификация растительности, которая основывалась на принципах и подходах отечественного эколого-фитоценотического метода с использованием классификации растительности болот Т.К. Юрковской [1995]. Ассоциации выделены и названы по доминирующим и содоминирующим видам с учетом представленности в них эколого-ценотических групп

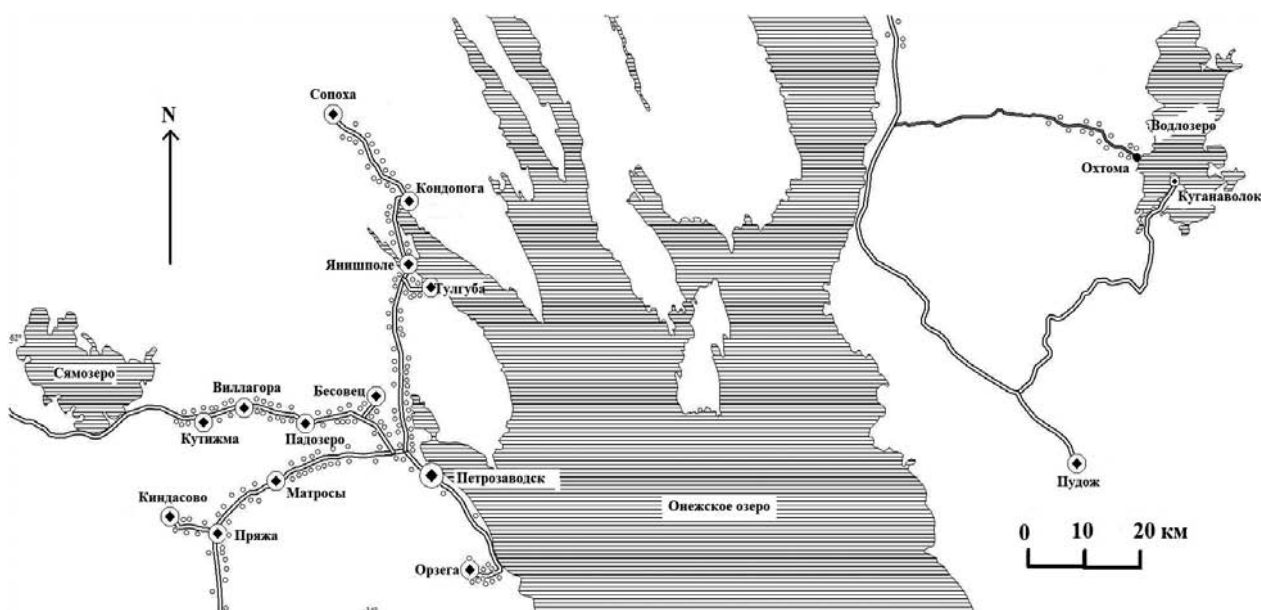


Рис. 1. Карта района исследования (○ – придорожные подтопленные участки)

Fig. 1. Map of the study area (○ – flooded roadside sites)

видов [Канцерева, 2015]. Для установления экологических особенностей выделенных сообществ и определения их положения в экологическом пространстве был использован градиентный анализ, выполненный методом неметрического шкалирования (NMS) [Kruskal, Wish, 1978] в прикладном пакете для обработки геоботанических данных PC-ORD 6.12. Нагрузки на оси ординации рассчитаны after-the-fact посредством сравнения дисперсии, объясняемой отдельной осью, с общей дисперсией в таблице эмпирических данных [McCune, Mefford, 2011]. Оценка условий местообитаний (влажность, освещенность, реакция среды, степень насыщения азотом) выполнена по среднему значению баллов по Элленбергу всех видов сосудистых растений в фитоценозе с учетом их проективного покрытия. Существующие балльные оценки для мхов в шкалах Элленберга [Ellenberg, Leuschner, 2010] по нашему мнению не подходят для Карелии, требуется их переоценка. Для каждого геоботанического описания определяли статус по формуле взвешенного среднего:

$$ST_k = \frac{\sum_{i=1}^N Sp_i * B_{ik}}{\sum_{i=1}^N B_{ik}},$$

где ST_k – статус k-го описания, Sp_i – значение соответствующего экологического параметра

i-го вида, B_{ik} – балл покрытия i-го вида в k-м описании, N – число видов в описании [Kenkel, 1987; Дёгтева, Новаковский, 2011].

Значения балльных оценок шкал Х. Элленберга брались из литературы [Ellenberg, Leuschner, 2010; Tichý et al., 2023].

Кластеризация материала была проведена методом гибкой беты (flexible beta) при значении $\beta = -0,25$ [Lance, Williams, 1967]. Для вычисления матрицы расстояний использовалась относительная дистанция Сьеренсена.

Результаты и обсуждение

Разнообразие растительного покрова исследованных придорожных подтопленных участков Карелии включает 17 ассоциаций, 13 из которых относятся к травяному, 3 – травяно-сфагновому, а 1 – к кустарниково-травяному классу растительности (табл. 1). Детальная характеристика ассоциаций опубликована ранее [Канцерева, 2018].

Для ассоциаций с использованием шкал Х. Элленберга [Ellenberg, Leuschner, 2010; Уланова и др., 2017; Tichý et al., 2023] были рассчитаны средние экологические значения по четырем факторам: степень освещенности; степень увлажнения почвы; кислотность почвы; богатство почвы минеральным азотом (табл. 2).

Таблица 1. Видовой состав ассоциаций придорожных подтопленных участков Карелии

Table 1. Species composition of associations in flooded roadside sites in Karelia

Кластеры Clusters	I						II					III					IV
№ ассоциации No. of the association	2	3	4	5	6	7	1	8	9	11	13	10	12	14	16	17	15
Количество описаний Number of relevés	24	14	14	7	6	43	28	32	21	13	7	17	11	4	16	35	5
Видовое богатство ассоциаций Species richness of the association	97	74	71	57	69	140	104	96	101	78	64	104	69	42	73	116	39
Количество сосудистых растений Number of vascular plants	87	68	60	51	59	115	76	73	83	64	41	81	53	29	55	90	28
Количество мохообразных Number of bryophytes	10	6	11	6	10	25	28	23	18	14	23	23	16	13	18	26	11
Видовая насыщенность Species saturation	14	15	15	13	16	16	12	13	14	18	13	16	14	16	14	13	13
Грунт Substrate	Г С	Г С	Г С	Г С	Г С	Г С	Г, П С, С	Г, П С, С	Г, П С, С	Г, П С, С	Г, П С, С	Г, П П, С	Г, П П, С	Г, П П, С	Т П	Т П	Т П

Окончание табл. 1
Table 1 (continued)

Кластеры Clusters	I						II					III					IV
№ ассоциации No. of the association	2	3	4	5	6	7	1	8	9	11	13	10	12	14	16	17	15
Деревья и кустарники Trees and shrubs																	
<i>Betula pubescens</i>	I ⁺	I ⁺	–	–	–	II ⁺	II ⁺	I ⁺	II ⁺	I ⁺	IV ⁺	III ⁺	II ⁺	III ⁺	II ⁺	III ⁺	–
<i>Salix aurita</i>	I ⁺	–	–	–	–	II ⁺	II ²	I ⁺	I ⁺	I ²	–	I ¹	I ¹	–	I ⁺	II ⁺	I ²
<i>S. cinerea</i>	II ⁴	I ⁺	I ⁺	I ¹	II ⁺	II ⁺	VI²³	III ¹	III ³	II ²	IV ⁹	III ³	IV ²	–	III ³	III ²	–
<i>S. myrsinifolia</i>	II ²	III ²	II ⁺	III ¹	IV ⁺	III ²	III ⁴	III ³	III ²	II ²	III ²	III ²	III ²	II ³	II ¹	II ²	I ⁺
<i>S. pentandra</i>	I ⁺	II ⁺	II ⁺	II ⁺	III ⁺	II ⁺	II ²	II ⁺	II ¹	I ⁺	II ⁺	II ⁺	–	II ⁺	I ⁺	II ⁺	I ⁺
<i>S. phylicifolia</i>	III ⁺	III ³	II ³	I ⁺	II ⁺	II ²	IV¹⁷	III ³	IV ⁵	II ¹	IV ⁹	IV ⁴	III ¹	II ⁴	II ³	III ³	II ⁺
Травы и осоки Grasses and herbs																	
<i>Calamagrostis purpurea</i>	I ⁺	II ¹	II ⁺	–	II ⁺	II ⁺	II ²	II ⁺	III ²	II ⁺	II ⁺	I ¹	I ⁺	II ⁺	III ²	II ²	I ⁺
<i>Carex acuta</i>	I ⁺	–	II ⁺	V³⁶	I ⁺	I ¹	–	I ⁺	II ⁺	II ⁺	I ⁺	I ⁺	–	IV ⁷	I ⁺	I ¹	–
<i>C. aquatilis</i>	–	–	–	II ¹	–	I ⁺	–	II ²	I ⁺	II ¹	–	–	–	V²³	I ⁺	I ⁺	I ⁺
<i>C. canescens</i>	II ⁺	I ⁺	III ²	III ⁺	II ⁺	II ⁺	II ²	II ⁺	II ¹	IV ⁵	III ¹	V¹¹	II ¹	IV ²	III ²	III ¹	II ¹
<i>C. elongata</i>	I ¹	I ⁺	I ⁺	I ²	I ⁺	I ⁺	I ¹	I ¹	II ¹	II ¹	–	III¹²	II ²	III ³	I ²	I ⁺	–
<i>C. rhynchophysa</i>	I ⁺	I ⁺	I ⁺	–	–	I ⁺	I ⁺	I ¹	I ⁺	–	–	I ¹	V⁴⁰	–	I ⁺	I ¹	–
<i>C. rostrata</i>	II ¹	II ⁺	II ³	III ²	I ⁺	II ²	II ⁴	V³⁸	III ⁴	III ⁴	II ²	I ¹	III ⁴	III ⁴	III ⁴	V²⁶	III ⁶
<i>C. vesicaria</i>	I ¹	–	I ⁺	–	–	I ⁺	I ¹	II ²	I ⁺	V²⁹	I ⁺	I ¹	–	II ⁺	I ⁺	I ⁺	–
<i>Comarum palustre</i>	II ²	III ³	II ³	III ¹	III ⁴	II ³	IV ⁴	IV ⁶	V³³	III ³	III ⁵	II ²	II ²	II ¹	IV ⁴	II ²	V²⁶
<i>Deschampsia cespitosa</i>	III ⁺	II ⁺	III ⁺	III ⁺	III ⁺	II ⁺	I ⁺	I ⁺	II ⁺	I ⁺	I ⁺	I ⁺	I ⁺	–	–	I ⁺	–
<i>Epilobium palustre</i>	III ⁺	III ⁺	IV ⁺	III ⁺	II ⁺	III ⁺	I ¹	II ⁺	IV ⁺	I ⁺	I ⁺	II ⁺	I ⁺	II ⁺	II ⁺	I ⁺	III ⁺
<i>Equisetum fluviatile</i>	IV ³	IV ²	IV ⁵	V ³	II ³	V⁴⁰	II ³	III ⁵	III ³	II ¹	V ²²	III ⁺	IV ⁴	V ⁸	V³⁵	III ³	III ¹
<i>Filipendula ulmaria</i>	III ¹	III ⁺	I ⁺	I ¹	V³⁶	II ⁺	II ⁺	II ⁺	II ⁺	II ⁺	III ²	I ⁺	II ⁺	II ⁺	I ⁺	I ⁺	I ⁺
<i>Galium palustre</i>	III ¹	II ⁺	II ⁺	III ⁺	V ⁺	II ⁺	III ⁺	III ⁺	IV ⁺	III ⁺	III ⁺	III ⁺	II ⁺	–	II ⁺	I ⁺	III ⁺
<i>Menyanthes trifoliata</i>	I ⁺	I ⁺	–	I ⁺	–	I ¹	–	–	I ⁺	–	V²⁹	I ⁺	–	–	II ²	I ⁺	III ³
<i>Phragmites australis</i>	I ¹	V⁴⁶	II ¹	–	I ⁺	I ⁺	I ⁺	I ⁺	–	I ⁺	–	–	I ⁺	–	–	I ⁺	–
<i>Scirpus sylvaticus</i>	V⁴³	III ⁶	II ⁺	II ²	III ⁶	III ¹	II ²	III ¹	II ¹	I ¹	I ⁺	I ⁺	II ³	–	–	I ⁺	–
<i>Thyselium palustre</i>	I ⁺	III ⁺	I ⁺	I ⁺	III ⁺	III ⁺	I ⁺	I ⁺	III ⁺	I ⁺	IV ⁺	–	–	–	I ⁺	–	II ⁺
<i>Typha latifolia</i>	III ⁴	II ¹	V³⁸	I ¹	I ⁺	III ⁴	I ¹	II ¹	III ²	–	I ⁺	I ⁺	I ⁺	–	I ⁺	II ¹	III ⁴
Мхи Mosses																	
<i>Calliergon cordifolium</i>	I ⁺	II ⁺	II ⁵	III ⁶	I ³	II ⁴	II ³	III ³	IV ⁷	III ¹	III ⁶	II ¹	II ²	II ⁶	II ¹	I ⁺	I ⁺
<i>Sphagnum fallax</i>	I ⁺	–	I ⁺	–	–	I ⁺	I ⁺	I ⁺	–	I ²	I ¹¹	I ⁷	I ¹	III ¹⁰	III¹⁷	IV²³	–
<i>S. riparium</i>	I ⁺	I ³	I ⁴	–	I ⁺	I ⁺	I ¹	I ¹	–	I ⁺	II ¹¹	II ⁷	I ¹⁰	II ¹⁰	III²⁴	III²³	III⁵²
<i>S. squarrosum</i>	II ¹	–	II ²	III ⁴	I ⁺	II ³	II ⁵	II ²	I ²	II ⁸	II ²	III ⁴	III ⁸	III ²	III¹⁸	II ⁵	I ⁺
<i>S. warnstorffii</i>	–	–	–	–	–	–	I ⁺	I ⁺	I ¹	–	III ¹⁷	–	–	–	–	–	–
<i>Warnstorfia exannulata</i>	–	–	–	–	–	I ²	I ⁺	–	I ⁺	–	III ⁺	I ⁺	I ¹	–	I ⁺	I ²	–

Примечание / Note. Ассоциации / Associations: 1) Salicetum spp. – Herbae, 2) Scirpetum sylvatici, 3) Phragmitetum australis, 4) Typhetum latifoliae, 5) Caricetum acutae, 6) Filipenduletum ulmariae, 7) Equisetetum fluviatilis, 8) Caricetum rostratae, 9) Comaretum palustris, 10) Caricetum canescentis – elongatae, 11) Caricetum vesicariae, 12) Caricetum rhynchophysae, 13) Menyanthetum trifoliatae, 14) Caricetum aquatilis, 15) Comareto – Sphagnetum, 16) Equiseto fluviatilis – Sphagnetum, 17) Cariceto rostratae – Sphagnetum.

Грунт: Г – глина, П – песок, Т – торф / Substrate: C – clay, S – sand, P – peat.

В таблицу не включены виды, имеющие постоянство ниже III в синтаксонах / The table does not include species with a constancy below III in syntaxa.

Жирным выделены доминантные виды ассоциаций / Dominant associations are given in bold.

Таблица 2. Значение экологических факторов, рассчитанных для ассоциаций придорожных подтопленных участков, в баллах по шкалам Х. Элленберга

Table 2. The value of environmental factors calculated for the associations of flooded roadside sites, in points according to Ellenberg scales

Кластеры Clusters	Ассоциации Association	Экологический фактор Ecological factor			
		L	F	R	N
I	2. Scirpetum sylvatici	7	8,2	5,3	4,5
	3. Phragmitetum australis	7	8,2	5,6	4,7
	4. Typhetum latifoliae	7,2	8,6	5,4	4,4
	5. Caricetum acutae	7,2	8,6	5,3	4,4
	6. Filipenduletum ulmariae	6,7	8,1	5,4	4,3
	7. Equisetetum fluviatilis	7,0	8,2	5,1	4,2
II	1. Salicetum spp. – Herbae	6,8	8,3	4,9	4,3
	8. Caricetum rostratae	7,1	8,6	5,1	4
	9. Comaretum palustris	6,9	8,5	5,2	4,3
	11. Caricetum vesicariae	7,0	8,6	4,9	4,1
	13. Menyanthetum trifoliatae	7,2	8,6	4,6	3,5
III	10. Caricetum canescentis – elongatae	6,7	8,1	4,4	3,7
	12. Caricetum rhynchophysae	6,7	8,3	4,9	4,2
	16. Equiseto fluviatilis – Sphagnetum	7,2	8,6	4,5	3,7
	17. Cariceto rostratae – Sphagnetum	7	8,4	4,5	3,7
	14. Caricetum aquatilis	7,2	8,9	4,5	3,3
IV	15. Comareto – Sphagnetum	7,5	9,0	4,1	3,5

Примечание. Экологический фактор: L – освещение, F – увлажнение почвы, R – кислотность почвы, N – богатство почвы азотом.

Note. Ecological factor: L – light; F – soil moisture; R – soil acidity; N – mineral nitrogen content in soil.

На придорожных участках обнаружен 251 вид высших растений (из них 198 видов сосудистых растений, 50 видов мхов и 3 печеночника). Формирование растительного покрова придорожных участков происходит в основном за счет активного расселения аборигенных видов растений (95%). Древесно-кустарниковый ярус отмечен в 80 % сообществах и представлен преимущественно ивами: *Salix phylicifolia* (встречается в 50 % сообществах), *S. myrsinifolia* (42%), *S. cinerea* (40%), *S. pentandra* (25%), *S. aurita* (14%), *S. caprea* (12%), а также *Betula pubescens* (25%) и *Alnus incana* (15%), реже встречаются *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Alnus glutinosa*.

В травяном ярусе наиболее часто встречающимся видом является *Equisetum fluviatile*, он отмечен в 66 % сообществах. Данный вид обладает широкой экологической пластичностью и встречается во всех ассоциациях. Кроме него в сообществах придорожных участков часто встречаются: *Comarum palustre* (в 52 % сообществах), *Carex rostrata* (50%), *C. canescens* (40%), *Galium palustre* (39%), *Epilobium palustre* (35%), *Scirpus sylvaticus* (33%), *Typha latifolia* (33%), *Calamagrostis purpurea* (28%), *Filipendula ulmaria* (27%). Мхи входят в состав всех ассоциаций. Наиболее часто встречающимися мхами

являются *Calliergon cordifolium* (обнаружен в 33 % сообществах), *Sphagnum squarrosum* (31%), *S. riparium* (20%), *S. fallax* (16%), *Polytrichum commune* (13%), *Warnstorfia fluitans* (10%), *Sphagnum centrale* (9%), *S. angustifolium* (7%).

Большинство видов имеют широкую экологическую амплитуду, но в их составе практически нет кальцефильных видов, поэтому экологические показатели по азоту и кислотности не имеют резких различий.

С помощью неметрического шкалирования (NMS) была создана ординационная диаграмма распределения растительных сообществ придорожных подтопленных участков в экологическом пространстве (рис. 2).

В результате исследования выявлены связи между растительными сообществами ассоциаций и степенью влияния экологических факторов. Первая ось является основным градиентом и объясняет 42,5 % общей дисперсии, вторая – 33,9 %. С первой осью коррелируют факторы богатства почв минеральным азотом ($r = -0,795$) и кислотностью почв ($-0,787$) (табл. 3). Таким образом, ассоциации распределяются по первой оси вдоль градиента трофности от эвтрофных травяных сообществ (ассоциации 2, 3, 4, 5, 6, 7) на минеральных

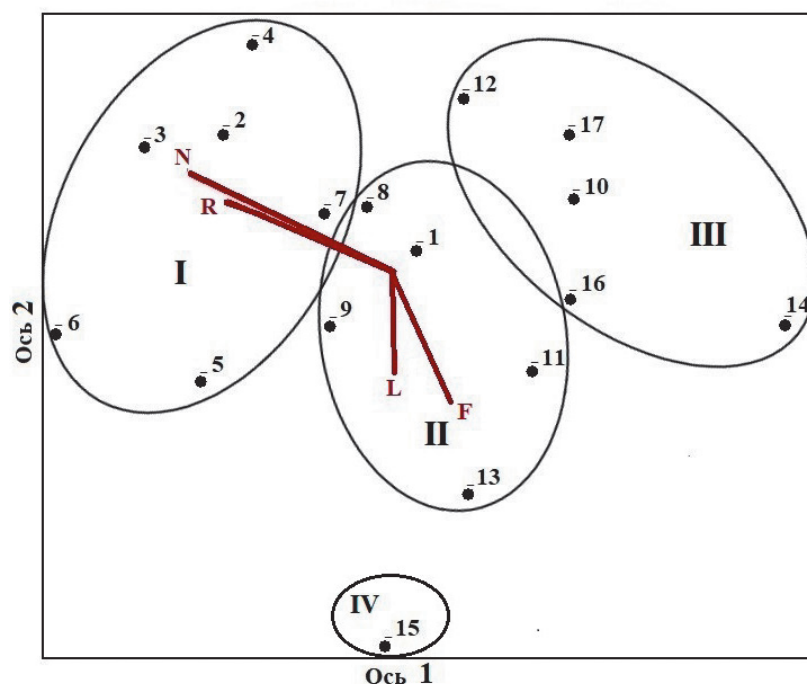


Рис. 2. Ординационная диаграмма ассоциаций на придорожных подтопленных участках Карелии по проективному покрытию видов: арабские цифры – номер ассоциации (см. табл. 1), римские цифры – кластеры; векторы экологических значений: L – освещение, F – увлажнение почвы, R – кислотность почвы, N – богатство почвы азотом

Fig. 2. Ordination diagram for associations in flooded roadside sites in Karelia based on species percentage covers:

Arabic numerals – association number (see Table 1), Roman numerals – clusters of associations; vectors of environmental variables: L – light, F – soil moisture, R – soil acidity, N – mineral nitrogen content in soil

(глинистых) грунтах до мезотрофных травяно-сфагновых сообществ как на торфяных отложениях и на минеральных (песчаных) грунтах (10, 12, 14), так и в сообществах исключительно на торфяных отложениях (ассоциации 15, 16, 17).

Таблица 3. Коэффициенты корреляции Пирсона (r) и Кендалла (τ) ординационных осей с факторами среды по экошкалам Элленберга

Table 3. Pearson (r) and Kendall (τ) correlation coefficients of ordination axes with environmental factors according to Ellenberg ecoscales

Экологический фактор Ecological factor	Ось 1 Axis 1		Ось 2 Axis 2	
	r	τ	r	τ
L	0,128	0,056	-0,509	-0,282
F	-0,417	0,287	-0,585	-0,318
R	-0,787	-0,753	0,476	0,175
N	-0,795	-0,662	0,496	0,221

Со второй ординационной осью коррелирует фактор увлажненности (-0,585) и освещенности (-0,509). Таким образом, на оси 2 ассоциации растительных сообществ придорожных подтопленных участков располагаются вдоль градиента освещенности от слабооблесенных сообществ с теневыносливыми видами (10, 12, 17 ассоциации) до сообществ с единично встречающимися видами деревьев и кустарников с преимущественно светолюбивыми видами растений (гелиофитов) (ассоциации 5, 14, 15). Все местообитания обильно увлажнены, поэтому фактор увлажнения прослеживается слабо. Ассоциации 2, 3, 4, 12 встречаются в условиях постоянного увлажнения с высоким уровнем воды на придорожных участках. В разных сообществах уровень почвенно-грунтовых вод (УПГВ) варьирует от +20 до +100 см. Для сообществ ассоциаций 9, 11, 13, 15, 16 характерен переменный режим увлажнения, УПГВ в сообществах от +10 до -30 см.

Ассоциации придорожных подтопленных участков распределились практически по всей ординационной диаграмме (см. рис. 2), при этом

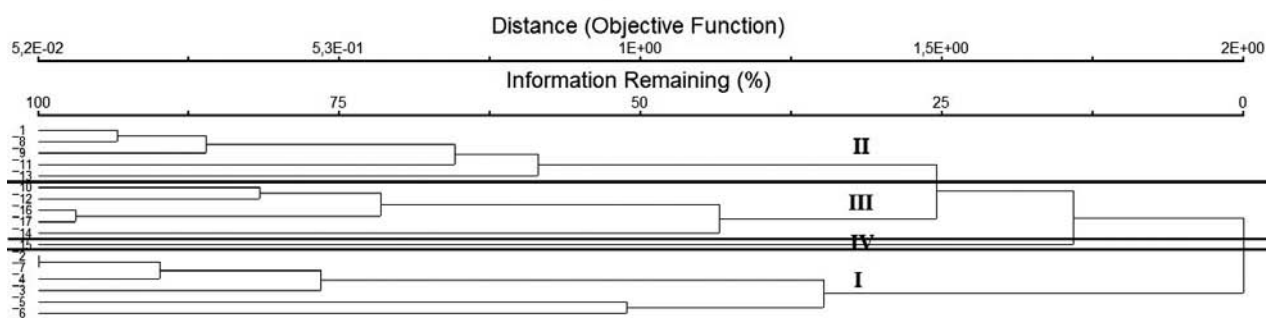


Рис. 3. Кластерная дендрограмма ассоциаций на придорожных подтопленных участках Карелии: арабские цифры – номер ассоциации (см. табл. 1), римские цифры – кластеры

Fig. 3. Cluster dendrogram of associations in flooded roadside sites in Karelia:

Arabic numerals – association number (see Table 1), Roman numerals – clusters of associations

ареалы кластеров почти не перекрываются, что согласуется с экологическими параметрами, отражаемыми осями. Степень экологической и флористической специфичности отдельных синтаксонов подтверждается рассчитанными значениями коэффициента сходства Сьеренсена и построенной на их основе кластерной дендрограммы. Ординация ассоциаций хорошо согласуется с дендрограммой сходства (рис. 3).

На ординационной диаграмме и по результатам кластерного анализа геоботанические описания образуют четыре кластера.

В первый кластер (I) входят ассоциации *Scirpetum sylvatici* (ассоциация № 2), *Phragmitetum australis* (№ 3), *Typhetum latifoliae* (№ 4), *Caricetum acutae* (№ 5), *Filipenduletum ulmariae* (№ 6), *Equisetetum fluviatilis* (№ 7). Сообщества данных ассоциаций являются эвтрофными и встречаются на минеральных глинистых грунтах. УПГВ в разных сообществах варьирует от +30 до +100 см. В данной группе ассоциаций древесный ярус представлен единичными деревьями, в основном *Alnus incana*, *A. glutinosa* и *Betula pubescens*, развит кустарниковый ярус из *Padus avium*, *Salix aurita*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. myrsinifolia*, *S. pentandra*, *S. phylicifolia*, встречаемость их в сообществах частая. В травяном ярусе помимо доминантов ассоциаций наиболее часто встречаемыми видами являются: *Carex rostrata*, *C. canescens*, *C. elongata*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, их проективное покрытие до 25%. Моховой ярус выражен слабо (до 15%) и образован преимущественно *Warnstorfia fluitans*, *Sphagnum squarrosum*, *S. girgensohnii*, *Calliergon cordifolium*, *Calliergonella cuspidata*.

Второй кластер (II) представлен ассоциациями *Salicetum* spp. – *Herbae* (№ 1), *Caricetum rostratae* (№ 8), *Comaretum palustris* (№ 9),

Caricetum vesicariae (№ 11), *Menyanthetum trifoliatae* (№ 13). Сообщества этих ассоциаций являются мезоэвтрофными и встречаются на минеральных грунтах. В сообществах данных ассоциаций древесно-кустарниковый ярус представлен ивами *Salix cinerea*, *S. myrsinifolia*, *S. phylicifolia* и *S. pentandra*. В сообществах эти виды встречаются довольно часто, но проективное покрытие низкое, кроме ассоциации *Salicetum* spp. – *Herbae*, где *Salix cinerea* и *S. phylicifolia* являются доминантами, проективное покрытие которых колеблется в разных сообществах ассоциации от 25 до 50%. В травяном ярусе помимо доминантов каждой ассоциации довольно часто встречаются *Galium palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Juncus filiformis*, *Epilobium palustre*, *Typha latifolia*, *Thyselium palustris*, *Scirpus sylvaticus*. Проективное покрытие этих видов в среднем для ассоциации не превышает 5%. В моховом ярусе каждой ассоциации встречается от 13 видов (ассоциация *Caricetum vesicariae*) до 27 видов (ассоциация *Salicetum* spp. – *Herbae*). Во всех ассоциациях постоянны *Calliergon cordifolium*, *Sphagnum angustifolium*, *S. fallax*, *S. squarrosum*, *S. riparium*, их проективное покрытие в ассоциациях до 25%. УПГВ в разных сообществах от 0 до +60 см. По характеру микрорельефа и степени увлажнения сообщества данных ассоциаций представлены ровными влажными или заболоченными придорожными участками с однородным растительным покровом вдоль автомобильных дорог без видимых нарушений грунта.

Третий кластер (III) включает в себя ассоциации: *Caricetum canescentis* – *elongatae* (№ 10), *Caricetum rhynchophysae* (№ 12), *Caricetum aquatilis* (№ 14), *Equiseto fluviatilis* – *Sphagnetum* (№ 16) и *Cariceto rostratae* – *Sphagnetum* (№ 17). Сообщества данных ассоциаций

являются мезотрофными и встречающимися в основном на торфяных отложениях (мощность торфа в сообществах от 50 до 260 см), немногочисленные сообщества встречаются также на минеральных (песчаных) грунтах. Уровень почвенно-грунтовых вод в разных сообществах ассоциаций от +20 см до –30 см. Отдельные виды деревьев и кустарников встречаются во всех ассоциациях в низком обилии. Кустарниковый ярус в ассоциациях в основном представлен: *Salix aurita*, *S. cinerea*, *S. phylicifolia*, *S. myrsinifolia*. В травяном ярусе в сообществах каждой ассоциации встречается *Comarum palustre*, проективное покрытие которого в разных сообществах не превышает 40%. Довольно часто также встречаются *Galium palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Carex canescens*, *C. rostrata*, *Typha latifolia*, *Oxycoccus palustris*. Проективное покрытие этих видов в среднем для ассоциации не превышает 5%. Постоянными видами мхов в сообществах ассоциации являются *Sphagnum riparium*, *S. fallax*, *S. squarrosum*, *Calliergon cordifolium*, их проективное покрытие от 20 до 95%. В сообществах ассоциации *Caricetum rhynchophysae* был обнаружен редкий для Карелии вид *Carex riparia*, занесенный в Красную книгу Республики Карелия [2020]. В ассоциации *Equisetum fluviatile* – *Sphagnetum* в кустарниковом ярусе (покрытие 5%) встречается 6 видов ив, наиболее обильны из них *Salix cinerea* и *S. phylicifolia*. В травяном ярусе кроме *Equisetum fluviatile* часто встречаются *Carex rostrata*, проективное покрытие которой в разных сообществах не превышает 15%, *Carex canescens* (7%), *Comarum palustre* (15%). Мхов в ассоциации 11 видов, из них доминантами мохового яруса являются *Sphagnum squarrosum*, *S. fallax*, *S. riparium*, их проективное покрытие в сообществах может достигать 95%. Сообщества ассоциации *Caricetum rostratae* – *Sphagnetum* представлены коврами с доминированием в травяном ярусе *Carex rostrata* и с содоминированием в некоторых сообществах *Equisetum fluviatile*, реже *Menyanthes trifoliata*. В составе сообществ ассоциации из древесных пород встречаются *Alnus incana*, *Betula pubescens*, из кустарников наиболее часто встречаются *Salix phylicifolia*, *S. myrsinifolia*, *S. cinerea*, из кустарничков *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*, их обилие низкое. Сфагновый покров сплошной, образован различными видами, преимущественно *Sphagnum riparium*, *S. fallax*, *S. squarrosum*, их проективное покрытие в некоторых сообществах может достигать 80–95%.

В четвертый кластер (IV) вошел четко обособленный синтаксон 15 – ассоциация *Comareto* –

Sphagnetum. Для ассоциации характерно низкое видовое разнообразие. Кустарниковый ярус представлен *Salix aurita*, *S. myrsinifolia*, *S. pentandra*, *S. phylicifolia*, их проективное покрытие до 10%, в сообществах встречаются редко. В травяном ярусе проективное покрытие *Comarum palustre* в разных сообществах не превышает 35%, довольно часто также встречаются *Carex rostrata*, *C. canescens*, *Typha latifolia*. Проективное покрытие этих видов в среднем для ассоциации не превышает 5%. Из сфагновых мхов в сообществах ассоциации чаще встречаются *Sphagnum riparium*, *S. obtusum*, их проективное покрытие от 70 до 95%. УПГВ – 20 до 0 см.

При сравнении полученных данных с опубликованными данными по другим регионам можно отметить, что детальных характеристик растительности на уровне ассоциаций по подтопленным придорожным участкам в других работах почти нет. Существующие работы по изучению растительного покрова вдоль автодорог выполнены на дренированных автотрофных местообитаниях или содержат неполные данные состава сообществ.

Ассоциации придорожных подтопленных участков Карелии довольно близки к естественным болотным и встречаются в таежной зоне европейской части России, некоторые ассоциации являются редкими для региона – *Scirpetum sylvatici*, *Typhetum latifoliae*. Доминанты ассоциаций не являются в Карелии редкими, но сформированные ими ассоциации приурочены ко вторичным местообитаниям, в этом состоит специфика их состава. В естественных условиях некоторые из них не выступают или редко выступают в роли доминантов.

Заключение

На основе обобщенной характеристики растительного покрова подтопленных придорожных участков, NMS-ординации и кластерного анализа при помощи экошкал Элленберга выявлены факторы дифференциации растительного покрова (освещенность, кислотность почвы, богатство почвы минеральным азотом, увлажнение). Первая ось является основным градиентом, с ней коррелируют факторы богатства почв минеральным азотом и кислотность почв от эвтрофных сообществ (ассоциации 2, 3, 4, 5, 6, 7) на минеральных глинистых грунтах, мезоэвтрофных сообществ на минеральных (глинистых и песчаных) грунтах (ассоциации 1, 8, 9, 11, 13) до мезотрофных сообществ как на минеральных песчаных грунтах и торфяных отложениях (10, 12, 14),

так и в сообществах исключительно на торфяных отложениях (ассоциации 15, 16, 17). Со второй ординационной осью коррелируют факторы освещенности и увлажнения, они прослеживаются в сообществах, но не преобладают.

Автор выражает благодарность главному научному сотруднику д. б. н. О. Л. Кузнецову за ценные рекомендации при написании статьи и научному сотруднику к. б. н. С. И. Грабовик за помощь в полевых исследованиях.

Литература

- Дегтева С. В., Новаковский А. Б. Эколого-ценотические группы сосудистых растений в фитоценозах ландшафтов бассейна Верхней и Средней Печоры. Екатеринбург: УрО РАН, 2012. 183 с.
- Инвазивные растения и животные Карелии: научно-популярное иллюстрированное издание / Ред. О. Н. Бахмет, А. В. Кравченко, О. Л. Кузнецов, Н. В. Михайлова, А. В. Полевой. Петрозаводск: ПИН, Марков Н. А., 2021. 223 с.
- Канцеров Л. В. Классификация растительности придорожных подтопленных участков Карелии // V всерос. геоботаническая школа-конференция с междунар. участием: Тез. докл. Всерос. конф. (Санкт-Петербург, 4–9 окт. 2015 г.). СПб., 2015. С. 81.
- Канцеров Л. В. Разнообразие и сукцессии растительных сообществ на трансформированных придорожных участках Карелии // Труды Карельского научного центра РАН. 2012. № 13. С. 48–55.
- Канцеров Л. В. Разнообразие растительных сообществ на придорожных участках Карелии // III Междунар. науч. семинар: Материалы Междунар. конф. (Минск – Гродно, Беларусь, 26–28 сент. 2018 г.). Минск, 2018. С. 61–65.
- Канцеров Л. В., Кузнецов О. Л. Динамика растительности подтопленных придорожных участков Южной Карелии // Учен. зап. Петрозаводского гос. ун-та. 2012. № 4 (125). С. 25–28.
- Корчагин А. А. Видовой состав растительных сообществ и методы его изучения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1964. Т. 3. С. 39–62.
- Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.
- Красная книга Республики Карелия / Ред. О. Л. Кузнецов. Белгород: Константа, 2020. 448 с.
- Миляева Е. В., Вишнякова Е. К. Сукцессии растительности болотных экосистем при изменении гидрологического режима // Методы дистанционного зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология: Труды 10-й Междунар. конф. (Новосибирск, 8–18 апр. 2014 г.). Новосибирск, 2014. Т. 2. С. 161–165.
- Миляева Е. В., Махатков И. Д., Ермолов Ю. В., Кирпотин С. Н. Развитие подтоплений вдоль насыпных дорог в условиях лесотундры Западной Сибири // Вестник Томского гос. ун-та. 2012. № 365. С. 206–219.
- Миронов А. А. Влияние строительства нефтепромысловых дорог на лесные и болотные биогеоценозы // Проектирование, строительство, ремонт и содержание транспортных сооружений в условиях Сибири / Ред. С. П. Крысина. Томск: Томский гос. ун-т, 1997. С. 20–25.
- Миронычева-Токарева Н. П., Михайлова Е. В., Вишнякова Е. К. Трансформация растительного покрова болотных экосистем при строительстве дорожного полотна (на примере таежной зоны Западной Сибири) // Вестник Оренбургского гос. ун-та. 2017. № 12 (212). С. 55–59.
- Михайлова Е. В., Махатков И. Д., Миронычева-Токарева Н. П., Коронатова Н. Г. Антропогенная нагрузка на тундровые экосистемы при прокладке линейных сооружений // Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология: Материалы 13-й Междунар. конф. (Новосибирск, 17–21 апр. 2014 г.). Новосибирск, 2017. Т. 2. С. 175–179.
- Парфенов В. И., Ким Г. А., Рыковский Г. Ф. Антропогенные изменения границ ареалов, динамика и растительность под влиянием прокладки транспортных путей // Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1985. С. 193–200.
- Полкошников О. В. Влияние автомобильных дорог на растительность верховых болот Среднего Приобья. М.: Наука и техника, 1982. 24 с.
- Уланова Н. Г., Жмылев П. Ю., Федосов В. Э. Эколого-ценотический биоморфологический анализ растительного покрова. Учебное пособие. М.: Биофак МГУ, 2017. 68 с.
- Филиппов И. В., Филиппова Н. В., Лапшина Е. Д. Влияние дорожной сети на растительность болот природного парка «Кондинские озера» // Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы 3-го Междунар. полевого симпози. (Ханты-Мансийск, 24 июня – 5 июля 2011 г.). Новосибирск, 2011. С. 206–207.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Наука, 1995. 992 с.
- Шавалда Е. С., Комар А. Ю., Голованов Я. М., Судник А. В. Экологические особенности придорожных фитоценозов автомобильных дорог г. Минска и Минской области // Ботаника. Исследования. 2024. № 54. С. 241–253.
- Шавалда Е. С., Степанович И. М. Флористический состав и пространственные изменения придорожной растительности в экспозиции «выемка» на примере автомобильных дорог г. Минска и Минской области // Журнал Белорусского гос. ун-та. Экология. 2022. Вып. 2. С. 26–38. doi:10.46646/2521-683X/2022-2-26-38
- Юрковская Т. К. Высшие единицы классификации растительности болот // Ботанический журнал. 1995. Т. 80, № 11. С. 28–33.
- Buckley D. S., Crow T. R., Nauertz E. A., Schulz K. E. Influence of skid trails and haul roads on understory plant richness and composition in managed forest landscapes in Upper Michigan // Forest Ecology and Management. 2003. Vol. 175. P. 509–520. doi: 10.1016/S0378-1127(02)00185-8

Ellenberg H., Leuschner C. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart: Ulmer, 2010. 1334 p.

Forman R. T., Alexander L. E. Roads and their major ecological effects // *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1998. Vol. 29. P. 207–231.

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 1–130. doi: 10.15298/arctoa.15.02

Kantserova L. V. Vegetation diversity in inundated and paludal sites along motor roads in Karelia // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Collection of conference materials. Khanty-Mansiysk, 2022. 012030. doi:10.1088/17551315/1093/1/012030

Kenkel N. C. Trends and interrelationship in boreal wetland vegetation // *Can. J. Bot.* 1987. Vol. 65. P. 12–22.

Kruskal J. B., Wish M. Multidimensional Scaling. Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences. 1978. No. 07–011. 93 p.

Lance G. N., Williams W. T. A general theory of classification sorting strategies. I. Hierarchical systems // *Computer Journal*. 1967. Vol. 9. P. 373–380.

McCune B., Mefford M. J. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.12. Gleneden Beach. Oregon: MjM Software, 2011.

Rentch J. S., Fortney R. H., Stephenson S. L., Adams H. S., Grafton W. N., Anderson H. S. Vegetation-site relationships of roadside plant communities in West Virginia, USA // *Journal of Applied Ecology*. 2005. Vol. 42. P. 129–138. doi: 10.1111/J.1362664.2004.00993.X

Tichý L., Axmanová I., Dengler J., Guarino R., Jansen F., Midolo G., Nobis M. P., Van Meerbeek K., Attorre F., Chytrý M. Ellenberg-type indicator values for European vascular plant species // *Journal of Vegetation Science*. 2023. Vol. 34. e13168. doi: 10.1111/jvs.13168

Trombulak S. C., Frissell C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities // *Conservation Biology*. 2000. Vol. 14. P. 18–30. doi: 10.1046/J.1523-1739.2000.99084.X

References

Bakhmet O. N., Kravchenko A. V., Kuznetsov O. L., Mikhailova N. V., Polevoi A. V. (eds.). Invasive plants and animals of Karelia. Petrozavodsk: PIN; 2021. 223 p. (In Russ.)

Buckley D. S., Crow T. R., Nauertz E. A., Schulz K. E. Influence of skid trails and haul roads on understory plant richness and composition in managed forest landscapes in Upper Michigan. *Forest Ecology and Management*. 2003;175:509–520. doi: 10.1016/S0378-1127(02)00185-8

Czerepanov S. K. Vascular plants of Russia and adjacent states (within the former USSR). St. Petersburg: Nauka; 1995. 992 p. (In Russ.)

Degteva S. V., Novakovskii A. B. Ecological and coenotic groups of vascular plants in the phytocenoses of the Upper and Middle Pechora basin. Yekaterinburg: UrO RAN; 2012. 183 p. (In Russ.)

Ellenberg H., Leuschner C. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart: Ulmer; 2010. 1334.

Filippov I. V., Filippova N. V., Lapshina E. D. Road network effects on mire vegetation in the Kondinskies Oзера Nature Park. *Zapadno-Sibirskie torfyaniki i tsikl ugleroda: proshloe i nastoyashchee: Mat-ly 3-go Mezhdunar. polevogo simp. (Khanty-Mansiysk, 24 iyunya – 5 iyulya 2011 g.) = West-Siberian peatland and the carbon cycle (Khanty-Mansiysk, June 24 – July 5, 2011)*. Novosibirsk; 2011. P. 206–207. (In Russ.)

Forman R. T., Alexander L. E. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1998;29:207–231.

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. *Arctoa*. 2006;15:1–130. doi: 10.15298/arctoa.15.02

Kantserova L. V. Classification of roadside flooded habitat vegetation in Karelia. *V vserossiiskaya geobotanicheskaya shkola-konferentsiya s mezhdunarod. uchastiyem: Tezisy dokl. Vseros. konf. (Sankt-Peterburg, 4–9 okt. 2015 g.) = V All-Russian geobotanical school-conf. with int. part.: Proceed. of the All-Russ. conf. (St. Petersburg, Oct. 4–9, 2015)*. St. Petersburg; 2015. P. 81. (In Russ.)

Kantserova L. V. Diversity of plant communities in roadside areas of Karelia. *III Mezhdunarod. nauch. seminar: Mat-ly Mezhdunar. konf. (Minsk – Grodno, Belarus', 26–28 sent. 2018 g.) = III International scientific seminar: Proceed. Int. conf. (Minsk – Grodno, Belarus, Sept. 26–28, 2018)*. Minsk, 2018. P. 61–65. (In Russ.)

Kantserova L. V. The diversity and successions of plant communities in transformed roadside habitats in Karelia. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of Karelian Research Centre RAS*. 2012;13:48–55. (In Russ.)

Kantserova L. V. Vegetation diversity in inundated and paludal sites along motor roads in Karelia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Collection of conference materials. Khanty-Mansiysk. 2022. Art. 012030. doi: 10.1088/17551315/1093/1/012030

Kantserova L. V., Kuznetsov O. L. Vegetation dynamics in inundated roadside sites in southern Karelia. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gos. universiteta = Proceedings of Petrozavodsk State University*. 2012;4 (125):25–28. (In Russ.)

Kenkel N. C. Trends and interrelationship in boreal wetland vegetation. *Can. J. Bot.* 1987;65:12–22.

Korchagin A. A. Species composition of plant communities and method for its study. Moscow; Leningrad: AN SSSR; 1964. Vol. 3. P. 39–62. (In Russ.)

Kravchenko A. V. A compendium of flora (vascular plants) of Karelia. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2007. 403 p. (In Russ.)

Kruskal J. B., Wish M. Multidimensional scaling. Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences. 1978;07–011:93.

Kuznetsov O. L. (ed.). Red Data Book of the Republic of Karelia. Belgorod: Konstanta; 2020. 448 p. (In Russ.)

Lance G. N., Williams W. T. A general theory of classification sorting strategies. I. Hierarchical systems. *Computer Journal*. 1967;9:373–380.

McCune B., Mefford M. J. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.12. Gleneden Beach. Oregon: MjM Software; 2011.

Mikhailova E. V., Makhatkov I. D., Mironycheva-Tokareva N. P., Koronatova N. G. Anthropogenic pressure on tundra ecosystems during construction of linear facilities. *Distantionnye metody zondirovaniya Zemli i fotogrammetriya, monitoring okruzhayushchei sredy, geoekologiya: Mat-ly 13-i Mezhdunar. konf. (Novosibirsk, 17–21 apr. 2017 g.) = Methods of the Earth remote sensing and photogrammetry, environmental monitoring, geoecology: Proceed. of XIII Int. conf. (Novosibirsk, Apr. 17–21, 2017)*. Novosibirsk; 2017. Vol. 2. P. 175–179. (In Russ.)

Milyaeva E. V., Makhatkov I. D., Ermolov Yu. V., Kirpotin S. N. Inundation along causeways in West Siberian forest-tundra. *Vestnik Tomskogo gos. universiteta = Tomsk State University Journal*. 2012;365:206–219. (In Russ.)

Milyaeva E. V., Vishnyakova E. K. Vegetation succession in wetlands ecosystems with hydrological regime change. *Metody distantionnogo zondirovaniya Zemli i fotogrammetriya, monitoring okruzhayushchei sredy, geoekologiya: Trudy 10-i Mezhdunar. konf. (Novosibirsk, 8–18 apr. 2014 g.) = Methods of the Earth remote sensing and photogrammetry, environmental monitoring, geoecology (Novosibirsk, Apr. 8–18, 2014)*. Novosibirsk; 2014. P. 161–165. (In Russ.)

Mironov A. A. Effects of oil field road construction on forest and mire ecosystems. Design, construction, repair and maintenance of transportation facilities in Siberia. Tomsk: TGU; 1997. P. 20–25. (In Russ.)

Mironycheva-Tokareva N. P., Mikhailova E. V., Vishnyakova E. K. Transformation of the vegetation cover of wetland ecosystems during road construction (case of the taiga zone of Western Siberia). *Vestnik Orenburgskogo gos. universiteta = Vestnik of the Orenburg State University*. 2017;12(212):55–59. (In Russ.)

Parfenov V. I., Kim G. A., Rykovskii G. F. Man-induced alteration of range limits, dynamics and vegetation under the effect of transportation route construction. *Antropogennye izmeneniya flory i rastitel'nosti Belorussii =*

Anthropogenic changes in the flora and vegetation of Belarus. Minsk: Nauka i tekhnika; 1985. P. 193–200. (In Russ.)

Polkoshnikova O. V. Motor road effects on raised bog vegetation in the Middle Ob region. Moscow: Nauka; 1982. 24 p. (In Russ.)

Rentch J. S., Fortney R. H., Stephenson S. L., Adams H. S., Grafton W. N., Anderson H. S. Vegetation-site relationships of roadside plant communities in West Virginia, USA. *Journal of Applied Ecology*. 2005;42:129–138. doi: 10.1111/J.1362664.2004.00993.X

Shavald E. S., Komar A. Yu., Golovanov Ya. M., Sudnik A. V. Environmental features of roadside phytocoenoses of highways in Minsk and the Minsk Region. *Botanika. Issledovaniya = Botany. Research*. 2024;54:241–253. (In Russ.)

Shavald E. S., Stepanovich I. M. Floristic composition and spatial changes of roadside vegetation in the “excavation” exposition on the example of highways in Minsk and the Minsk Region. *Zhurnal Belorusskogo gos. universiteta. Ekologiya = Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2022;2:26–38. (In Russ.). doi: 10.46646/2521-683X/2022-2-26-38

Tichý L., Axmanová I., Dengler J., Guarino R., Jansen F., Midolo G., Nobis M. P., Van Meerbeek K., Attorre F., Chytrý M. Ellenberg-type indicator values for European vascular plant species. *Journal of Vegetation Science*. 2023;34: e13168. doi: 10.1111/jvs.13168

Trombulak S. C., Frissell C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*. 2000;14:18–30. doi: 10.1046/J.1523-1739.2000.99084.X

Ulanova N. G., Zhmylev P. Yu., Fedosov V. E. Ecological and cenotic biomorphological analysis of the vegetation cover: a tutorial. Moscow: Biofak MGU; 2017. 68 p. (In Russ.)

Yurkovskaya T. K. Top units of the mire vegetation classification. *Botanicheskii Zhurnal = Botanical Journal*. 1995;80(11):28–33. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 30.03.2026; принята к публикации / accepted: 20.05.2026.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Канцерова Любовь Викторовна

канд. биол. наук, научный сотрудник

e-mail: Kancerova.L@mail.ru

CONTRIBUTOR:

Kantserova, Lubov

Cand. Sci. (Biol.), Researcher