

УДК 581.95 (571.53)
DOI: 10.26456/vtbio188

ФЛОРА ТРАНССИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ И ЕЕ СОПРЯЖЕННОСТЬ С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОМОВ НА ТЕРРИТОРИИ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ*

**М.А. Галкина¹, С.С. Калюжный², J. Pergl³, В.К. Тохтарь⁴,
Ю.К. Виноградова¹**

¹Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва

²Иркутский государственный университет, Иркутск

³Институт ботаники, Академия наук Чешской республики,
Пругонице (Чехия)

⁴Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, Белгород

Проведена инвентаризация чужеродных и аборигенных видов растений вдоль Транссибирской магистрали на участке Тайшет – Улан-Удэ, длина которого составляет 1126 км (12% Транссиба). Выявлена корреляция между характеристиками биомов и основными флористическими показателями. Исследованы 13 железнодорожных станций и участки полотна железной дороги, расположенные в трех естественных биомах. На каждом участке заложены площадки размером 100 м² в трех различных экотопах: на железнодорожном полотне, на откосах и на подошве железнодорожной насыпи в начале полосы отчуждения. Всего составлено 51 геоботаническое описание. Выявлено 266 видов сосудистых растений: 36 древесных, 169 травянистых поликарпиков и 61 травянистый монокарпик. Самое высокое число видов (175) произрастают в наиболее влагообеспеченном Таежном Южносибирском Восточносаянском биоме. 30 видов встречаются во всех трех изученных биомах, более половины из них отмечены нами ранее и на европейском участке Транссибирской магистрали: *Acer negundo*, *Amaranthus retroflexus*, *Artemisia sieversiana*, *A. vulgaris*, *Bromopsis inermis*, *Convolvulus arvensis*, *Elytrigia repens*, *Equisetum arvense*, *Euphrasia stricta*, *Kochia scoparia*, *Medicago falcata*, *M. lupulina*, *Odontites vulgaris*, *Polygonum aviculare*, *Poa pratensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Sonchus arvensis*, *Vicia cracca*. Во всех биомах минимальное число видов растет непосредственно на железнодорожном полотне. При этом в обоих Таежных биомах (Восточносаянском и Сохондинском) больше всего

* Исследование выполнено при поддержке РФФИ (грант № 19-54-26010) и Чешского научного фонда 20-10349J.

видов обнаружено на откосах, а в Бореальном Ангарском подтаежном биоме – в полосе отчуждения. Высокое сходство набора видов ($K_s > 50\%$) наблюдается в Бореальном Ангарском подтаежном биоме и Таежном Южносибирском Восточносаянском биоме для откосов железной дороги и для полосы отчуждения, что отражает наличие «коридора», позволяющего видам, в том числе и инвазионным, расселяться вдоль железной дороги. Значимая положительная корреляция отмечена между численностью «железнодорожных» видов и среднегодовым количеством осадков, и в меньшей степени, среднегодовой температурой биома. Всего треть из выявленных «железнодорожных» видов встречаются как в Байкальской Сибири, так и в европейской части России, и почти половину из них составляют чужеродные таксоны. Число инвазионных видов на Транссибе существенно снижается по направлению с запада (17 видов) на восток (4 вида). Флора Транссибирской магистрали в Байкальской Сибири более обособлена от природной флоры региона, чем в европейской части России, поскольку, а) отсутствует корреляция между численностью «железнодорожных» видов и общей численностью видов сосудистых растений, зарегистрированных в биоме; б) сходство флор трех сибирских биомов отмечено не только по откосам дорог, но и в полосе отчуждения.

Ключевые слова: *Байкальская Сибирь, естественные биомы, флора, инвазия, Транссибирская магистраль, чужеродные виды растений.*

Введение. Одним из основных векторов расселения растений на дальние расстояния являются транспортные коридоры, и, в первую очередь, железные дороги. Обочины железных дорог – излюбленные местообитания сорных и инвазионных видов растений, которые приспособлены к нарушениям естественных фитоценозов (Майоров и др., 2020). При строительстве и эксплуатации железнодорожного полотна обнажается почвенный слой, уничтожаются аборигенные растения и изменяется дренаж. Такие местообитания подвергаются высокому давлению диаспор, что облегчает колонизацию инвазионных видов и помогают их расселению или увеличению числа популяций. Придорожная зона является относительно узкой, но она может формировать непрерывное местообитание длиной на многие километры, что позволяет придорожным видам расселяться на большие расстояния, не встречая препятствий на пути распространения или натурализации. Если дорога пересекает несколько растительных сообществ, она может служить вектором вторжения, позволяя видам из одного фитоценоза расселиться в другие. Реальное распределение придорожных популяций представляет собой комбинацию дальнего расселения и локального рассредоточения из немногочисленных точек формирования

инициальных популяций (Christen, Matlack, 2006; Виноградова и др., 2017).

Роль железных дорог в распространении чужеродных растений в глобальном масштабе мы изучаем на примере Транссибирской магистрали, через которую перевозится более 50% торговых и транзитных грузов России. Длина Транссибирской магистрали на маршруте от Москвы до Владивостока составляет 9288 км, это самая длинная железная дорога на планете. Транссибирская магистраль – уникальная модельная система: 1) она является изолированным транспортным коридором, и локусы обмена видами с окружающими ландшафтами ограничены железнодорожными станциями, которые и служат очагами, из которых чужеродные растения нередко распространяются в природные ценозы (Тохтарь, 1993; Murcia, 1995; Cadenasso, Pickett, 2001; Сенатор и др., 2016; Тохтарь, Курской, 2020; Tokhtar et al., 2020); 2) она соединяет две несвязанные части мира через барьеры относительно неподходящих для инвазий областей. Роль Транссиба в непреднамеренном перемещении растений из Европы в Азию и обратно имеет решающее значение (Виноградова и др., 2020).

На европейскую часть Транссиба приходится около 19% длины, а на азиатскую – около 81%. Данная работа посвящена изучению «железнодорожной флоры» Байкальской Сибири, т.е. участка от Тайшета до Улан-Удэ, длина которого составляет 1126 км (12% Транссиба).

Цель настоящей работы – инвентаризация чужеродных и аборигенных растений вдоль Транссибирского железнодорожного коридора в Байкальской Сибири, а также сравнительный анализ локальных «железнодорожных» флор европейского и восточносибирского участков для выявления направленности расселения инвазионных видов.

Методика. Изученный участок Транссибирской магистрали расположен в юго-восточной части Сибири, в окрестностях озера Байкал и в бассейнах рек Ангары и Селенги (рис. 1). Геоботанические описания сделаны на 10 станциях в Иркутской области, а также в окрестностях г. Улан-Удэ (Республика Бурятия) (табл. 1, рис. 1). Непосредственно на крупных вокзалах (например, в г. Улан-Удэ) железнодорожные пути интенсивно обрабатывают гербицидами, и на них практически ничего не растет, поэтому геоботанические описания в таких случаях делались в нескольких сотнях метров от станции. Описания выполнялись на площадках 100 м² в трех различных экотопах: на железнодорожном полотне, на откосах (склоны или практически ровные участки железнодорожной насыпи) и в полосе отчуждения (чаще – дренажные канавы, понижения с избыточным

увлажнением, реже – ровные участки с нормальным, атмосферным увлажнением). Для каждой геоботанической площадки отмечали особенности рельефа, характер увлажнения, прилегающие к железной дороге естественные фитоценозы.

Таблица 1

Перечень исследованных станций Транссибирской магистрали в Байкальской Сибири

Название биома	Административный регион	Железнодорожная станция	Географические координаты
Таежный Южносибирский Восточносаянский (ТЮВ)	Иркутская область	Тайшет	55.941 с.ш. 98.003 в.д.
		Лаврентьево	55.923 с.ш. 98.105 в.д.
Бореальный Ангарский подтаежный (БАПТ)	Иркутская область	Усолье Сибирское	52.729 с.ш. 103.651 в.д.
		Ангарск	52.551 с.ш. 103.915 в.д.
		Батарейная	52.388 с.ш. 104.136 в.д.
		Иркутск	52.283 с.ш. 104.260 в.д.
		Кая	52.269 с.ш. 104.219 в.д.
		Шелехов	52.228 с.ш. 104.116 в.д.
Таежный Южносибирский Восточносаянский (ТЮВ)	Иркутская область	Слюдянка-1	51.659 с.ш. 103.724 в.д.
		Мурино	51.478 с.ш. 104.407 в.д.
Таежный Южносибирский Сохондинский (ТЮС)	Республика Бурятия	Улан-Удэ	51.840 с.ш. 107.582 в.д.
		Тальцы	51.848 с.ш. 107.783 в.д.
		Сосновый Бор	51.850 с.ш. 107.899 в.д.

Для выявления степени влияния характеристик экосистем, через которые проложена Транссибирская магистраль, на локальные флоры железной дороги, мы анализировали флору железных дорог не в границах административных регионов, а в границах естественных биомов. Участок железной дороги в Иркутской области пересекает два биома – Бореальный Ангарский подтаежный (БАПТ) и Таежный Южносибирский Восточносаянский (ТЮВ). Исследованный участок железнодорожного полотна в Бурятии расположен в Таежном Южносибирском Сохондинском биоме (ТЮС). Характеристики биомов взяты из Карты биомов России (2018, рис. 2).

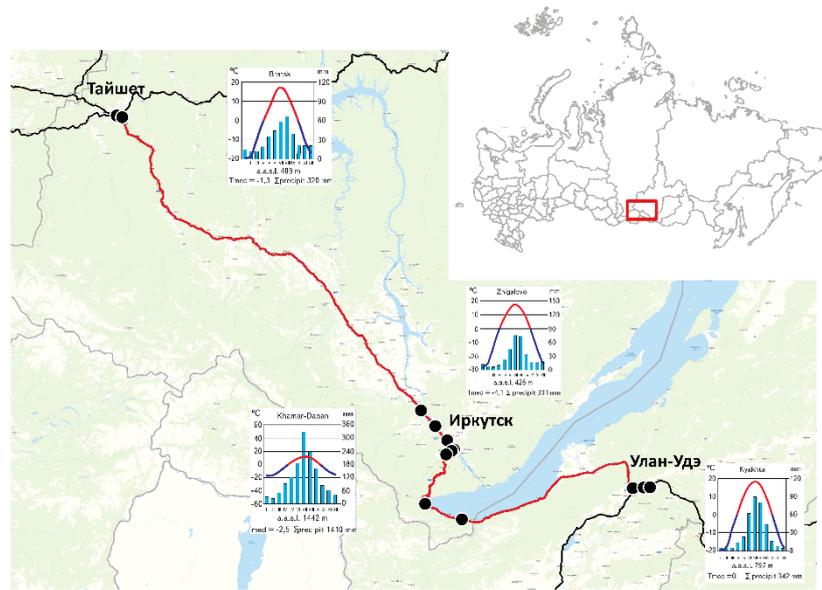
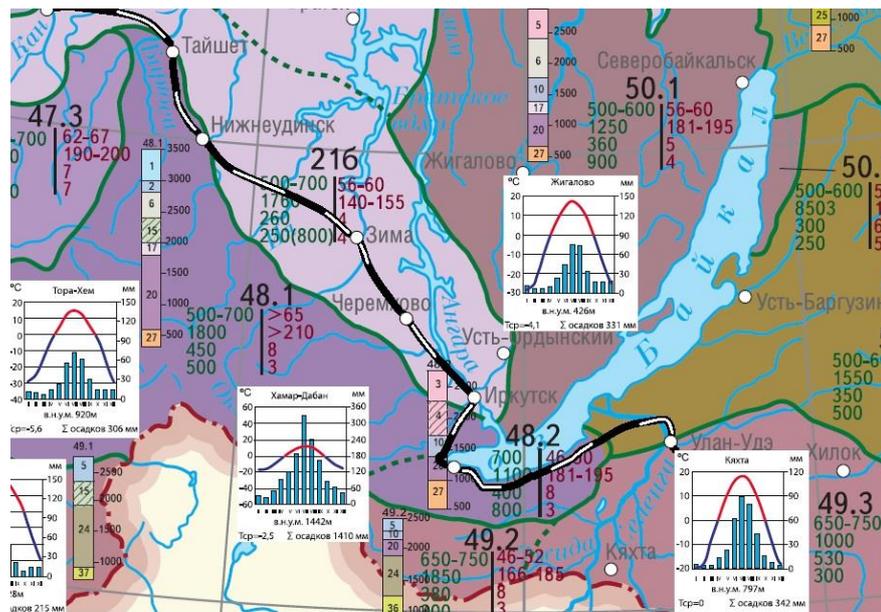


Рис. 1. Расположение исследованных станций Транссибирской магистрали



Условные обозначения

— Транссибирская железнодорожная магистраль

216 – Бореальный Ангарский подтаежный биом

48.1 – Таежный Южносибирский Восточносибирский биом

49.3 – Таежный Южносибирский Сохондинский биом

Рис. 2. Фрагмент карты биомов России (2018) с изученным участком Транссибирской железнодорожной магистрали

Для оценки сходства растительности на участках Транссибирской магистрали в разных биомах и биотопах подсчитывали коэффициент Сьеренсена. В программе PAST выявляли корреляцию между численностью видов «железнодорожной флоры» и природно-климатическими и флористическими характеристиками биомов. Проведено сравнение изучаемых параметров с результатами, полученными нами ранее (Виноградова и др., 2020) на участке Транссиба в европейской части России.

Результаты и обсуждение. На 51 геоботанической площадке выявлено 266 видов сосудистых растений (36 древесных, 169 травянистых многолетников и 61 травянистый монокарпик), а также 11 видов мхов и 2 вида печеночников. По общему числу зарегистрированных видов сосудистых растений биомы располагаются в следующем порядке ТЮВ (175) → БАпТ (115) → ТЮС (108). В ТЮВ наблюдается и наиболее высокое разнообразие мохообразных: здесь произрастают все из отмеченных видов – *Aulacomnium palustre*, *Bryum argenteum*, *B. pseudotriquetrum*, *Ceratodon purpureus*, *Funaria hygrometrica*, *Grimmia elatior*, *Mnium stellare*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Sanionia uncinata*. Печеночники характерны для двух других биомов: *Marschantia polymorpha* отмечен в БАпТ, а *Mannia sibirica* – в ТЮС.

Таблица 2

Виды растений, отмеченные в различных экотопах Транссибирской магистрали в пределах трех естественных биомов

Биом	Бореальный Ангарский подтаежный			Таежный Южносибирский Восточносибирский			Таежный Южносибирский Сохондинский		
	Ж.д. полотно	Откос	Дренажная канава	Ж.д. полотно	Откос	Дренажная канава	Полотно	Откос	Дренажная канава
Древесные растения									
<i>Acer negundo</i> L.***		+	+	+	+	+			+
<i>Betula fusca</i> Pall. ex Georgi						+			
<i>Betula pendula</i> Roth*		+	+		+	+			
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.*									+
<i>Caragana arborescens</i> Lam.					+				
<i>Caragana pygmaea</i> (L.) DC.								+	+
<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar						+			
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.***			+		+	+			
<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.					+	+			

<i>Padus avium</i> Mill.***		+	+		+	+			
<i>Picea obovata</i> Ledeb.			+						
<i>Pinus sylvestris</i> L.*		+	+	+	+	+			
<i>Populus suaveolens</i> Fisch.		+	+	+	+	+			+
<i>Populus tremula</i> L.*			+			+			
<i>Rosa acicularis</i> Lindl.		+	+		+				
<i>Ribes nigrum</i> L.*		+	+						
<i>Rubus matsumuranus</i> H. Lev. & Vaniot					+	+			
<i>Salix abscondita</i> Laksch.					+	+			
<i>Salix brachypoda</i> (Trautv. & C.A. Mey.) Kom.						+			
<i>Salix caprea</i> L.*			+			+			
<i>Salix dasyclados</i> Wimm.						+			
<i>Salix divaricata</i> Pall.					+				+
<i>Salix jensseensis</i> (F. Schmidt.) Flod.						+			
<i>Salix kochiana</i> Trautv.			+		+				
<i>Salix pseudopentandra</i> (Flod.) Flod			+		+	+			
<i>Salix rhamnifolia</i> Pall.		+	+			+			
<i>Salix rorida</i> Laksch.			+	+	+				+
<i>Salix rosmarinifolia</i> L.						+			
<i>Salix schwerinii</i> E.L. Wolf						+			
<i>Salix triandra</i> L.			+			+			
<i>Salix udensis</i> Trautv. & C.A. Mey.			+			+			
<i>Salix viminalis</i> L.		+	+			+			
<i>Spiraea aquilegifolia</i> Pall.								+	
<i>Spiraea flexuosa</i> Fisch. ex Cambess.					+				
<i>Spiraea media</i> Schmidt					+				
<i>Ulmus pumila</i> L.								+	+
ИТОГО:	0	9	18	4	17	23	0	3	7
Многолетние травянистые растения									
<i>Achillea asiatica</i> Serg.		+	+	+	+	+			
<i>Achillea millefolium</i> L.***		+	+	+	+	+			
<i>Achnatherum sibiricum</i> (L.) Keng ex Tzvelev								+	+
<i>Achnatherum splendens</i> (Trin.) Nevski									+
<i>Aconogonon divaricatum</i> (L.)		+				+			

Nakai ex Mori									
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.*			+			+			
<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn.								+	+
<i>Agrostis clavata</i> Trin.		+			+	+		+	+
<i>Agrostis trinii</i> Turcz.			+	+	+				
<i>Aizopsis aizoon</i> (L.) Grulich					+	+			
<i>Alchemilla anisopoda</i> Juz.					+	+			
<i>Allium bidentatum</i> Fisch. ex Prokh.									+
<i>Allium ramosum</i> L.								+	+
<i>Allium senescens</i> L.									+
<i>Allium tenuissimum</i> L.								+	
<i>Alopecurus pratensis</i> L.			+			+			
<i>Alyssum lenense</i> Adams								+	
<i>Alyssum obovatum</i> (C.A. Mey.) Turcz.								+	
<i>Anemone baicalensis</i> Turcz. ex Ledeb.					+				
<i>Anemone dichotoma</i> L.					+				
<i>Aquilegia sibirica</i> Lam.					+	+			
<i>Arctopoa subfastigiata</i> (Trin.) Prob.									+
<i>Artemisia absinthium</i> L.*	+	+	+						
<i>Artemisia ambigua</i> Jord.									+
<i>Artemisia commutata</i> Besser								+	+
<i>Artemisia dracunculus</i> L.		+	+		+			+	+
<i>Artemisia dolosa</i> Krasch.								+	
<i>Artemisia frigida</i> Willd.								+	+
<i>Artemisia gmelinii</i> Weber ex Stechm.					+				
<i>Artemisia laciniata</i> Willd.									+
<i>Artemisia mongolica</i> (Besser) Fisch. ex Nakai								+	+
<i>Artemisia monostachya</i> Bunge ex Maxim.								+	+
<i>Artemisia sieversiana</i> Willd.***		+	+	+	+	+		+	+
<i>Artemisia vulgaris</i> L.***		+	+	+	+	+		+	+
<i>Athyrium rubripes</i> (Kom.) Kom.					+				
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.								+	
<i>Bistorta alopecuroides</i> (Turcz.						+			

ex Meissn.) Kom.									
<i>Bromopsis inermis</i> (Leys.) Holub *		+	+	+	+	+		+	+
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth		+			+	+			
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth *			+		+	+			
<i>Calamagrostis langsdorffii</i> (Link) Trin.					+				
<i>Calamagrostis obtusata</i> Trin.					+				
<i>Carex duriuscula</i> C.A. Mey.				+				+	+
<i>Carex enervis</i> C.A. Mey.						+			
<i>Carex rostrata</i> Stokes						+			
<i>Centaurea scabiosa</i> L.*			+	+	+	+			
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop. *		+	+		+	+			
<i>Cichorium intybus</i> L.*						+			
<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill						+			
<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Besser**		+	+	+	+	+			
<i>Convolvulus arvensis</i> L.***	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Convolvulus bicuspidatus</i> Fisch. ex Link								+	
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.								+	+
<i>Crepis sibirica</i> L.			+		+				
<i>Dactylis glomerata</i> L.***			+		+	+			
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soó						+			
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.			+		+	+			
<i>Dracocephalum nutans</i> L.	+	+		+	+				
<i>Dryopteris assimilis</i> S. Walker					+				
<i>Elymus mutabilis</i> (Drobow) Tzvelev			+		+	+			
<i>Elymus sibiricus</i> L.	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski *		+	+	+	+	+			+
<i>Epilobium latifolium</i> L.*						+			
<i>Equisetum arvense</i> L.*		+	+	+	+				+
<i>Equisetum hyemale</i> L.					+				
<i>Festuca ovina</i> L.					+				
<i>Festuca pratensis</i> Huds.***		+							
<i>Festuca rubra</i> L.*				+	+				

<i>Fragaria vesca</i> L.*			+		+				
<i>Gagea pauciflora</i> Turcz. ex Ledeb.								+	
<i>Geranium pratense</i> L.*			+		+	+			
<i>Geranium sibiricum</i> L.*	+	+	+	+	+	+			
<i>Geranium vlassovianum</i> Fisch. ex Link					+				
<i>Geum aleppicum</i> Jacq.					+				
<i>Gypsophila altissima</i> L.			+						
<i>Helianthus tuberosus</i> L.***					+				
<i>Hemerocallis minor</i> Mill.			+						
<i>Heteropappus altaicus</i> (Willd.) Novopokr.								+	+
<i>Hieracium umbellatum</i> L.*		+			+				
<i>Hordeum jubatum</i> L.***	+			+	+				
<i>Hordeum vulgare</i> L.								+	
<i>Hylotelephium triphyllum</i> (Haw.) Holub			+			+			
<i>Hypericum perforatum</i> L.***						+			
<i>Iris ruthenica</i> Ker Gawl.			+		+				
<i>Lamium album</i> L.						+			
<i>Lathyrus gmelinii</i> Fritsch						+			
<i>Lathyrus humilis</i> (Ser.) Spreng.						+			
<i>Lathyrus pratensis</i> L.*		+	+		+	+			
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.					+				
<i>Leontodon autumnalis</i> L.*						+			
<i>Leonurus villosus</i> Desf. ex D'Urv.*		+	+						
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.*			+						
<i>Leymus chinensis</i> (Trin.) Tzvelev								+	+
<i>Leymus secalinus</i> (Georgi) Tzvelev							+	+	+
<i>Lilium pilosiusculum</i> (Freyn) Misch.			+						
<i>Linaria acutiloba</i> Fisch. ex Rchb.	+	+	+	+	+				
<i>Linaria buriatica</i> Turcz. ex Ledeb.								+	
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.*		+	+	+	+	+			
<i>Linum perenne</i> L.*							+		
<i>Luzula parviflora</i> (Ehrh.) Desv.						+			
<i>Medicago falcata</i> L.***		+	+	+	+	+		+	+

<i>Milium effusum</i> L.					+				
<i>Papaver nudicaule</i> L.								+	
<i>Phegopteris connectilis</i> (Michx.) Watt					+				
<i>Phleum phleoides</i> (L.) H. Karst.			+			+			
<i>Phlomis tuberosa</i> L.			+		+	+			
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.**		+	+	+	+	+			
<i>Plantago lanceolata</i> L.					+				
<i>Plantago major</i> L.***				+					
<i>Plantago media</i> L.		+		+					
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.						+			
<i>Poa angustifolia</i> L.					+				
<i>Poa nemoralis</i> L.				+					
<i>Poa palustris</i> L.			+			+			+
<i>Poa pratensis</i> L.*		+	+	+	+	+			+
<i>Poa supina</i> Schrad.**					+				+
<i>Potentilla acaulis</i> L.								+	
<i>Potentilla anserina</i> L.*		+		+	+				
<i>Potentilla argentea</i> L.*				+	+				
<i>Potentilla bifurca</i> L.		+					+	+	
<i>Potentilla longifolia</i> Willd. ex Schtdl.									+
<i>Potentilla semiglabra</i> Juz.								+	+
<i>Potentilla tanacetifolia</i> Willd. ex Schtdl.								+	
<i>Prunella vulgaris</i> L.						+			
<i>Puccinellia hauptiana</i> V.I. Krecz.	+	+	+	+	+	+			+
<i>Rumex acetosella</i> L.				+					
<i>Rumex crispus</i> L.*		+	+						
<i>Rubus saxatilis</i> L.					+	+			
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.		+	+	+	+				+
<i>Scorzonera austriaca</i> Willd.								+	
<i>Scorzonera radiata</i> Fisch. ex Ledeb.		+				+			
<i>Scutellaria scordiifolia</i> Fisch. ex Schrank								+	
<i>Serratula centauroides</i> L.									+
<i>Silene nutans</i> L.								+	
<i>Sonchus arvensis</i> L.		+	+	+	+	+		+	+

<i>Sium suave</i> Walter						+			
<i>Solanum kitagawae</i> Schonb.- Tem.									+
<i>Stellaria dahurica</i> Willd. ex Schltdl.								+	
<i>Stellaria dichotoma</i> L.								+	
<i>Stipa capillata</i> L.								+	+
<i>Sisymbrium altissimum</i> L.									+
<i>Tanacetum vulgare</i> L.*				+	+	+			
<i>Taraxacum ceratophorum</i> (Ledeb.) DC.	+	+	+	+	+			+	
<i>Taraxacum dissectum</i> (Ledeb.) Ledeb.					+				
<i>Taraxacum mongolicum</i> Hand.-Mazz.								+	
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.***		+	+	+	+				
<i>Taraxacum printzii</i> Dahlst.				+	+				
<i>Thalictrum minus</i> L.								+	
<i>Thalictrum simplex</i> L.				+				+	+
<i>Thermopsis lanceolata</i> R. Br.								+	+
<i>Trifolium hybridum</i> L.***				+					
<i>Trifolium pratense</i> L.***				+		+			
<i>Trifolium repens</i> L.***					+				
<i>Trollius</i> sp.						+			
<i>Tussilago farfara</i> L.***		+			+				
<i>Typha latifolia</i> L.						+			
<i>Typha laxmannii</i> Lepech. *			+			+			
<i>Urtica cannabina</i> L.		+	+					+	
<i>Urtica dioica</i> L.*		+	+		+	+			
<i>Veratrum lobelianum</i> Bernh.						+			
<i>Veronica chamaedrys</i> L.*						+			
<i>Veronica longifolia</i> L.		+			+	+			
<i>Vicia amoena</i> Fisch.		+	+			+			+
<i>Vicia cracca</i> L.*		+	+		+	+			+
<i>Vicia unijuga</i> A. Braun			+			+			
<i>Vincetoxicum sibiricum</i> (L.) Decne.								+	
<i>Viola patrinii</i> Ging.						+			
<i>Viola selkirkii</i> Pursh ex Goldie						+			
<i>Youngia tenuifolia</i> (Willd.) Babc. & Stebbins								+	
ИТОГО:	9	43	53	38	73	68	4	48	42

Одно-двулетние травянистые растения									
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.***		+	+	+				+	
<i>Androsace lactiflora</i> Pall.			+						
<i>Androsace maxima</i> L.				+					
<i>Androsace septentrionalis</i> L.			+	+					
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.***		+	+	+					
<i>Artemisia annua</i> L.**								+	
<i>Artemisia palustris</i> L.								+	+
<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. & Kit.			+	+	+			+	+
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.***			+						
<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz			+						
<i>Carum carvi</i> L.**			+		+				
<i>Chamaerhodos erecta</i> (L.) Bunge			+	+	+	+			
<i>Chelidonium majus</i> L.*		+	+		+				
<i>Chenopodium album</i> L.*		+			+				
<i>Chenopodium acuminatum</i> (Schur) Schur								+	+
<i>Chenopodium aristatum</i> L.								+	
<i>Chenopodium glaucum</i> L.				+				+	
<i>Chenopodium suecicum</i> Murr		+							
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.**									+
<i>Crepis tectorum</i> L.**				+					
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl**									+
<i>Dontostemon integrifolius</i> (L.) C.A. Mey.								+	
<i>Draba nemorosa</i> L.				+	+				
<i>Dracocephalum olchonense</i> Peschkova							+	+	
<i>Euphrasia stricta</i> D. Wolff ex J.F. Lehm.*			+			+			+
<i>Erigeron acris</i> L.	+	+	+	+	+				
<i>Erigeron canadensis</i> L.***	+	+		+	+				
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.							+		
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.		+		+					
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench								+	
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve								+	
<i>Galium boreale</i> L.*									+
<i>Galium vaillantii</i> DC.**			+						

<i>Heracleum dissectum</i> Ledeb.					+				
<i>Hypocoum erectum</i> L.								+	
<i>Kitagawia baicalensis</i> (I. Redowsky ex Willd.) Pimenov								+	
<i>Kochia densiflora</i> (Moq.) Aellen								+	+
<i>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad.		+		+					+
<i>Lactuca sibirica</i> (L.) Benth. ex Maxim.								+	+
<i>Lappula myosotis</i> Moench		+	+		+				
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.*				+	+				
<i>Lepidium densiflorum</i> Schrad.***								+	+
<i>Lepidium ruderales</i> L.*				+					
<i>Medicago lupulina</i> L.***		+		+				+	+
<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke		+			+				
<i>Melilotus albus</i> Medikus***		+	+	+	+	+			
<i>Melilotus suaveolens</i> Ledeb.			+	+	+				+
<i>Neopallasia pectinata</i> (Pall.) Poljakov								+	+
<i>Odontites vulgaris</i> Moench***			+			+			+
<i>Orostachys malacophylla</i> (Pall.) Fisch.								+	
<i>Pastinaca sativa</i> L.***		+	+	+	+	+			
<i>Polygonum aviculare</i> L.*		+	+	+				+	
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.*	+			+	+			+	
<i>Rhinanthus angustifolius</i> C.C. Gmel.									+
<i>Salsola collina</i> Pall.								+	+
<i>Senecio viscosus</i> L.***			+						
<i>Senecio vulgaris</i> L.***				+					
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.*				+					
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.*		+						+	+
<i>Sonchus oleraceus</i> L.***		+							
<i>Tragopogon orientalis</i> L.		+		+	+				
ИТОГО	3	18	20	24	17	5	3	23	17

Примечание: * – вид также встречается на европейском участке Транссибирской магистрали; ** – чужеродный вид; *** – чужеродный вид, отмеченный и на европейском участке.

30 видов встречаются во всех изученных биомах Байкальской Сибири, а 18 из них отмечены нами ранее на европейском участке Транссибирской магистрали: *Acer negundo*, *Amaranthus retroflexus*, *Artemisia sieversiana*, *A. vulgaris*, *Bromopsis inermis*, *Convolvulus arvensis*, *Elytrigia repens*, *Equisetum arvense*, *Euphrasia stricta*, *Kochia*

scoparia, Medicago falcata, M. lupulina, Odontites vulgaris, Polygonum aviculare, Poa pratensis, Raphanus raphanistrum, Sonchus arvensis, Vicia cracca.

Во всех трех биомах минимальное число видов найдено непосредственно на железнодорожном полотне (БАпТ – 12; ТЮВ – 66; ТЮС – 7). В Таежных Южносибирских биомах больше всего видов обнаружено на откосах (ТЮВ – 107; ТЮС – 74), тогда как в БАпТ наибольшее число видов (91) отмечено в полосе отчуждения (табл. 2). Некоторые виды встречаются во всех трех биотопах: и на железнодорожном полотне, и на откосах, и в полосе отчуждения (или в двух из трех биотопов), поэтому итоговое число видов в таблицах 2 и 3 ниже суммы числа видов по всем трем местообитаниям.

Для оценки сходства растительности на участках Транссибирской магистрали в разных биомах и биотопах мы подсчитали коэффициент Сьеренсена (табл. 3). Высокое сходство ($K_s > 50\%$) наблюдается между БАпТ и ТЮВ для откосов железной дороги и для полосы отчуждения. Это подтверждает наличие «коридора», позволяющего видам, в том числе и инвазионным, расселяться вдоль железной дороги.

Таблица 3

Коэффициент сходства по Сьеренсену для различных местообитаний, приуроченных к разным биомам по ходу Транссибирской магистрали

Тип местообитаний	K _s		
	Железнодорожное полотно	Откосы железной дороги	Полоса отчуждения
Биомы			
БАпТ/ ТЮВ	28%	54%	57%
БАпТ/ ТЮС	0	19%	25%
ТЮВ/ ТЮС	0	12%	20%

Выявляли корреляцию между численностью видов «железнодорожной флоры» и природно-климатическими и флористическими характеристиками биомов (табл. 4). Значимая положительная корреляция $R=0,993639$ отмечена между численностью видов и среднегодовым количеством осадков. Особенно велико влияние среднегодового количества осадков на численность древесных растений и многолетних трав, поскольку однолетники способны компенсировать отсутствие осадков быстрым онтогенетическим развитием. Значимая, но более низкая положительная корреляция $R=0,89979$ отмечена между численностью

видов и средней температурой. Корреляции с общим числом видов сосудистых растений в биоме и числом видов сосудистых растений на 100 км² не выявлено. В европейской части России, напротив, такая зависимость наблюдалась. Это демонстрирует своеобразие «железнодорожной» флоры Байкальской Сибири и более высокую ее «независимость» от окружающих биомов.

Таблица 4

Природно-климатические и флористические характеристики биомов, через которые проходит Транссибирская магистраль

Биом	Бореальный Ангарский подтаежный	Тажный Южносибирский Восточносибирский	Тажный Южносибирский Сохондинский
Средняя температура, °С	-1,3	-2,5	0
Среднегодовое количество осадков, мм	320	1409	342
Общее число видов сосудистых растений в биоме	1760	1100	1000
Число видов сосудистых растений на 100 км ²	500-700	700	650-750
Общее число видов сосудистых растений, зарегистрированных на Транссибе	115	175	108
- из них древесных растений	18	30	8
- из них многолетних травянистых растений	66	112	70
- из них одно-двулетних травянистых растений	31	33	30

При сравнении списка видов, отмеченных на участках Транссиба в европейской части России (Виноградова и др., 2020), с «железнодорожной» флорой Байкальской Сибири удивление вызывает почти полное тождество общей численности видов: 265 и 266, соответственно. Однако общих видов всего 29% (77 видов, отмечены* в табл. 2), из которых большую часть составляют многолетние травянистые растения (46 видов). Почти половину (41%) из общих для европейского и азиатского участков видов составляют чужеродные таксоны (отмечены *** в табл. 2).

Из 266 выявленных на сибирском участке Транссиба видов в Топ-100 наиболее агрессивных инвазионных видов (Петросян и др., 2018) входят всего 4 таксона: *Acer negundo*, *Amaranthus retroflexus*, *Erigeron canadensis* и *Hordeum jubatum*. На европейском участке этих видов в 4 раза больше – 17 таксонов (Виноградова и др., 2020), в том числе и вышеупомянутые. Таким образом, в Сибири инвазионная активность чужеродных видов пока ниже, чем в Европе. Однако

процесс инвазии усиливается: в последние 10-15 лет, например, в Улан-Удэ стал активно расселяться *Acer negundo*, а в Тайшете – *Hordeum jubatum*, *Tussilago farfara*, *Acer negundo* и *Pimpinella saxifraga*.

Заключение. На участке Транссибирской магистрали, проходящей по территории трех биомов Байкальской Сибири, выявлено 266 видов сосудистых растений (36 древесных, 169 многолетних травянистых растений и 61 травянистый монокарпик), а также 11 видов мхов и 2 вида печеночников. Наибольшее число зарегистрированных видов как сосудистых растений, так и мхов, отмечено в наиболее влагообеспеченном Таежном Южносибирском Восточносаянском биоме. 30 видов встречаются во всех трех изученных биомах Байкальской Сибири.

Во всех трех биомах минимальное число видов найдено непосредственно на железнодорожном полотне, при этом в Таежном Южносибирском Восточносаянском и Таежном Южносибирском Сохондинском биомах больше всего видов произрастает на откосах, а в Бореальном Ангарском подтаежном биоме – в полосе отчуждения.

Высокое сходство набора видов ($K_s > 50\%$) наблюдается в Предбайкальских биомах для откосов железной дороги и для полосы отчуждения, что отражает наличие «коридора», позволяющего видам, в том числе и инвазионным, расселяться вдоль железной дороги. Значимая положительная корреляция отмечена между численностью «железнодорожных» видов и среднегодовым количеством осадков, а также (но в меньшей степени) и среднегодовой температурой биома.

Всего треть из выявленных «железнодорожных» видов встречаются как в Байкальской Сибири, так и в европейской части России, и почти половину из них составляют чужеродные таксоны. Число инвазионных видов на Транссибе существенно снижается по направлению с запада (17 видов) на восток (4 вида).

Отличия флоры Транссибирской магистрали в Байкальской Сибири от таковой в европейской части России: 1) отсутствие корреляции между численностью «железнодорожных» видов и общей численностью видов сосудистых растений, зарегистрированных в биоме; 2) сходство флор не только по откосам дорог, но и в полосе отчуждения. Оба эти параметра отражают более высокую обособленность «железнодорожной» флоры от природной флоры региона в Байкальской Сибири по сравнению с европейской частью России.

Список литературы

- Виноградова Ю.К., Бочкин В.Д., Майоров С.Р., Теплов К.Ю., Баринов А.В.* 2017. Историческая флора железнодорожного узла Московского мегаполиса (в границах до 2012 года) // *Hortus Botanicus*. Т. 12. С. 77-105. <https://cyberleninka.ru/article/n/istoricheskaya-flora-zheleznodorozhnoyuzla-moskovskogo-megapolisa-v-granitsah-do-2012-goda/viewer>
- Виноградова Ю.К., Тохтарь В.К., Зеленкова В.Н., Галкина М.А., Курской А.Ю., Третьяков М.Ю., Стогова А.В.* 2020. Флора Транссибирской железнодорожной магистрали и ее сопряженность с характеристиками естественных биомов на территории Восточно-Европейской равнины // *Вестн. ТвГУ. Сер. биология и экология №4 (60)*. С. 61-82.
- Карта «Биомы России»* в серии карт природы для высшей школы. 2018. М. 1:7500000. Издание 2-е, переработанное и дополненное / Г.Н. Огурева, Н.Б. Леонова, Л.Г. Емельянова и др. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF). Электронная версия: <https://wwf.ru/what-we-do/bio/biomy-rossii/>.
- Майоров С.Р., Алексеев Ю.Е., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Щербаков А.В.* 2020. Чужеродная флора Московского региона: состав, происхождение и пути формирования. М.: Товарищество науч. изд. КМК. 576 с.
- Самые опасные инвазионные виды России (Топ-100)*. 2018 / ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г. Петросян, Л.А. Хляп. М.: Товарищество научн. изд. КМК. 688 с.
- Сенатор С.А., Тохтарь В.К., Курской А.Ю.* 2016. Материалы к флоре железных дорог Белгородской области // *Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. Вып. 4*. С. 50-59.
- Тохтарь В.К.* 1993. Флора железных дорог юго-востока Украины: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев. 17 с.
- Тохтарь В.К., Курской А.Ю.* 2020. Формирование инвазионного компонента флоры Белгородской области за 170 лет // *Бот. журн.* 105 (9). С. 854-860.
- Cadenasso M.L., Pickett S.T.A.* 2001. Effect of edge structure on the flux of species into forest interiors // *Conserv. Biol.* V. 15. Is. 1. P.91-97.
- Christen D., Matlack G.* 2006. The role of roadsides in plant invasions: a demographic approach // *Conserv. Biol.* Vol. 20. Iss. 2. P.385-391. [Doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00315.x](https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00315.x).
- Murcia C.* 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation // *Trends Ecol. Evol.* V. 10. Is. 2. P 58-62.
- Tokhtar V.K., Vinogradova Yu.K., Zelenkova V.N., Kurskoy A.Yu.* 2020. Can invasive plant species «differentiate» colonized ecotopes? // *Eur. Jour. Bios.* V. 14. Is. 1. P. 2285-2292.

TRANS-SIBERIAN RAILWAY'S FLORA AND ITS CORRELATION WITH THE CHARACTERISTICS OF NATURAL BIOMES IN BAIKAL SIBERIA

**M.A. Galkina¹, S.S. Kalyuzhny², J. Pergl³, V.K. Tokhtar⁴,
Yu.K. Vinogradova¹**

¹NV Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

²Irkutsk State University, Irkutsk

³Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic,
Průhonice (Czech Republic)

⁴Belgorod State National Research University, Belgorod

An inventory of alien and aboriginal plant species was carried out along the Trans-Siberian Railway in the Taishet-Ulan-Ude section, the length of which is 1126 km (12% of the Transsib). A correlation was revealed between the characteristics of biomes and the main floristic indicators. Thirteen railway stations and sections of the railway track located in three natural biomes were investigated. Each site has 100 m² plots in three different ecotopes: on the railway track, on the slopes, and at the foot of the railway embankment at the beginning of the right of way. A total of 51 geobotanical descriptions were compiled. 266 species of vascular plants were identified: 36 arboreal, 169 herbaceous polycarpics, and 61 herbaceous monocarpics. The highest number of species (175) grow in the most moisture-rich Taiga South Siberian East Sayan biome. 30 species are found in all three studied biomes, more than half of them were noted by us earlier and in the European section of the Trans-Siberian Railway: *Acer negundo*, *Amaranthus retroflexus*, *Artemisia sieversiana*, *A. vulgaris*, *Bromopsis inermis*, *Convolvulus arvensis*, *Elytrigia repens*, *Equisetrum arvense*, *Euphrasia arvense*, *Kochia scoparia*, *Medicago falcata*, *M. lupulina*, *Odontites vulgaris*, *Polygonum aviculare*, *Poa pratensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Sonchus arvensis*, *Vicia cracca*. In all biomes, the minimum number of species grows directly on the railroad tracks. At the same time, in both Taiga biomes (East Sayan and Sokhondinsky), most species were found on the slopes, and in the Boreal Angarsk subtaiga biome - in the alienation zone. A high similarity of the set of species ($K_s > 50\%$) is observed in the Boreal Angarsk subtaiga biome and the Taiga South Siberian East Sayan biome for the slopes of the railway, which reflects the presence of a "corridor" that allows species, including invasive ones, to settle along the railway. A significant positive correlation was noted between the abundance of "railroad" species and the average annual rainfall, and to a lesser extent, the average annual temperature of the biome. Only one third of the identified "railroad" species are found both in Baikal Siberia and in the European part of Russia, and almost half of them are alien taxa. The number of invasive species on the Transsib decreases significantly from the west (17 species) to the east (4 species). The flora of the Trans-Siberian Railway in Baikal Siberia is more isolated from the natural flora of the Region than in the European part of Russia, since a) there is no correlation between the number of "railroad"

species and the total number of vascular plant species registered in the biome;
b) the similarity of the floras of three Siberian biomes was noted not only along the slopes of the roads, but also in the exclusion zone.

Keywords: *Baikal Siberia, natural biomes, flora, invasion, Trans-Siberian Railway, alien plant species.*

Об авторах:

ГАЛКИНА Мария Андреевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, 127276, Москва, ул. Ботаническая д. 4; e-mail: mawa.galkina@gmail.com.

КАЛЮЖНЫЙ Сергей Сергеевич – кандидат биологических наук, биолог ботанического сада биолого-почвенного факультета ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», 664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, д. 1; e-mail: fernbaikal@yandex.ru

PERGL Jan, researcher with focus on plant invasions, Department of Invasion Ecology, Institute of Botany, Czech Academy of Sciences, CZ-252 43 Průhonice, Czech Republic; e-mail: jan.pergl@ibot.cas.cz.

ТОХТАРЬ Валерий Константинович – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, директор Научно-образовательного Центра «Ботанический сад НИУ «БелГУ» ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85; e-mail: tokhtar@bsu.edu.ru.

ВИНОГРАДОВА Юлия Константиновна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, 127276, Москва, ул. Ботаническая д. 4; e-mail: gbsad@mail.ru.

Галкина М.А. Флора Транссибирской железнодорожной магистрали и ее сопряженность с характеристиками естественных биомов на территории Байкальской Сибири / М.А. Галкина, С.С. Калюжный, J. Pergl, В.К. Тохтарь, Ю.К. Виноградова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2021. № 1(61). С. 82-101.