

УДК 582.52/.59
DOI: 10.35102/cbg.2025.20.39.001

ТИПОВЫЕ ОБРАЗЦЫ НАЗВАНИЙ ТАКСОНОВ СЕМЕЙСТВА CYPERACEAE, ХРАНЯЩИЕСЯ В ГЕРБАРИИ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н. В. ЦИЦИНА РАН (МНА)

Степанова Н. Ю.^{1*}, Татанов И. В.², Полуэктов С. А.³

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

²Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

³Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования города Москвы «Центр развития творчества детей и юношества «Гермес», Москва, Россия

*Адрес автора для переписки: ny_stepanova@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Цитирование:

Степанова Н.Ю., Татанов И.В., Полуэктов С.А. 2025. Типовые образцы названий таксонов семейства Cyperaceae, хранящиеся в Гербарии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (МНА). *Нов. бюл.* ГБС. 1(3–4): 1–20. DOI: 10.35102/cbg.2025.20.39.001

Редактор: Шанцер И.А.

Получена: 15.12.2025

Ревизия: 21.12.2025

Принята к публикации: 24.12.2025

Опубликована: 30.12.2025

© 2025 Авторы

Статья содержит данные о типовых образцах названий таксонов семейства Cyperaceae, хранящихся в Гербарии Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН (МНА). Всего в типовой коллекции хранится 56 образцов 33 названий таксонов из родов *Blysmus*, *Carex*, *Eleocharis*, *Eriophorum*, *Kobresia*, *Scirpus*. Обозначены лектотипы *Carex buxbaumii* Wahlenb. var. *sibirica* Litv., *C. caryophyllea* Latourr. var. *pskowiensis* Litv., *C. chordorrhiza* Ehrh. f. *exstipitata* Litv., *C. elongata* L. f. *pauciflora* Meinh., *C. leucochlora* Bunge var. *subglabra* V.N. Vassil., *C. physodes* M. Bieb. f. *elliptica* Litv., *C. physodes* M. Bieb. f. *globosa* Litv., *C. rhizodes* Blytt ex Boott var. *andrevii* Litv., *C. sylvatica* Huds. f. *angustifolia* Litv., *Scirpus affinis* Roth var. *maritimus* Drob. f. *megalostachys* Litv.

Ключевые слова: Cyperaceae, *Blysmus*, *Carex*, *Eleocharis*, *Eriophorum*, *Kobresia*, *Scirpus*, Гербарий МНА, типификация

TYPE SPECIMENS OF TAXA NAMES OF THE FAMILY CYPERACEAE STORED IN THE HERBARIUM OF THE TSITSIN MAIN BOTANICAL GARDEN OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES (MHA)

Stepanova N.Yu.^{1*}, Tatanov I.V.², Poluektov S.A.³

¹*Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

²*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia*

³*State Budgetary Institution for Further Education of Moscow «Development Center for Creative Activities of Children and Youth of «Hermes», Moscow, Russian Federation*

*Corresponding author: ny_stepanova@mail.ru

Citation:

Stepanova N.Yu., Tatanov I.V., Poluektov S.A. 2025. Type specimens of taxa names of the family Cyperaceae stored in the Herbarium of the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (MHA). *New Bull. MBG*. 1(3–4): 1–20. DOI: 10.35102/cbg.2025.20.39.001

Editor: Schanzer I.A.

Received: 15.12.2025

Revision: 21.12.2025

Accepted: 24.12.2025

Published: 30.12.2025

© 2025 Authors

ABSTRACT

Data on type material of taxa names of the family Cyperaceae stored in the Herbarium of the Tsitsin Main Botanical Garden (MHA) are presented. There are 56 specimens of 33 names of genera *Blysmus*, *Carex*, *Eleocharis*, *Eriophorum*, *Kobresia*, *Scirpus*. Lectotypes of *Carex buxbaumii* Wahlenb. var. *subulata* Litv., *C. caryophyllea* Latourr. var. *pskoviensis* Litv., *C. chordorrhiza* Ehrh. f. *exstipitata* Litv., *C. elongata* L. f. *pauciflora* Meinh., *C. leucochloa* Bunge var. *subglabra* V.N. Vassil., *C. physodes* M. Bieb. f. *elliptica* Litv., *C. physodes* M. Bieb. f. *globosa* Litv., *C. rhizodes* Blytt ex Boott var. *andrevii* Litv., *C. sylvatica* Huds. f. *angustifolia* Litv., *Scirpus affinis* Roth var. *maritimus* Drobow f. *megalostachys* Litv. have been designated.

Key words: Cyperaceae, *Blysmus*, *Carex*, *Eleocharis*, *Eriophorum*, *Kobresia*, *Scirpus*, Herbarium MHA, typification

В рамках ревизии коллекции типовых образцов Гербария Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН (МНА) были изучены протологи и первоначальные материалы названий таксонов семейства Сулерасеae Juss. ранга вида и ниже. Для уточнения информации об образцах, принадлежащих к первоначальному материалу, и их категориях изучены также образцы Гербариев GH, HERZ, KFTA, LE, LECB, MW, PE, WU или их изображения, доступные в базах данных Global Plants on JSTOR (2025) и Virtual Herbaria JACQ (2025) или на сайтах перечисленных Гербариев. Названия таксонов расположены по алфавиту. Для каждого таксона приведены номенклатурная цитата, категория типового образца (образцов – с указанием их количества), текст оригинальной гербарной этикетки (дополнительные сведения и исправления, внесенные в текст оригинальной этикетки, даны в квадратных скобках), баркод образца, цитата протолога и необходимые примечания. Кроме принятых в «International Code of Nomenclature...» (ICN) (Turland et al., 2025) категорий типовых образцов: «holotype» (Art. 9.1), «lectotype» (Art. 9.3), «isotype» (Art. 9.5), «syntype» (Art. 9.6), «paratype» (Art. 9.7), нами использовано также обозначение «original specimen» («оригинальный образец»). Таким термином названы образцы, не упомянутые в протологе, но определенно являющиеся элементами первоначального материала (original material). Они были доступны автору и ассоциированы им с таксоном до или во время подготовки описания или диагноза (Turland et al., 2025: Art. 9.4e; Sokolova, 2018: 6). Для ранее обозначенных лектотипов указана фамилия выбравшего его автора (авторов) со ссылкой на публикацию. Лектотипы, впервые обозначаемые в настоящей статье, сопровождаются указа-

нием «designated here» («обозначен здесь»). Названия таксонов, сокращения фамилий авторов таксонов, а также сокращения названий изданий в номенклатурных цитатах даны в соответствии с International Plant Names Index (IPNI, 2025), акронимы Гербариев – по Index Herbariorum (Thiers, 2025). Изображения процитированных в статье образцов, хранящихся в МНА, в ближайшее время будут доступны в цифровом гербарии МГУ (Seregin, 2025), хранящихся в LE – доступны на собственном сайте (Herbarium LE, 2025).

***Blysmus compressus* (L.) Panz. ex Link subsp. *subulifolius* A.P. Khokhr. 1997, Byull. Moskovsk. Obshch. Isp. Prir., Otd. Biol. 102, 4: 46 («*subulifolia*»).**

?Isotype: «*Blysmus compressus* L. СВ Турция, А8, Эрзурум, долина р. Тортум близ пос. Тортум. NE Turkey, A8, Erzurum, the valley of the river Tortum near Tortum. 8 VII 1994. А. П. Хохряков, М. Г. Пименов, Е. В. Клюиков, М. Т. Мазуренко» — МНА0032827.

?Paratype: «Турция, пров. Ризе, верховья реки Икицдере, выше дер. Сиврикайя, свыше 2000 м, альпийское болотце. 18 VIII 1994. А. П. Хохряков, М. Т. Мазуренко» — МНА0032828.

Holotype: MW0591513.

По протологу: «Typus: Turcia A8/B8 prov. Erzurum, Dumlu Dagi, Guselyayla, pratum alpinum humidis in valle rivuli 2500–2700 m s. m., 8 VII 1994, A. P. Khokhrjakov, M. T. Mazurenko, M. G. Pimenov, E. W. Klujkow. MW, isotypus MHA. Paratypus: Turcia A8, prov. Rize, Karadeniz Daglari, Ovitdagı gecidi 2640 m s. m. pratum alpinum humidis, 18 VIII 1994, A. P. Khokhrjakov et M. T. Mazurenko».

Примечание. Единственный хранящийся в Гербарии МНА образец МНА0032827, собранный в тот же день, что и голотип, не имеет каких-либо авторских пометок, а также география сбора немного отличается от цитаты в протологе, поэтому приводим категорию изотипа со знаком вопроса. Подобная ситуация и с паратипом.

***Carex aequivoca* V.I. Krecz. 1935, Fl. URSS 3: 600, 257.**

Paratype: «Herbarium Flora Rossicae... [№] 1141. *Carex atrata* L. var. *nigra* (All.) Boott... Caucasus, Ossetia, montium trajectus Mamisson, in pratis alpinis. 10 VIII 1900. W. Marcowicz. — Кавказ, Терск. обл. Осетия, Мамисоновский перевал, на альпийских лугах. 22 VII 1900. В. В. Маркович» — МНА0216986.

Lectotype (Egorova, 1999: 398; Egorova, in sched., XII. 1983): LE 01042921.

?Isolectotype: LE 01042920.

Syntypes: LE 01042922, LE 01042923.

По протологу: «Typus: Prov. Tiflis distr. Gori (Cartalinia) in declivio occid. mont. Tskhra-Tskharo, 1–2 VI 1916 (fr. mat.), P. N. Krylov et E. I. Steinberg legerunt atque in prato alpino montis Tskhra-Tskhro-mta, 12 VI 1907 (flor. et fr. immat.), E. Bordzilowski legit — in Herb. Inst. Bot. Ac. Sc. URSS conservatur... *C. atrata* var. *nigra* Meinh. in A. H. P., l. c; Litw. in Sched. ad Herb. Fl. Ross. IV (1902) 69, non Boott... Exs.: HFR n° 1141...».

Примечание. В русской части протолога В. И. Кречетович (Kreczetowicz, 1935a: 257) цитирует эксикаты, изданные в серии «Herbarium Flora Rossicae» под номером 1141, которые являются паратипами.

Carex ajanensis Vorosch. 1965, Bull. Princ. Bot. Gard. Acad. Sci. URSS, 60: 35.

Isotype: «*Carex novogradlenovii* Ком. Хабаровский край, Аяно-Майский район, Аян, смешанный лес. 10 VIII 1962. № 11152. В. Н. Ворошилов», determ: «*Carex ajanensis* Vorosch. sp. nov., II 1964, Ворошилов» — МНА0032829.

Holotype: LE 01006666.

По протологу: «Typus: Regio Chabarovsk, prope urb. Ajan, in silvis, leg. 10 VIII 1962 (sub № 11152) W. N. Woroschilov (in Herb. Inst. botan. As. sc. URSS in Leningrad)... Тип: Хабаровский край, окрестности г. Аяна, смешанный лес, собр. 10 VIII 1962 (за № 11152). В. Н. Ворошилов (в гербарии Ботанического института АН СССР в Ленинграде)».

Примечание. В. В. Бялт (Buzunova et al., 2010: 104; Byalt, 2012a: 316) местом хранения голотипа ошибочно указал Гербарий МНА. В соответствии с протологом, голотип хранится в Гербарии LE, его баркод LE 01006666.

Carex aneurocarpa V.I. Krecz. 1935, Fl. URSS 3: 614, 369.

Original specimen: «Экспедиция Переселенческого управления. *Carex pediformis* С. А. М. var. *nana* Litv. Акмолинская обл., Кокчетавский у. Задернованный склон сопки около пик. Азат. 4 VI 1913. № 208. В. П. Дробов», determ.: «*Carex aneurocarpa* m., 1932, V. Kreczetowicz» — МНА0499259.

Holotype: LE 01012304; isotype: LE 01012305.

По протологу: «Typus: Kuldsha, Chorgos, 5–6000 ped., 15 V 1878 (fr. mat.), A. Regel legit — in Herb. Inst. Bot. Ac. Sc. URSS conservatur».

Carex buxbaumii Wahlenb. var. *sibirica* Litv. 1911, Spisok Rast. Gerb. Russk. Fl. Bot. Muz. Imp. Akad. Nauk, 7: 153.

Isolectotype: «Herbarium Florae Rossicae... [№] 2390. *Carex buxbaumii* Wahlb. Conf. № 2388. n. var. *sibirica*... Иркутск. губ. Балаганск. у. По окрайне торфяного болота бл. с. Бажеевского. — Prov. Irkutsk (Sibiria), distr. Balagansk, in paludosis pr. p. Bashejewski. 27 VI 1904, пл. Н. И. Мальцев» — МНА0033163.

Lectotype (Stepanova, Tatanov, designated here): «Herbarium Florae Rossicae... [№] 2390. *Carex buxbaumii* Wahlb. Conf. № 2388. n. var. *sibirica*... Иркутск. губ. Балаганск. у. По окрайне торфяного болота бл. с. Бажеевского. — Prov. Irkutsk (Sibiria), distr. Balagansk, in paludosis pr. p. Bashejewski. 27 VI 1904, пл. Н. И. Мальцев» — LE 01082969.

Isolectotypes: LE 01082967, LE 01082968, LECB0002211, LECB0002212, MW0591541, PE01779015, WU0062098.

По протологу: «Иркутск. губ. Балаганск. у. По окрайне торфяного болота бл. с. Бажеевского. — Prov. Irkutsk (Sibiria), distr. Balagansk, in paludosis pr. p. Bashejewski. 1904. VI. 27, пл. Н. И. Мальцев».

Примечание. Первоначальный материал для этого названия не приведен в «Каталоге типовых образцов сосудистых растений Сибири...» (Sokolova, 2012). В Гербарии LE нами найдено 3 образца процитированного в протологе сбора, один из которых обозначаем здесь в качестве лектотипа.

Carex caryophyllea Latourr. var. *pskowiensis* Litv. 1905, Spisok Rast. Gerb. Russk. Fl. Bot. Muz. Imp. Akad. Nauk, 5: 131.

Isolectotypes (2): «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1539. *Carex caryophyllea* Latourr. Conf. supra 1538 et 141. Nova var. *pskowiensis*... Propre urb. Pskow. In declivibus ad fl. Welikaja. 16 VI 1902. W. Andrejew. — Окр. г. Пскова. Слоны около берегов р. Великой. 3 VI 1902. В. Д. Андреев» — MHA0032641, MHA0032642.

Lectotype (Stepanova, Tatanov, designated here): «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1539. *Carex caryophyllea* Latourr. Conf. supra 1538 et 141. Nova var. *pskowiensis*... Propre urb. Pskow. In declivibus ad fl. Welikaja. 16 VI 1902. W. Andrejew. — Окр. г. Пскова. Слоны около берегов р. Великой. 3 VI 1902. В. Д. Андреев» — LE 01323241.

Isolectotypes (plants with more developed fruits): LE 01323242, LECB0002213, MW0591542, PE01779212, PE01779215.

Syntypes: «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1539. *Carex caryophyllea* Latourr. Conf. supra 1538 et 141. Nova var. *pskowiensis*... Propre urb. Pskow. In declivibus ad fl. Welikaja. 7 VI 1902. W. Andrejew. — Окр. г. Пскова. Слоны около берегов р. Великой. 25 V 1902. В. Д. Андреев» — MHA0035137, MHA0035138.

По протологу: «1539... Propre urb. Pskow. In declivibus ad fl. Welikaja. 7 et 16 Jun. 1902. Legit W. Andrejew. — Окр. г. Пскова. Слоны около берегов р. Великой. 26 мая и 3 июня 1902. Собр. В. Д. Андреев».

Примечание. В Гербарии LE нами найдено 2 образца из серии эксикат «Herbarium Floraе Rossicae» под номером 1539. На образце LE 01323241 все смонтированные растения имеют хорошо развитые мешочки и, по-видимому, собраны позднее — 16 VI/3 VI. Этот образец обозначаем здесь в качестве лектотипа. Растения с менее развитыми мешочками на листах эксикат под этим номером относим к сбору за 7 VI/25 V, и они являются синтиками.

Цитируемые эксикаты также являются паратипами *Carex ruthenica* V.I. Krecz. (см. ниже).

Carex chinganensis Litv. 1908, Spisok Rast. Gerb. Russk. Fl. Bot. Muz. Imp. Akad. Nauk, 6: 135.

Isolectotype: «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1941. *Carex chinganensis* sp. n. Mandshuria occidentalis. Montes Chingan pr. stationem viae ferreae ejusdem nominis. In silva. 1 VII 1902. D. Litwinow. — Маньчжурия западн. Хинганские горы бл. станции ж. д. того-же имени. В лесу. 18 VI 1902. Д. Литвинов» — MHA0032643.

Lectotype (Novoselova, 2002: 136): LE 01012321; isolectotypes: GH00112845, LE 01012322, LECB0005499, MW0591547, MW0591548, PE01842105, TK-002378.

По протологу: «Mandshuria occidentalis. Montes Chingan pr. stationem viae ferreae ejusdem nominis. In silva. 1 Jul. 1902. Legit D. Litwinow. — Маньчжурия западн. Хинганские горы бл. станции ж. д. того-же имени. В лесу. 18 июня 1902. Собр. Д. Литвинов».

Carex chordorrhiza Ehrh. f. *exstipitata* Litv. 1908, Spisok Rast. Gerb. Russk. Fl. Bot. Muz. Imp. Akad. Nauk, 6: 136.

Isolectotype: «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1943... Transbaicalia. In palude pr. urb. Czita. VI 1904. G. Stukow. — Забайкальск. обл. Болото бл. г. Читы. VI 1904. Г. Стуков» — MHA0361304.

Lectotype (Stepanova, Tatanov, designated here): «Herbarium Flora Rossicae... [№] 1943... Transbaicalia. In palude pr. urb. Czita. VI 1904. G. Stukow. — Забайкальск. обл. Болото бл. г. Читы. VI 1904. Г. Стуков» — LE 01326995.

Isolectotypes: (?)LE 01326994, LE 01326996.

По протологу: «1943. *Carex chordorrhiza* Ehrh... Forma *exstipitata* Litw. Transbaicalia. In palude pr. urb. Czita. Jun. 1904. Legit G. Stukow. — Забайкальск. обл. Болото бл. г. Читы. Июнь 1904. Собр. Г. Стуков».

Примечание. В Гербарии LE найдено 2 образца сбора, изданного в серии эксикат «Herbarium Flora Rossicae» под номером 1943, который был процитирован при описании формы. Один из них обозначаем здесь в качестве лектотипа. Образец LE 01326994 и упомянутые эксикаты, вероятно, относятся к одному сбору; его этикетка, написанная коллектором Г. А. Стуковым, более точно отражает место сбора и содержит определение «*Carex chordorrhiza* Ehrh. forma nova *exstipitata*».

Carex conspissata V.I. Krecz. 1935, Fl. URSS 3: 611, 326.

?Original specimen or isolectotype: «Иркутская губ., Балаганский уезд, окрестности д. Щербаковой. На лужайке в кустарнике, на обрыве р. Ангары. 6 VI 1908. Н. Мальцев. Opr. Т. Егорова, 23 I 1990» — MHA0361332.

Lectotype (Egorova, 1999: 259): LE 01006734.

Syntypes: LE 01006733, LE 01006735.

По протологу: «Typus: Ircutia, in reg. Balagansk., in prato fluminis Uda prope pag. Stscherbakowo, n°n° 671 et 770, 3. VI 1908 (fr. mat.), N. Maltzev legit — in Herb. Inst. Bot. Ac. Sc. URSS conservatur».

Примечание. Образец MHA0361332 является дублетом, полученным из фондов Гербария LE, с переписанной рукописной этикеткой. Несмотря на то, что указание места сбора на его этикетке («на обрыве р. Ангары») отличается от приводимого в протологе и от текста этикетки образца, обозначенного Т. В. Егоровой в качестве лектотипа («по р. Уде»), считаем, что образец MHA0361332 можно отнести к тому же сбору Н. И. Мальцева за 6 VI 1908 г. и рассматривать его как элемент первоначального материала или изолектотип.

Обозначение лектотипа М. А. Михайловой (Mikhailova, 2012: 324) является излишним.

Carex elongata L. f. *pauciflora* Meinsh. 1878, Fl. Ingr.: 399.

Syntype: «Herbarium Fl. Ingricae. [№] 699b. *Carex elongata* L. β. *pauciflora*. In paludosis turfosis, ad fossis reg. elevatae hinc inde. Cent. X. VI 1872. Meinshausen» — MHA0043055.

Lectotype (Stepanova, Tatanov, designated here): «Herbarium Fl. Ingricae. [№] 699b. *Carex elongata* L. v. *pauciflora*. In humidis ad ripas et fossas. Junio. Lewaschewo. 13 VI [18]88. C. Meinshausen» — LE 01323254.

Syntypes: HERZ, KFTA0002075, LE 01323253, LE 01323255, LECB0004397, LECB0004398, MW0269566.

По протологу: «Auf feuchten od. nassen Wiesen in Gräben, meist in moorigem Boden, beide Formen in ganz Ingrien und gewöhnlich sehr zahlreich. Blüht Anfang Juni, Ende Juni und Juli in Früchten».

Примечание. В серии эксикат «Herbarium Flora Ingricae» под номером 699b представлены растения, собранные в разных местах и в разные годы, что следует из дополнительных указаний на этикетках некоторых образцов. В качестве лектотипа был выбран образец с наиболее зрелыми мешочками, с дополнительной надписью «Lewaschewo. 13 VI [18]88», поэтому все другие эксикаты под номером 699b без подобной надписи относятся к синтикам.

Carex emasculata V.I. Krecz. 1935, Fl. URSS 3: 604, 277.

Paratype: «Herbarium Florae Rossicae... [№] 2388. *Carex buxbaumii* Wahlb. var. *australis* Anders. ...Псковская г. и у. Болотистые луга около с. Крестов бл. города Пскова. — Prope urb. Pskow, in paludosis. 1910 21 V и 3 VI, пл. В. Д. Андреев» — MHA0040175.

Paratype: «Herbarium Florae Rossicae... [№] 2389. *Carex buxbaumii* Wahlb. Conf. № 2388 var. *heterostachya* Anders. ...Псковская г. и у. Сырые кустарники около д. Запутье. — Prov. et distr. Pskow, in fruticetis pr. p. Saputje. 27 V 1907, пл. В. Д. Андреев» — MHA0040185.

Syntypes: LE 00018196—LE 00018198.

По протологу: «Typus: Ingria, Sestroretsk — Dubki, in silvis frondosis solo humoso, 3 VII 1888 (fr. mat.), C. Meinshausen legit — sub nomine *C. Buxbaumii* var. *polygama* in Herb. Inst. Bot. Ac Sc. URSS conservatur... *Carex emasculata* V. Krecz. sp. nova in Addenda, II, 604... *C. Buxbaumii* var. *australis* Anderss. Cyp. Scand. (1849) 39; Litw. in Sched. ad Herb. Fl. Ross. VII (1911) 152. — *C. Buxbaumii* var. *heterostachya* Litw., ib., 153... Exs.: HFR n° 2388, 2389...».

Примечание. Образцы из серии эксикат «Herbarium Florae Rossicae» №№ 2388 и 2389 также являются синтиками *Carex hartmaniorum* A. Cajander (см. ниже).

Carex erawinensis Korotky, 1914, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 13: 293.

?Isoneotype: «Забайкальск. обл. Бассейн р. Онона. Окр. ст-цы. Чиндант 2-й. На кочковатом болоте около оз. Большого Чиндантского. 17 VI 1911. № 1546. В. Смирнов. Опр. В. Кречетович» — MHA0361685.

Neotype (Egorova, 1999: 454): LE 01006768.

По протологу: «Transbaicalia. Distr. Werchneudinsk. Regio lacorum Erawinenses. Pr. pagum Konstantinowka, in loco depressiore pratensi subsalso, 7. VII. 1912».

Примечание. Этикетка образца MHA0361685 полностью повторяет цитату этикетки выбранного Т. В. Егоровой неотипа, но отличается полевым номером. Вероятно, они представляют собой дублеты одного сбора, но ввиду отличия в полевом номере, категорию изонеотипа для образца MHA0361685 оставляем под вопросом.

Carex eremopyroides V.I. Krecz. 1935, Fl. URSS 3: 617, 384.

Paratype: «Herbarium Florae Rossicae... [№] 1945a. *Carex secalina* Wahlb... Prov. Tranabaicalia (Sibiria). In arenosis ad ripas lacus Kenonskoje pr. urb. Czita. 22 VI 1903. G. Stukow. — Забайкальск. обл. По песчаному берегу оз. Кенонского бл. г. Читы. 9 VI 1903. Г. Стуков» — MHA0363254.

Holotype: LE01006769; isotypes: LE01006770, LE01006771.

Paratypes: LE 01323256—LE 01323258.

По протологу: «Typus: Dahuria selengensis, ripa Iacus Gussinoje, n° 1617, 22 VI 1915 (fl. mat.), V. Sukatschew legit — in Herb. Inst. Bot. Ac. Sc. URSS conservatur... *Carex eremopyroides* V. Krecz. sp. nova in Addenda, II, 617. — *Carex secalina* Kük. ... — Exs.: HFR n° 1945 a....».

Примечание. В русской части протолога В. И. Кречетович (Kreczetowicz, 1935a: 384) цитирует эксикиаты, изданные в серии «Herbarium Florae Rossicae» под номером 1945a, которые являются паратипами.

Carex hartmaniorum A. Cajander, 1935, Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo, 5, 5: 23, «Hartmani».

Syntype: «Herbarium Florae Rossicae... [№] 2388. *Carex buxbaumii* Wahlb. var. *australis* Anders. ...Псковская г. и у. Болотистые луга около с. Крестов бл. города Пскова. — Prope urb. Pskow, in paludosis. 1910 V 21 и VI 3, пл. В. Д. Андреев» — MHA0040175.

Syntype: «Herbarium Florae Rossicae... [№] 2389. *Carex buxbaumii* Wahlb. Conf. № 2388 var. *heterostachya* Anders. ...Псковская г. и у. Сырые кустарники около д. Запутье. — Prov. et distr. Pskow, in fruticetis pr. p. Saputje. 27 V 1907, пл. В. Д. Андреев» — MHA0040185.

Lectotype (Egorova, 1976: 195; 1999: 388; Kalela, in sched., 1972): H1003478; isolectotype: H1003479.

По протологу: «Exs.: ...Herbarium Florae Rossicae a Museo Academ. Imper. Sc. Petropolitanae editum. N:o 2388 (Pskow, Russland. W. D. Andrejew 1910) und N:o 2389 (Saputje, Pskow, Russland. W. D. Andrejew 1907)... Russland: «Prov. et distr. Pskow», unweit des Dorfes Saputje (W. D. Andrejew 1907) sowie in der Nähe der Stadt Pskow (ders. 1910)....».

Примечание. При описании *Carex hartmaniorum* было процитировано большое количество синтипов, среди которых и образцы из серии эксикиат «Herbarium Florae Rossicae», изданные под номерами 2388 и 2389. Т. В. Егорова (Egorova 1976), видимо, впервые привела неполную цитату этикетки лектотипа, не указав при этом место его хранения. Позже, в монографии «Осоки (Carex L.) России...», она (Egorova, 1999: 388) привела полную цитату этикетки лектотипа и указала местом его хранения — Гербарий Н.

Образцы эксикиат № 2388 и № 2389 являются также паратипами *Carex emasculata* V.I. Krecz. (см. выше).

Carex hypaneura V.I. Krecz. 1935, Fl. URSS 3: 621, 424.

Paratype: «Herbarium Florae URSS... [№] 2911. *Carex silvatica* Huds. Conf. supra № 844 forma *angustifolia* D. Litwinow ...Краснодарский край. Красная Поляна, тенистый лесной склон на высоте 750 м. Д. Литвинов. — Prov. Krasnodar. Krasnaja Poljana, in silva, alt. ca. 750 m. 9 VIII 1908. D. Litwinow» — MHA0032653.

Lectotype (Egorova, 1991: 1738; Egorova, in sched., IV 1988): LE 01181928.

Syntype: LE 01181927.

По протологу: «Typus: Abchasia, distr. Suchum. Loco herboso ad marginem silvae prope monasterium Novo-Athonense, 3 et 10 V 1906 (fr. mat.), E. Bordzilowski legit — in Herb. Inst. Bot. Ac. Sc. URSS conservatur... *Carex hypaneura* V. Krecz. sp. nova in

Addenda, II, 621. — *C. silvatica* var. *angustifolia* Litw. in Sched. ad Herb. Fl. URSS, IX (1932) 63...»

Примечание. При описании вида В. И. Кречетович (Kreczetowicz, 1935a: 424) включил в него *C. silvatica* [f.] *angustifolia*, описанную Д. И. Литвиновым в серии эксикат «Herbarium Florae URSS» под номером 2911 (Litwinow, 1932: 63), на этом основании мы считаем эти эксикаты паратипами *C. hypaneura*.

Цитируемый эксикат № 2911 является также первоначальным материалом *Carex sylvatica* f. *angustifolia* Litv. (см. ниже).

Carex leucochlora Bunge var. ***subglabra*** V.N. Vassil. 1953, Spisok Rast. Gerb. Fl. S.S.S.R. Bot. Inst. Vsesojuzn. Akad. Nauk, 12: 69.

Isolectotype: «Гербарий Флоры СССР... [№] 3604... Хабаровский край. Окр. г. Хабаровска. По пескам среди кустов. Н. Десулави. — Prov. Chabarovsk. Vicinitas urb. Chabarovsk. In locis arenosis in fruticetis. 1910 VI 7. N. Desoulavy» — MHA0032644.

Lectotype (Shekhovtsova, 2018: 46 — first-step; Stepanova, Tatanov, designated here — second-step): «Гербарий Флоры СССР... [№] 3604. *Carex leucochlora* Bunge... var. *subglabra* V.N. Vassil. Хабаровский край. Окр. г. Хабаровска. По пескам среди кустов. Н. Десулави. — Prov. Chabarovsk. Vicinitas urb. Chabarovsk. In locis arenosis in fruticetis. N. Desoulavy. 07 VI 1910» — LE 01323260.

Isolectotypes: LE 01323259, LE 01323261, MW0591574, NSK0000574.

По протологу: «[№] 3604... Хабаровский край. Окр. г. Хабаровска. По пескам среди кустов. Собр. Н. Десулави. — Prov. Chabarovsk. Vicinitas urb. Chabarovsk. In locis arenosis in fruticetis. Leg. N. Desoulavy. 1910 VI 7».

Примечание. И. Н. Шеховцова (Shekhovtsova, 2018) обозначила лектотип, указав местом его хранения Гербарий LE. При изучении материалов в этом фонде мы нашли три эксиката под номером 3604, ни на одном из которых не было пометок о выборе лектотипа. Таким образом, выбор Шеховцовой является первой ступенью лектотипификации. Мы сужаем выбор до конкретного образца и обозначаем образец LE 01323260 в качестве лектотипа (Turland et al., 2025: Art. 9.17).

Carex mairei Coss. et Germ. 1840, Observ. Pl. Env. Paris: 18, «Mairii».

?Syntype: «Saint Germain. Maire (Maire: botaniste parisien vers 184[?])» — MHA0032645.

По протологу: «In agro Parisiensi; St-Gratien, prope Montmorency (Maire). St-Maur (Guillemin). Grandchamp prope St-Germain-en-Laye (J. Parseval). Chantilly (De Lens). St-Cucufas (Maire). Malsberbes (Leveille). Meudon? Porchefontaine? In agro Pictavico, prope vicum Smarve et loco dicto Port-Seguin (E. et C. Tulasne)».

Примечание. Образец собран в одном из процитированных в протологе мест собственно R. Ch. J. Maire, в честь которого и был назван вид, но на этикетке отсутствует дата сбора, предположительно, это 1840 г. Оригинальность образца не вызывает сомнения, но определение категории типа затруднительно.

Carex meinshauseniana V.I. Krecz. 1935, Fl. URSS 3: 606, 287.

Paratype: «Herbarium Florae Rossicae... [№] 1793. *Carex frigida* All. ...var. *densa* Meinsh. ...Caucasus sept. Prov. Kuban. In subalpinis ad fl. Teberda super, locis humidis, ad

scaturigines etc. passim, 7600'. 26 VII 1905 fr. D. Litwinow. — Кавказ. Кубанск. обл. Верховья р. Теберды, субальпийск. луга на сырой у родников и проч. почве, нередко, ок. 7600'. 13 VII 1905 пл. Д. Литвинов» — МНА0217017.

Holotype: LE 01181936; isotypes: LE0 1181937, LE 01181938.

Paratype: LE 01323225

По протологу: «Typus: Caucasus, inter Darial et Lars, 14 V 1861 (fr. mat.) Ruprecht, — in Herb. Inst. Bot. Ac. Sc. URSS conservatur... *Carex meinshauseniana* V. Krecz. sp. nova in Addenda, II, 606. — *Carex frigida* All. ...var. *densa* Meinsh. ...Exs.: HFR n° 1793...».

Примечание. В русской части протолога В. И. Кречетович (Kreczetowicz, 1935a: 287) цитирует № 1793 из серии эксикат «Herbarium Florae Rossicae», соответственно, все образцы, изданные под этим номером, являются паратипами.

Carex pauzhetica A.E. Kozhev. 1983, Komarov. Chten. 30: 46.

Isotype (Кожевников, «Isotypus», in sched., 2 IV 1981): «*Carex oxyandra* (Franch. et Sav.) Kudo. Камчатская область, Усть-Большерецкий р-н, окр. пос. Паужетка. Край тропы в разреженных зарослях *Pinus pumila*. 9 VII 1978. Кожевников А. Е.», determ.: «*Carex pauzhetica* A. Kozhev. 2 IV 1981. Кожевников» — МНА0032646.

Paratypes (2): «*Carex vanheurckii* Mull. Камчатская обл., район Усть-Большерецкий, пос. Паужетка, луговой склон с кустарником близ выходов фумарол; долина ручья Лучший, выс. 300 м. 21 VII 1969. Л. Плотникова, Н. Трулевич. Опр. В. Ворошилов», determ.: «*Carex pauzhetica* A. Kozhev. 18 XII 1984, А. Е. Кожевников» — МНА0033164, МНА0033165.

Paratype: «*Carex pauzhetica* A. Kozhev. Камчатская обл., Елизовский р-н, Кроноцкий гос. заповедник, кальдера вулк. Узон, на глинистой термальной площадке в окр. оз. Фумарольное. 29 VII 1979. Якубов В. В. Опр. 2 IV 1981. Кожевников А. Е.» — МНА0292373.

Paratype: «*Carex pauzhetica* A. Kozhev. Курильские о-ва, о. Парамушир, окр. г. Северо-Курильска (старый город), задернованные участки, часто. 29 VI 1979. В. Ю. Баркалов. Опр. 21 IV 1981. А. Кожевников» — МНА0292379.

Paratypes (2): «*Carex pauzhetica* A. Kozhev. Курильские о-ва, о. Парамушир, долина р. Матросской, на осоковом лугу, часто. 31 VIII 1979. Баркалов В. Ю. Опр. 2 IV 1981. Кожевников А. Е.» — МНА0292372, МНА0292380.

Holotype («Typus», А. Кожевников, 2. IV. 1981, in sched.): LE 01006934.

По протологу: «Prov. Kamczatka, distr. Ustj-Boljscheretzkij, in vicini pagi Pauzhetka, ad marginem tramitis in pinetis rarefactis, fructificatione, 9.VII.78. A. E. Kozhevnikov. In herbario Instituti Botanici Acad. Sci. URSS (LE); isotypus in herbario Instituti Biologiae et Pedologiae Centrum Scientificum Orientis Extremi Acad. Sci. URSS (VLA)... Камчатская область, Усть-Большерецкий район, окрестности поселка Паужетка, край тропы в разреженных зарослях *Pinus pumila*, плодоношение, 9.VII.78 г., А. Е. Кожевников. Хранится в гербарии БИН АН СССР (LE); изотип — в гербарии БПИ ДВНЦ АН СССР (VLA). Просмотренные образцы (*Specimina examinata*). Паратипы. Камчатская область: ...Усть-Большерецкий район, пос. Паужетка, луговой склон с кустарником близ выходов фумарол, долина ручья Лучший, 21.VII.69 г., Л. С. Плотникова, Н. В. Трулевич... Кроноцкий госзаповедник, кальдера Узона, окрестности оз. Фумарольное, на глинистой термальной площадке, 29.VII.79 г., он же

[В. В. Якубов]... о-в Парамушир, окр. Северо-Курильска (старый город), задернованные участки, 29.VI.79 г., он же [В. Ю. Баркалов]... о-в Парамушир, долина р. Матросская, на осоковом лугу, 31.VIII.79 г., он же; о-в Онекотан, по дороге на оз. Кольцово от пос. Онекотан, на осоковой тундре и у зарослей кедровника, 17.VII.81 г., он же».

Примечание. Кроме перечисленных образцов, в разделе «Дальний Восток» Гербария МНА имеется образец МНА0292382, определенный и подписанный автором до публикации вида. Он был собран В. Ю. Баркаловым на о. Онекотан, как и последний из приведенных при первоописании паратипов, но в другую дату и в другом месте. Этот образец не цитируется в протологе, но может быть отнесен к первоначальному материалу (Turland et al., 2025: Art. 9.4e).

Carex physodes M. Bieb. f. *elliptica* Litv. 1905, Spisok Rast. Gerb. Russk. Fl. Bot. Muz. Imp. Akad. Nauk, 5: 90.

Isolectotype: «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1444. *Carex physodes* MB. Conf. supra № 1442. Forma *elliptica* Litw. ...Turkestania. Prov. Transkaspia. In arena mobili pr. stationem viae ferreae Repetek cum forma praecedente crescens, sed rarer. 29 IV 1903 fr. N. Androssow. — Туркестан. Закаспийск. обл. Сыпучие пески бл. Репетека. Растет в смеси с предыдущей формой, но встречается реже. 16 IV 1903. Н. Андросов» — МНА0033166.

Lecotype (Stepanova, Tatanov, designated here): «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1444. *Carex physodes* MB. Conf. supra № 1442. Forma *elliptica* Litw. ...Turkestania. Prov. Transkaspia. In arena mobili pr. stationem viae ferreae Repetek cum forma praecedente crescens, sed rarer. 29 IV 1903 fr. N. Androssow. — Туркестан. Закаспийск. обл. Сыпучие пески бл. Репетека. Растет в смеси с предыдущей формой, но встречается реже. 16 IV 1903. Н. Андросов» — LE 01323240.

Isolectotypes: LE 01323238, LE 01323239, LECB0002214, LECB0002215, MW0811662.

По протологу: «[№] 1444... Turkestania. Prov. Transkaspia. In arena mobili pr. stationem viae ferreae Repetek cum forma praecedente crescens, sed rarer. 29 Apr. 1903 fr. Legit N. Androssow. — Туркестан. Закаспийск. обл. Сыпучие пески бл. Репетека. Растет в смеси с предыдущей формой, но встречается реже. 16 апр. 1903 пл. Собр. Н. Андросов».

Примечание. В Гербарии LE найдено 3 образца сбора, изданного в серии эксикат «Herbarium Floraе Rossicae» под номером 1444, который был процитирован при описании формы. Один из них обозначаем здесь лектотипом.

Carex physodes M. Bieb. f. *globosa* Litv. 1905, Spisok Rast. Gerb. Russk. Fl. Bot. Muz. Imp. Akad. Nauk, 5: 90.

Isolectotype: «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1443. *Carex physodes* MB. Conf. supra № 1442. Forma *globosa* Litw. ...Turkestania. Prov. Transkaspia. In arena mobili pr. stationem viae ferrae Repetek. 29 IV 1903 fr. N. Androssow. — Туркестан. Закасп. обл. Сыпучие пески бл. ст. ж. д. Репетек. 16 IV 1903 пл. Н. Андросов» — МНА0033167.

Lectotype (Stepanova, Tatanov, designated here): «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1443. *Carex physodes* MB. Conf. supra № 1442. Forma *globosa* Litw. ...Turkestania. Prov. Transkaspia. In arena mobili pr. stationem viae ferrae Repetek. 29 IV 1903 fr.

N. Androssow. — Туркестан. Закасп. обл. Сыпучие пески бл. ст. ж. д. Репетек. 16 IV 1903 пл. Н. Андросов» — LE 01323237.

Isolectotypes: LE 01323236, LECB0002216, MW0811657, MW0811658.

По протологу: «[№] 1443... Turkestania. Prov. Transkaspia. In arena mobili pr. stationem viae ferrae Repetek. 29 Apr. 1903 fr. Legit N. Androssow. — Туркестан. Закасп. обл. Сыпучие пески бл. ст. ж. д. Репетек. 16 апр. 1903 пл. Собр. Н. Андросов».

Примечание. В Гербарии LE найдено 2 образца сбора, изданного в серии эксикат «Herbarium Floraе Rossicae» под номером 1443, который был процитирован при описании формы. Один из них обозначаем здесь лектотипом.

Carex rhizodes Blytt ex Boott var. *andrejewi* Litv. 1902, Spisok Rast. Gerb. Russk. Fl. Bot. Muz. Imp. Akad. Nauk, 4: 56.

Isolectotype: «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1095. *Carex rhizodes* Blytt... Var. *Andrejewi* Litw. ...Prope urb. Pskow. In declivibus pr. Borissowiczi. 30 V 1900 fr. W. N. Andrejew. — Бл. г. Пскова. На склонах бл. Борисовичей. 17 V 1900 пл. B. N. Андреев» — MHA0032647.

Syntype: «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1095. *Carex rhizodes* Blytt... Var. *Andrejewi* Litw. ...Prope urb. Pskow. In declivibus pr. Borissowiczi. 27 V 1900 fl. et fr. immat. W. N. Andrejew. — Бл. г. Пскова. На склонах бл. Борисовичей. 15 V 1900 цв. и незр. пл. B. N. Андреев» — MHA0033168.

Lectotype (Stepanova, Tatanov, designated here): «Herbarium Floraе Rossicae... [№] 1095. *Carex rhizodes* Blytt... Var. *Andrejewi* Litw. ...Prope urb. Pskow. In declivibus pr. Borissowiczi. 30 V 1900 fr. W. N. Andrejew. — Бл. г. Пскова. На склонах бл. Борисовичей. 17 V 1900 пл. B. N. Андреев» — LE 01323252.

Isolectotypes: LE 01323245, LE 01323248, LE 01323251, LECB0002217 (fr.), MW0277879-2.

Syntypes: LE 01323246, LE 01323247, LE 01323249, LE 01323250, LECB0002217 (fl.), LECB0002218, MW0277879-1.

По протологу: «...[№] 1095. *Carex rhizodes* Blytt... Var. *Andrejewi* Litw. ... Prope urb. Pskow. In declivibus pr. Borissowiczi. 27 Maji 1900 fl. et fr. immat., 30 Maji 1901 fr. Legit W. N. Andrejew. — Бл. г. Пскова. На склонах бл. Борисовичей. 15 мая 1900 цв. и незр. пл., 17 мая 1901 пл. Собр. B. N. Андреев».

Примечание. В Гербарии LE найдено 2 эксиката «Herbarium Floraе Rossicae» под номером 1095, который был процитирован при описании разновидности. На этих образцах представлены растения, собранные 15 (с незрелыми мешочками) и 17 (со зрелыми мешочками) мая. Также в Гербарии LE найдены по два образца сборов за 15 и 17 мая, смонтированные на отдельных листах, с оригинальными рукописными этикетками. Образец LE 01323252 за 17 мая с более зрелыми мешочками обозначаем лектотипом. Все растения за 15 мая, в том числе на образцах под номером эксикат 1095, с менее развитыми мешочками будут являться синтипами.

Carex ruthenica V.I. Krecz. 1935, Fl. URSS 3: 610, 325.

Paratype: «[Herbarium Floraе Rossicae... №] 141. *Carex praecox* Jacq. Prov. Mosqua. In decliviis calcareis secus fl. Oka prope р. Bielye Kolodezi distr. Kolomna. 9 V 1897. D. Syrejczikow. — Московск. г. На известковых склонах по р. Оке около д. Белые Колодези Коломенск. у. 27 IV 1897. Д. Сырейчиков» — MHA0030200.

Paratypes (2): «Herbarium Florae Rossicae... [№] 1538. *Carex caryophyllea* Latour. Prov. et distr. Pskow, in declivibus pr. p. Boryssowiczi. 16 VI 1902. W. Andrejew. — Псковск. губ. и у. Край оврага бл. с. Борисовичи. 3 VI 1902. В. Д. Андреев» — MHA0040269, MHA0040271.

Paratypes (2): «Herbarium Florae Rossicae... [№] 1539. *Carex caryophyllea* Latourr. Conf. supra 1538 et 141. Nova var. *pskowiensis*... Propre urb. Pskow. In declivibus ad fl. Welikaja. 7 et 16 VI 1902. W. Andrejew. — Окр. г. Пскова. Склоны около берегов р. Великой. 25 V и 3 VI 1902. В. Д. Андреев» — MHA0032641, MHA0032642.

Holotype: LE 01006994.

Paratypes (2): «Herbarium Florae Rossicae... [№] 1538...» — LE 01323243, LE 01323244.

Paratypes (2): «Herbarium Florae Rossicae... [№] 1539...» — LE 01323241, LE 01323242.

По протологу: «Typus: Sibiria occidentalis, in reg. Tjukalinsk, prope p. Jelanskoje, in loco depresso steppaceo, n° 145, 28 V 1902 (fr. mat.), N. Skalosubov legit in Herb. Inst. Bot. Ac. Sc. URSS conservatur... *Carex ruthenica* V. Krecz. sp. nova in Addenda, II, 610... Exs.: HFR n° 141, 1538 и 1539; Fl. Pol. Exs. n° 689...».

Примечание. В. И. Кречетович (Kreczetowicz, 1935a) при описании *Carex ruthenica* в русской части протолога процитировал образцы из серии эксикат «Herbarium Florae Rossicae» №№ 141, 1538 и 1539, соответственно, они являются паратипами этого названия.

Эксикаты под номером 1539 также являются первоначальным материалом *Carex caryophyllea* Latourr. var. *pskowiensis* Litv. (см. выше).

Carex spongifolia A.E. Kozhev. 1987, Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad) 72, 12: 1660.

Isotypes (5; Кожевников, in sched., 10.02.1987, «Isotypus»): «Приморский край, Ханкайский р-н, побережье оз. Ханка посередине между поселками Турий Рог и Новокачалинск — район выс. 133.7 м над ур. м., песчаные дюны. Часто. 2 VII 1985. А. Е. Кожевников, З. В. Кожевникова» — MHA0032648—MHA0032652.

Holotype: VLA00000278, isotypes: LE 01007020—LE 01007024, MW0591592—MW0591595, VLA00000279—VLA00000289.

По протологу: «Prov. Primorskensis, distr. Chanka, ad ripam lacus Chanka, inter pagos Turij Rog et Novokaczalinsk — 133.7 m s. m., in dunis arenosis, 2 VII 1985, A. E. Kozhevnikov, Z. V. Kozhevnikova (VLA, isotypi LE, MHA, MW)... Приморский край, Ханкайский р-н, побережье оз. Ханка посередине между пос. Турий Рог и Новокачалинск — район выс. 133.7 м над ур. м., песчаные дюны, 2 VII 1985, А. Е. Кожевников, З. В. Кожевникова (тип VLA, изотипы — LE, MHA, MW)».

Carex stenophylloides V.I. Krecz. 1932, Fl. Turkm. 1: 230; id. 1935, Fl. URSS, 3: 592, 141.

Original specimen: «Herbarium J. Klinge. *Carex stenophylla* sub *C. duriuscula*. Songaria. 1841. Schrenk et Meinshausen», determ.: «*Carex stenophylloides* m., 6 IV 28, V. Kreczetovicz» — MHA0033249.

Original specimen: «Herbarium J. Klinge. *Carex stenophylla*. Songaria. Steppen on der Lepsa. 7 VI [18]40. Schrenk et Meinshausen», determ.: «*Carex stenophylloides* m., 6 IV 28, V. Kreczetowicz» — МНА0033250.

Original specimen: «Липский В. И. Экспедиция в Копальский уезд 1909 г. Семиреченская обл., Пишпекский у.: Курдайский перевал. 29 V 1909. № 689», determ.: «*Carex stenophylloides* m., 31 V 28, V. Kreczetowicz» — МНА0033248.

Lectotype (Kreczetowicz, 1935: 592): LE 00054525; isolectotypes: LE 00054522, LE 00054523, LE 00054524.

По протологу: «По солонцеватым местам подгорных районов юговост. Копет-дага и Парапамиза (районы 10, 11, 12). Общее распространение. Средн. Азия, Афганистан, Персия».

Примечание. В. И. Кречетович при первоописании *C. stenophylloides* не процитировал гербарных образцов, а лишь обозначил ареал вида. Тип он указал позднее, при повторном описании вида во «Флоре СССР» (Kreczetowicz, 1935a), фактически обозначив лектотип названия. Поскольку наши образцы имеют авторскую пометку, сделанную задолго до обнародования *C. stenophylloides*, и места их сборов находятся в границах распространения, указанного автором, считаем возможным отнести их к элементам первоначального материала.

Carex × subphysodes Popov ex V.I. Krecz. 1935, Trudy Sredne-Aziatsk. Gosud. Univ., Ser. 8b, Bot. 20: 23.

Original specimen: «К. С. С. Р. Сыр-дарынская губ. Чимкентский у. Волнистое плато в ур. Бурчук близ кол. Байши-худук. 23 V 1926. № 400. Культиасов. Опр. V. Kreczerowicz, 1935» — МНА0033683.

Original specimen: «*Carex* → *stenophylla* Wahlenb.? [*Carex*] → *physodes* M. Bieb.? Туркестан. Сыр-дарынская обл., Ташкентский у. Останец Вайсал Хара бл. Кызылхудук. 11 IV 1916. М. Культиасов», determ.: «*Carex subphysodes* M. Pop., 1935, V. Kreczerowicz» — МНА0033687.

Original specimens (2): «*Carex* → *stenophylla* Wahlenb., [*Carex*] → *physodes* M. Bieb. Туркестан. Сыр-дарынская обл., Ташкентский у. Пески Аина-Куль-Кумч. 26 IV 1916. М. Культиасов», determ.: «*Carex subphysodes* M. Pop., 1935, V. Kreczerowicz» — МНА0033684, МНА0033685.

Original specimen: «*Carex* → *stenophylla* Wahlenb., [*Carex*] → *physodes* M. Bieb. Туркестан. Сыр-дарынская обл., Ташкентский у. Песчаниковая гора бл. Алымг-тау. 1916 IV 10. М. Культиасов», determ.: «*Carex subphysodes* M. Pop., 1935, V. Kreczerowicz» — МНА0033686.

Lectotype (Egorova, 1999: 528): LE 00054527.

По протологу: «...in arenis mobilibus desertorum Asiae Mediae incola».

Примечание. Все приведенные образцы Гербария МНА поступили из Гербария Среднеазиатского государственного университета (САГУ; Ташкент), имеют определительные этикетки, написанные В. И. Кречетовичем в 1935 г., то есть в год написания «Ключа для определения осок Средней Азии» (Kreczetowicz, 1935b). Во вводной части этой работы он пишет, что ключ составлен по материалам Гербария САГУ (Kreczetowicz, 1935b: 3). Исходя из этого, относим данные образцы к первоначальному материалу.

Carex sylvatica Huds. f. *angustifolia* Litv. 1932, Spisok Rast. Gerb. Fl. S.S.S.R. Bot. Inst. Vsesojuzn. Akad. Nauk, 9: 63.

Isolectotype: «Herbarium Florae URSS... [№] 2911. *Carex sylvatica* Huds. Conf. supra № 844 forma *angustifolia* D. Litwinow ...Краснодарский край. Красная Поляна, тенистый лесной склон на высоте 750 м. Д. Литвинов. — Prov. Krasnodar. Krasnaja Poljana, in silva, alt. ca. 750 m. 9 VIII 1908. D. Litwinow» — MHA0032653.

Lectotype (Shekhovtsova, 2018: 49 — first-step; Stepanova, Tatanov, designated here — second-step): «Herbarium Florae URSS... [№] 2911. *Carex sylvatica* Huds. Conf. supra № 844 forma *angustifolia* D. Litwinow ...Краснодарский край. Красная Поляна, тенистый лесной склон на высоте 750 м. Д. Литвинов. — Prov. Krasnodar. Krasnaja Poljana, in silva, alt. ca. 750 m. 9 VIII 1908. D. Litwinow» — LE 01323232.

Isolectotypes: LE 01323292, NSK0000578.

По протологу: «2911... Сев.-Кавк. край. Красная Поляна, тенистый лесной склон на высоте 750 м. Собр. Д. Литвинов. — Caucasus. Prov. Czernomorskaja. Krasnaja Poljana, in silva, alt. ca. 750 m. Leg. D. Litwinow. 1908 VIII 9».

Примечание. И. Н. Шеховцова (Shekhovtsova, 2018) выбрала лектотип, указав местом его хранения Гербарий LE. При изучении материалов в этом фонде было найдено два эксиката под номером 2911, ни на одном из которых не было пометок о выборе лектотипа. Таким образом, выбор Шеховцовой является первой ступенью лектотипификации. Мы сужаем выбор до конкретного образца и обозначаем образец LE 01323232 в качестве лектотипа (Turland et al., 2025: Art. 9.17).

Eleocharis palustris (L.) Roem. et Schult. var. *kurilensis* A.E. Kozhevnikov. 1988, Sosud. Rast. Sovet. Dal'nego Vostoka 3: 210.

Isotype: «*Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult. Курильские о-ва, о. Итуруп, окр. г. Курильска, в озере, заросли. 23 VII 1982. В. Ю. Баркалов», determ. «*Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult. var. *kurilensis* A.E. Kozhevnikov., Isotypus, 05.03.2025. Stepanova N. Yu., Poluektov S. A.» — MHA0289667.

Holotype: VLA00000245; isotype: VLA0000246.

По протологу: «Typus: Insulae Kurilensis, ins. Iturup, in viciniis opp. Kurilsk, in locus vadosis lacus, 23 VII 1982, V. Yu. Barkalov (VLA)».

Примечание. Текст этикетки образца МHA0289667 незначительно отличается от цитаты в протологе и от текста на этикетке голотипа.

Eleocharis transcarpatica Fodor 1974, Fl. Zakarpattia: 193, publ. inval., nom. nud.

Specimen: «В бассейне р. Иршавка, на сырых заливных лугах. 18 VII 1964. Фодор» — MHA0034841.

По протологу: «...с. Загаття».

Примечание. Название вида приведено во «Флоре Закарпатья» (Fodor, 1974) без описания и, следовательно, не является действительно обнародованным (Turland et al., 2025: Art. 38.1).

Eriophorum komarovii V.N. Vassil. 1940, Bot. Mater. Gerb. Bot. Inst. Komarova Akad. Nauk S.S.S.R. 8: 102, fig. 1.

Original specimen: «Забайкальск. обл., Читинский тракт. Почт. ст. Ново-Курбинское. Луг в пади Хара-Шибаре. 3 VII 1913. № 1381. Г. Поплавская,

М. Поплавский, Э. Дитмер», determ.: «*Eriophorum komarovii* m., III 1940, V. Vassiljev» — MHA0360046.

Lectotype (Novoselova, 1994 (publ. 1995): 87): LE 01006568, isolectotype: LE 01006569.

?Syntypes or isolectotypes: LE 01006570, LE 01006571.

По протологу: «Typus: Oriens Extremus Asiae. Regio ochotensis. Ad ostium fl. Janae, prope lacum, 14 VIII 1930, leg. V. Vassiljev».

Примечание. Выпуск издания «Ботанические материалы Гербария Ботанического института...» с протологом этого названия был сдан в набор 1 VI, а подписан в печать 16 X 1940. Образец МНА0360046 был определен В. Н. Васильевым в марте 1940 г., по-видимому, при просмотре материала в процессе подготовки статьи. Он не цитируется в протологе, но, исходя из высказанного и учитывая этикетку с определением автора, мы приводим его как первоначальный материал.

***Kobresia filifolia* (Turcz.) C.B. Clarke subsp. *subfilifolia* T.V. Egorova, Jurtzev et V.V. Petrovsky 1981, Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad) 66, 7: 1042.**

Isotype («Isotypus», in sched.): «Chukotksky peninsula. Left bank of Rv. Chegitun' by confluence of Rv. Putukunveiveem. Valley of Rv., mountain terrace. *Carex-Kobresia* calcefilous tundra. — Чукотский полуостров. Левобережье р. Чегитунь при впадении р. Путукунвейвеем. Каньон реки, нагорная терраса. Осоково-кобрезиевая кальцефильная тундра. 20 VII 1972. V. Yu. Razzhivin, N. A. Sekretarjeva, B. A. Yurtzev // B. A. Разживин, Н. А. Секретарева, Б. А. Юрцев. s. n.» — MHA0032640.

Holotype: LE 01006643; isotypes: KFTA000537, LE 01006644, LECB000759.

По протологу: «Paeninsula Tschuktschorum in cannonis fl. Putukuneiveem (influentiae sinistrae fl. Czegitun), 1.5 km ab ostio, in terrasa montana calcarea sicca, in tundra caricoso-kobresiosa calciphytica, copiosae, in associatione cum *Carice petricosa* s. l., 20 VII 1972, fl. et fr. immat., V. Raszhivin, N. Sekretareva, B. Jurtzev (LE, cum 4 isotypis)».

Примечание. Изотип МНА0032640 снабжен тремя этикетками: рукописной полевой, рукописной на бланке Гербария БИН и напечатанной на принтере, которая содержит текст на латинском и русском языках. Цитата этикетки приводится по последней.

***Scirpus affinis* Roth var. *maritimooides* Drob. f. *megalostachys* Litv. 1922, Spisok Rast. Gerb. Russk. Fl. Bot. Muz. Imp. Akad. Nauk, 8: 205.**

Isolectotype: «Herbarium Florae Rossicae... [№] 2794b. *Scirpus affinis* Roth. Conf. supra №№ 994 et 2793 var. *maritimooides* Drob. — Conf № 2794a... f. *megalostachys*... Бухарские влад. На болотистом месте у питомника бл. Фараба на Аму-Дарье. — Dominium Buchara, in palude pr. Farab ad fl. Amu-Darja. 14 VIII 1901. Н. Андросов и М. Келов» — MHA0033162 (two plants on the left).

Lectotype (Shekhovtsova, 2018: 51 — first-step; Stepanova, Tatanov, designated here — second-step): «Herbarium Florae Rossicae... [№] 2794b. *Scirpus affinis* Roth. Conf. supra №№ 994 et 2793 var. *maritimooides* Drob. — Conf № 2794a... f. *megalostachys*... Бухарские влад. На болотистом месте у питомника бл. Фараба на Аму-Дарье. — Dominium Buchara, in palude pr. Farab ad fl. Amu-Darja. 14 VIII 1901. Н. Андросов и М. Келов» — LE 01323233 (two plants on the left).

Isolectotypes: LE 01323234 (two plants on the top right), NSK0000564 (the leftmost plant and the second from the right).

По протологу: «Бухарские влад. На болотистом месте у питомника бл. Фараба на Аму-Дарье. — Dominium Buchara, in palude pr. Farab ad fl. Amu-Darja, 1901. VIII. 14. Собр. Н. Андросов и М. Келов».

Примечание. И. Н. Шеховцова (Shekhovtsova, 2018) в качестве лектотипа *S. affinis* var. *maritimooides* f. *megalostachys* обозначила образец из серии экскатов «Herbarium Flora Rossicae» под номером 2794b, хранящийся в Гербарии LE. При изучении материалов этого фонда были найдены три экската с таким номером: LE 01323233—LE 01323235. Ни один из них не был помечен как лектотип. Поэтому выбор Шеховцовой является только первой ступенью лектотипификации (Turland et al., 2025: Art. 9.17). Более того, как было указано в пояснительном тексте этикетки экската, на листе одновременно могут быть представлены два таксона: var. *maritimooides* Drobow и собственно f. *megalostachys* Litv. Только на двух листах в LE смонтированы растения, относящиеся к f. *megalostachys*. Два верхних длинноколосковых растения слева на экскатном образце, маркированные баркодом LE 01323233, мы и обозначили лектотипом названия этой формы.

Scirpus compactus Hoffm. var. *orientalis* Litv. 1922, Spisok Rast. Gerb. Russk. Fl. Bot. Muz. Imp. Akad. Nauk, 8: 204.

Isolectotypes (2): «Herbarium Flora Rossicae... [№] 2792. *Scirpus compactus* Hoffm. ... var. *orientalis* Litw. ... Забайкальск. обл. Нерчинск. у. Берег солонцеватого озера Сухой Байгул между р. Нерчей и Куенгой. — Prov. Transbajcalia, distr. Nerczinsk ad ripas salsuginosus lac. Suchoj-Bajgul. VIII 1911. В. Сукачев, Г. Поплавская» — МНА0032638; МНА0032639.

Lectotype (Egorova, Tatanov, 2003: 141): LE 01006598; isolectotype: LE 01006599.

По протологу: «Забайкальск. обл. Нерчинск. у. Берег солонцеватого озера Сухой Байгул между р. Нерчей и Куенгой. — Prov. Transbajcalia, distr. Nerczinsk ad ripas salsuginosus lac. Suchoj-Bajgul. 1911. VIII. Собр. В. Сукачев и Г. Поплавская».

Примечание. Как справедливо заметила И. Н. Шеховцова (Shekhovtsova, 2018: 51), обозначение лектотипа для этого названия В. В. Бялтом (Byalt, 2012b: 367) является излишним, поскольку он уже был обнародован Т. В. Егоровой и И. В. Татановым (Egorova, Tatanov, 2003).

НЕНАЙДЕННЫЕ ОБРАЗЦЫ

Carex austroussuriensis A.E. Kozhevnikov 1987, Byull. Moskovsk. Obshch. Isp. Prir., Otd. Biol. 92, 6: 135.

Holotype: VLA00000203; isotypes: LE 01006709, MW0591526, MW0591527.

По протологу: «Typus: Prov. Primorskensis, distr. Chassan, locus «Golubinyj Utes» dictus, ad declive boreali-orientale, in prato arenoso humido, 6/VI 1969, N. V. Tumanova (VLA, isotypi — LE, MHA, MW)... Тип: Приморский край, Хасанский р-н, Голубиный Утес, северо-восточный склон, влажный луг, 6/VI 1969, Н. В. Туманова (VLA, изотипы — LE, MHA, MW)».

Примечание. Согласно протологу, один из изотипов должен храниться в Гербарии МНА, однако ни в коллекции типовых образцов, ни в общем фонде он не найден.

Carex charkeviczii A.E. Kozhevnikov. 1987, Byull. Moskovsk. Obshch. Isp. Prir., Otd. Biol. 92, 6: 135.

Holotype: VLA00000213; isotypes: LE 01006730, MW0591545, MW0591546, VLA00000214, VLA00000215.

По протологу: «Typus: Sichote-Alinj Australis, 8 km ad septentrionem a vico Glasovka, maackieto-juglandetum in valle scaturiginis, 15/VI 1945, P. Zhudova. — Тип: Южный Сихотэ-Алинь, в 8 км на север от дер. Глазковка, маакиево-ореховая роща в долине ключа, 15/VI 1945, П. Жудова (VLA, изотипы — LE, MHA, MW).

Примечание. Согласно протологу, один из изотипов должен храниться в Гербарии МНА, однако ни в типовой коллекции, ни в общем фонде он не найден.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа Н. Ю. Степановой выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», № 122042700002-6.

Работа И. В. Татанова выполнена в рамках государственного задания БИН РАН «История, сохранение, изучение, пополнение гербарных фондов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН», № 124020100148-3.

БЛАГОДАРНОСТИ

Искренне благодарим сотрудников Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН М. В. Легченко и М. Б. Шелудякову за помощь в поиске и оцифровке гербарных образцов.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

Byalt V.V. 2012a. *Carex aa* — *C. austrocharkeviczii*. In: Sokolova I.V., ed. Catalogue of the type specimens of the vascular plants from Siberia and the Russian Far East kept in the Herbarium of the Komarov Botanical Institute (LE). Part 1 Moscow; St. Petersburg: KMK. P. 315–321. (In Russian). [Бялт В.В. 2012а. *Carex aa* — *C. austrocharkeviczii*. В кн.: Соколова И.В., ред. Каталог типовых образцов сосудистых растений Сибири и российского Дальнего Востока, хранящихся в Гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова (LE). Часть 1 / М.; СПб.: КМК. С. 315–321].

Byalt V.V. 2012b. *Scirpus*. In: Sokolova I.V., ed. Catalogue of the type specimens of the vascular plants from Siberia and the Russian Far East kept in the Herbarium of the Komarov Botanical Institute (LE). Part 1. Moscow, St. Petersburg: KMK. P. 366–372. (In Russian). [Бялт В.В., 2012b. Сем. Cyperaceae (*Scirpus* (кроме *S. sachalinensis*)). В кн.: Соколова И.В., ред. Каталог типовых образцов сосудистых растений Сибири и российского Дальнего Востока, хранящихся в Гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE). Часть 1. М.; СПб: КМК. С. 366–372.]

Buzunova I.O., Byalt V.V., Grabovskaya-Borodina A.E., Illarionova I.D., Krestovskaya T.V., Mikhaylova M.A., Raenko L.M., Sokolova I.V. 2010. Type specimens of the Siberian and Russian Far Eastern taxa of *Carex* L. (Cyperaceae) kept in the Herbarium of the Komarov Botanical Institute (LE). Turczaninowia. 13(3): 103–124. (In Russian). [Бузунова И.О., Бялт В.В., Грабовская-Бородина А.Е., Илларионова И.Д., Крестовская Т.В., Михайлова М.А.,

- Раенко Л.М., Соколова И.В. 2010. Типовые образцы таксонов рода *Carex* L. (Cyperaceae) Сибири и российского Дальнего Востока, хранящиеся в Гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE). *Turzcaninowia*. 13(3): 103–124].
- Egorova T.V. 1976. Cyperaceae Juss. In Fedorov An.A. *Flora partis Europaeae URSS*. Leningrad: Nauka. T. 2. P. 93–219. (In Russian). [Егорова Т. В. Сем. Осоковые – Cyperaceae Juss. В кн.: Флора Европейской части СССР. Л.: Наука. 1976. Т. 2. С. 93–219.]
- Egorova T.V. 1991. Synopsis of the genera *Kobresia* and *Carex* (Cyperaceae) in the Flora of the Caucasus. *Botanicheskii Zhurnal*. 76(12): 1735–1749. (In Russian). [Егорова Т.В. 1991. Обзор родов *Kobresia* и *Carex* (Cyperaceae) флоры Кавказа. Ботанический журнал. 76(12): 1735–1749].
- Egorova T.V. 1999. The sedges (*Carex* L.) of Russia and adjacent states (within the limits of the former URSS). St.-Petersburg: St. Petersburg Chemical-Pharmaceutical Academy; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press. 772 p. (In Russian). [Егорова Т. В., 1999. Осоки *Carex* L. России и сопредельных государств в пределах бывшего СССР. СПб.: СПХФА; Сент-Луис: Миссурский бот. сад. 772 с.]
- Egorova T.V., Tatanov I.V. 2003. On systematic position of *Bolboschoenus planiculmis* и *Bolboschoenus koshewnikowii* (Cyperaceae). *Botanicheskii Zhurnal*. 88(4): 133–144. (In Russian). [Егорова Т.В., Татанов И.В. 2003. О систематическом положении *Bolboschoenus planiculmis* и *Bolboschoenus koshewnikowii* (Cyperaceae). Ботанический журнал. 88(4): 133–144.]
- Fodor S.S. 1974. Flora Zakarpattia. Lviv: Vishcha Shkola. 208 p. (In Ukrainian). [Фодор С.С. 1974. Флора Закарпаття. Львів: Вища Школа. 208 с.]
- Global Plants on JSTOR. Available at: <https://www.plants.jstor.org/> (Accessed 10.12.2025).
- Herbarium LE: Vascular Plants Herbarium of the Komarov Botanical Institute RAS (Гербарий высших растений Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН). 2025. <https://herbariumle.ru/> (Accessed 14.12.2025).
- IPNI: The International Plant Names Index. 2020. Available at: <https://www.ipni.org> (Accessed 10.12.2025).
- Kreczetowicz V.I. 1935a. *Carex* L. In: Schischkin, ed. *Flora USSR*. Moscow–Leningrad: Ed. Acad. Sci. URSS. T. 3. P. 111–464. (In Russian). [Кречетович В.И. 1935. Род 235. Осока — *Carex* L. В кн.: Шишкин Б. К., ред. Флора СССР. М.; Л. : Изд-во АН СССР. Т. 3. С. 111–464.]
- Kreczetowicz V.I. 1935b. Key for identifying central asian sedges. Taschkent. Proceedings of the Central Asian State University. Botany Series. 20: 3–90. (In Russian). [Кречетович В.И. 1935b. Ключ для определения осок Средней Азии. Труды среднеазиатского государственного университета. Серия Ботаника. 20: 3–90 с.]
- Litwinow D.I. 1932. *Carex silvatica* Huds. Conf. supra № 844 forma *angustifolia* D. Litwinow. In: Schischkin, ed. *Spisok Rastynji Herbaria Flori S.S.S.R. Botanicheskogo Instituta Vsesojuznoj Akademii Nauk*, 9(59): P. 63. (In Russian). [Литвинов Д.И. *Carex silvatica* Huds. Conf. supra № 844 forma *angustifolia* D. Litwinow. В кн.: Шишкин Б. К., ред. Список растений Гербария флоры СССР. 1932. Т. 9, вып. 59. С. 63.]
- Mikhailova M.A. 2012. *Carex austroussuriensis* — *C. dahurica*. In: Sokolova I.V., ed. Catalogue of the type specimens of the vascular plants from Siberia and the Russian Far East kept in the Herbarium of the Komarov Botanical Institute (LE). Part 1 / Ed.-in-chief I. V. Sokolova. Moscow; St. Petersburg: KMK. P. 321–324. (In Russian). [Михайлова М.А. 2012. *Carex austroussuriensis* — *C. dahurica*. В кн.: Соколова И.В., ред. Каталог типовых образцов сосудистых растений Сибири и российского Дальнего Востока, хранящихся в Гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова (LE). Часть 1. М.; СПб: КМК. С. 321–324].

- Novoselova M.S. 2002. Type specimens of the family Cyperaceae taxa from East Asia, kept in the herbarium of Komarov Botanical Institute (LE). *Botanicheskii Zhurnal*. 87(5): 136–140. (In Russian). [Новоселова М.С. 2002. Типовые образцы таксонов Cyperaceae Восточной Азии, хранящиеся в Гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE). *Ботанический журнал*. 87(5): 136–140].
- Novoselova M.S. 1994 (publ. 1995). The system of the genus *Eriophorum* (Cyperaceae). I. Subgenera *Erioscirpus*, *Eriophoropsis*, *Phyllanthrla*. *Botanicheskii Zhurnal*. 79(11): 77–89. (In Russian). [Новоселова М.С. 1994 (публ. 1995). Система рода *Eriophorum* (Cyperaceae). I. Подроды *Erioscirpus*, *Eriophoropsis*, *Phyllanthrla*. *Ботанический журнал*. 79(11): 77–89].
- Virtual Herbaria JACQ. Available at: <https://jacq.org/> (Accessed 10.12.2025).
- Seregin A. P. (ed.). 2025. Moscow Digital Herbarium: Electronic resource. Moscow State University, Moscow. Available at: <https://plant.depo.msu.ru/> (Accessed 13.11.2025).
- Shekhovtsova I.N. 2018. Type specimens of taxon names of the Cyperaceae family from the M.G. Popov herbarium (NSK). *Rastitel'nyj mir Aziatskoj Rossii*. 3(31): 42–52. (In Russian). [Шеховцова И. Н., 2018. Типовые образцы названий таксонов семейства Cyperaceae в коллекции Гербария имени М. Г. Попова (NSK). *Растительный мир Азиатской России*, 3(31): 42–52. [https://doi.org/10.21782/RMAR1995-2449-2018-3\(42-52\)](https://doi.org/10.21782/RMAR1995-2449-2018-3(42-52))]
- Sokolova I.V. (ed.). 2012. Catalogue of the type specimens of the vascular plants from Siberia and the Russian Far East kept in the Herbarium of the Komarov Botanical Institute (LE). Part 1. 2012. Moscow : St. Petersburg: KMK. 443 p. (In Russian). [Соколова И.В. (ред.). 2012. Каталог типовых образцов сосудистых растений Сибири и российского Дальнего Востока, хранящихся в Гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE). Часть 1. СПб.; М.: КМК. 443 с.]
- Sokolova I. V. (ed.). 2018. Catalogue of the type specimens of the vascular plants from Siberia and the Russian Far East kept in the Herbarium of the Komarov Botanical Institute (LE). Part 2. St. Petersburg; Moscow: KMK. 500 p. (In Russian). [Соколова И. В. (ред.). 2018. Каталог типовых образцов сосудистых растений Сибири и российского Дальнего Востока, хранящихся в Гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE). Часть 2. СПб.; М.: КМК. 500 с.].
- Thiers B.M. 2025. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. Bronx, New York, USA: New York Botanical Garden's Virtual Herbarium, New York Botanical Garden. Available at: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (Accessed 10.11.2025).
- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Gandhi K.N., Gravendyck J., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Klopper R.R., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., May T.W., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F., Zamora Señoret J.C. 2025. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Madrid Code). Chicago: Univ. of Chicago Press. xlviii+303 p. (Regnum Veg. Vol. 162). <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226839479.001.0001>.
- Virtual Herbaria JACQ. Available at: <https://jacq.org/> (Accessed 10.12.2025).

УДК 575.174.015.3:58.006:582.912

DOI: 10.35102/cbg.2025.32.49.002

ПОЛИМОРФИЗМ ПОПУЛЯЦИЙ ИНВАЗИОННОГО ВИДА *IMPATIENS GLANDULIFERA ROYLE (BALSAMINACEAE)* В РАЗЛИЧНЫХ ООЗТ Г. МОСКВЫ

Галкина М.А.^{1*}, Дудова К.В.²

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

²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия

* Автор для переписки: mawa.galkina@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Impatiens glandulifera – чужеродный вид, входящий в Топ-100 инвазионных видов России. Были изучены 5 популяций *I. glandulifera* из нескольких ООЗТ г. Москвы: Москворецкий и Тушинский парки, Битцевский и Измайловский лесопарки, долина р. Чермянки. На основании межгенного некодирующего спейсера хлоропластной ДНК *trnV-ndhC* московские образцы распределились по 3 гаплотипам, показывая высокую степень полиморфизма. Высокий полиморфизм характерен для инвазионных особей с обширным вторичным ареалом и большим инвазионным потенциалом. ISSR-анализ показал, что изученные образцы с высокой вероятностью попали в Москву из трех источников заноса, однако происхождение особей, предполагаемое по ISSR данным, не совпадает с их хлоропластными гаплотипами.

Ключевые слова: *Impatiens glandulifera*, ISSR-анализ, хлоропластный межгенный некодирующий спейсер *trnV-ndhC*, ООЗТ, Москва

POPULATION POLYMORPHISM OF THE INVASIVE SPECIES *IMPATIENS GLANDULIFERA ROYLE (BALSAMINACEAE)* IN VARIOUS PROTECTED NATURAL AREAS OF MOSCOW

Galkina M.A.^{1*}, Dudova K.V.²

¹Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

* Author for correspondence mawa.galkina@gmail.com

ABSTRACT

Impatiens glandulifera is an alien species listed among the Top-100 invasive species in Russia. We studied five populations of *I. glandulifera* from several protected natural areas in Moscow: Moskvoretsky and Tushinsky parks, Bitsevsky and Izmaylovsky forest parks, and the valley of the Chermyanka River. Based on the analysis of the intergenic non-coding spacer of the chloroplast DNA (*trnV-ndhC*), the Moscow samples were divided into three haplotypes, demonstrating a high degree of polymorphism. High polymorphism is characteristic of invasive individuals with an extensive secondary range and high invasive potential. ISSR analysis revealed that the studied samples were most likely introduced to Moscow from three different source populations. However, the origin of the individuals assumed from the ISSR data does not correspond to their chloroplast haplotypes.

Key words: *Impatiens glandulifera*, ISSR analysis, non-coding intergenic spacer *trnV-ndhC*, chloroplast DNA, protected natural areas, Moscow

Цитирование:

Галкина М.А., Дудова К.В.
2025. Полиморфизм популяций инвазионного вида
Impatiens glandulifera Royle
(Balsaminaceae) в различных ООЗТ г. Москвы. *Нов. бюл.*
ГБС. 1(3–4): 21–32. DOI:
10.35102/cbg.2025.32.49.002

Редактор: Шанцер И.А.

Получена: 28.11.2025

Ревизия: 23.12.2025

Принята к публикации:
24.12.2025

Опубликована: 30.12.2025

© 2025 Авторы

Citation:

Galkina M.A., Dudova K.V.
2025. Population polymorphism of the invasive species
Impatiens glandulifera Royle
(Balsaminaceae) in various
protected natural areas of Moscow. *New Bull. MBG*. 1(3–4):
21–32. DOI:
10.35102/cbg.2025.32.49.002

Editor: Schanzer I.A.

Received: 28.11.2025

Revision: 23.12.2025

Accepted: 24.12.2025

Published: 30.12.2025

© 2025 Authors

ВВЕДЕНИЕ

Impatiens glandulifera (недотрога железистая) – травянистый однолетник с гладким, обычно пустотелым и членистым стеблем, который легко ломается. Стебель может достигать высоты 3 м, его диаметр доходит до нескольких сантиметров. Листья супротивные или в трехчленной мутовке, голые, от ланцетных до эллиптических, длиной 5–18 см и шириной 2,5–7 см. Соцветие рацемозное из 2–14 цветков длиной 25–40 мм. Цветки зигоморфные, самый нижний чашелистик мешковидно вздут и заканчивается прямой шпорой. Окраска цветков варьирует от белого до розового и фиолетового, растения цветут с июня по октябрь (Рис. 1). Цветки *I. glandulifera* протандричные, поэтому опыление их облигатно перекрестное, однако иногда имеет место опыление между разными цветками одного растения. Вид энтомофильный, опыляется шмелями. Коробочки длиной 1,5–3,5 см и шириной до 1,5 см. Коробочка содержит до 16 семян, каждое длиной 4–7 мм и шириной 2–4 мм со средней воздушно-сухой массой 2,35 м. Одна особь может продуцировать от 95 до 390 плодов и от 500 до 2500 семян, падающих на почву в радиусе 1–2 м от материнского растения. Подсчитано, что скорость распространения популяции в одном местообитании составляет 2,47 м в год (Vinogradova et al., 2010).



Рисунок 1. Растения *Impatiens glandulifera* из популяций из ООЗТ г. Москвы: А – Измайловский лесопарк, В – Битцевский лес.

Figure 1. Plants of *Impatiens glandulifera* from populations in Moscow protected areas: A – Izmaylovsky Forest Park, B – Bitsevsky Forest Park.

Родина *I. glandulifera* – Западные Гималаи, где вид произрастает на высотах от 1800 до 4000 м (Gupta, 1989). В Европу вид проник в 1838 г., его начали выращивать в ботаническом саду Кью, и впоследствии около ста лет *I. glandulifera* изредка культивировалась в европейских странах как декоративное растение и как медонос (Vinogradova et al., 2010).

dova et al., 2010). Однако еще в первой половине XX в. семена недотроти железистой практически никогда не вызревали, что препятствовало ее широкому распространению (Hegi, 1923). Дальнейшие исторические события (так, в Восточной Европе вид стал активно расселяться в послевоенные годы), развитие транспортных путей и потепление климата привели к тому, что в настоящее время *I. glandulifera* относится к одному из самых распространенных и агрессивных инвазионных видов России. Отчасти это связано с тем, что долгое время вид продолжал использоваться в качестве декоративного растения, выращиваться в садах и палисадниках. Так, по личным сообщениям садоводов-любителей известно, что в конце 1950-х гг. семена *I. glandulifera* пользовались в Москве большим спросом (Vinogradova et al., 2010). Однако с недавнего времени культивирование недотроти железистой и на территории Москвы законодательно запрещено (Федеральный закон о запрете использования в озеленении Москвы инвазионных видов принят Государственной Думой 16.07.2025 и одобрен Советом Федерации 25.07.2025). Недотрота железистая зарегистрирована в 53 субъектах РФ всех 8 Федеральных округов, причем в четырех Федеральных округах (и 16 субъектах РФ, входящих в их состав) *I. glandulifera* имеет статус «вид-трансформер». Недотрота железистая, как правило, образует обширные заросли по берегам водоемов (пока только в отдельных местонахождениях), но уже отмечена вне культуры и в лесах (Senator, Vinogradova, 2023). *I. glandulifera* входит в Топ-100 инвазионных видов России (Dgebuadze et al., 2018). Несмотря на массовый характер распространения данного вида, по данным портала iNaturalist.org, в публикациях для территории Москвы недотрота железистая упоминается лишь единично. Так, показано ее наличие в музее-заповеднике Коломенское, где она произрастает на некоторых участках совместно с *Urtica dioica* и редким и охраняемым *Campanula latifolia* (Polyakova, Melankholin, 2019).

Внутривидовая изменчивость выявлена у многих чужеродных видов, имеющих обширный вторичный ареал (Vinogradova et al., 2010), поэтому есть основания предполагать, что межпопуляционная изменчивость одного из самых распространенных в европейской части России инвазионных видов окажется на высоком уровне. Известно, что в естественном ареале и в западной части вторичного ареала существует несколько хлоропластных гаплотипов *I. glandulifera* (Kurose et al., 2020; Tynkevich et al., 2025). Ранее в России практически не проводилось молекулярно-генетических исследований данного вида, хотя они могли бы дать прогноз по его дальнейшему расширению и помочь в разработках естественных мер борьбы с инвазией недотроти железистой. В наших недавних предыдущих молекулярно-генетических исследованиях недотроти железистой из разных точек вторичного ареала в средней полосе России по ядерному участку ДНК ITS 1–2 не было выявлено полиморфизма, а что касается хлоропластного участка ДНК, был проанализирован некодирующий межгенный спейсер *rpl32-trnL*, как и в исследованиях D. Kurose и др. (2020), на которое мы ориентировались в 2023–2024 гг., но и по этому участку также никакого полиморфизма не было выявлено (Galkina, Vinogradova, 2024). Исходя из этого нами был выбран другой хлоропластный участок ДНК – межгенный спейсер *trnV-ndhC*, а также межмикросателлитные участки (ISSR). Целью нашей работы было популяционно-генетическое исследование *I. glandulifera* из различных ООЗТ Москвы, затрагивая и некоторые другие местонахождения вида в европейской части России в попытке выяснить происхождение московских популяций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

ДНК для межмикросателлитного анализа (ISSR) была выделена из листьев 23 образцов *Impatiens glandulifera* (Табл. 1), предварительно собранных в гербарий, с помощью набора для выделения ДНК «ДНК-Экстрон-3» («ЗАО» Синтол). Отбирались особи, растущие в нескольких метрах друг от друга. Образцы были собраны в 2025 г. на 5 ООЗТ г. Москвы: в Битцевском парке, в Измайловском лесопарке, в парке Крылатские Холмы и в Тушинском парке, в 2023 г. в пойме р. Чермянка. Для анализа высоковариабельного участка хлоропластной ДНК *trnV-ndhC* в выборку были добавлены образцы из гербарной коллекции ГБС РАН (МНА) (Табл. 2). Нуклеотидные последовательности были добавлены в международную базу данных Генбанка (NCBI), номера приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Образцы *Impatiens glandulifera*, собранные в г. Москве.

Table 1. Samples of *Impatiens glandulifera* collected in Moscow.

Условное обозначение* Shorthand of the sample*	Место сбора Place of collection	Год сбора Year
Ig_Tush_1a (PX610290)	ООЗТ Тушино, заросли на берегу р. Братовки N55,85578° E37,39904°	2025
Ig_Tush_1b (PX610291)		
Ig_Tush_1c		
Ig_Tush_1d		
Ig_Tush_1e		
Ig_Kryl_1a (PX610288)	окраина парка Крылатские Холмы N55,7649° E37,4181°	2025
Ig_Kryl_1b (PX610289)		
Ig_Kryl_1c		
Ig_Kryl_1d		
Ig_Kryl_1e		
Ig_Bitsa_1a (PX610284)	ООЗТ Битцевский лес N55,62800° E37,57823°	2025
Ig_Bitsa_1b (PX610285)		
Ig_Bitsa_1c		
Ig_Bitsa_1d		
Ig_Bitsa_1e		
Ig_Izm_1a (PX610286)	ООЗТ Измайлово, заросли в окр. Сокольного пруда N55,77883° E37,77955°	2025
Ig_Izm_1b (PX610287)		
Ig_Izm_1c		
Ig_Izm_1d		
Ig_Izm_1e		
Ig_9a (PX610281)	ООЗТ пойма р. Чермянки N55,8706° E37,6250°	2023
Ig_9b (PX610282)		
Ig_9c (PX610283)		

*Примечание: в скобках для некоторых образцов приведен номер нуклеотидной последовательности участка хлоропластной ДНК *trnV-ndhC*.

*Note: In parentheses, the nucleotide sequence number of the spacer *trnV-ndhC* of chloroplast DNA is given for some samples.

Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили в амплификаторе Biorad T-100 (США). Для хлоропластного некодирующего межгенного спейсера *trnV-ndhC* применялись праймеры *trnV* (прямой) и *ndhC* (обратный) при температуре отжига от 57 до 60 °С. Очистка ПЦР-продукта для секвенирования выполнена в смеси ацетата аммония с этианолом. Определение нуклеотидных последовательностей ДНК проведено на автоматическом секвенаторе в ЗАО «Синтол». Обработка нуклеотидных последова-

тельностей проведена в программе BioEdit (Hall, 1999). Длина последовательностей составила 420–449 п.н. Построение сети гаплотипов методом статистической парсимонии проводилось в программе TCS 1.21 (Clement et al., 2000), индели при построении сети не учитывались (Gap sites = missing).

Таблица 2. Образцы *Impatiens glandulifera* из гербарной коллекции ГБС РАН (МНА).

Table 2. Samples of *Impatiens glandulifera* from MHA Herbarium Collection.

Условное обозначение / Shorthand of the sample	Место сбора / Place of collection	Шифр в гербарной коллекции / Barcode	Номер образца в Генбанке / Accession number in NCBI database
Ig1a	Калужская обл.	MHA0087697	PX610268
Ig1b	Калужская обл.	MHA0087696	PX610269
Ig1c	Калужская обл.	MHA0187009	PX610270
Ig1e	Калужская обл.	MHA0187005	PX610271
Ig2	Калининградская обл.	MHA0449034	PX610272
Ig3	Псковская обл.	MHA0186999	PX610273
Ig4	Тверская обл.	MHA0187000	PX610274
Ig5	Ульяновская обл.	MHA0186996	PX610275
Ig6	Белгородская обл.	MHA0007673	PX610276
Ig7a	Смоленская обл.	MHA0187008	PX610277
Ig7b	Смоленская обл.	MHA0187010	PX610278
Ig8a	Брянская обл.	MHA0187003	PX610279
Ig8b	Брянская обл.	MHA0187002	PX610280

Для ISSR анализа использовалось 6 ISSR-праймеров: M1, M2, M3, M7, UBC825, UBC873. Предварительная денатурация проводилась 3 мин при 94 °C; затем 35 циклов, включающих денатурацию 30 с при 94°C, отжиг праймеров 30 с при 49°C для UBC873, 55°C для UBC825 и M7 и 50°C для остальных праймеров, и элонгацию при 72°C 1 мин с удлинением на 2 с на каждом цикле; заключительная элонгация 3 мин при 72°C. Электрофорез ПЦР-продуктов проводился в 1,7% агарозном геле с добавлением бромида этидия в 0,5 × ТВЕ буфере в течение 1 часа. Затем фрагменты ДНК были сфотографированы в ультрафиолетовом свете с помощью Гель-Док системы (GelDoc-It Imaging System LCD/LM-26E, USA). Для оценки длины фрагментов использовался маркер молекулярного веса 100bp+. Типирование фрагментов проводилось в программе CrossChecker (Buntjer, 2000), дальнейшая обработка матрицы – в программах PAST 5.0 (Hammer, 2001) – ординация данных методом неметрического многомерного шкалирования с дистанцией Жаккара; GenAIEx 6.5 (Peakall, 2012) – анализ молекулярной дисперсии (AMOVA), подсчет показателей гетерозиготности и генетических расстояний Нея между популяциями; и анализ популяционной структуры методом Байеса в Structure 2.3.4 (Evanno et al., 2005). При проведении анализа методом Байеса с использованием алгоритма Марковских Цепей Монте-Карло в программе Structure использовались следующие параметры: продолжительность периода отжига 100 000 итераций, после периода отжига – 500 000 итераций, число популяций K было задано от 1 до 10, анализ проводился в трех повторностях, определение оптимального

числа К и визуализация данных проводилось с помощью сервиса CLUMPAK (Kopelman et al., 2015).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании хлоропластного межгенного некодирующего спейсера *trnV-ndhC* была построена сеть гаплотипов (Рис. 2) для особей *Impatiens glandulifera* из европейской части России. Гаплотипы 1 и 2 оказались более близкими друг другу, чем гаплотип 3 и отличались на одну замену (A/G) и одну делецию из 11 нуклеотидов. Гаплотип 3 имеет существенные отличия от остальных (несколько замен, вставок и делеций) и включает в себя единственный образец Ig9a (экземпляр, собранный в Москве в пойме р. Чермянки). Пространственное распределение гаплотипов на территории Восточно-Европейской равнины также отражено на рисунке 2 (точки для г. Москвы нанесены на карту с помощью сервиса GoogleEarth).

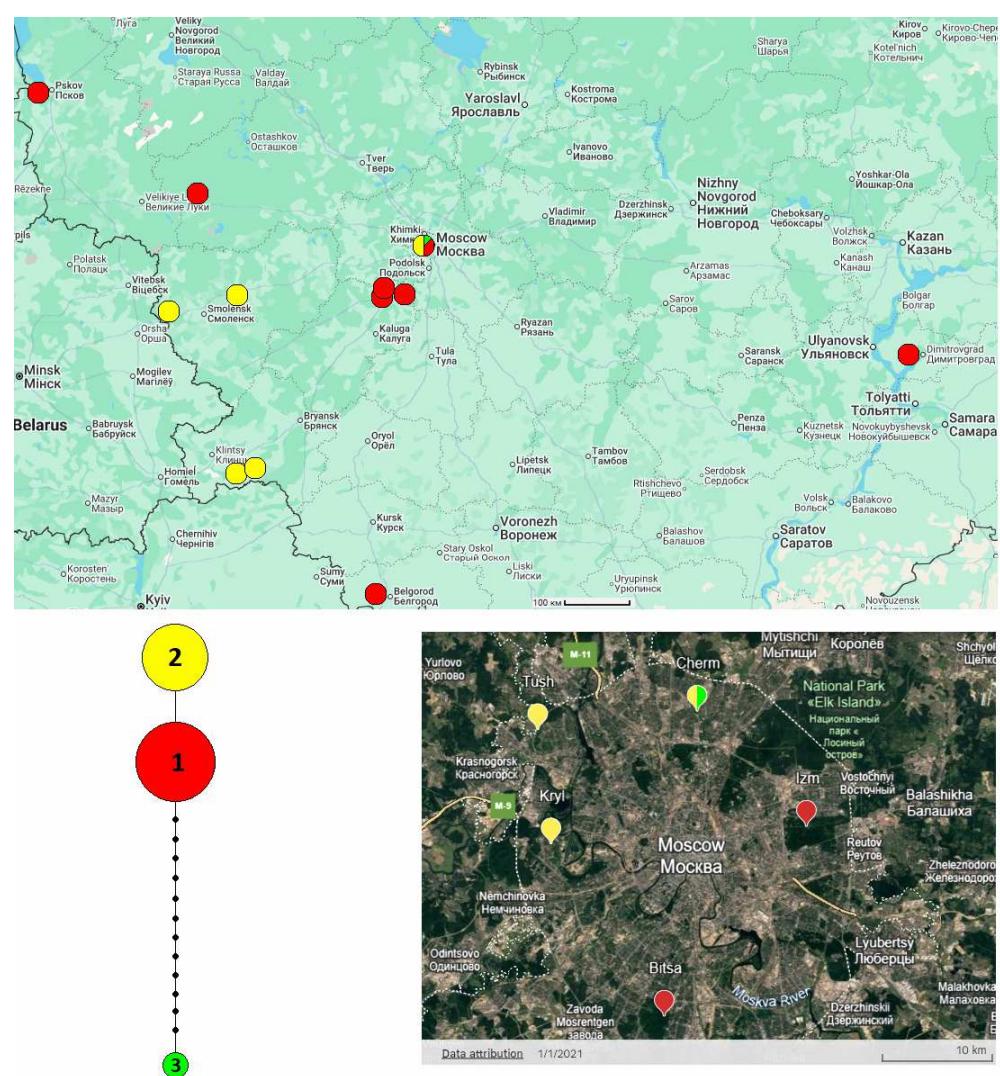


Рисунок 2. Сеть гаплотипов *Impatiens glandulifera* на основании хлоропластного межгенного спейсера *trnV-ndhC* и их пространственное распределение на территории Восточно-Европейской равнины.

Figure 2. Haplotype network of *Impatiens glandulifera* based on intergenic spacer *trnV-ndhC* of chloroplast DNA and their territorial distribution in the East European Plain.

По результатам ISSR-исследования 23 образцов было получено 48 маркеров, 40 из них – полиморфные. Ординация данных показала, что выделились популяции в долине р. Чермянка и в Тушинском парке (Рис. 4).

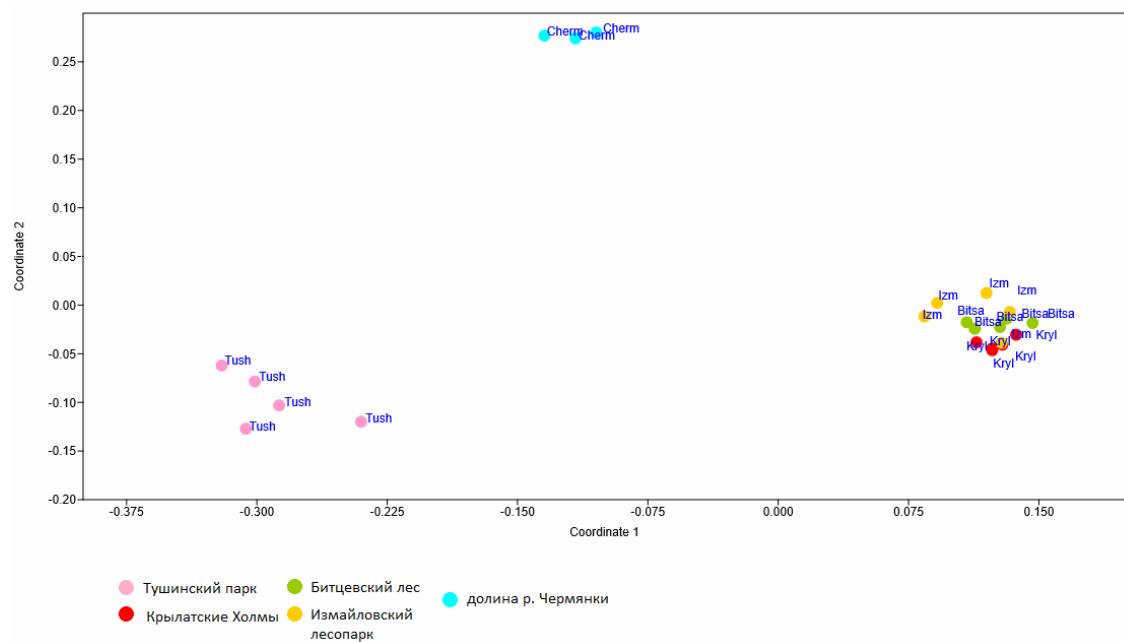


Рисунок 3. Ординация данных ISSR-анализа образцов *Impatiens glandulifera* из московских популяций методом неметрического многомерного шкалирования.

Figure 3. Non-metric multivariate ordination based ISSR analysis of samples of *Impatiens glandulifera* from Moscow populations.

Образцы из популяций из Битцевского и Измайловского парков и с Крылатских Холмов не имеют отличий. Это подтверждает и подсчет генетических расстояний Нея (Табл. 3) – популяция в долине Чермянки и популяция в Тушинском парке имеют максимальные генетические расстояния от популяций в Битцевском лесу, Измайловском лесопарке и на Крылатских Холмах ($>0,3$), при этом популяции из Тушинского парка и долины Чермянки различаются между собой чуть меньше (расстояние Нея составляет 0,252).

Таблица 3. Генетическое расстояние Нея между московскими популяциями *Impatiens glandulifera*.

Table 3. Nei distance between populations of *Impatiens glandulifera* from Moscow.

	Тушинский парк	Крылатские Холмы	Битцевский лес	Измайловский лесопарк
Тушинский парк				
Крылатские Холмы	0,345			
Битцевский лес	0,376	0,113		
Измайловский лесопарк	0,311	0,133	0,113	
Парк Чермянка	0,252	0,396	0,314	0,335

Минимальные генетические расстояния получились при сравнении между собой из Битцевского леса, Измайловского лесопарка и Крылатских Холмов (не более 0,133). Анализ молекулярной дисперсии (AMOVA) показал, что межпопуляционная изменчивость составляет 43%, внутрипопуляционная – 57%. Изученные популяции *I. glandulifera* практически не различаются по гетерозиготности (Табл. 4).

Таблица 4. Показатели ожидаемой гетерозиготности в московских популяциях *Impatiens glandulifera*.

Table 4. Expected heterozygosity rates in populations of *Impatiens glandulifera* in Moscow.

Место произрастания популяции / Location of population	<i>He</i>
Тушинский парк	0,144±0,028
Крылатские холмы	0,101±0,026
Битцевский лес	0,103±0,025
Измайловский лесопарк	0,157±0,029
парк Чермянка	0,084±0,026

Анализ данных в программе Structure методом Байесовского анализа и дальнейшая обработка с помощью сервиса CLUMPAK показали, что согласно критерию ΔK (Рис. 4, а) наиболее вероятным оказывается разделение выборки на две популяции ($K=2$) (Рис. 5). Однако согласно графику изменения логарифма функции вероятности $\ln P(K)$ (Рис. 4, б) наиболее вероятно выделение трех популяций ($K=3$) (Рис. 5).

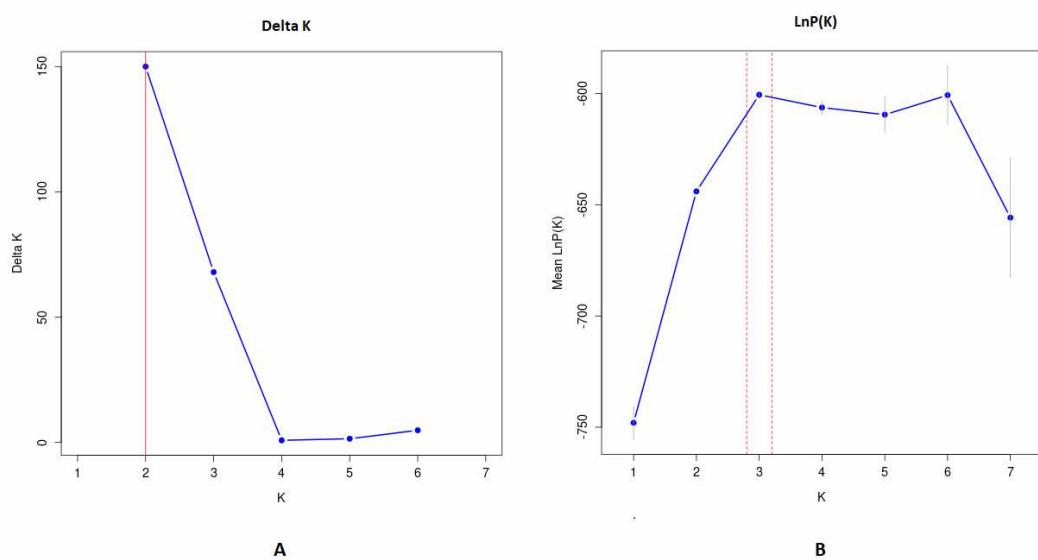


Рис. 4. Выбор оптимального числа популяций K.

Fig. 4. Selection the optimal number of populations (K).

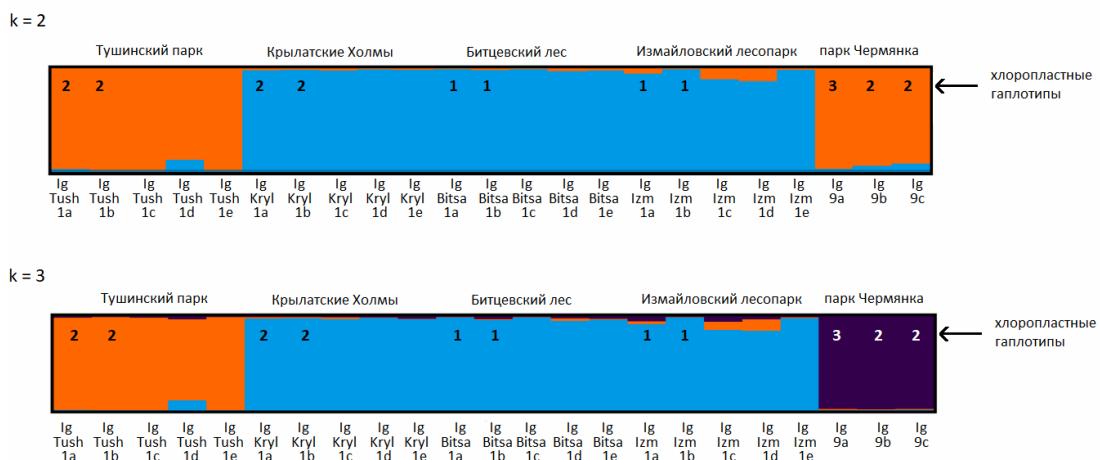
Рис. 5. Распределение московских образцов *Impatiens glandulifera* по числу популяций К.

Fig. 5. Distribution of Moscow samples of *Impatiens glandulifera* by the number of populations K.

ОБСУЖДЕНИЕ

Стоит отметить, что образцы из московских ООЗТ распределились по всем трем имеющимся хлоропластным гаплотипам: 1 (IgBitsa1a, IgBitsa1b, IgIzm1a, IgIzm1b), 2 (IgKryl1a, IgKryl1b, IgTush1a, IgTush1b, Ig9b, Ig9c), 3 (Ig9a). При этом, на всей оставшейся изученной территории Восточно-Европейской равнины, помимо Москвы, отмечено всего два гаплотипа – 1 и 2 (Рис. 2), и растения из близко расположенных популяций (на территории одного региона) относятся к одному и тому же гаплотипу (за исключением московских популяций). Так, растения из трех популяций в Калужской области относятся к гаплотипу 1; из двух популяций в Смоленской области – к гаплотипу 2; из двух популяций в Брянской области – также к гаплотипу 2. Полученный результат говорит о высоком уровне межпопуляционной изменчивости недотроги железистой в Москве. Анализ молекулярной дисперсии подтвердил это – межпопуляционная изменчивость является достаточно высокой, однако внутрипопуляционная изменчивость даже превышает ее. Показатели ожидаемой гетерозиготности между изученными популяциями *I. glandulifera* сопоставимы и варьируют от 0,084 в долине р. Чермянки до 0,157 в Измайловском лесопарке.

В случае разделения выборки на две генетические группы (Рис. 5, K=2), соответствующие двум популяциям, в первую группу попадают растения из Тушинского парка и долины реки Чермянки, во вторую – остальные три популяции (Измайловский лесопарк, Битцевский лес, Крылатские Холмы). Вторая группа сохраняется и при K=3. Действительно, генетические расстояния Нея между тремя популяциями из Измайловского лесопарка, Битцевского леса и Крылатских Холмов минимальны в нашей выборке (0,113–0,133), и вполне справедливо, что они оказались в одной генетической группе. Однако расстояние Нея между двумя популяциями, отнесенными ко второй генетической группе, в два раза выше (0,252). Кроме того, результаты ординации данных ISSR-анализа методом неметрического многомерного шкалирования также показывают значительную удаленность популяций из Тушинского парка и долины Чермянки друг от друга. Корреляция распределения образцов по двум популяциям с их хлоропластными гаплотипами отсутствует (Рис. 5). В случае выделения двух генетических групп, мы предполагаем наличие двух источников заноса *I. glandulifera* в мос-

ковские парки, однако, на наш взгляд, эта точка зрения вызывает слишком много противоречий при статистической обработке данных другими методами, поэтому к выделению двух генетических групп на основе критерия ΔK следует относиться с осторожностью.

В случае выделения трех генетических групп (Рис. 5, $K=3$), выделяются три популяции, соответствующие трем источникам заноса *I. glandulifera*. Эти популяции совпадают с распределением образцов методом неметрического многомерного шкалирования (Рис. 3). Популяции *I. glandulifera* из Битцевского парка, Измайловского парка и Крылатских Холмов имеют один источник заноса, тогда как в долину р. Чермянки в районе Отрадное и в долину р. Братовки в Тушинском парке недотропа железистая попала из двух других источников. Отметим, что 3 хлоропластных гаплотипа не соответствуют 3 источникам заноса (Рис. 5) – так, особи из популяции в долине р. Чермянки относятся к двум гаплотипам (2 и 3), при этом имеют одинаковое происхождение. Особи из Крылатских Холмов имеют тот же гаплотип, что из Тушинского парка (2), но их источник происхождения один с популяцией из Битцевского леса и Измайловского лесопарка, имеющими другой гаплотип (1).

Таким образом, *I. glandulifera* попала в парки Москвы минимум из двух, а более вероятно – из трех разных источников, и попала в эти парки независимо, поскольку смешение между разными генетическими группами практически отсутствует (Рис. 5). Изученные парки расположены на значительном расстоянии друг от друга (Рис. 2), которое трудно преодолевать опылителям, и разделены жилыми массивами, в которых практически невозможно произрастание *I. glandulifera*. При этом с каждым заносом происходило поступление в естественные фитоценозы как минимум нескольких особей, поскольку выделенные генетические группы включают в себя разные хлоропластные гаплотипы.

С учетом некоторой неоднозначности полученных результатов, требуется дальнейшее изучение большего числа популяций каждого парка и увеличение охвата территории города с добавлением новых ООЗТ. Вероятно, будет выявлено большее число источников заноса и, возможно, новые гаплотипы. Высокая межпопуляционная изменчивость говорит о том, что вид обладает большим инвазионным потенциалом, и вероятно, при отсутствии мер борьбы усилит внедрение в естественные сообщества ООЗТ г. Москвы.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН по теме: «Инвазионные растения России: инвентаризация, биоморфологические особенности и эффективные методы контроля расселения» № 122042600141-3.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят студенток кафедры экологии и географии растений биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Помошникову Веронику Михайловну и Якушкину Викторию Максимовну за помощь в сборе полевого материала.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Buntjer J.B. 2000. Cross Checker: computer assisted scoring of genetic AFLP data. *Plant, Animal Genome 8th Conference*. S. Diego. P. 9–12.
- Clement M., Posada D., Crandall D.A. 2000. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology* 9 (10): 1657–1660.
- Dgebuadze Yu.Y., Petrosyan V.G., Khlyap L.A. 2018. *The most dangerous invasive species of Russia (Top 100)*. Moscow: KMK Scientific Press. 688 p. (In Russian) [Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. 2018. *Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100)*. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 688 с.]
- Evanno G., Regnaut S., Goudet J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology* 14(8): 2611–2620.
- Galkina M.A., Vinogradova Yu.K. 2024. Genetic polymorphism of invasive species of *Impatiens* Riv. ex L. *Materials of International Scientific and Practical Conference «Protection and quarantine of Plants. Healthy plants – healthy people»*. 10-13 December 2024. Part 3. P. 17 (In Russian) [Галкина М.А., Виноградова Ю.К. 2024. Генетический полиморфизм инвазионных видов *Impatiens* Riv. ex L. *Материалы международной научно-практической конференции «Защита и карантин растений. Здоровые растения – здоровая нация»*. 10-13 декабря 2024 г. Часть 3. С. 17.]
- Gupta R.K. 1989. *The Living Himalayas*. Vol. 2. New Delhi: Today & Tomorrow's. 512 p.
- Hall T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.
- Hegi G. 1923. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. Bd. 4, T. 2. München: J.F. Lehmann Verlag. S. 1–1112.
- Kopelman N.M., Mayzel J., Jacobsson M., Rosenberg N.A., Mayrose I. 2015. CLUMPAK: a program for identifying clustering modes and packaging population structure inferences across K. *Molecular Ecology Resources* 15(5): 1179–1191. doi: 10.1111/1755-0998.12387.
- Kurose, D., Pollard, K.M., Ellison, C.A. 2020. Chloroplast DNA analysis of the invasive weed, Himalayan balsam (*Impatiens glandulifera*), in the British Isles. *Scientific Reports* 10: 10966. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67871-0>
- Peakall R., Smouse P.E. 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics* 28: 2537–2539.
- Polyakova G.A., Melankholin P.N. 2019. Dynamics of some protected plants in parks and forest parks of Moscow. Proc. of the 21st Int. Forum *Problems of urban greening in large cities*: 72–75 (In Russian). [Полякова Г. А., Меланхолин П. Н. Динамика некоторых охраняемых видов растений в городских парках и лесопарках Москвы. Материалы XXI Международного научно-практического форума: *Проблемы озеленения крупных городов*. Москва. Издательство "Перо". С. 72–75.]
- Senator S.A., Vinogradova Yu.K. 2023. Invasive plants of Russia: results of inventory, peculiarities of distribution, and management issues. *Biology Bulletin Reviews*. 13(6): 681–690 DOI: 10.1134/S2079086423060130 [Сенатор С.А., Виноградова Ю.К. 2023. Инвазионные растения России: результаты инвентаризации, особенности распространения и вопросы управления. *Успехи современной биологии*. 143(4): 1–10. DOI: 10.31857/S0042132423040099]

- Tynkevich, Y.O., Roshka, N.M., Panchuk, I.I., Volkov R.A. 2025. Distribution of Two Chloroplast Haplotypes of the Invasive Weed Himalayan Balsam (*Impatiens glandulifera*) in Ukraine and other European Countries. *Cytology and Genetics* 59: 465–475. <https://doi.org/10.3103/S009545272505010X>
- Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Khorun L.V. 2010. *The Black Book of Flora of Middle Russia*. Moscow: Geos. 512 p. (In Russian) [Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун, Л.В. 2010. *Черная книга флоры Средней России*. Москва: Геос. 512 с.]

ПЕРИОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ЗОНЕ ХВОЙНО- ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ ПО ДАННЫМ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Носова М.Б.^{1*}, Ершова Е.Г.², Кренке Н.А.³, Лавренов Н.Г.¹

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

²Департамент ботаники, Университет Висконсин-Мэдисон, США

³Институт истории материальной культуры РАН, Санкт-Петербург, Россия

*Автор для переписки: mashanosova@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены девять спорово-пыльцевых последовательностей ископаемых отложений позднего голоцена и их сокращенные диаграммы из зоны широколиственно-хвойных лесов в пределах Псковской, Смоленской, Тверской и Московской областей. Палинологические данные представлены на единой временной шкале, охватывающей период последних 5000 лет. Участие таксонов-антропогенных индикаторов (АИ), включая недревесную пыльцу, культурные злаки (*Cerealia*), *Artemisia* и *Urtica*, были соотнесены с изменениями содержания лесообразующих таксонов (*Picea*, *Quercus*, *Ulmus*) в рамках общей хронологии. Предварительно установлена общая модель поэтапного развития производящего хозяйства и изменения интенсивности антропогенного воздействия в пределах зоны хвойно-широколиственных лесов. В рамках этой модели выделено пять фаз антропогенных изменений растительности и ландшафта: 1) Условный период неолита-бронзового века, примерно с 4500–4000 до 3000 кал. л.н., с наиболее ранними находками пыльцы культурных злаков (около 6000 кал. л.н.). В этот период антропогенные индикаторы отражают хозяйство «лесного неолита», характеризующееся минимальной вырубкой лесов и очень спорными и редкими свидетельствами выращивания культурных злаков; 2) Ранний железный век, датируемый 2800–2500 кал. л.н.; 3) период Великого переселения народов и Раннее Средневековье 1700–1300 кал. л.н.; 4) Раннее Средневековье включая Эпоху Викингов и Древнерусский период (1400–800 кал. л.н.), характеризующееся выраженным увеличением земледелия; 5) Период Нового Времени (400–100 кал. л.н.), в течение которого большинство диаграмм показывают пиковые значения антропогенных индикаторов, а также максимальное сведение коренных лесов.

Ключевые слова: земледелие, культурные злаки, пыльца, палинология, поздний голоцен, хвойно-широколиственные леса, история, антропогенные индикаторы, Европейская Россия

Цитирование:

Носова М.Б., Ершова Е.Г., Кренке Н.А., Лавренов Н.Г. 2025. Периоды сельскохозяйственной трансформации в зоне хвойно-широколиственных лесов европейской части России по данным палинологического анализа. *Нов. бюл. ГБС*. 1(3–4): 33–51. DOI: 10.35102/CBG.2025.46.40.003

Редактор: И.А. Шанцер

Получена: 15.12.2025

Ревизия: 23.12.2025

Принята к публикации: 24.12.2025

Опубликована: 30.12.2025

AGRICULTURAL TRANSFORMATION OF LANDSCAPES IN THE MIXED FOREST ZONE OF EUROPEAN RUSSIA: PERIODS IDENTIFIED FROM POLLEN DIAGRAMS

Nosova M.B.^{1*}, Ershova E.G.², Krenke N.A.³, Lavrenov N.G.¹

¹*Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

²*Department of Botany, University of Wisconsin-Madison, USA*

³*Institute for the history of material culture of Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia*

*Author for correspondence: mashanosova@mail.ru

ABSTRACT

Citation:

Nosova M.B., Ershova E.G., Krenke N.A., Lavrenov N.G. 2025. Agricultural transformation of landscapes in the mixed forest zone of European Russia: periods identified from pollen diagrams. *New Bull. MBG*. 1(3–4): 33–51. DOI: 10.35102/CBG.2025.46.40.003

Editor: I.A. Schanzer

Received: 15.12.2025

Revision: 23.12.2025

Accepted: 24.12.2025

Published: 30.11.2025

© 2025 Authors

The article discusses nine pollen sequences and their summary diagrams from the Pskov, Smolensk, Tver, and Moscow regions of European Russia, within the mixed (broadleaved-coniferous) forests zone. The sequences are aligned on a unified timescale extending to 5,000 cal yr BP. Selected anthropogenic indicators (AI), including non-arboreal pollen (NAP), *Cerealia*, *Artemisia*, and *Urtica*, were correlated with major primary forest taxa (*Picea*, *Quercus*, *Ulmus*) using this common chronology. A relatively consistent pattern of stepwise agricultural development and human impact within the broadleaved-coniferous forest zone is preliminarily established. Within this pattern, five more or less distinct phases of human-induced vegetation and landscape change are identified: 1) The conventional period attributed to the Neolithic–Bronze Age, from approximately 4,500–4,000 (extending to 3,000) cal yr BP, with earlier but doubtful evidences of agriculture (up to 6,000 cal yr BP). During this phase, the AIs reflect a "Forest Neolithic" type of economy, characterized by minimal deforestation and debatable cereal cultivation; 2) The Early Iron Age period, dating to (3,000) 2,800–2,500 cal yr BP; 3) The Migration Period, 1,700–1,300 cal yr BP; 4) The Early Medieval period including the Viking Age and Old Russian period (1,400–800 cal yr BP), featuring a pronounced increase in cultivation and rapid changes in forest composition; 5) The Period of New Times (400–100 cal yr BP), during which most diagrams show peak values for anthropogenic indicators, as well as maximum deforestation.

Key words: agriculture, *Cerealia*, pollen, palynology, Late Holocene, broadleaved-coniferous forest, history, anthropogenic indicators, European Russia

INTRODUCTION

Some of the most discussed questions in archaeology and palaeoecology are: when, how and with whose help natural (virgin) forests were transformed to semi-open agricultural landscapes with patches of different variants of primary and secondary forests and then to open agrarian landscapes. Besides archeology itself, this issue is traditionally studied using the palynological method on the basis of anthropogenic indicators (AI) – pollen types, which indicate anthropogenic-caused environmental changes (Behre, 1996). AI include pollen types associated with trampling, grazing, open landscapes, arable lands, eutrophic sites. A group of cultivated plants (cereals, *Brassica*, *Pisum*, *Cannabis*, *Fagopyrum*) is distinguished separately.

Correlations of anthropogenic caused vegetation changes have already been studied over the Europe: in Estonia (Poska et al., 2004), Germany (Kalis et al., 2003), North-West Europe (Berglund, 2003) and Czech Republic (Kuneš et al., 2015). Several macro-regional model-based reconstructions were made for all Europe (Fyfe et al., 2015; Githumbi et al., 2021) and

major regions of Europe (Lechterbeck et al., 2014; Woodbridge et al., 2014). The results of these reconstructions are expressed as high-level landscape or vegetation units. This modern quantitative approach is more evidentiary but traditional correlations of pollen sequences allow highlighting of low-scale human impact which did not cause significant transformation of the landscapes.

Historically there were not a lot of well-dated and detailed pollen sequences in Central European Russia. Modern and well ^{14}C -dated pollen sequences were produced in the temperate forest zone of European Russia during last two decades (Wohlfarth et al., 2006; Novenko et al., 2009, 2015, 2019; Nosova et al., 2017, 2019; Tarasov et al., 2019; Mazei et al., 2020; Tarasov et al., 2021) but only few generalizations were made (Novenko et al., 2014; Novenko et al., 2016; Shumilovskikh et al., 2018; Tarasov et al., 2019).

Regions and especially microregions, where more than one diagram have been investigated are of particular interest because such overlapping demonstrates whether the synchronicity we observe in pollen diagrams is accidental or natural. For example, three sequences sampled within one huge Polistovo-Lovatsky mire massif (Nosova et al., 2017, 2017a, 2019) showed high similarity of the stages of anthropogenic-caused vegetation transformation. Early periods of agriculture in the temperate forest zone did not lead to significant changes in the landscape and could be similar to natural changes in vegetation. Forest grazing of domestic cattle and large herbivores grazed in the forests affect pollen spectra similarly.

Russian archaeologists worked out detailed classification and time scale of archaeological cultures for the west and center of the European part of Russia (Oshibkina, 1996; Mikliaev, 1995; Archaeology, 2006; Krenke, 2019). Thereby, we can try to determine several stages of human-induced vegetation changes based on palynological data, then we could to correlate them with main archaeological periods and agricultural practices of the time.

MATERIALS AND METHODS

We discuss 9 pollen sequences and their reduced diagrams combined on the timescale of 5,000 years long and included selected anthropogenic indicators (*Cerealia*, *Artemisia* and *Urtica*) together with main taxa of primary forests (*Picea* and broadleaved trees). Age limitation of 5,000 cal yr BP was chosen because finds of pollen of cultivated plants older than 5,000 years are still very rare and their number is still insufficient for any correlations. The following criteria were applied for the selection of sites suitable for inclusion to the study: 1) three or more ^{14}C dates per sequence; 2) more than 500 (with rare exceptions) pollen grains counted per sample.

This pool of diagrams from Moscow, Tver, Smolensk, and Pskov regions, displayed on the Figure 1, allows some generalizations over a large area and characterizes human-induced vegetation changes within similar climatic and vegetation conditions.

The territory involved into correlation belongs to the temperate continental climate zone (according to Koeppen Climate Classification Map – Kottek et al., 2006), with small West-East gradient of moisture and mildness of climate, influenced by the Atlantic.

In the modern vegetation zonation, all sites included in our analysis belong to the subtaiga subzone (Safranova et al., 1999). An alternative viewpoint classifies broadleaved-coniferous forests as a separate vegetation zone (Gribova et al., 1980). The latter interpretation better reflects the characteristic features and specific conditions of the landscape in which the production economy developed. Therefore, we prefer to classify the study area as

the broadleaved-coniferous forest zone. Several local patches of south-taiga forests exist within different parts of the zone; for example, the Staroselie site represents one such inclusion.

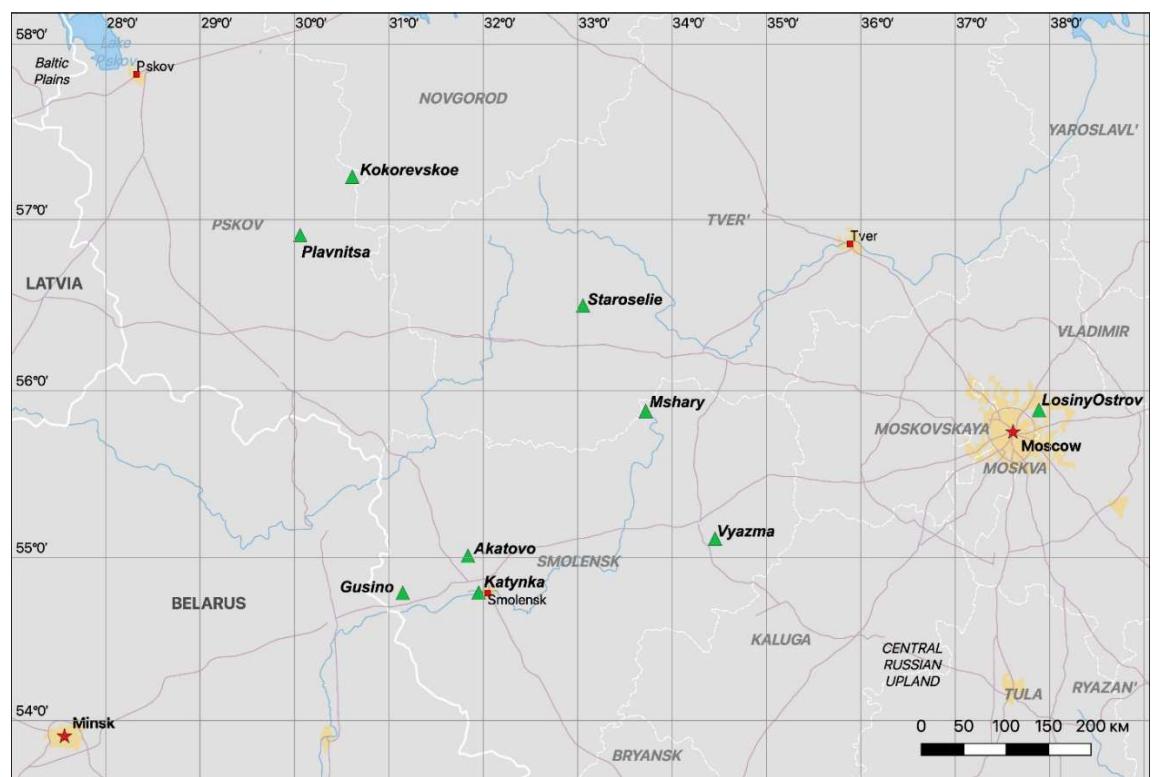


Figure 1. The map of the study sites location within European Russia

Рисунок 1. Расположение изученных объектов на карте в пределах Европейской части России

A brief description of the sampling sites (administrative locality, coordinates, analyst, and references) is provided in Table 1. Further important details describing the local conditions of the sites are given below.

Kokorevskoe and **Plavnitsa** core sites is situated in the western part of the Polistovo-Lovatskaya Mire System (largest in Europe). The present-day vegetation at both sites is a hummock-and-hollow complex, open or covered by sparse pine forest. The vegetation of dry lands around mire composed of small-leaved and mixed forests of 30–70 years old covering abandoned agricultural land and clearings. Archaeological sites explored in the vicinity of the mire system (not closed to the boring sites) belongs to Iron Age and Middle Ages.

The **Staroselie** peatbog lies on the edge of Central Forest State Natural Biosphere Reserve (CFSNBR), on the Great Watershed of Russian Plain. Natural and seminatural spruce forests prevail on the territory today. This poorly drained loamy plain on the watershed area has never been densely populated and were extensively used for cultivation. No archaeological sites explored here except for modern villages of Late Medieval origin.

The **Gusino** core site (Radomskiy Mokh bog) is located in 50 km to the West from Smolensk near Russian-Belarus border. Northern and central parts of the bog were used for peat extraction and damaged in battles during World War II. The southern part, which is untouched by peat extraction and exploissons, was selected for sampling. Currently the whole

bog is covered by sparse pine forest and surrounded by mixed spruce-broadleaf forest with boreal grass complex. There are no archaeological sites in 10 km radius from the bog are known.

Table 1. Pollen sequences included into analysis

Таблица 1. Спорово-пыльцевые диаграммы, включенные в анализ

Site name	Region, District, Closest settlement	Type of basin	N- latitude E- longitude	Analyst, reference
Kokorevskoe	Pskov, Bezhanitskyi, Polistovsky Reserve	ombrotrophic mire	N 57.258593 E 30.606367	<i>Nosova</i> , <i>Nosova et al.</i> , 2019
Plavnitsa	Pskov, Bezhanitskyi, Polistovsky Reserve	ombrotrophic mire	N 57.039679 E 30.331210	<i>Nosova</i> , <i>Nosova et al.</i> , 2017
Staroselie	Tver, Nelidovskyi, Central Forest Reserve	ombrotrophic mire	N 56.466446 E 32.954374	<i>Nosova</i> , <i>Novenko et al.</i> , 2009
Gusino	Smolensk, Krasninskyi, Gusino, Komissarovo	ombrotrophic mire	N 54.732131 E 31.253349	<i>Lavrenov</i> , <i>Lavrenov et al.</i> , 2021
Katynka	Smolensk suburban, Katyn'	the former riverbed in the floodplain	N 54.767880 E 31.743683	<i>Ershova</i> , <i>Ershova et al.</i> , 2020
Akatovo	Smolensk, Demidovskyi, Akatovo	ombrotrophic mire	N 55.935834 E 33.853220	<i>Lavrenov</i> , <i>Lavrenov</i> , 2025
Mshary	Smolensk, Sychevskyi, Bocharovo	ombrotrophic mire	N 55.863321 E 33.668174	<i>Lavrenov</i> , <i>Lavrenov et al.</i> , 2024
Vyazma	Smolensk, Vyazminskyi, Krasnyi Kholm	transformed mesotrophic	N 55.073606 E 34.531941	<i>Lavrenov</i> , <i>Lavrenov</i> , 2025
Losiny Ostrov	Moscow suburb, Losiny Ostrov National Park	ombrotrophic mire	N 55.870085 E 37.825644	<i>Ershova, Miagkaya</i> , <i>Miagkaya et al.</i> , 2020

The **Akatovo** core was extracted from a small unnamed bog near the Akatovo lake. The site is located in 44 km to the NNW from Smolensk. The current vegetation of the bog is presented by dense birch forest and complex of oligotrophic bog herbs including *Eriophorum vaginatum*, *Carex rostrata*, *C. vesicaria* and *Drosera rotundifolia*. Samples were obtained from the center of the bog. Two archaeological sites attributed to Migration Period and Medieval times are located in 1 km radius from the core-site.

Mshary bog is located on the North-East of the Smolensk region in 160 km to the east from Smolensk (near the border with Tver Region). Its' current vegetation is quite similar to *Kokorevskoe* and *Plavnitsa* bogs and presented by hummock-and-hollow complex, open or covered by sparse pine forest and complex of oligotrophic herbs from Cyperaceae and Ericaceae families mostly. There are no archaeological sites in 10 km radius from the bog are known.

The **Vyazma** core was extracted from the unnamed bog located near Krasny Kholm village in 160 km to the SEE from Smolensk. The northern part of the bog was exposed to experimental afforestation (with pine) in the middle of XX century. Its' untouched southern part was selected for the core extraction. Current vegetation of the bog is heterogenous due to mentioned afforestation. The drained northern part is covered by dense pine plantation while vegetation of the southern part is presented by typical for transitional oligomesotrophic bog plant complex.

The **Katynka** core was obtained from organic deposits of the former old riverbed of the Katynka River at its inflow into the Dnieper River, 15 km from Smolensk and 8 km from the Gnezdovo archaeological complex. Now it is an agricultural landscape, with a high concentration of archaeological monuments from the Neolithic to the Middle Ages.

The core **Losiny Ostrov** was obtained from the unnamed mesotrophic mire, which is situated on the south edge of National Park “Losiny Ostrov” in the suburban of Moscow City. This reserve has historical origin and since the XV century it has been protected as a territory for royal hunts. Today the vegetation of the territory is a combination of coniferous, broadleaved-coniferous and small-leaved forests. Archaeological heritage of the territory includes settlements and burials of Old Russian period and later.

Peat and mineral samples were processed in a similar way and pollen counted according to standard techniques described by Moore et al. (1991). ^{14}C dates were received in A.E. Lalonde AMS Laboratory, University of Ottawa — UOC (Gusino, Katynka, Akatovo, Mshary, Vyazma), in Laboratory of radiocarbon dating and electronic microscopy of the Institute of Geography RAS — IGAN (Kokorevskoe, Plavnitsa) and in the Institute of Geology RAS — GIN (Staroselie). The chronologies of the cores was calculated using linear chronology in Tilia program (Tilia 3.0.1 software) and using Bayesian deposition model in OxCal (Ramsey, 2008; Ramsey, Lee, 2013). Radiocarbon dates were calibrated using calibration scales IntCal 13 for Kokorevskoe, Plavnitsa and Staroselie (Reimer et al., 2013) and IntCal 20 (Reimer, 2020) for other sites.

Diagrams were constructed using C2 software (Juggins, 2007). The percentages of pollen taxa we calculated as a percentage of total terrestrial pollen grains, and the percentage of spores as a percentage of the total number of pollen and spores. Zonation of the diagrams reflects generalized notions of major archaeological eras (described in Table 2) in the temperate zone of European Russia. Early and Late Middle Ages conditionally divided by the upper edge of Old-Russian period as significant and well dated milestone of culture transition.

Although the archaeological context of the studied area is more or less similar, each site has its own local peculiarities. While some of them are distanced for miles from all the known archaeological sites, the others are located in the vicinity of them. All the cores from Smolensk Region were used in palaeoenvironmental investigations associated with Gnezdovo archaeological complex for vegetation and climate reconstructions (Ershova et al. 2020; Lavrenov et al. 2021).

Table 2. Archaeological periods in temperate forest zone of Central European Russia from the Neolithic Period to Modern Times (on a combination of sources: Oshibkina, 1996; Mikliaev, 1995; Archaeology, 2006; Krenke, 2019)

Таблица 2. Археологические периоды в зоне хвойно-широколиственных лесов Европейской части России от неолита до Нового времени (на основе комплекса источников: Ошибкина, 1996; Микляев, 1995; Археология, 2006; Кренке, 2019)

Age	Culture	Date, cal yr BP	Type of economy
End of Neolith	Verkhnevolzskaya Lyalovo	To 5,000(4,500)	Hunt, gathering
Eneolith	Volosovo	4,700–4,200	Hunt, gathering
Early Bronze	Corded Ware (Fatyanovo, Middle Dnieper, Globular amphora)	4,200–3,500	Cattle farming, hunt, gathering, small-scaled crop farming
Middle Bronze	Abashevo	3,500–3,200	Cattle farming, hunt, gathering, small-scaled crop farming
Late Bronze	Textile Ware (Pozdnyakovo)	3,500–2,700	Cattle farming, slash-and-burn cultivation, hunt, gathering
Early Iron Age	Dyakovo, Dnepro-dvinskaja	2,600–1,700	Cattle farming, slash-and-burn cultivation, hunt, gathering
Migration Period	Late Dyakovo Moschinskaya, Pskov Long Barrows, Tushemlinskaja/Kolochinskaja, pre Big barrows culture	1,700–1,200	Cattle farming, slash-and-burn cultivation, hunt, gathering
Early Middle Ages	Smolensk Long barrows, Big barrows (Sopok) culture, Old Russian	1,300–800	Arable and cattle farming
Late Middle Ages		800–500	
Modern Times		Since 500	

RESULTS AND DISCUSSION

First, the assumption that we can determine several periods of agricultural expansion in the forest zone of the European Russia, arose on the basis of pollen data from **Plavnitsa** and **Kokorevskoe** cores (Nosova et al., 2017; Nosova et al., 2019) within Polistovo-Lovatskaya mire system. The graph (Fig. 2) of numbers of nonarboreal pollen types (NAP) per sample of 500 arboreal pollen grains shows for Plavnitsa core several peaks: at 4,200 years ago, about 3,000 years ago, 1,100 years ago and after 400 years ago. The first peak correlates with absolute limit (C^0 according to Vuorela, 1986) of Cerealia pollen, continues and goes into the second one, coincided with transition from Bronze Age to Iron. The third starts with the beginning of Old-Russian period, and the forth coincides with the maximum of agricultural activity last 400 years, which began after the end of political and economic crisis in the 16–17th centuries AD, called “Time of Troubles”. The second core Kokorevskoe from the same mire complex showed the similar picture (Nosova et al., 2019). Then we compared this graphs with the diagram of tree taxa and anthropogenic indicators (reduced diagrams of Plavnitsa and Kokorevskoe on the Fig. 3) and found that these “waves” correlate with periods when *Picea* and summarized broadleaved pollen curves (further — QM — Quercetum Mixtum) decrease whereas Cereals and other anthropogenic indicators increase. We allocate here four periods of agricultural transformation of forest cover: 4,200–4,000 cal yr BP, 2,500–2,300 cal yr BP, 1,000 cal yr BP, 400 cal yr BP and later. Each of these stages was accompanied by the progressive degradation of zonal forests. After 800 cal yr BP zonal

broadleaved-coniferous forests partly restore their position despite of cooling and due to depopulation that was a result of chain of military, climatic and economic events. Therefore, we can carefully assume that Little Ice Age was less significant factor of vegetation changes than socio-economic reasons.

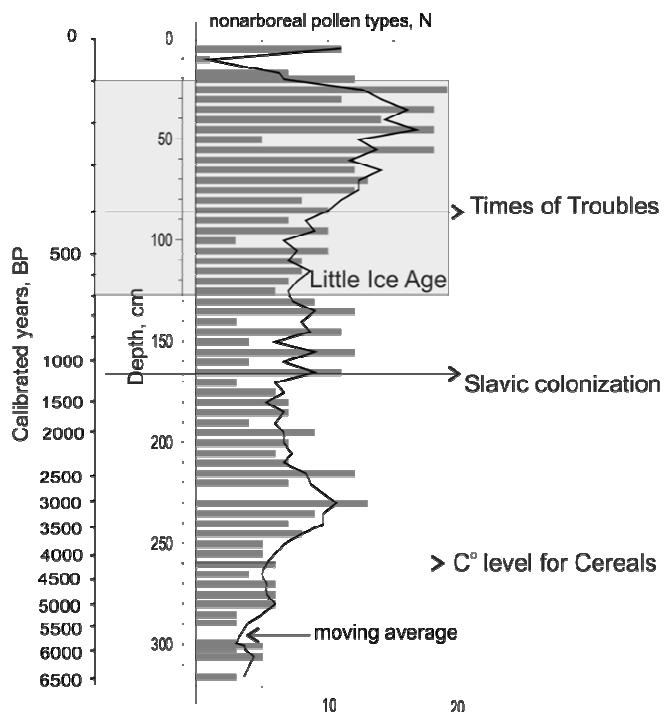


Figure 2. Changes in diversity of NAP standardized relative to 500 arboreal pollen grains in the core Plavnitsa (Polistovo-Lovatskaya Mire System, Pskov Region, Russia) during the last 6,500 years (Nosova et al. 2017)

Рисунок 2. Изменение числа таксонов недревесной пыльцы, стандартизированное относительно 500 пыльцевых зерен деревьев, в разрезе Плавница (Полистово-Ловатская болотная система, Псковская область, Россия) за последние 6500 лет (Nosova et al. 2017)

When we combined *Cerealia* (as cultivation indicator), *Artemisia*, *Urtica* (as pastoral pollen types) and sum of NAP together with *Picea*, *Quercus* and *Ulmus* from different cores (Fig. 3), it seems that there is no West – East gradient of agriculture pervasion. *Cerealia* pollen appears for the first time (C° -level) in different cores in very different periods. The earliest appearance of *Cerealia* pollen we observed in two cores: 1) Katynka, in 5,700 cal yr BP (not included into diagram) and the next – at about 4,000 cal yr BP; 2) Plavnitsa, in 4,200 cal BP. Both occurrences are single pollen grains and they are not accompanied by the significant changes of vegetation. In the most eastern cores Vyazma and Losiny Ostrov the first pollen grains of *Cerealia* arise at about 3,400–3,500 cal yr BP, whereas Gusino, Mshary and Staroselie show the start of cultivation at about 2,800–2,900 cal yr BP. In the core Kokorevskoe the start of *Cerealia* dates back only to 2,300 years ago, which may be due to the large distance (more than 2 km) from the coring site to the dry and potentially arable lands. The latest appearance of *Cerealia* pollen (1,400 cal yr BP) is in the core Akatovo, possibly due to the long time interruption in peat deposits between bottom and floating mat and break in sediments sampled.

Below we discuss the dynamics of anthropogenic changes for each diagram separately (Fig. 3).

C^o -level in the core Gusino belongs to the beginning of the Iron Age (2,900–2,800 cal yr BP) and accompanies by decreasing of QM and increasing of NAP. Further occurrences of Cerealia are observed in the time span of 2,000–1,500 cal yr BP which finished by the sharp decline of QM. There are no Cerealia pollen contemporary to Old Russian period, but we distinguish a peak of *Artemisia* at 1,200 cal BP. Continuous curve of Cerealia pollen begins above the level 800 cal yr BP. Its increase is interrupted by a temporary decrease in agricultural activity and the restoration of zonal forests about 500 cal yr BP (“Time of Troubles”). More complete pollen diagram which includes other anthropogenic indicators (Lavrenov et al., 2021), shows wider frames of transformation periods.

Core site Katynka, which is situated in the floodplain, sets a great example of early and abrupt deforestation and rapid transition of landscapes from natural to agricultural. The first stage of transformation belongs to Bronze Age, when only single pollen grains of Cerealia observed (5,700 and 4,100 cal yr BP) and clearings were minimal. The next stage began at about 2,200 cal yr BP (Iron Age) together with increase of continuous Cerealia curve and accompanied by the abrupt changes of forest cover and composition. Broadleaved and broad-leaved-coniferous forests practically disappeared and replaced by the secondary forests with significant role of spruce. This was a time of climate cooling, thus not only humans potentially could cause these changes. The Cerealia curve interrupts from 1,000 to 500 cal yr BP but changes in arboreal pollen types and AI in complete pollen diagram (Ershova et al., 2020) show that there was not zonal forest remission in LIA and high agricultural activity continued up to now.

There are not Cerealia pollen in the bottom layers of the core Akatovo which dates as 3600–3,300 cal yr BP, but *Artemisia* pollen occurs here in large quantities. This suggests that in the Bronze Age the area was dominated by cattle husbandry. Cerealia appears at about 1,300 cal yr BP and we observe a dramatic change are that sharp decrease and increase of *Picea* about 800 cal yr BP. Here as well as in previous cores the antiphase of Cerealia and QM are clearly visible.

On the north of Smolensk Region in the core Mshary the earliest and quite intense at once the signs of animal husbandry and cultivation date back to the transition period Late Bronze/early Iron Age (about 2,800 cal yr BP). Some pollen signs of cattle farming we can distinguish from 4,100 cal yr BP. Significant deforestation correlated with intensity of agriculture began from 1,500 cal yr BP, intensified 1,000 cal yr BP and have a maximum after 500 cal yr BP. The last period is accompanied by decreasing of both *Picea* and QM.

The most eastern core in Smolensk region, Vyazma, is not detailed in lowermost layers. In the layer corresponding to the age of 3000 years the single pollen grain of Cerealia is observed. Above we do not observe clear signs of anthropogenic impact until the Old-Russian period (1,000 cal yr BP). The increasing of NAP and decreasing of QM and *Picea* follow the elevation of Cerealia curve.

As the cores from Pskov Region (Kokorevskoe and Plavniitsa) were discussed above, we should only note that there were stable anthropogenic signal and no significant signs of deforestation in Late Iron Age and only small shift of human activity in Early Medieval Time.

The core Staroselie was obtained from the territory of the Central Forest Natural Reserve, which lies at the Greate Watershed of Russian Plain. The first and single occurrences of Cerealia pollen refers to the time 2,900 cal yr BP and 2,000 cal yr BP. The next stage began about 1,500 cal yr BP when NAP start to increase. Notable human influence to land-

scapes began since 1,000 cal yr BP and had a peak after 400 cal yr BP. The population level was very low even in XIX–XX centuries. This territory with specific microclimate and poorly drained loamy soils was covered with low disturbed taiga-faced forests.

The most eastern core of considered is Losiny Ostrov. The first appearance of *Cerealia* 3,400 cal yr BP follow the reducing the role of QM and replacing them with spruce. The next period (from 2,900 to 2,100 cal yr BP) demonstrate more regular and high level peaks of *Cerealia*. Simultaneously with the increase of *Cerealia* the participation of *Artemisia* and NAP increases. The remission of broadleaved forests came 1,400 cal yr BP, mainly due to oak, and lasted until 1,100 cal yr BP when new “wave” of agricultural expansion began. After 750 cal yr BP short remission of broadleaved-coniferous forests occurs again. Then about 500–600 cal yr BP it turned to degradation towards the minimum. In early New Times forests of the territory regenerated again mainly with spruce because this forestlands was the Tsar’s hunting reserve after 1500-th. Human impact reach here its maximum in XV–XVI centuries.

Possible local archaeological context, which is not always known, and the distance of archaeological site from the sampling point play the great role. For example, Gusino, Mshary, Staroselie and Losiny Ostrov show crop cultivation since 2,900 BP, whereas there are no archaeological sites of Late Bronze and Early Iron Age known in close vicinity.

A careful study of the published data for the territory under discussion allowed us to draw conclusions that the indicated periods are also distinguished in the articles of other authors.

Five sequences investigated by Tarasov et al. (2019) within the watershed of Western Dvina (Daugava) and Lovat’, demonstrate quite different C¹⁴-level. The common feature of all these diagrams is smooth first period of deforestation during Neolith 7600–5,000 cal yr BP. and abrupt changes in Old Russian Period. Bronze and Iron Age differ from each other in sense of human impact depending of local conditions. Authors express their opinion that it is connected with low density and irregularity of population as well as uneven culture level of tribes living on the territory. Two main periods of anthropogenic transformation were distinguished by the authors: Late Bronze 4,200–3,700 cal yr BP and Early Medieval 1,400–1,000 cal yr BP. Taking into account the results of our current research, we can see that periods of Bronze/Iron Age transition (3,000–2,800 cal yr BP) and Late Iron Age (1,500 cal yr BP) are also observed in some of these diagrams.

The site Krivetski Mokh, lying within the same vegetation zone, was investigated by Mazei et al. (2020) and shows similar steps: Late Bronze/Early Iron transition about 3,000 cal yr BP, Late Iron Age or Migration Period 1,900–1,400 cal yr BP, Early Medieval period about 1,000 cal yr BP and maximum after 500 cal yr BP. All of these periods coincide with declines of QM and/or *Picea* curves.

We can preliminary distinguish more or less clear intervals of the stepwise changes of agricultural activity in the past.

Until now, the question of the existence of Neolithic agriculture within the forest zone of the European part of Russia remains open. Finds of *Cerealia* pollen are rare and are not sufficient for correlations yet, but we consider it our duty to mention that more and more data, including palynological ones, are emerging in favor of the existence of small-scale hoe farming in floodplains. The cultural and technological development of the Neolithic population in

the forest zone was heterogeneous, and within the described territory, a number of cultures of this time are distinguished (Oshibkina, 1996; Mazurkevich et al., 2016) including rare traces of contacts with Dnepro-Donetskaya and Linear Pottery cultures, which could bring to the mixed forest zone early agricultural traditions. On the territory of forest belt in East European and Baltic counties Neolithic occurrences of Cerealia pollen are rare but regular (Poska et al., 2004; Poska, Saarse, 2006; Wacnik, 2009; Zernitskaya, Mikhailov, 2009) and become more rare when moving towards the Central European Russia. Sporadic evidences of farming were found in soils, lake and mire sediments of Neolithic age in Novgorod region – in the floodplain of Lake Ilmen (Königsson, Possnert, 1997), on the north of Smolensk Region and on the south of Pskov Region (Tarasov et al., 2019; Mazurkevich et al., 2009), Lake Ladoga (Alenius et al., 2020) and in Moscow Region (Ershova et al., 2014).

According the conclusions of Tarasov et al. (2019) we do not find Cerealia pollen in Neolithic layers in the large accumulation basins, which collect regional spectra. Vice versa, in soil profiles and local accumulation basins closed to Neolithic archaeological site, Cerealia pollen occurs more regularly (Ershova et al., 2014; Aleksandrovskiy et al., 2018). Low intensity and secondary role of early agricultural practices leads to the fact that small cultivated areas were surrounded by forests. According to special investigations of palynologists, were found out that only small amount of NAP pollen penetrates under and carries out of the forest canopy as a result of filtering effect of forest edge (Dimbleby, 1961a; Vuorela, 1975). Due this fact, the pollen percentage of cultivated plants in forest belt very rarely exceeds 10% (Vuorela, 1986). Thereby the absence of AI in local deposits connected first with presence/absence of settlements/agricultural lands and with presence/absence of forest barrier between the source of pollen and accumulation basin.

The population of the Bronze Age in European Russia forest zone belonged to the Fatyanovo culture, which has a wide range from the river Volga to the Baltic Sea. Cattle husbandry among the Fatyanovo tribes does not raise doubts (Krenke, 2019). At present, the signs of agriculture in pollen spectra dated back 5,000–4,000 cal yr BP is also beyond doubt in all over zone of mixed forests (Poska et al., 2004; Zernitskaya, Mikhailov, 2009; Zernitskaya et al., 2019; Tarasov et al., 2019; Novenko et al., 2018, 2019, current article). The interval of the first appearance of Cerealia (4,200–3,900 cal yr BP), which is often found in the diagrams, is apparently associated with the migration of the population used corded ware ceramic tradition into the forest zone, practicing cattle farming and hoe agriculture. The next concentration of the dates belongs to the period 3600–3,400 cal yr BP, but agriculture at this time is quite rare and it gravitates towards the southern part of the forest zone (Losiny Ostrov and Katynka). The signs of cattle farming are much more common (Akatovo, Mshary, Losiny Ostrov, Katynka). Pozdniakovo Culture and Mesh Ceramic Culture of Late Bronze Age (3700–2600 cal yr BP) replaced the Fatyanovo Culture, maintaining (or adopting) their husbandry practices. The scale of vegetation transformation remains at about the same level. Smallscale agriculture in Bronze Age visible better in local basins and archaeological profiles directly in the zone of influence of the settlement (Spiridonova et al., 2009; Ershova et al., 2016).

At the turn of the 2nd to the 1st millennium BC (c. 3000 cal yr BP), a Bronze Age crisis occurred (Kaniewski et al., 2013). This event, primarily documented for the Mediterranean and the Middle East, evidently impacted all neighboring regions of the Old World. The transition to the Iron Age coincided with the emergence of the Dyakovo and Dnieper-Dvinian

cultures in the territory of western and central European Russia, which introduced more advanced agricultural practices to the forest zone.

As a result, we identify the next period of environment transformation about 3,000–2,900 cal yr BP. The signs of a significant transformation of natural communities, including slash-and-burn agriculture, are recognized in most of the sites studied and described in the literature. The existence of cereal cultivation in the Iron Age have been described on the base of archaeobotanical data (Krenke, 2019) and slash-and-burn cultivation has already been proven by the charcoals from buried soils under the Slavic barrows in Moscow Region dated as 2000–1800 cal yr BP (Ponomarenko et al., 2021). From this moment, a significant degradation of zonal forest vegetation begins, and at first, broad-leaved and mixed forests were cut down, since they grow on more fertile soils.

During the Migration Period the Dyakovo and Late Dyakovo Cultures were gradually replaced by the cultures Moschinskaya, Pskov Long Barrows, Tushemlin-skaja/Kolochinskaja and pre Big barrows, which existed within this area until the beginning of the 9th century and disappeared already under the influence of the main wave of Slavic colonization of the territory. At the time, slash-and-burn practices leave a significant traces in palynological diagrams: a decrease in pollen percentage of QM and spruce, and presence of cultivated plants and other AI. Nevertheless, while maintaining agriculture as such, its scale seems to be decreasing (Plavnitsa, Staroselie, Losiny Ostrov, Katynka). Despite of this, degradation of QM continues, at the some sites they are replaced by spruce or birch. This changes can have, in addition to anthropogenic, climatic causes or a combination of them.

It seems that anthropogenic disturbances of zonal forests in the reconstructed periods of cooling 4,000–3,700 cal yr BP, around 2500 cal yr BP, about 1500 cal yr BP (Dark Ages cooling) and Little Ice Age (Novenko, 2016) lead to irreversible changes, when declining of agriculture intensity did not lead to restoration of the same forest composition but forests restored to more boreal version such as increasing of spruce for example. We see this for example on the diagrams Katynka, Vyazma, Losiny Ostrov. Thus, significant disturbances were possibly a trigger for vegetation rearrangements, and the climate was a driver. Similarly, the bark-beetle (*Ips typographus*) operates last 10 years on the territory of European Russia. After the big draught in 2010 it caused Norway spruce dieback in some regions to promote the restoration of broadleaf trees in the place of former spruce forests (Ulanova et al., 2011).

The Slavic colonization and then formation of the Old Russian state in the period from 1,400 to 800 cal yr BP is accompanied by an increase in the Cerealia pollen in the diagrams everywhere in temperate zone of European Russia. Since 1,400 cal yr BP we distinguish the period which we conditionally called the Early Medieval stage, including Old Russian Period. The establishment of the path from the Varangians to the Greeks as an economic basis within the zone of habitation of the Slavic tribes already coming here, as well as cultural exchange along the trade route, apparently, contributed to the improvement of agricultural practices and the expansion of arable areas. Broadleaved trees and spruce suffered the sharpest and often catastrophic decline at this period.

Several diagrams show the recovery of zonal forests, including broadleaved trees, during the Little Ice Age despite the climate deterioration. In the article discussed the vegetation changes within Polistovo-Lovatskaya Mire System (cores Kokorevskoe and Plavnitsa) we showed that such a simultaneous increase of both spruce and broadleaved taxa percentages

along with climate deterioration confirms the assumption that reduction of broadleaved and spruce forests was caused more by human activity than climate (Nosova et al., 2017, 2019).

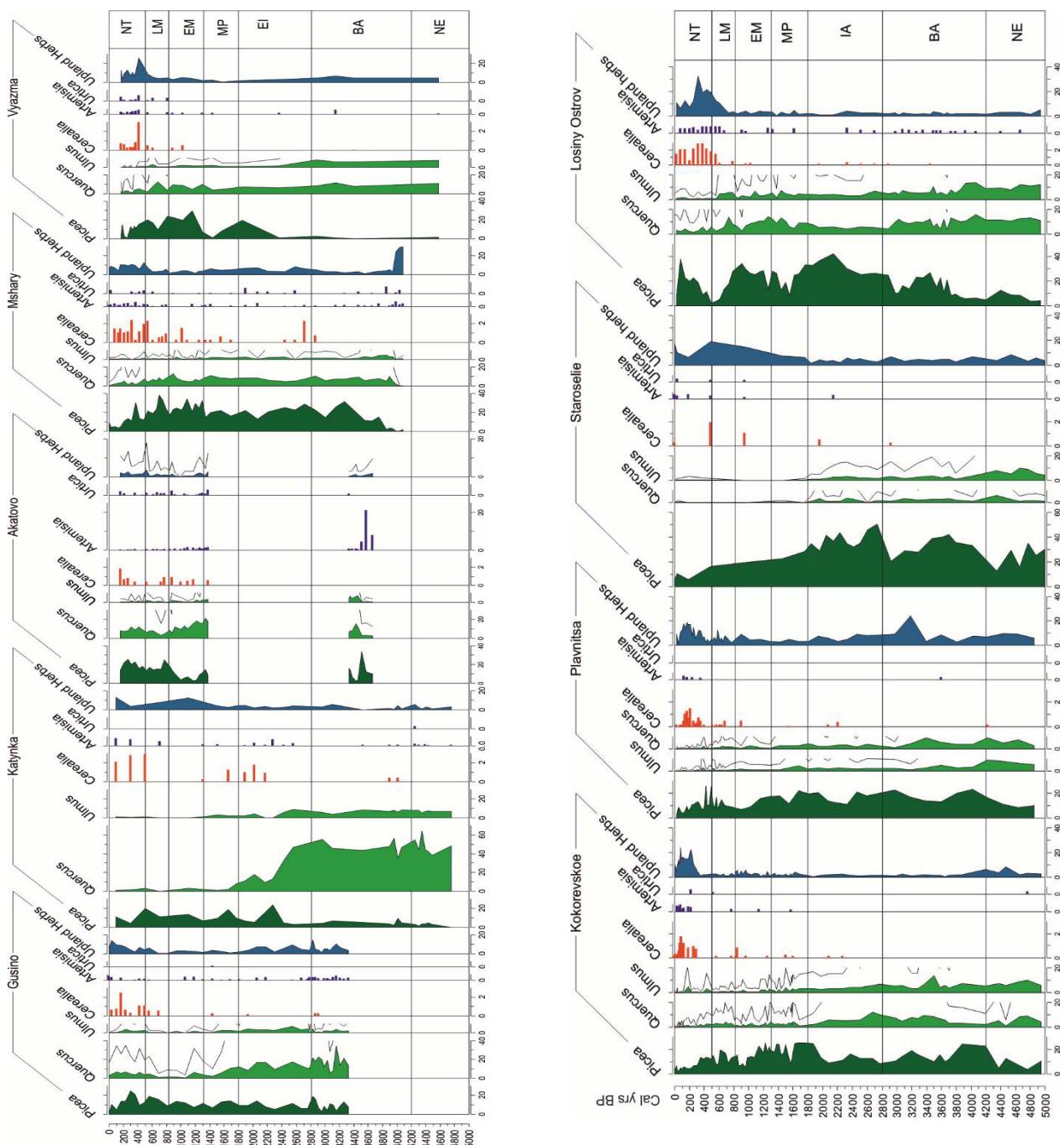


Figure 3. Combined pollen diagram with selected taxa of nine peat cores from Smolensk, Pskov, Tver and Moscow regions. Abbreviation of the zones are: NE – Neolith; BA – Bronze Age; EI – Iron Age; MP – Migration Period; EM – Early Middle Ages excluding Old-Russian period; LM – Late Middle Ages including Old-Russian period; NT – New Times and later

Рисунок 3. Объединенная пыльцевая диаграмма, включающая выбранные таксоны девяти торфяных разрезов из Смоленской, Псковской, Тверской и Московской областей. Сокращения зон: NE – неолит; BA – бронзовый век; EI – железный век; MP – период Великого переселения народов; EM – Раннее Средневековье, за исключением Древнерусского периода; LM – Позднее Средневековье, включая Древнерусский период; NT – новое время и более поздний период

The last period since 500–400 cal yrs BP is identified on the all diagrams and discussed by many authors. Even low disturbed areas as Central Forest Reserve (Novenko et al., 2009) were under the human activity in degree enough for reaching empirical limit for Cerealia. This is the period of maximum deforestation on the Russian Plain, which, combined with the Little Ice Age, led to a decrease in the participation of broadleaf species and spruce to a minimum.

CONCLUSIONS

Preliminary we define a relatively common pattern for stepwise development of agriculture and human impact in broadleaved-coniferous forest zone. Within this pattern we can distinguish five more or less evident milestones of human induced changes in vegetation and landscapes:

1. The conventional period of the “Neolithic-Bronze age” 4,500–4,000(3,000) BP and earlier (to 6,000 BP), when AI reflect the “Forest Neolithic” type of economy with the minimum of deforestation. At this time, zonal vegetation in discussed region was represented by mixed broadleaved-coniferous and broadleaved forests. Findings of Cerealia pollen mostly belongs to timespan 4,200–3,400 cal yr BP. They are very rare and insufficient to correlation, but confirm low scale hoe farming. Two wave of agricultural transformation (4200 and 3400 cal ye BP) we distinguish in the Bronze Age.
2. Early Iron Age period with dates (3,000)2,800–2,500 cal yr BP seems to be coincided with Bronze Age/Iron Age cultural and economic transition. Cereal pollen grains as well as AI remain sparse but appear regularly. Crop cultivation was evident from that time and was accompanied by the increase of deforestation with slash-and-burn practices.
3. Migration Period (1,700–1,300 BP). This stage of landscape transformation resulted from the colonization wave of Moschinskaya and Pskov Long Barrows cultures. Some of the diagrams show significant decline of broadleaved trees. There are no significant increase of AI, but deforestation goes on.
4. Early Medieval stage (1,400–800 BP) including Old Russian period began when arable lands expanded, and new technologies were brought by the Slavic tribes. Cerealia and AI reach their empiric limit (their graphs become continuous). Primary forests degraded significantly. Several diagrams have a period of 800–500 BP when the agriculture declined, and zonal forests temporary recovered despite the Little Ice Age began. Possibly, it was due to the socio-economic reasons and great depopulation of 13th–17th cent.
5. The New Times (400–100 BP). Most diagrams show the maximum of AI and grassland indicators, caused by the population growth and agriculture expansion following the end of the Times of Troubles in the 17th century. It was accompanied by the ultimate decrease of spruce and broadleaved forests.

FUNDING

The study was funded by the institutional research project no. 122042700002–6, and the Russian Foundation for Basic Research (Российский фонд фундаментальных исследований), projects 14–04–01405, 17–04–01034, 19–04–01246 A.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare that there is no conflict of interest.

REFERENCES

- Aleksandrovskii A.L., Ershova E.G., Ponomarenko E.V., Krenke N.A., Skripkin V.V. 2018. Natural and Anthropogenic Changes in the Soils and Environment of the Moskva River Floodplain in the Holocene: Pedogenic, Palynological, and Anthracological Evidences. *Eurasian Soil Science*. 51: 613–627. <https://doi.org/10.1134/S1064229318060029>

- Alenius T., Gerasimov D., Sapelko T., Ludikova A., Kuznetsov D., Golyeva A., Nordqvist K.. 2020. Human-environment interaction during the Holocene along the shoreline of the Ancient Lake Ladoga: A case study based on palaeoecological and archaeological material from the Karelian Isthmus, Russia. *The Holocene*. 30(11): 1622–1636. <https://doi.org/10.1177/0959683620941071>
- Archaeology*. 2006. (V.L. Yanin, ed.) Moscow: MSU. 608 p. (in Russian) [Археология. 2006 / Под редакцией академика РАН В.Л. Янина. М.: МГУ. 608 с.]
- Berglund B.E. 2003. Human impact and climate changes—synchronous events and a causal link? *Quaternary International*. 105(1): 7–12. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(02\)00144-1](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(02)00144-1)
- Dimbelby G.W. 1961. Soil pollen analysis. *Soil science*. 12(1): 3–11.
- Ershova E.G., Alexandrovskiy A.L., Krenke N.A. 2014. Paleosols, paleovegetation and Neolithic occupation of the Moskva River floodplain, Central Russia. *Quaternary International*. 324: 134–145. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.01.031>
- Ershova E.G., Alexandrovskiy A.L., Krenke N.A., Korkishko D.V. 2016. New pollen data from paleosols in the Moskva River floodplain (Nikolina Gora): Natural and anthropogenic environmental changes during the Holocene. *Quaternary International*. 420: 294–305. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.086>
- Ershova E.G., Krenke N.A., Kittel P., Lavrenov N.G. 2020. Archaeological sites in the Katynka river basin (Smolensk Region): Paleogeographic study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 438: 012007. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/438/1/012007>
- Fyfe R.M., Woodbridge J., Roberts N. 2015. From forest to farmland: pollen-inferred land cover change across Europe using the pseudobiomization approach. *Global Change Biology*. 21(3): 1197–1212. <https://doi.org/10.1111/gcb.12776>
- Githumbi E., Fyfe R., Gaillard M.J., Trondman A.K., Mazier F., Nielsen A.B. et al. 2021. European pollen-based REVEALS land-cover reconstructions for the Holocene: methodology, mapping and potentials. *Earth System Science Data*. 14(4): 1581–1619. <https://doi.org/10.5194/essd-2021-269>
- Gribova S.A., Isachenko T.I., Lavrenko E.M. (eds.) 1980. *The vegetation of the European part of USSR*. Nauka, Leningrad. 429 p. (in Russian) [Грибова С.А., Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. (Eds.). 1980. *Растительность европейской части СССР*. Наука. 429 с.]
- Juggins S. 2007. C2: Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation (user guide version 1.5). Newcastle upon Tyne: Newcastle University. 77: 680.
- Kalis A.J., Merkt J., Wunderlich J. 2003. Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe-human impact and natural causes. *Quaternary Science Reviews*. 22(1): 33–79. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(02\)00181-6](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(02)00181-6)
- Kaniewski D., Van Campo E., Guiot J., Le Burel S., Otto T., Baeteman C. 2013. Environmental roots of the Late Bronze Age crisis. *PLoS One*. 8(8): e71004. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071004>
- Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F. 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. 15(3): 259–263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Königsson L.K., Possnert G., Hammar T. 1997. Economical and cultural changes in the landscape development at Novgorod, Russia. *Tor*. 29: 353–382.
- Krenke N.A. 2019. *Antiquities of the Moscow River basin from the Neolith to Middle Ages*. Svitok, Moscow-Smolensk. 392 p. (in Russian) [Кренке Н.А. 2019. *Древности бассейна Москвы-реки от неолита до Средневековья*. Смоленск-Москва, Свиток. 392 п.]
- Kuneš P., Svobodová-Svitavská H., Kolář J., Hajnalová M., Abraham V., Macek M., ... & Szabó P. 2015. The origin of grasslands in the temperate forest zone of east-central Europe: long-term legacy of climate and human impact. *Quaternary Science Reviews*. 116: 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.03.014>

- Lavrenov N.G. 2025. *Late Holocene vegetation dynamics in the upper reaches of the Dnieper River basin*. PhD Biol. Sci. diss. Moscow. 136 p. (in Russian). [Лавренов Н.Г. 2025. Позднеголоценовая динамика растительности бассейна верхнего течения Днепра. Дисс. ... канд. биол. наук. Москва. 136 с.]
- Lavrenov N.G., Ershova E.G., Krenke N.A., Zhuravkova M.M. 2021. Landscapes of Smolensk region as a result of ancient anthropogenic activity. *Povolzhskaya archaeologiya*. 4(38): 235–246. (in Russian) [Лавренов Н.Г., Ершова Е.Г., Кренке Н.А., Журавкова М.М. 2021. Ландшафты Смоленской области как следствие древней антропогенной деятельности. *Поволжская археология*. 4(38): 235–246.] <https://doi.org/10.24852/ra2021.4.38.235.246>
- Lavrenov N., Ershova E., Pimenov V. 2024. 71. Mshary mire (source of the Dnieper River, western Russia). *Grana*, 63(2): 185–187. <https://doi.org/10.1080/00173134.2024.2347651>
- Lechterbeck J., Edinborough K., Kerig T., Fyfe R., Roberts N., Shennan S. 2014. Is Neolithic land use correlated with demography? An evaluation of pollen-derived land cover and radiocarbon-inferred demographic change from Central Europe. *The Holocene*. 24(10): 1297–1307. <https://doi.org/10.1177/0959683614540952>
- Mazei Y.A., Tsyganov A.N., Bobrovsky M.V., Mazei N.G., Kupriyanov D.A., Gałka M., ... Tiunov A.V. 2020. Peatland Development, Vegetation History, Climate Change and Human Activity in the Valdai Uplands (Central European Russia) during the Holocene: A Multi-Proxy Palaeoecological Study. *Diversity*. 12(12): 462. <https://doi.org/10.3390/d12120462>
- Mazurkevich A.N., Korotkevich B.S., Dolukhanov P.M., Shukurov A.M., Arslanov Kh.A., Savel'eva L.A., Dzinordze E.N., et al. 2009. Climate, subsistence and human movements in the Western Dvina – Lovat River Basins. *Quaternary International*. 203(1–2): 52–66. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2008.04.023>
- Mazurkevich A.N., Zaitseva G.I., Kulkova M.A., Dolbunova E.V., Sementsov A.A., Rishko S.A. 2016. Chapter 2. Absolute chronology of Neolithic in Dnepr-Dvina region in the VII–III mill BC. In: *Radiocarbon chronology of Neolith in East Europe in VII–III centuries BC*. Svitok, Smolensk: 317–352. (in Russian) [Мазуркевич А.Н., Зайцева Г.И., Кулькова М.А., Долбунова Е.В., Семенцов А.А., Ришко С.А. 2016. Глава 2. Абсолютная хронология неолитических древностей Днепро-Двинского междуречья VII–III тыс. до н. э. В: *Радиоуглеродная хронология эпохи неолита Восточной Европы VII–III тысячелетия до н. э.* С. 317–352.]
- Miagkaya A., Ershova E. 2020. A 10,000-year pollen and plant macrofossil record from the Losiny Ostrov National Park (Moscow, Russia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 438: 012018. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/438/1/012018>
- Mikliaev A.M. 1995. Stone and Iron Age in the interflue of the Western Dvina and Lovat'. *St. Petersburg archaeological digest*. 9: 7–39. (in Russian) [Микляев А.М. 1995. Каменный-железный век в междуречье Западной Двины и Ловати. *Петербургский археологический вестник*. 9: 7–39.]
- Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E. 1991. *Pollen analysis*. 2nd ed. Blackwell, Oxford.
- Nosova M.B., Severova E.E., Volkova O.A. 2017. Anthropogenic influence on vegetation of Polistovo-Lovatskaya mire system: palynological data. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biology Series*. 122(4): 80–88. (in Russian) [Носова М.Б., Северова Е.Э., Волкова О.А. 2017. Антропогенное воздействие на растительность Полистово-Ловатской болотной системы по палинологическим данным. *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*. 122(4). 87–95.]
- Nosova M.B., Severova E.E., Volkova O.A. 2017a. A 6,500-year pollen record from the Polistovo-Lovatskaya Mire System (North-West European Russia). Vegetation dynamics and signs of human impact. *Grana*. 56(6): 410–423. <https://doi.org/10.1080/00173134.2016.1276210>
- Nosova M.B., Novenko E.Yu., Severova E.E., Volkova O.A. 2019. Vegetation and climate changes within and around the Polistovo-Lovatskaya mire system (Pskov Oblast, north-western Russia) during the past 10,500 years. *Vegetation History and Archaeobotany*. 28(2): 123–140. <https://doi.org/10.1007/s00334-018-0693-8>

- Novenko E.Y. 2016. *Vegetation and climate changes in the Central and Eastern Europe in the Late Pleistocene and Holocene at the interglacial and transitional stages of climatic macro-cycles*. GEOS, Moscow. 228 p. (in Russian) [Новенко Е.Ю. 2016. *Изменения растительности и климата Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене в межледниковые и переходные этапы климатических макроциклов*. М., ГЕОС. 228 с.]
- Novenko E.Y., Eremeeva A.P., Chepurnaya A.A. 2014. Reconstruction of Holocene vegetation, tree cover dynamics and human disturbances in central European Russia, using pollen and satellite data sets. *Vegetation History and Archaeobotany*. 23(2): 109–119. <https://doi.org/10.1007/s00334-013-0418-y>
- Novenko E.Y., Tsyganov A.N., Mazei N.G., Kupriyanov D.A., Rudenko O.V., Bobrovsky M.V., ... Nizovtsev V.A. 2019. Palaeoecological evidence for climatic and human impacts on vegetation in the temperate deciduous forest zone of European Russia during the last 4200 years: A case study from the Kaluzhskiy Zaseki Nature Reserve. *Quaternary International*. 516: 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.06.028>
- Novenko E.Y., Tsyganov A.N., Payne R.J., Mazei N.G., Volkova E.M., Chernyshov V.A., ... Mazei Y.A. 2018. Vegetation dynamics and fire history at the southern boundary of the forest vegetation zone in European Russia during the middle and late Holocene. *The Holocene*. 28(2): 308–322. <https://doi.org/10.1177/0959683617721331>
- Novenko E.Y., Tsyganov A.N., Rudenko O.V., Volkova E.V., Zuyanova I.S., Babeshko K.V., et al. 2016. Mid-and late-Holocene vegetation history, climate and human impact in the forest-steppe ecotone of European Russia: new data and a regional synthesis. *Biodiversity and Conservation*. 25(12): 2453–2472. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1051-8>
- Novenko E.Y., Tsyganov A.N., Volkova E.M., Babeshko K.V., Lavrentiev N.V., Payne R.J., Mazei Y.A. 2015. The Holocene paleoenvironmental history of central European Russia reconstructed from pollen, plant macrofossil, and testate amoeba analyses of the Klukva peatland, Tula region. *Quaternary Research*. 83(3): 459–468. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2015.03.006>
- Novenko E.Y., Volkova E.M., Glasko M.P., Zuyanova I.S. 2012. Palaeoecological evidence for the middle and late Holocene vegetation, climate and land use in the upper Don River basin (Russia). *Vegetation History and Archaeobotany*. 21(4–5): 337–352. <https://doi.org/10.1007/s00334-011-0339-6>
- Novenko E.Yu., Volkova E.M., Nosova M.B., Zuyanova I.S. 2009. Late Glacial and Holocene landscape dynamics in the southern taiga zone of East European Plain according to pollen and macrofossil records from the Central Forest State Reserve (Valdai Hills, Russia). *Quaternary International*. 207(1–2): 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2008.12.006>
- Novenko E.Y., Zyuganova I.S., Volkova E.M., Dyuzhova K.V. 2019. A 7,000-year pollen and plant macrofossil record from the Mid-Russian Upland, European Russia: vegetation history and human impact. *Quaternary International*. 504: 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.11.025>
- Oshibkina S.V. (ed.) 1996. *Neolith of North Eurasia*. Nauka, Moscow. 380 p. (in Russian) [Ошибкина С.В. (ред.) 1996. *Неолит Северной Евразии*. М.: Наука. 380 с.]
- Ponomarenko E.V., Ershova E.G., Krenke N.A., Bakumenko V.O. 2021. Traces of Iron Age slash-and-burn agriculture under the slavic kurgans at the MSU Zvenigorod Biological Station. *Brief Communications of the Institute of Archaeology*. 263: 60–73. (in Russian) [Пономаренко Е.В., Ершова Е.Г., Кренке Н.А., Бакуменко В.О. 2021. Следы подсечного земледелия железного века под славянскими курганами Звенигородской биостанции МГУ. *Краткие сообщения Института археологии*. 263: 60–73.] <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.263.60-73>
- Poska A., Saarse L., Veski S. 2004. Reflections of pre-and early-agrarian human impact in the pollen diagrams of Estonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2009 (1–4): 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2003.12.024>

- Poska A., Saarse L. 2006. New evidence of possible crop introduction to north-eastern Europe during the Stone Age. *Vegetation History and Archaeobotany*. 15(3): 169–179. <https://doi.org/10.1007/s00334-005-0024-8>
- Ramsey C.B. 2008. Deposition models for chronological records. *Quaternary Science Reviews*. 27(1–2): 42–60. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2007.01.019>
- Ramsey C.B., Lee S. 2013. Recent and planned developments of the program OxCal. *Radiocarbon*. 55(2–3): 720–730. <https://doi.org/10.1017/S0033822200057878>
- Reimer P.J., Austin W.E., Bard E., Bayliss A., Blackwell P.G., Ramsey C.B., Talamo S. 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*. 62(4): 725–757. <https://doi.org/10.1017/qua.2020.42>
- Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Ramsey C.B., Van Der Plicht J. 2013. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal bp. *Radiocarbon*. 55: 1869–1887. https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.55.16947
- Safronova I.N., Yurkovskaya T.K., Mikliaeva I.M., Ogureeva G.N. 1999. *Zones and types of zonation of vegetation of Russia and adjacent territories*. Scale 1:8,000. Map: 2 sheets. The explanation and legend for the map. Geography Department MSU, Moscow. (in Russian) [Сафонова И.Н., Юрковская Т.К., Микляева И.М., Огуреева Г.Н. 1999. *Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий*. Масштаб 1:8,000,000. Карта: 2 листа. Пояснительная записка и легенда к одноименной карте. Москва, Географический факультет МГУ.]
- Shumilovskikh L.S., Novenko E., Giesecke T. 2018. Long-term dynamics of the East European forest-steppe ecotone. *Journal of Vegetation Science*. 29(3): 416–426. <https://doi.org/10.1111/jvs.12585>
- Spiridonova E.A., Aljoshinskaya A.S., Kochanova M.D. 2009. (The results of palynological investigations in the bottom-land of the Moscow River by the village RANIS). *Archaeology of the Moscow Region*. 4: 347–356. (in Russian) [Спиридонова Е.А., Алешина А.С., Кочанова М.Д. 2009. Результаты палинологических исследований в пойме реки Москвы у поселка РАНИС. *Археология Подмосковья*. 4: 347–356.]
- Tarasov P.E., Savelieva L.A., Long T., Leipe C. 2019. Postglacial vegetation and climate history and traces of early human impact and agriculture in the present-day cool mixed forest zone of European Russia. *Quaternary International*. 51: 21–41. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.02.029>
- Tarasov P.E., Savelieva L.A., Kobe F., Korotkevich B.S., Long T., Kostromina N.A., Leipe C. 2021. Lateglacial and Holocene changes in vegetation and human subsistence around Lake Zhizhitskoye, East European midlatitudes, derived from radiocarbon-dated pollen and archaeological records. *Quaternary International*. 623: 184–197. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.06.027>
- Tilia 3.0.1 software. <https://www.neotomadb.org/apps/tilia> Accessed 09.09.2025
- Ulanova N.G., Maslov A.A., Sinichkina D.S. 2011. Reforestation in the sixth year after the spruce dries up in the oxalis spruce forest. *Proceedings of Zvenigorod biological station*. 5: 152–157. (in Russian) [Уланова Н.Г., Маслов А.А., Синичкина Д.С. 2011. Лесовосстановление на шестой год после усыхания ели в ельнике-кислинике. *Труды Звенигородской биологической станции*. 5: 152–157.]
- Vuorela I. 1975. Pollen analysis as a means of tracing settlement history in S.W. Finland. *Acta Botanica Fennica*. 104: 1–48.
- Vuorela I. 1986. Palynological and historical evidence of slash-and-burn cultivation in South Finland. In: *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. (Behre K.-E. ed.). Balkema, Rotterdam: 53–64.
- Wacnik A. 2009. From foraging to farming in the Great Mazurian Lake District: palynological studies on Lake Miłkowskie sediments, northeast Poland. *Vegetation History and Archaeobotany*. 18: 187–203. <https://doi.org/10.1007/s00334-008-0196-0>

- Wohlfarth B., Tarasov P., Bennike O., Lacourse T., Subetto D., Torssander P., Romanenko F. 2006. Late glacial and Holocene palaeoenvironmental changes in the Rostov-Yaroslavl'area, West Central Russia. *Journal of Paleolimnology*. 35(3): 543–569. <https://doi.org/10.1007/s10933-005-3240-4>
- Woodbridge J., Fyfe R.M., Roberts N., Downey S., Edinborough K., Shennan S. 2014. The impact of the Neolithic agricultural transition in Britain: a comparison of pollen-based land-cover and archaeological 14C date-inferred population change. *Journal of Archaeological Science*. 51: 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.10.025>
- Zernitskaya V., Mikhailov N. 2009. Evidence of early farming in the Holocene pollen spectra of Belarus. *Quaternary International*. 203(1–2): 91–104. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2008.04.014>
- Zernitskaya V.P., Novenko E.Yu., Stančikaitė M., Vlasov B.P. 2019. Environmental changes in the Late Glacial and Holocene in the southeast of Belarus. *Doklady National Belarussian Academy of Sciences*. 63(5): 584–596. (in Russian) [Зерницкая В.П., Новенко Е.Ю., Станчикайтė М., Власов В.П. 2019. Изменения окружающей среды в позднеледниковые и голоцене на юго-востоке Беларуси. *Доклады Национальной академии наук Беларуси*. 63(5): 584–596.] <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2019-63-5-584-596>

УДК 582.736+575.857+581.165(470.46)

DOI: 10.35102/cbg.2025.58.75.004

ЕЩЕ РАЗ О ПОПУЛЯЦИИ *EVERSMANNIA SUBSPINOSA* (FABACEAE, HEDYSAREAE) НА ГОРЕ БОЛЬШОЕ БОГДО И О ВЕГЕТАТИВНЫХ КЛОНАХ У БОБОВЫХ

Шанцер И.А. *, Федорова А.В., Степанова Н.Ю.

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

* Автор для переписки: ischanzer@gmail.com

АННОТАЦИЯ

С помощью ISSR маркеров и последовательностей четырех участков пластидной ДНК исследована популяция *Eversmannia subspinosa* на г. Большое Богдо в Астраханской области. Установлено, что она состоит из двух локальных субпопуляций на северо-восточном и южном склонах горы, соответственно, каждая из которых представлена преимущественно единственным вегетативным клоном. Анализ молекулярно-генетических данных показал, что 1) обе субпопуляции характеризуются исключительно низким генетическим разнообразием и крайне низкой ожидаемой гетерозиготностью; 2) сильно генетически дифференцированы друг от друга; 3) обладают каждая своим специфическим пластидным гаплотипом, отличающимся характером распределения индивидов. Поток генов между субпопуляциями отсутствует. В переделах обеих субпопуляций размножение осуществляется практически исключительно вегетативным путем, роль семенного возобновления ничтожно мала. Вероятно, что такие характеристики являются следствием краевого изолированного положения популяции на северо-западной границе ареала *E. subspinosa* и ее произрастания в неблагоприятных для этого вида условиях в течение последних нескольких десятков тысяч лет.

Ключевые слова: генетическая структура, популяция, вегетативное размножение, клоны, *Eversmannia*, Fabaceae

Цитирование:

Шанцер И.А., Федорова А.В., Степанова Н.Ю. 2025. Еще раз о популяции *Eversmannia subspinosa* (Fabaceae, Hedyosareae) на горе Большое Богдо и о вегетативных клонах у бобовых. *Нов. бюл. ГБС*. 1(3–4): 52–69. DOI: [10.35102/cbg.2025.58.75.004](https://doi.org/10.35102/cbg.2025.58.75.004)

Редактор: И.А. Шанцер

Получена: 14.12.2025

Ревизия: 19.12.2025

Принята к публикации:
24.12.2025

Опубликована: 30.12.2025

© 2025 Авторы

POPULATION OF EVERSMANNIA SUBSPINOSA (FABACEAE, HEDYSAREAE) IN THE GREAT BOGDO MT. REVISITED, WITH SOME CONSIDERATIONS ON VEGETATIVE CLONES IN FABACEAE

Schanzer I.A.*, Fedorova A.V., Stepanova N.Yu.

Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow, Russia

** Corresponding author: ischanzer@gmail.com*

Citation:

Schanzer I.A., Fedorova A.V., Stepanova N.Yu. 2025. Population of *Eversmannia subspinosa* (Fabaceae, Hedsareae) in the Great Bogdo Mt. revisited, with some considerations on vegetative clones in Fabaceae. *New Bull. MBG.* 1(3–4): 52–69. DOI: 10.35102/cbg.2025.58.75.004

Editor: I.A. Schanzer

Received: 14.12.2025

Revision: 19.12.2025

Accepted: 24.12.2025

Published:

30.11.2025

© 2025 Authors

ABSTRACT

Using ISSR markers and sequences of four plastid DNA regions, the population of *Eversmannia subspinosa* on Bolshoye Bogdo Mt. in the Astrakhan region was studied. It was found that the population consists of two local subpopulations on the northeastern and southern slopes of the mountain, respectively, each primarily represented by a single vegetative clone. Analysis of molecular genetic data revealed that: 1) both subpopulations are characterized by exceptionally low genetic diversity and extremely low expected heterozygosity; 2) they are strongly genetically differentiated from each other; 3) each possesses its own specific plastid haplotype, distinguished by the pattern of indels distribution. Gene flow between the subpopulations is absent. Within both subpopulations, reproduction occurs almost exclusively vegetatively, with the role of seed regeneration being negligible. It is likely that these characteristics result from the marginal, isolated position of the population at the northwestern boundary of the *E. subspinosa* range and its growth in conditions unfavorable for this species over the last several tens of thousands of years.

Kew words: genetic structure, population, vegetative propagation, clones, *Eversmannia*, Fabaceae

ВВЕДЕНИЕ

Эверсмания почти-колючая (*Eversmannia subspinosa* (Fisch. ex DC.) B. Fedtsch.) — редкий вид бобовых, занесенный в Красную книгу РФ (Sagalaev, 2024). Это единственный представитель монотипного рода *Eversmannia* (Schanzer, Fedorova, Stepanova, unpublished data), входящего в трибу Hedsareae. До недавнего времени, когда в 2021 г. была обнаружена его популяция на Ергенинской возвышенности в Калмыкии, популяция *E. subspinosa* на горе Большое Богдо в Астраханской области считалась единственной на территории России (рис. 1).

Популяция *E. subspinosa* на горе Большое Богдо была обнаружена еще академиком П.С. Палласом в 1793 году (Pallas, 1799) и с тех пор посещалась множеством ботаников; в настоящее время она охраняется на территории Богдинско-Баскунчакского заповедника. Данному местонахождению эверсмании посвящен ряд публикаций последних лет (Popov, 2004; Voloboeva, Laktionov, 2018, 2019; Laktionov, Voloboeva, 2021; Laktionov et al., 2021), в которых отмечаются различия в характере цветения растений на разных склонах. В частности, в работе А.В. Попова описывается, что «у подножия песчаниковых скал юго-восточного склона горы нам неоднократно попадались растения этого вида, соцветия которых по какой-то причине останавливались в развитии на стадии небольших бутонов и затем засыхали. Ни одного цветущего растения здесь найдено не было. По ложбинам на северном склоне горы эверсмания цветет обильно, но семена образуются редко. Судя по

всему, в настоящее время она размножается на горе Большое Богдо преимущественно вегетативным путем» (Роров, 2004: 38). В то время как О.В. Волобоева и А.П. Лактионов отмечают, что «на северных склонах г. Б. Богдо популяции *E. subspinosa* размножаются только вегетативно, в то время как на южных склонах горы растения обильно цветут и плодоносят» (Voloboeva, Laktionov, 2018: 40). В этой же работе указывается, что помимо давно известных метонохождений эверсманнии на северном и южном склонах горы, авторами были найдены «две новые популяции» в верхней части южного склона, представленные 68 особями. Таким образом, сведения о регулярности цветения и плодоношения эверсманнии в популяциях на разных склонах горы Большое Богдо противоречивы.

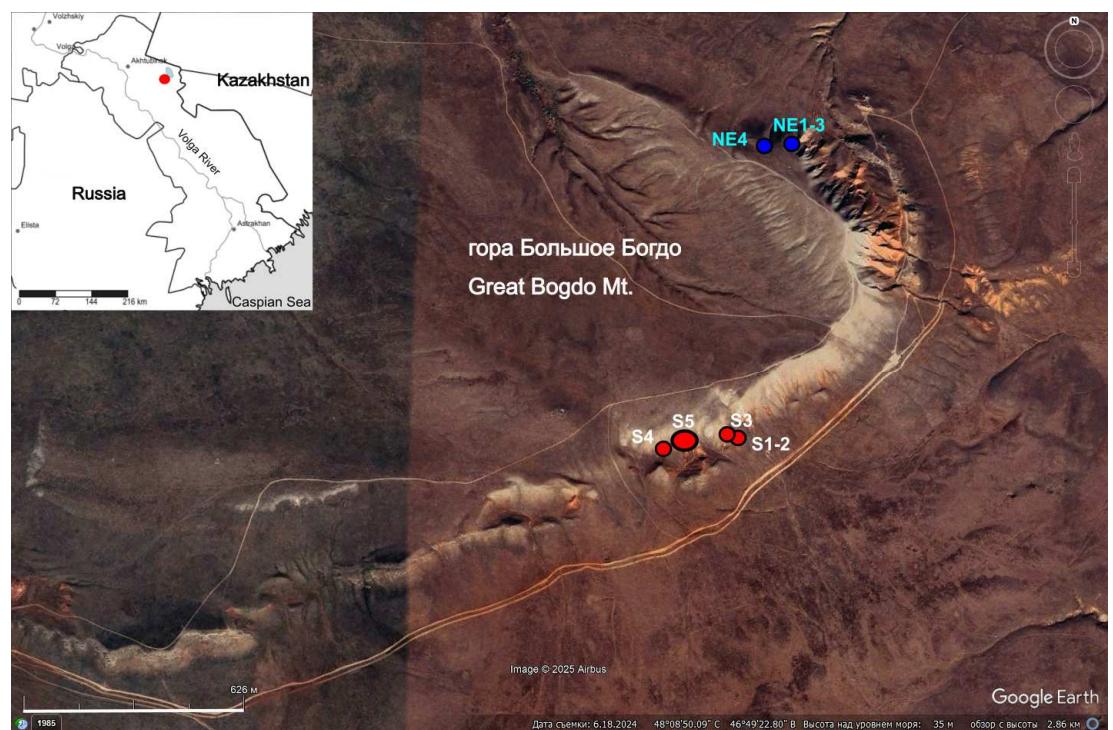


Рисунок 1. Расположение исследованных локальных популяций *E. subspinosa* на горе Большое Богдо. Обозначения: NE – популяция на северо-восточном склоне (синие точки); S – популяция на южном склоне (красные точки). Цифрами обозначены точки отбора образцов. На врезке – местоположение изученных популяций на карте Астраханской области показано красной точкой.

Figure 1. Location of the sampled *E. subspinosa* local populations at the Great Bogdo Mt. Designations: NE – population of the north-eastern slope (blue dots); S – population of the southern slope (red dots). Blank map – location of the populations studied in Astrakhan Province of the Russian Federation is shown with a red dot.

Ближайшие популяции эверсманнии известны из Калмыкии на склонах возвышенности Ергени (Laktionov et al., 2021), а также на склонах ряда чинков Северного и Западного Устюрта и в окрестностях Индерского озера (Voloboeva, Laktionov, 2018). В целом же ареал этого вида охватывает почти всю территорию Казахстана, на юге достигая северного Ирана, а на востоке – предгорий западного Тянь-Шаня и Памиро-Алая и северо-западного Китая (Джунгария). Так что популяция эверсманнии на г. Большое Богдо представляет собой крайнюю северо-западную точку ее ареала, а популяция на Ергенинской возвы-.

шенностю – крайнюю западную точку. Обе они оторваны от основного ареала эверсманий. В цитированных выше работах авторы предполагают, что эверсмания представляет собой третичный реликт с дизъюнктивным ареалом. Временем образования дизъюнкции считается время Раннехвалынской трансгрессии Каспийского моря в позднем плейстоцене (27–12000 лет назад), когда соляно-купольные возвышенности представляли собой острова, а Ергенинская возвышенность и склоны плато Устюрт – противоположные берега «Хвалынского моря», на которых сохранились реликтовые представители флоры, в том числе и эверсмания.

Однако выдвинутые в упомянутых работах предположения о третичном возрасте эверсманий, связи ее дизъюнктивных местонахождений с раннехвалынской трансгрессией Каспийского моря и преимущественно вегетативном характере ее размножения на северном склоне горы Большое Богдо основываются только на косвенных данных. Таких, например, как расположение популяций эверсмании на склонах выше уровня затопления водами последней хвалынской трансгрессии (40–50 м над уровнем моря) или отсутствие плодоношения в достаточно многочисленной популяции на северном склоне горы Большое Богдо.

Ранее нами было предпринято молекулярно-генетическое исследование (Stepanova et al., 2023) ограниченной выборки образцов с горы Большое Богдо, собранных разными коллекторами в разные годы и хранящихся в Гербарии ГБС РАН (МНА). Тогда нами было установлено, что все 6 изученных образцов обладали не только идентичными последовательностями пластидного генома по участкам *trnL-trnF*, *atpB-rbcL*, *rpl32-trnL(UAG)*, *trnV-ndhC*, но и идентичными ядерными последовательностями *ITS1-2*, а также полностью идентичными спектрами ядерных межмикросателлитных (ISSR) маркеров (Stepanova et al., 2023). Этот результат полностью подтвердил предположение, что на горе Большое Богдо (вероятно, именно на ее северном склоне) растет единственный вегетативный клон эверсмании, что объясняет отсутствие плодоношения у этого вида. При этом результаты исследования популяции на Ергенях, а также ряда образцов с территории Казахстана свидетельствовали о том, что *E. subspinosa*, вероятнее всего, представляет собой преимущественно перекрестно опыляемый вид, не способный к самоопылению или апомиктическому завязыванию семян (Stepanova et al., 2023). Поэтому указание Лактионова и Волобоевой (Voloboeva, Laktionov, 2018) на то, что растения с южных склонов регулярно обильно цветут и плодоносят, может говорить о том, что эта часть большебогдинской популяции *E. subspinosa* может быть представлена различными генотипами и растения в ней могут размножаться половым путем. Эти данные, однако, противоречат указаниям А.В. Попова (Popov, 2004). Для более определенных выводов необходимо исследование большей по размеру выборки из разных частей локальной популяции с г. Большое Богдо. Такой материал нам удалось собрать в 2024 году.

Таким образом, целью настоящего исследования было выявление популяционно-генетической структуры популяции *E. subspinosa* на горе Большое Богдо и оценка размеров и вероятного возраста вегетативных клонов этого вида, распространенных на этой территории.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал для данного исследования был собран Н.Ю. Степановой и Н.М. Решетниковой во время экспедиции в Богдинско-Баскунчакский заповедник в мае 2024 года (Табл. 1, рис. 2). Было выявлено две пространственно разделенные локальные популяции (далее –

популяции) *E. subspinosa* в верхней части северо-восточного (популяция NE: 4 участка отбора образцов) и южного макросклонов (популяция S: 5 участков отбора образцов) горы Большое Богдо, соответственно. Популяции располагались примерно на расстоянии 0,5 км друг от друга, между ними растений эверсманнии обнаружено не было. Из обеих локальных популяций были собраны выборки гербарных образцов. Всего было собрано 47 образцов: 24 и 23 образца из популяций NE и S, соответственно.

Таблица 1. Образцы *Eversmannia subspinosa* с горы Большое Богдо, собранные в 2024 г.

Table 1. *Eversmannia subspinosa* accessions from the Great Bogdo Mt. collected in 2024.

Популяция Population	Участки сбора образцов Sampling sites	Координаты Coordinates	Образцы Accessions
NE	NE1	48°08'42.86" 46°51'12.85" 48°08'42.72" 46°51'12.42"	GB7–GB18
	NE2	48°08'42.79" 46°51'12.38"	GB19–GB23
	NE3	48°08'42.76" 46°51'12.46"	GB24–GB27
	NE4	48°08'42.36" 46°51'09.36"	GB28–GB30
S	S1	48°08'14.07" 46°51'02.01"	GB31–GB32
	S2	48°08'14.20" 46°51'01.62"	GB34
	S3	48°08'14.20" 46°50'59.34"	GB33, GB35
	S4	48°08'13.70" 46°50'53.84"	GB36
	S5	48°08'13.67" 46°50'56.47" 48°08'13.99" 46°50'53.74" 48°08'13.92" 46°50'52.87" 48°08'14.35" 46°50'54.78" 48°08'14.39" 46°50'56.36"	GB37–GB53

Расстояния между участками отбора образцов в популяции NE составляло от нескольких метров (участки NE1-3) до примерно 50 метров (участок NE4). В популяции S расстояния между участками отбора образцов составляли от нескольких метров (участки S1 и S2) до 100 метров (между участками S1-2 и S4). При этом участок S5 представлял собой расположенную выше всех по склону трансекту длиной около 50 м.

ДНК была выделена из листьев гербарных образцов с помощью набора NucleoSpin Plant kit (Macherey-Nagel, Германия) согласно инструкции производителя. Фрагментный анализ межмикросателлитных (ISSR: Inter Simple Sequence Repeats) участков ДНК был проведен с использованием 9 праймеров; праймеры, условия полимеразной цепной реакции (ПЦР) и электрофореза полученных фрагментов ДНК были использованы те же, что в работе Степановой с соавторами (Stepanova et al., 2023). Кроме того, из 8 образцов (по 4 из каждой популяции) были секвенированы пластидные межгенные спайсеры *trnL-trnF*, *atpB-rbcL*, *rpl32- trnL(UAG)* и *trnV-ndhC*. ПЦР проводили в амплификаторе T100 Thermal Cycler (Biorad Ltd., США). Условия ПЦР для всех участков приведены в упомянутой выше работе Степановой с соавторами (Stepanova et al., 2023).

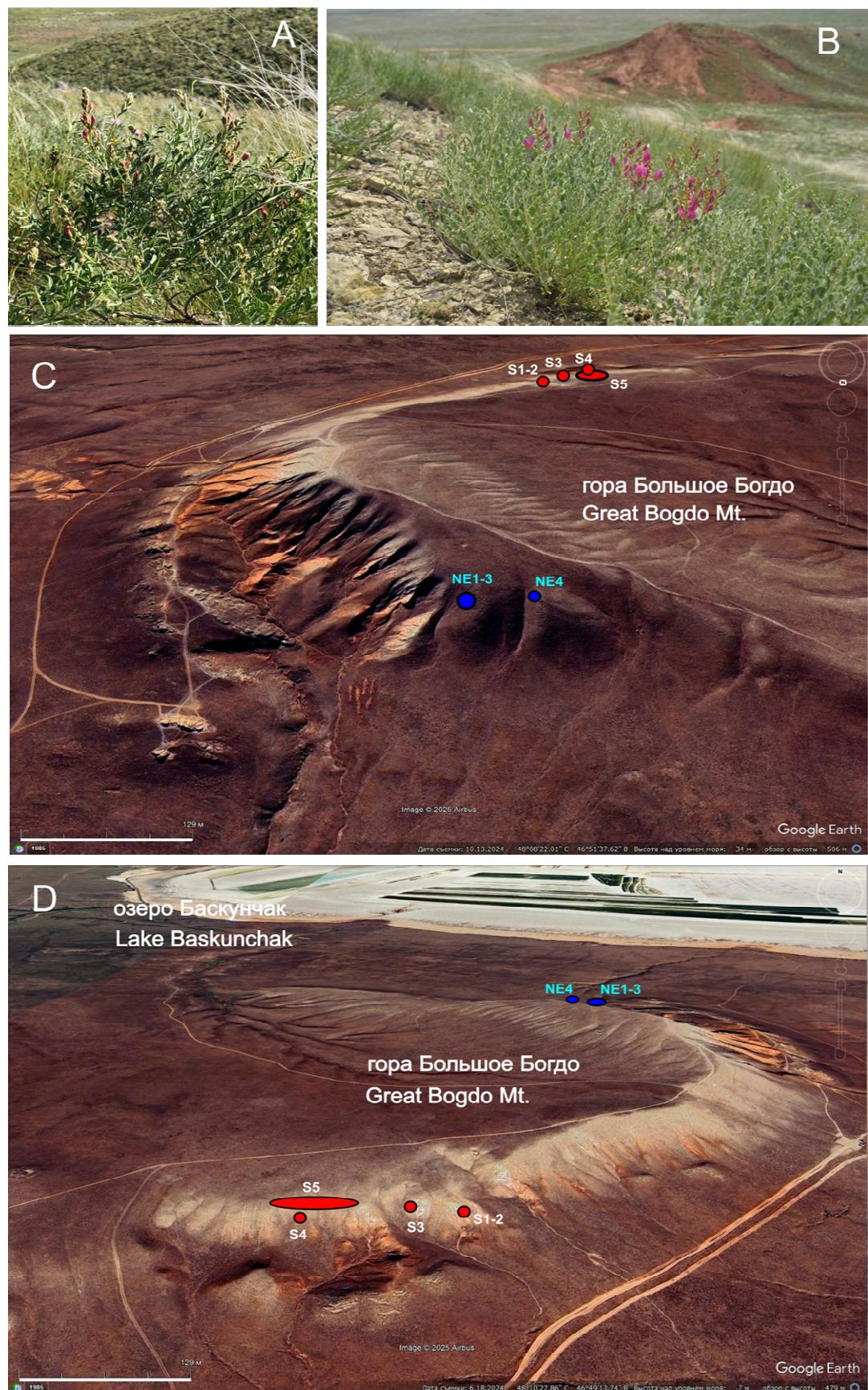


Рисунок 2. Популяции *E. subspinosa* на горе Большое Богдо. А. Зацветающее растение на северо-восточном склоне (фото Н.М. Решетниковой). В. Цветущее растение на южном склоне и общий вид популяции (фото Н.Ю. Степановой). С. Местоположение участков сбора образцов в популяции северо-восточного склона (NE – синий цвет). Близко расположены

ложенные участки объединены. Д. Местоположение участков сбора образцов в популяции южного склона (S – красный цвет). Близко расположенные участки объединены. Участок S5 обозначен красным эллипсом.

Figure 2. Populations of *E. subspinosa* at the Great Bogdo Mt. A. A plant on the north-eastern slope starting blooming (photo by N.M. Reshetnikova). B. A plant on the southern slope in full bloom and general view of the population (photo by N.Yu. Stepanova). C. Location of sampling sites in the north-eastern slope population (NE – blue color). Closely positioned sites are lumped. D. Location of sampling sites in the southern slope population (S – red color). Closely positioned sites are lumped. The S5 site shown as a red ellipse.

Генотипирование результатов электрофореза ISSR фрагментов проводили в программе CrossChecker (Buntjer, 2000). Учитывались только четкие, хорошо проявившиеся фрагменты (Рис. 3). Образцы, с которыми реакция прошла плохо или не прошла вовсе, не учитывались и рассматривались, как отсутствующие данные (неопределенности).

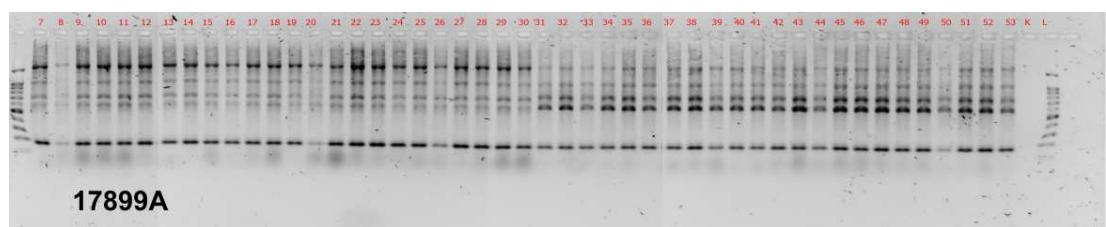


Рисунок 3. Фотография агарозного геля с результатами электрофореза продуктов ПЦР с ISSR праймером 17899A (А). Номера образцов подписаны красным в верхней части геля. К – контроль, L – ladder (маркер молекулярного веса).

Figure 3. Photo of the agarose gel showing the results of electrophoresis of ISSR PCR products obtained with 17899A primer. K – control, L – ladder (molecular weight marker).

Полученная в результате генотипирования бинарная матрица присутствия/отсутствия (1/0) фрагментов ДНК была проанализирована в программе PAST 5.0 (Hammer et al., 2001) путем иерархического кластерного анализа методом невзвешенного парно-группового среднего (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean, UPGMA) и неметрического многомерного шкалирования (Non-metric Multidimensional Scaling, NMDS) с использованием меры сходства Жаккара. Устойчивость топологии дендрограммы оценивалась с помощью 1000 псевдореплик бутстрепа. Матрица также была проанализирована путем неиерархической кластеризации методом Байеса в программе Structure v. 2.3.4 (Pritchard et al., 2000). Для каждого предполагаемого числа генетических кластеров K от 1 до 8 проводили по три независимых запуска Марковских цепей Монте-Карло с 200000 предварительных итераций (burn-in) и 500000 основных итераций. Использовали модель генетического смешения (admixture) со скоррелированными частотами аллелей. Определение оптимального числа генетических групп K методом ΔK (Evanno et al., 2005), основанном на стандартизованном ускорении изменения логарифма функции вероятности $\ln P(K)$, также как и построение столбчатых диаграмм распределения образцов по кластерам проводили с использованием программ CLUMPAK (Kopelman et al., 2015) и STRUCTURE Selector (Li, Liu, 2018) <https://lmm.e.ac.cn/StructureSelector/>. Анализ генетического разнообразия популяций и расчет популяционно-генетических параметров проводили с помощью макроса GenAIEx 6.5 (Peakall, Smouse, 2006, 2012) в MSExcel.

Полученные нуклеотидные последовательности 4 участков пластидной ДНК были объединены, выравнивание осуществляли с помощью алгоритма ClustalW в программе BioEdit (Hall, 1999), с последующей оценкой качества прочтения вручную. В общее вы-

равнивание были также включены последовательности 6 образцов с г. Большое Богдо из Гербария ГБС РАН (МНА), собранных разными коллекторами в разные годы и полученные и проанализированные нами ранее (Stepanova et al., 2023). Индели учитывались как единичные мутационные события для всех образцов.

Карты расположения популяций и точек сбора образцов были построены с помощью программ SimpleMappr (Shorthouse, 2010) и GoogleEarth (<https://earth.google.com/web/>) на основе координат, полученных в ходе полевых исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Фрагментный анализ

В результате ПЦР с 9 праймерами для 47 образцов *E. subspinosa* было получено 95 ISSR фрагментов (маркеров). Для каждого образца их число варьировало от 52 до 71. 39 маркеров были мономорфными, т.е. встречались у всех без исключения образцов в обеих популяциях. 50 маркеров были мономорфными в пределах популяций, т.е. если маркер присутствовал у всех образцов популяции NE, то он отсутствовал у всех образцов популяции S, и наоборот. По 6 маркерам наблюдалась внутрипопуляционная изменчивость. Среди образцов популяции NE изменчивость наблюдалась по всем 6 полиморфным маркерам, среди образцов популяции S – только по 4 из них, два маркера изменчивые в популяции NE были мономорфными в популяции S. Для 16 образцов не удалось получить фрагментов надлежащего для анализа качества с одним из праймеров, для 3 образцов не удалось получить качественного результата с 2 праймерами. Эти данные при дальнейшем анализе не учитывались.

Обработка матрицы присутствия/отсутствия ISSR фрагментов с использованием макроса GenAlEx позволила рассчитать ряд популяционно-генетических параметров. Так, процент полиморфных фрагментов для популяции NE составил 6,32%, а для популяции S – 4,21%. Анализ показал, что обе популяции NE и S характеризуются крайне низкой ожидаемой гетерозиготностью Не, равной $0,019 \pm 0,009$ для популяции NE и $0,008 \pm 0,005$ для популяции S. При этом генетическая дистанция Нея между популяциями NE и S равна 0,791; а значение PhiPT, рассчитанное с ходе анализа молекулярной дисперсии (AMOVA) и характеризующее уровень генетической дифференциации популяций составляет 0,98 ($p << 0,000$), т.е. исключительно велико и высоко достоверно. Анализ AMOVA также показывает, что только 2% общей генетической изменчивости приходится на внутрипопуляционную изменчивость, а 98% – на межпопуляционную. Эти показатели говорят о крайне высокой степени генетической дифференциации популяций NE и S при достаточно низкой внутрипопуляционной вариабельности.

Кластерный анализ разделил выборку на два больших кластера, соответствующих по составу образцов популяциям NE и S с разных склонов горы со 100% поддержкой бутстрема при уровне сходства между кластерами менее 0,45 (Рис. 4А). Однако оба эти кластера на уровне сходства выше 0,9 разделяются, в свою очередь, на несколько субкластеров. Так, кластер S разделяется на 2 субкластера с поддержкой бутстрема 97%, к одному из которых относятся образцы GB33, 41 и 49, собранных на участках S3 и S5, а кластер NE разделяется на 5 субкластеров, также не соответствующих участкам сбора образцов. Предполагая, что такая топология дендрограммы может быть связана с отсутствующими данными у почти половины образцов, мы провели отдельный анализ для уменьшенной

выборки из 29 образцов, для которых данные были по всем маркерам без исключения. Однако и в этом случае топология дендрограммы практически не изменилась (Рис. 4В).

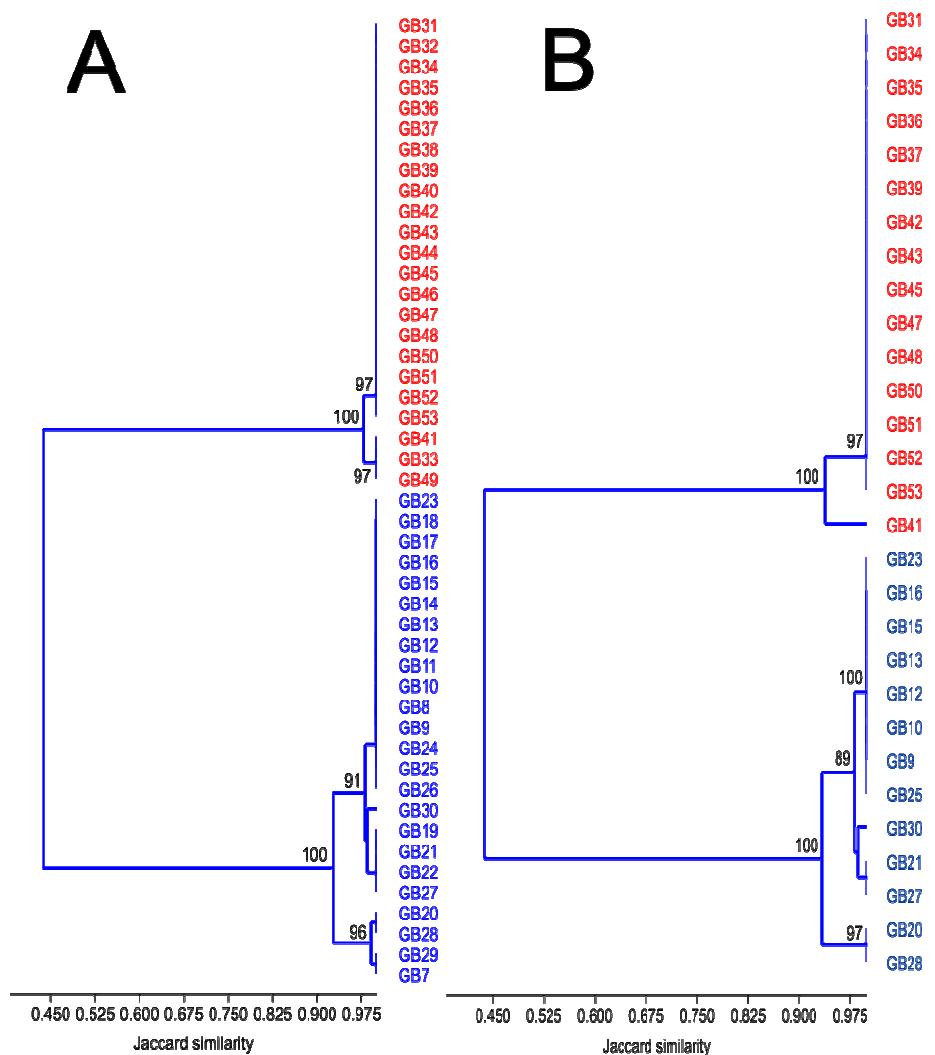


Рисунок 4. Результаты кластерного (UPGMA) анализа ISSR маркеров. Образцы из популяции NE показаны синим цветом, из популяции S – красным. Индексы бутстрепа (выше 80%) показаны рядом с узлами. А – анализ полной выборки; В – анализ выборки образцов, не имевших отсутствующих данных ни по одному из локусов.

Figure 4. Cluster (UPGMA) analysis of ISSR marker data. Accessions from population NE are colored blue, those from population S are colored red. Bootstrap support above 80% is indicated at nodes. A – full sample analysis; B – analysis of accessions with no data missing.

Для проверки степени гомогенности двух наиболее крупных кластеров, образцы которых на дендрограммах выглядят расположеными на ветвях нулевой длины (т.е. обладают идентичными генотипами), мы провели анализ методом неметрического многомерного шкалирования, позволяющего разделить образцы в плоскости двух координат (Рис. 5). Для обеих выборок, как с наличием отсутствующих данных, так и без них, мы убедились в том, что структура данных сложнее, однако целый ряд образцов, действительно обладает идентичными или очень близкими генотипами, так как часть точек на диаграммах раз-

броса совпадает, а часть располагается скученно. При этом точки образцов, относящихся к популяциям разных склонов, разделены очень четко.

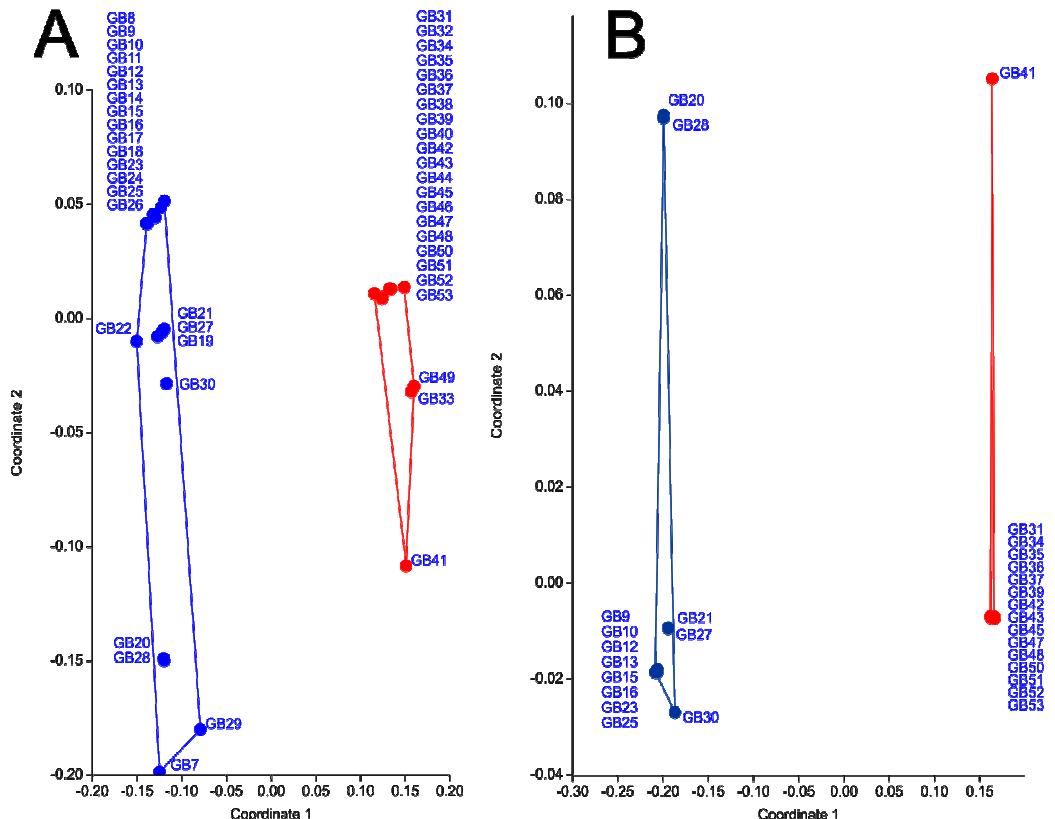


Рисунок 5. Результаты ординации методом неметрического многомерного шкалирования (NMDS) ISSR маркеров. Образцы из популяции NE показаны синим цветом, из популяции S – красным. А – анализ полной выборки; В – анализ выборки образцов, не имевших отсутствующих данных ни по одному из локусов.

Figure 5. Non metric multidimensional scaling ordination of ISSR markers data. Accessions from population NE are colored blue, those from population S are colored red. A – full sample analysis; B – analysis of accessions with no data missing.

Неиерархическая кластеризация методом Байеса в программе Structure показала, что, согласно критерию ΔK , выборку можно с максимальной вероятностью разделить на две генетические группы, соответствующие популяциям NE и S двух разных склонов (Рис. 6). Как видно из столбчатых диаграмм отнесения образцов к генетическим группам для числа групп $K=2$ и $K=8$, практически все образцы можно разделить на две группы с апостериорными вероятностями более 99%. Исключение составляет образец GB41 из популяции S, вероятность отнесения которого к иным генетическим кластерам значительно выше, хотя и также крайне мала. Анализ показывает практически полное отсутствие генетического смешения между двумя группами, что предполагает отсутствие генетического обмена между ними.

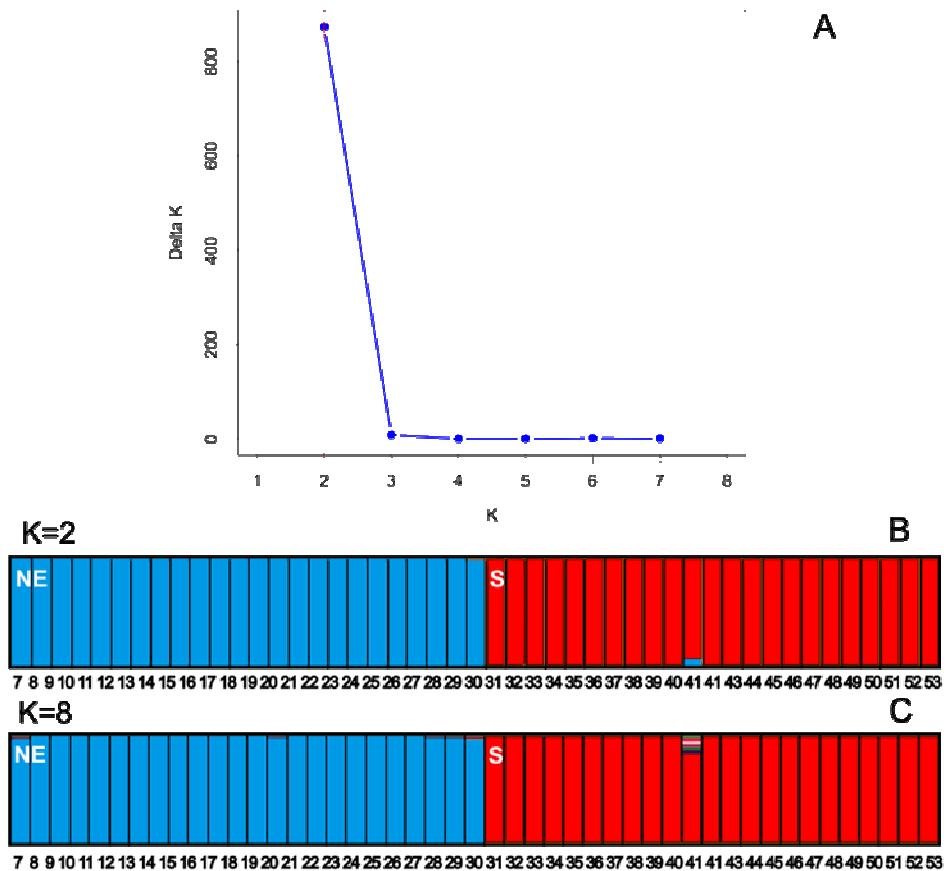


Рисунок 6. Результаты неиерархического кластерного анализа ISSR маркеров методом Байеса в программе Structure. Образцы из популяции NE показаны синим цветом, из популяции S – красным. А – график изменения параметра ΔK ; В – столбчатая диаграмма апостериорных вероятностей отнесения образцов к двум генетическим кластерам ($K=2$); С – столбчатая диаграмма апостериорных вероятностей отнесения образцов к восьми генетическим кластерам ($K=8$). На столбчатых диаграммах по вертикальной оси показаны апостериорные вероятности от 0 до 100%.

Figure 6. Bayes clasterisation of ISSR data in Structure. Accessions from population NE are colored blue, those from population S are colored red. A – ΔK plot; B – bar plot of posterior probabilities of attributing accessions to two ($K=2$) genetic clusters; C – bar plot of posterior probabilities of attributing accessions to eight ($K=8$) genetic clusters. Vertical axes of bar plots show posterior probabilities 0 to 100%.

Определение ISSR генотипов всех образцов мы провели вручную, сопоставив характер распределения фрагментов ДНК между образцами. Как оказалось, для каждого праймера набор полученных фрагментов был идентичным для большинства образцов в пределах локальной популяции, но различался между локальными популяциями. Так как у образцов с отсутствующими данными по всем остальным маркерам отличий от других образцов не было, мы сочли возможным прямолинейно интерполировать все отсутствующие данные и составить условные формулы ISSR генотипов без их учета (Табл. 2). Формулы составлены следующим образом. Если фрагмент ДНК у образцов присутствует, он обозначен единицей в круглых скобках (1). Если у какой-то части образцов фрагмент отсутствует, он обозначен нулем (0). Вначале указано число фрагментов, присутствующих у всех без исключения образцов. На второй и третьей позициях указано число фрагментов, взаимоисключающие присутствующих и отсутствующих у большинства образцов каждой из популяций NE и S. В конце формулы в скобках указано сочетание шести фрагментов,

выявленных с помощью праймеров M2 (два фрагмента) и M13 (четыре фрагмента), по которым наблюдалась внутрипопуляционная изменчивость. Таким образом, в северо-восточной популяции NE мы установили 5 генотипов, а в популяции S – два (Табл. 2).

Таблица 2. ISSR генотипы, выявленные в северо-восточной (NE) и южной (S) популяциях. Подстрочный индекс указывает суммарное число присутствующих или отсутствующих фрагментов. Наиболее распространенные генотипы, характерные для крупных клонов, выделены жирным шрифтом. В столбце «Число образцов» указано число образцов, у которых был выявлен данный генотип. Для редких генотипов в скобках приведены номера конкретных образцов, обладающих этим генотипом.

Table 2. ISSR genotypes revealed in NE and S populations. Subscript indices show total number of present/absent bands. The most common genotypes characteristic of big clones are highlighted bold. The ‘Number of accessions’ column shows the number of accessions possessing a particular genotype. Designations of particular specimens possessing rare genotypes are shown in parentheses.

Генотип/ Genotype	Формула ISSR генотипа/ ISSR genotype formula	Число образцов/ No. of accessions	Популяция/ Population
N0	(1)₃₉(1)₂₉(0)₂₁(01)(0110)	15	NE
N1	(1) ₃₉ (1) ₂₉ (0) ₂₁ (01)(1001)	1 (GB7)	NE
N2	(1) ₃₉ (1) ₂₉ (0) ₂₁ (00)(0110)	4 (GB19, 21–22, 27)	NE
N3	(1) ₃₉ (1) ₂₉ (0) ₂₁ (00)(1001)	3 (GB20, 28–29)	NE
N4	(1) ₃₉ (1) ₂₉ (0) ₂₁ (10)(0110)	1 (GB30)	NE
S0	(1)₃₉(0)₂₉(1)₂₁(10)(0110)	22	S
S1	(1) ₃₉ (0) ₂₉ (1) ₂₁ (10)(1001)	1 (GB41)	S

Секвенирование пластидных участков

В дополнении к ISSR анализу нами был определен полиморфизм четырех вариабельных спайсерных (межгенных) участков пластидной ДНК, которые были определены и успешно использованы в наших предшествующих работах (Stepanova et al., 2023; Schanzer, Fedorova, Stepanova, unpublished data). ДНК 14 образцов из популяций NE и S были амплифицированы с использованием соответствующих праймерных пар и затем секвенированы с теми же праймерами. Полученные последовательности были депонированы в базу данных NCBI (Табл.3).

Таблица 3. Номера нуклеотидных последовательностей в базе данных NCBI. В скобках приведены длины секвенированных последовательностей.

Table 3. NCBI accession numbers of plastid nucleotide sequences. Sequence lengths are given in parentheses.

Популяция/ Population	Образец/ Specimen no.	<i>ndhC</i> - <i>trnV</i>	<i>trnL</i> - <i>trnF</i>	<i>atpB</i> - <i>rbcL</i>	<i>rpl32</i> - <i>trnL</i>
NE	GB7	PX703764 (493)	PX703756 (675)	PX703748 (760)	PX710150 (612)
NE	GB10	PX703765 (493)	PX703757 (675)	PX703749 (760)	PX710151 (612)
NE	GB19	PX703766 (493)	PX703758 (675)	PX703750 (760)	PX710152 (612)
NE	GB25	PX703767 (493)	PX703759 (675)	PX703751 (760)	PX710153 (612)
S	GB38	PX703768 (494)	PX703760 (671)	PX703752 (761)	PX710154 (611)
S	GB41	PX703769 (494)	PX703761 (671)	PX703753 (761)	PX710155 (611)
S	GB48	PX703770 (494)	PX703762 (671)	PX703754 (761)	PX710156 (611)
S	GB53	PX703771 (494)	PX703763 (671)	PX703755 (761)	PX710157 (611)
NE (?)	GB1	OM368603 (493)	ON237548 (675)	ON237508 (760)	ON237528 (612)

NE (?)	GB2	OM368604 (493)	ON237549 (675)	ON237509 (760)	ON237529 (612)
NE (?)	GB3	OM368605 (493)	ON237550 (675)	ON237510 (760)	ON237530 (612)
NE (?)	GB4	OM368606 (493)	ON237551 (675)	ON237511 (760)	ON237531 (612)
NE (?)	GB5	OM368607 (493)	ON237552 (675)	ON237512 (760)	ON237532 (612)
NE (?)	GB6	OM368608 (493)	ON237553 (675)	ON237513 (760)	ON237533 (612)

Полученные последовательности анализируемых спайсеров пластидной ДНК у разных образцов отличались по длине: *atpB-rbcL* – 760–761 п.н. (пар нуклеотидов); *rpl32-trnL* – 611–612 п.н.; *ndhC-trnV* – 493–494 п.н.; *trnL-trnF* – 671–675 п.н. Номера нуклеотидных последовательностей в базе данных NCBI приведены в таблице 3.

Включенные в выравнивание образцы GB1–GB6 представляют собой образцы из Гербария ГБС РАН (МНР), собранные в предыдущие годы и секвенированные нами ранее (Stepanova et al., 2023). Точное место сбора этих образцов не было известно, но, судя по набору инделей соответствующих гаплотипу 1, все они были собраны со склонов северо-восточной экспозиции.

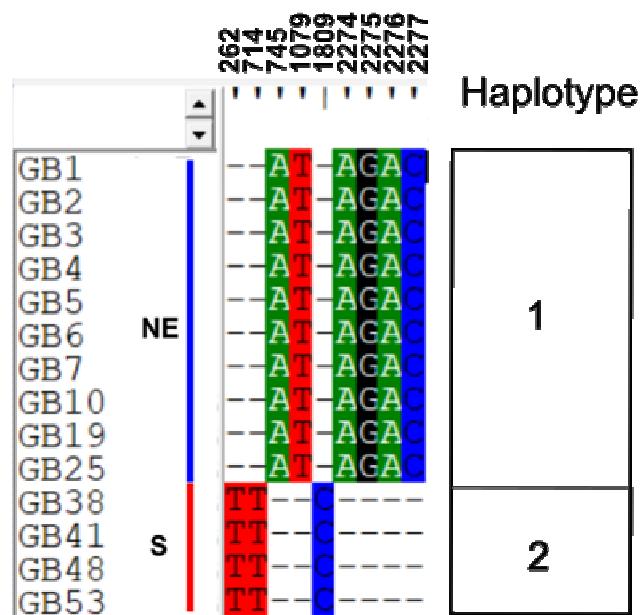


Рисунок 7. Сравнение положения инделей в объединенном выравнивании четырех участков пластидной ДНК. В левой части рисунка указаны номера образцов и обозначения популяций (NE – синий, S – красный). Над фрагментом выравнивания нуклеотидных последовательностей цифрами указаны номера позиций выравнивания, в которых выявлены индели. Справа цифрами обозначены гаплотипы 1 и 2.

Figure 7. Indel positions in the concatenated alignment of four plastid nucleotide sequences. Accession numbers and population codes (NE – blue, S – red) are shown to the left. Alignment position numbers of indels are shown above the alignment fragment. Figures 1 and 2 to the right designate haplotype numbers.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты нашего исследования показали, что географически разграниченные популяции *E. subspinosa* на северо-восточном и южном склонах горы Большое Богдо также резко разграничены генетически. Степень генетической дифференциации их необычайно высока, близка к полной ($\Phi_{PT}=0,98$; $p<<0,000$). При этом внутрипопуляционное генетическое разнообразие в обеих популяциях столь же низко. Анализ ISSR-генотипов показывает, что обе популяции представлены, в основном, двумя вегетативными клонами, один

из которых распространен на северо-восточных склонах горы, а другой – на южных. При этом на северо-восточных склонах было выявлено 5 ISSR генотипов, а на южных – только два, причем один из них – у единственного образца. Незначительность различий между генотипами в пределах одной популяции говорит об их происхождении в результате скрещиваний и рекомбинации в пределах одного и того же клона (гейтоногамия). С другой стороны, при анализе пластидной ДНК оказалось, что каждая популяция обладает собственным гаплотипом с характерными инделами в каждом из 4 исследованных участков пластома, идентичными у растений с различающимися ISSR генотипами. Это может говорить о том, что пластидные гаплотипы возникли раньше редких ISSR генотипов, так как повторное возникновение идентичных инделей в разных участках пластидной ДНК маловероятно.

Таким образом, упомянутые выше наблюдения Лактионова и Волобоевой (Voloboeva, Laktionov, 2018) о нерегулярности цветения в популяции на северном склоне горы и регулярности цветения и плодоношения на ее южных склонах могут быть связаны не с генетическими различиями между популяциями, а с экспозицией склонов или общей неблагоприятностью климатических условий. На быстрее и сильнее прогревающихся склонах южной экспозиции эверсманния может цвести чаще и обильнее, чем на северных, хотя и это происходит далеко не всегда, согласно наблюдениям А.В. Попова (Popov, 2004). Малочисленность образцов с отличающимися от большинства генотипами свидетельствует о редкости семенного размножения и резком преобладании вегетативного. Согласно нашим наблюдениям, отдельные растения эверсманнии нередко располагаются на склонах практически линейно на протяжении нескольких метров, вероятно, маркируя распространение подземных корневищ. Однако здесь удивителен размер вегетативных клонов, занимающих площади в сотни квадратных метров. Мы предполагаем, что столь подавляющее преобладание вегетативного размножения у эверсманнии может быть связано с 1) гейтоногамией (т.е. опылением в пределах одного клона) и обусловленной ей низкой семенной продуктивностью; 2) неподходящими условиями для прорастания семян и выживания проростков и ювенильных растений; 3) относительной легкостью вегетативного разрастания за счет подземных корневищ в рыхлых глинистых породах склонов горы.

Образование достаточно обширных вегетативных клонов известно в разных группах бобовых. Так, они известны по крайней мере у одного представителя филогенетически наиболее близкого к *Eversmannia* рода *Corethrodendron* — у растущего на песчаных дюнах в континентальных районах северного Китая *C. lignosum* (Trautv.) L.R. Xu et B.H. Choi (Zhang et al., 2002; Zhang et al., 2003; Li et al., 2015), в цитируемых работах фигурирующего под названием *Hedysarum laeve* Maxim. В этих работах морфологическими и физиологическими методами показано, что *C. lignosum* на подвижных песках формирует обширные клоны за счет подземных деревянистых корневищ достигающих 3 м в длину. Многочисленные раметы в пределах генеты длительное время остаются соединенными друг с другом и могут обмениваться как водой, так и ассимилятами, которыми рамета, находящаяся в лучших условиях водоснабжения, может питать дочерние раметы, оказавшиеся в худших условиях. Вполне вероятно, что в условиях горы Большое Богдо в популяциях *E. subspinosa* может наблюдаться нечто подобное. При этом показано, что рост популяций *C. lignosum* осуществляется практически только за счет вегетативного разрастания и партикуляции клонов, вклад семенного возобновления оказывается ничтожным из-за низкой семенной продуктивности и неподходящих условий для появления проростков.

Клональность характерна и для некоторых других, более отдаленно родственных родов бобовых. Например, у *Trifolium calcaricum* J.L. Collins et T.F. Wiegoldt, эндемика известняковых пустошей в предгорьях Аппалачей на востоке США, размеры вегетативных клонов были оценены с использованием флуоресцентно меченых ISSR маркеров как достигающие 100 м в поперечнике (Oppman, Morris, 2021). При этом среди 46 исследованных образцов было выявлено только 14 генет. В работе Kull и Jaaska (Kull, Jaaska, 2014) была изучена генетическая структура популяций *Astragalus arenarius* L. с северо-западного края его ареала на территории Эстонии и Латвии. Авторы провели аллозимный анализ и по установленным мультилокусным генотипам определили, что популяции этого вида представлены клонами, число которых в отдельных локальных популяциях варьировало от 1 до 13, в среднем, большинство популяций было представлено 2-5 клонами, размеры которых доходили до 30 м длину. При этом семенное возобновление также присутствовало, а сами генеты были высокогетерозиготны, так что уровень генетического разнообразия в большинстве изученных популяций был высок. Нам представляется, что и в нашем случае положение изученных нами популяций эверсманнии на самом северо-западном краю ареала, где условия обитания для этого вида, очевидно, уже весьма неблагоприятны, может быть основной причиной полного преобладания вегетативного размножения.

Помимо клональности, популяции эверсманнии на горе Большое Богдо обладают еще одной труднообъяснимой особенностью: это их практически полная генетическая изоляция. Хотя популяции (клоны) располагаются на расстоянии чуть более полукилометра друг от друга, между ними не наблюдается никакого потока генов, полностью отсутствуют растения, которые имели бы генетически смешанную природу. В некоторой степени схожая ситуация была выявлена у кавказского альпийского клевера *Trifolium polphyllum* C.A. Mey. (Zelenova et al., 2023). В этой работе было установлено, что в пределах двух трансект, заложенных близ вершины горы Малая Хатипара в Кавказском заповеднике на расстоянии всего около 30 м друг от друга, может возникать значительная генетическая дифференциация ($\Phi_{PT}=0,349$; $p=0,001$) в пределах даже одной локальной популяции. У этого вида клевера она возникает не за счет формирования клонов, а в условиях преимущественно семенного возобновления при перекрестном опылении. В этом случае она объясняется не формированием больших клонов, а вероятным ограниченным и односторонним потоком генов, определяемым особенностями поведения опылителей (шмелей). В популяциях эверсманнии генетическая дифференциация вероятнее всего связана не с отсутствием опылителей, способных переносить пыльцу между локальными популяциями, а с отсутствием условий для прорастания семян при низкой семенной продуктивности и нерегулярности цветения. Пример с альпийским клевером показывает, что ничего невероятного в резкой дифференциации близко расположенных популяций нет, хотя механизмы ее могут быть совершенно различными.

Проблема возраста популяций *E. subspinosa* на горе Большое Богдо не так проста, как может показаться. Прямая интерпретация их, как продуктов изоляции на острове во время последней крупной раннехвалынской трансгрессии Каспия 27–12000 лет назад подкрепляется только косвенными данными. Никаких ископаемых остатков эверсманнии неизвестно. Однако в ряде молекулярно-филогенетических исследований трибы *Hedysareae* была проведена оценка возраста разных клад методом молекулярных часов. Так, в работе Hadadi с соавторами (Hadadi et al. 2021) среднее время расхождения родов клады *Eversmannia+Corethrodendron+Greuteria* было оценено в 7,69 млн. лет назад, а в работе Nafisi с соавторами (Nafisi et al., 2019) время расхождения родов *Eversmannia* и *Corethrodendron*

по данным пластидных маркеров оценивалось в 4,1 млн. лет назад. Проведенный нами (Schanzer, Fedorova, Stepanova, unpublished data) филогенетический анализ 26 пластидных гаплотипов *E. subspinosa* со всего ареала этого вида, охватывающего большую часть Казахстана и сопредельные территории других среднеазиатских республик, и проведенное на его основе молекулярное датирование в программе BEAST 2.2 (Bouckaert *et al.*, 2014) показали, что время возникновения *E. subspinosa* не превышает 2 млн. лет. Точнее, время возникновения этого рода и вида оказалось равным (1,97)1,34(0,74) млн. лет назад, т.е. не раньше 740 тысяч и не позже 1,97 млн. лет назад, что соответствует нижнему плейстоцену, а не третичному времени. При такой оценке времени возникновения вида и начала его диверсификации, время изоляции популяций на горе Большое Богдо и Ергенях приходится не на раннехвальинскую, а на более раннюю хазарскую трансгрессию Каспия (0,45)0,25(0,08) млн. лет назад (Svitoch, 2015). Столь длительное время изоляции большебогдинских популяций эверсманий может служить объяснением как накопления индивидуальных генетических различий в пластидной ДНК, так и вымирания большей части исходных генотипов и выживания только нескольких клонально размножающихся генет, одна из которых занимает большую часть популяции на северо-восточном склоне, а другая представляет собой практически всю популяцию южного склона.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках выполнения государственного задания ГБС РАН № 122042700002-6.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны Н.М. Решетниковой, принимавшей участие в сборе материала на горе Большое Богдо и разрешившей использовать, сделанные ею фотографии эверсманий и М.С. Игнатову, организовавшему эту экспедиционную поездку в Астраханскую область в 2024 г. Авторы также признательны двум анонимным рецензентам, комментарии которых позволили улучшить текст рукописи статьи.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Bouckaert R, Heled J, Kühnert D, et al. 2014. BEAST 2: A software platform for Bayesian evolutionary analysis. *PLOS Computational Biology*. 10(4): e1003537. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003537>
- Buntjer J. B. 2000. Cross Checker: computer assisted scoring of genetic AFLP data. Proc. of the VIII Conference: *Plant & Animal Genome*. URL: <http://wheat.pw.usda.gov/jag/papers99/paper599/indexp599.html>
- Evanno G., Regnaut S., Goudet J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology*. 14(8): 2611–2620.
- Hadadi A, Kaveh A, Nafisi H, et al. 2021. Molecular phylogeny and divergence time estimation of *Onobrychis* sect. *Onobrychis* (Fabaceae) based on nrDNA ITS. *Taxonomy and Biosystematics*. 14(1): 95–114. <http://dx.doi.org/10.22108/TBJ.2022.134107.1204>
- Hall T.A. 1999. BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symp. Ser.* 41: 95–98.

- Hammer O., Harper D.A., Ryan P.D. 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeont. Electronica* 4(1): 9.
- Kopelman N.M., Mayzel J., Jakobsson M. et al. 2015. Clumpak: a program for identifying clustering modes and packaging population structure inferences across K. // *Molecular Ecology Resources*. 15: 1179–1191. doi 10.1111/1755-0998.12387
- Kull T., Jaaska V. 2014. High Clonal and Low Sexual Reproduction in Fragmented Populations of *Astragalus arenarius* (Fabaceae) at the Northern Edge of its Geographic Range. *Annales Botanici Fennici*. 51(1–2): 90–100. DOI: <http://dx.doi.org/10.5735/085.051.0113>
- Laktionov A.P., Korolyuk A.Yu., Voloboeva O.V. 2021. *Eversmannia subspinosa* (Fabaceae), a new species to the flora of Kalmykia. *Botanichesky Zhurnal*. 106(3): 303–305. (In Russian) [Лактионов А. П., Королюк А. Ю., Волобоева О. В. 2021. *Eversmannia subspinosa* (Fabaceae) – новый вид для флоры Калмыкии. *Ботанический журнал*. 106(3): 303–305].
- Laktionov A.P., Voloboeva O.V. 2021. Relic species of flora of the Bogdo-Baskunchak salt dome region. *Natural Sciences*. 1: 54–62. (In Russian) [Лактионов А.П., Волобоева О.В. 2021. Реликтовые виды флоры Богдинско-Баскунчакского солянокупольного района. *Естественные науки*. 1: 54–62].
- Li Y.L., Liu J.X. 2018. StructureSelector: A web based software to select and visualize the optimal number of clusters using multiple methods. *Molecular Ecology Resources*. 18: 176–177.
- Li, SL., Yu, FH., Werger, M. et al. 2015. Mobile dune fixation by a fast-growing clonal plant: a full life-cycle analysis. *Scientific Reports*. 5, 8935. <https://doi.org/10.1038/srep08935>
- Nafisi H, Kazempour-Osaloo S, Mozaffarian V et al. 2019. Molecular phylogeny and divergence times of the genus *Hedysarum* (Fabaceae) with special reference to section *Multicaulia* in Southwest Asia. *Plant Systematics and Evolution*. 305: 1001–1017. <https://doi.org/10.1007/s00606-019-01620-3>
- Oppmann E., Morris A.B. 2021. Assessing the clonal nature of running glade clover (*Trifolium calcaricum* J.L. Collins & T.F. Wieboldt; Fabaceae). *Castanea*. 86(1): 117–124.
- Pallas P.S. 1799. *Bemerkungen auf einer Reise in die südlichen Statthalterschaften des Russischen Reichs in den Jahren 1793 und 1794*. Bd. 1. Leipzig. 516 p.
- Peakall R., Smouse P.E. 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics*. 28: 2537–2539.
- Peakall R., Smouse P.E. 2006. GenAlEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*. 6: 288–295.
- Popov A.V. 2004. Zametki o flore okrestnostey ozera Baskunchak [Notes about flora of vicinities of the Lake Baskunchak]. *Bogdinsko-Baskunchakskiy zapovednik i ego rol sokhranenii biotrazanoobraziya severa Astrahanskoy oblasti. Perspektivy razvitiya ekologicheskogo turizma* [The Bogdinsko-Baskunchaksky reserve and its role preservation of a biodiversity of the North of the Astrakhan region. Prospects of development of ecological tourism]. Astrakhan, Astrakhan State Technical University Publ. P. 35–44. (In Russian) [Попов А. В. 2004. Заметки о флоре окрестностей озера Баскунчак. *Богдинско-Баскунчакский заповедник и его роль сохранении биоразнообразия севера Астраханской области. Перспективы развития экологического туризма*. Астрахань: Астраханский гос. тех. ун-т. С. 35–44.]
- Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*. 155: 945–959.
- Sagalaev V.A. 2024. *Eversmannia subspinosa* (Fisch. ex DC.) B.Fedtsch. In: Geltman D.V., ed. Krasnaya Kniga Rossiyskoi Federatsii (Rasteniya i Griby) [Red Data Book of the Russian Federation]

- tion (Plants and Fungi)]. 2-nd ed. Moscow, VNII "Ecologia". P. 271. (In Russian) [Сагалаев В.А. *Eversmannia subspinosa* (Fisch. ex DC.) B.Fedtsch. В кн.: Гельтман Д.В., ред. Красная Книга Российской Федерации (Растения и Грибы). 2-е изд. М., ВНИИ «Экология». С. 271.]
- Shorthouse D.P. 2010. SimpleMappr, an online tool to produce publication-quality point maps. In: SimpleMappr create free point maps for publications and presentations. Retrieved from <https://www.simplemappr.net>. (Accessed 5.12.2025).
- Stepanova N.Yu., Fedorova A.V., Schanzer I.A. 2023. On the genetic structure of *Eversmannia subspinosa* populations in Russia. *Turczaninowia*. 26, 1: 83–94. (In Russian) [Степанова Н. Ю., Федорова А. В., Шанцер И. А. 2023. О генетической структуре популяций *Eversmannia subspinosa* в России // *Turczaninowia* 26, 1: 83–94. DOI: 10.14258/turczaninowia.26.1.9]
- Svitoch AA. 2015. Paleogeography of the Greater Caspian Sea. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria 5, Geografia*. 4: 69–80. (In Russian) [Свиточ А.А. 2015. Палеогеография Большого Каспия. *Вестник Московского университета. Сер. 5., География*. 4: 69–80].
- Voloboeva O.V., Laktionov A.P. 2018. Biological-ecological features of *Eversmannia subspinosa* (DC.) Fedtsch. in the North-Eastern Caspian Sea region. Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, dedicated to the 20th anniversary of the State Nature Reserve “Bogdinsko-Baskunchaksky”: *Scientific and ecological education activities in the specially protected natural territories: current state and development prospects*. Moscow. Pp. 38–44. (In Russian) [Волобоева О.В., Лактионов А.П. 2018. Биолого-экологические особенности *Eversmannia subspinosa* (DC.) Fedtsch. в северо-западном Прикаспии. Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 20-летию государственного природного заповедника «Богдинско-Баскунчакский»: *Научная и эколого-просветительская деятельность на ООПТ: современное состояние и перспективы развития*. Москва. С. 38–44].
- Voloboeva O. V., Laktionov A. P. 2019. *Eversmannia subspinosa* (Fabaceae) and its “floristic suite” as representatives of relict flora of salt-dome hills of the Northen Caspian. *Rastitelnyy mir Aziatskoy Rossii* [Plant life of Asian Russia] 3: 53–56. (In Russian) [Волобоева О.В., Лактионов А.П. 2019. *Eversmannia subspinosa* (Fabaceae) и ее «флористическая свита» как представители реликтовой флоры соляно-купольных возвышенностей Северного Прикаспия // *Растительный мир Азиатской России*. 3: 53–56].
- Zelenova O.B., Galkina M.A., Onipchenko V.G., Schanzer I.A. 2024. Genetic differentiation and clonality in a local population of the Caucasian endemic *Trifolium polyphyllum* C.A. Mey. (Fabaceae). *Russian Journal of Genetics*. 60: 56–65. DOI: 10.1134/S1022795424010137 (In Russian) [Зеленова О.Б., Галкина М.А., Онищенко В.Г., Шанцер И.А. 2024. Генетическая дифференциация и клональность в локальной популяции кавказского эндемика *Trifolium polyphyllum* C.A. Mey. (Fabaceae). *Генетика*. 60(1): 69–79. DOI: 10.31857/S0016675824010051]
- Zhang, C., Yang, C., Dong, M. 2002. Clonal integration and its ecological significance in *Hedysarum laeve*, a rhizomatous shrub in Mu Us Sandland. *Journal of Plant Research*. 115: 0113–0118. <https://doi.org/10.1007/s102650200016>
- Zhang, C., Yang, C., Yang, X. et al. 2003. Inter-ramet water translocation in natural clones of the rhizomatous shrub, *Hedysarum laeve*, in a semi-arid area of China. *Trees*. 17: 109–116. <https://doi.org/10.1007/s00468-002-0211-5>

УДК 58:001.891+01:001.8
DOI: 10.35102/cbg.2025.35.14.005

**НАУЧНАЯ ПЯТИЛЕТКА (2020–2024 ГГ.):
БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИОННОЙ
АКТИВНОСТИ И ЦИТИРУЕМОСТИ НАУЧНЫХ ТРУДОВ
СОТРУДНИКОВ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА
ИМ. Н.В. ЦИЦИНА РАН**

Ткачева Е.В.

*Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук,
Россия, Москва*

**Автор для переписки: gbsad_lib@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

В работе представлен комплексный анализ публикационной активности и цитируемости научных трудов сотрудников Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) за период с 2020 по 2024 годы. Исследование основано на анализе международной базы данных Web of Science Core Collection (WoS-CC) и Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). В работе проанализирована динамика количества публикаций и показатели цитируемости, а также выявлены периодические издания, пользующиеся наибольшей популярностью для публикации результатов исследований сотрудников ГБС РАН. За пятилетний период (2020–2024 гг.) в журналах, индексируемых WoS-CC, было опубликовано 220 статей, которые получили 1469 цитирований. Наибольший вклад в цитируемость вносят фундаментальные обзорные работы (списки видов мхов, флористические сводки), которые активно цитируются как российскими, так и зарубежными исследователями. Анализ РИНЦ показал высокую цитируемость работ, особенно в области флористики, инвазионной биологии и охраны природы. Результаты подтверждают высокую научную репутацию и востребованность исследований ГБС РАН мировым и российским научным сообществом.

Ключевые слова: ГБС РАН, оценка исследований, индекс цитирования, Web of Science, РИНЦ.

Цитирование:
Ткачева Е.В. 2025. Научная пятилетка (2020–2024 гг.): библиометрический анализ публикационной активности и цитируемости научных трудов сотрудников Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. *Нов. бюл. ГБС*. 1(3–4): 70–80.
DOI: 10.35102/cbg.2025.35.14.005
Редактор: И.А. Шанцер
Получена: 5.12.2025
Ревизия: 19.12.2025
Принята к публикации: 20.12.2025
Опубликована: 30.12.2025

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE SCIENTIFIC PUBLICATIONS OF AUTHORS FROM N.V. TSITSIN MAIN BOTANICAL GARDEN OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES: PUBLICATION ACTIVITY AND CITATION METRICS OVER THE FIVE YEARS 2020–2024

Tkacheva E.V.

Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
gbsad_lib@mail.ru

Citation:
Tkacheva E.V. 2025. Bibliometric analysis of the scientific publications of authors from N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: publication activity and citation metrics over the five years 2020–2024. *New Bull. MBG.* 1(3–4): 70–80.
DOI:
10.35102/cbg.2025.35.14.005
Editor: I.A. Schanzer
Received: 5.12.2025
Revision: 19.12.2025
Accepted: 20.12.2025
Published: 30.12.2025
© 2025 Author

ABSTRACT

The paper presents a comprehensive analysis of the publication activity and citation impact of the researches from N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (MBG RAS) for the period from 2020 to 2024. The study is based on the data from the Web of Science Core Collection (WoS–CC) database and the Russian Science Citation Index (RSCI). The dynamics of the growth in the number of publications, citation metrics, and the most popular journals for manuscript submissions were analyzed. Over the five-year period (2020–2024), 220 journal articles were indexed in WoS–CC and received 1 469 citations. The greatest contribution to the amount of citations came from fundamental review works (checklists of moss species, floristic summaries), which were cited extensively by both Russian and foreign researchers. The analysis of the RSCI demonstrated a high citation rate of the works, especially in the fields of floristics, invasion biology, and nature conservation. The results confirm the high scientific reputation and relevance of the researches of MBG RAS for both the global and the Russian scientific community.

Keywords: GBS RAS, research assessment, citation index, Web of Science, Russian Science Citation Index.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях глобализации научного знания и усиления конкуренции за финансирование объективная оценка исследовательской деятельности институтов и научных организаций приобретает ключевое значение. Библиометрические показатели, основанные на анализе публикационной активности и цитирования, стали универсальным, хотя и не лишенным ограничений, инструментом для такой оценки. Они позволяют количественно измерить вклад научного коллектива в отечественную и мировую научно-исследовательскую деятельность. В то же время многочисленные перегибы и просто неквалифицированное использование библиометрических инструментов отмечал даже создатель классического индекса цитирования Юджин Гарфилд (Garfield, 2012; Garfield, Sher, 1967). Тем не менее, библиометрический анализ является одним из рациональных подходов, если рассматривать его не как средство администрирования науки, но как собственно инструмент наукометрии (Glushanovsky, 2024), инструмент для стратегического планирования и внутреннего аудита, а не для упрощенных административных решений.

Проведение подобного анализа для ботанических садов, как уникальных научных учреждений, имеет особую специфику. Деятельность ботанических садов традицион-

но сочетает фундаментальные научные исследования (таксономия, флористика, биоразнообразие) с масштабной прикладной работой по интродукции, сохранению коллекций живых растений и просвещению. Эта двойственность часто находит отражение в публикационной стратегии: результаты фундаментальных исследований и обзорные статьи публикуются в международных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, в то время как прикладные разработки, методические рекомендации и результаты инвентаризации коллекций чаще публикуются в профильных отечественных изданиях, представленных в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ). Следовательно, для получения целостной картины научной продуктивности ботанического сада необходим комплексный подход, учитывающий данные как международных, так и национальных библиометрических систем.

Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) является одним из ведущих ботанических научных учреждений России. Целью данного исследования является комплексный библиометрический анализ публикационной активности и цитируемости научных работ сотрудников ГБС РАН за период 2020–2024 гг. на основе данных Web of Science Core Collection (WoS–CC) и Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Анализ публикационной активности и цитируемости научных трудов сотрудников ГБС позволяет решить следующие задачи: оценить масштаб и динамику интеграции исследований ГБС РАН в отечественное и международное научное пространство на основе географии цитирования; проанализировать структуру научного сотрудничества на основе географии соавторства; выявить наиболее высоко цитируемые труды сотрудников ГБС РАН; выявить журналы, в которых сотрудники ГБС РАН публикуются чаще всего.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании сделан особый акцент на периоде с 2020 по 2024 год включительно (последняя «научная пятилетка»).

В качестве источников данных для анализа публикационной активности сотрудников ГБС РАН использовались библиометрические базы данных (БД):

- Web of Science Core Collection (Clarivate Analytics) – для выявления публикаций в международных рецензируемых журналах;
- Российский индекс научного цитирования (ООО «Научная электронная библиотека») – для учета публикаций в российских научных изданиях.

Стратегия поиска и отбор публикаций:

- поиск публикаций сотрудников Главного ботанического сада в БД Web of Science Core Collection осуществлялся по поисковому полю «Адрес» («Address»), включающему в БД WoS–CC также и названия организаций соавторов. В качестве поисковых запросов использовались стандартизированные варианты названия организации: «Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS», «Tsitsin Main Botanical Garden», его общепринятые сокращения и известные романизированные варианты фамилии Н.В. Цицина (Tkacheva, 2020);

- в РИНЦ поиск велся по вариантам: «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН» и «ГБС РАН».

Отметим, что Web of Science (WoS) позиционируется как единая платформа, посредством которой предоставляется доступ к различным базам данных, входящим в семейство WoS. Среди этих баз данных есть тематические базы данных, например, MEDLINE и BIOSIS, есть региональные, например, SciELO Citation Index (региональная база данных цитирований научной литературы на испанском и португальском языках). Основные, общемировые индексы цитирования, включающие самые престижные научные издания, объединены в настоящее время в базе данных под названием «Web of Science Core Collection» (WoS-CC). И именно базу данных Web of Science Core Collection мы и использовали как источник данных для анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате поиска в БД WoS-CC было найдено 220 работ, опубликованных в период с 2020 по 2024 гг., соавторами которых являлись сотрудники ГБС РАН. Всего же в БД WoS-CC проиндексировано 636 статей, опубликованных сотрудниками Главного ботанического сада с 1975 г. (наибольшая доступная нам глубина ретроспекции).

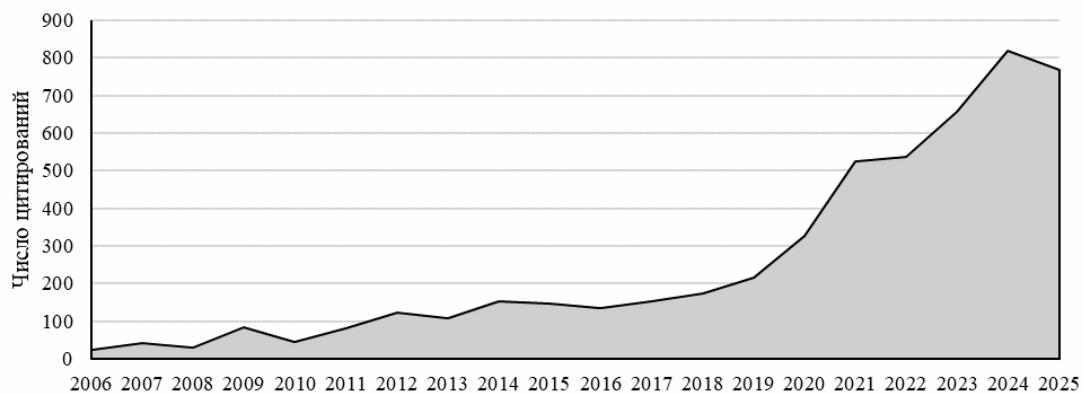


Рисунок 1. Цитирование всех работ (с 1975 года) сотрудников Главного ботанического сада по годам выхода цитирующих публикаций в БД Web of Science Core Collection

Figure 1. Citation of the papers, published since 1975 by the authors from Main Botanical Garden, by years of citing publications in the Web of Science Core Collection database

Весь пул публикаций сотрудников Главного ботанического сада в БД WoS-CC цитируется неравномерно на протяжении всего доступного нам для анализа периода. С 2006 г. наблюдается тенденция к увеличению числа цитирований, и на сегодняшний день статьи сотрудников Главного ботанического сада продолжают активно цитировать (Рис. 1, табл. 1). Отдельно стоит отметить самую высокоцитируемую статью сотрудников Главного ботанического сада в БД WoS-CC:

Hill M.O., Bell N., Bruggeman-Nannenga M.A., Brugues M., Cano M.J., Enroth J., Flatberg K.I., Frahm J.P., Gallego M.T., Garilleti R., Guerra J., Hedenas L., Holyoak D.T., Hyvonen J., Ignatov M.S., Lara F., Mazimpaka V., Munoz J., Soderstrom L. 2006. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology*. 28(3): 198–267 DOI: 10.1179/174328206X119998.

Статья цитируется начиная с 2006 г. (т.е. с года её опубликования) и по настоящее время; число цитирований на 2020 г. – 429, на конец 2025 г. – 457 цитирований. Столь высокая, по сравнению с другими публикациями ГБС РАН, цитируемость этой статьи

объясняется спецификой её содержания: статья является обзором и содержит аннотированный список видов крупного таксона; обзор написан коллективом авторов из семи стран мира (Англия, Финляндия, Испания, Норвегия, Германия, Швеция, Россия) (Tkacheva, 2020).

Таблица 1. Наиболее цитируемые публикации сотрудников Главного ботанического сада, вышедшие в 2020–2024 гг. (процитированные 30 и более раз, расположены в порядке убывания числа цитирований)

Table 1. The most cited papers of the authors from Main Botanical Garden, published during 2020–2024 (cited 30 or more times, listed in a descending order of the number of citations)

№	Библиографическое описание / Bibliographic information	Число цитирований (2020–2024 гг.) / Number of citations during 2020–2024
1	Zagoskina, Natalia V.; Zubova, Maria Y.; <...>; Baranova, Ekaterina N.; Aksanova, Maria A. 2023. Polyphenols in Plants: Structure, Biosynthesis, Abiotic Stress Regulation, and Practical Applications (Review). <i>International Journal of Molecular Sciences</i> . 24 (18): 13874. DOI: 10.3390/ijms241813874.	219
2	Githumbi, Esther; Fyfe, Ralph; <...>; Nosova, Maria; <...>; Zernitskaya, Valentina. 2022. European pollen-based REVEALS land-cover reconstructions for the Holocene: methodology, mapping and potentials. <i>Earth System Science Data</i> . 14 (4): 1581–1619. DOI: 10.5194/essd-14-1581-2022.	76
3	Kopylov, D. S.; <...>; Ignatov, M. S.; Ivanov, V. D.; Khramov, A. V.; Legalov, A. A.; Lukashevich, E. D.; Mamontov, Yu. S.; <...>; Zmarzly, M. 2020. The Khasutry Fossil Insect Lagerstätte. <i>Paleontological Journal</i> . 54 (11): 1221–1394. DOI: 10.1134/S0031030120110027.	58
4	Prentout, Djivan; Razumova, Olga; <...>; Marais, Gabriel A. B. 2020. An efficient RNA-seq-based segregation analysis identifies the sex chromosomes of <i>Cannabis sativa</i> . <i>Genome Research</i> . 30(2): 164–172. DOI: 10.1101/gr.251207.119.	58
5	Zotz, Gerhard; <...>; Eskov, Alen; <...>; Weichgrebe, Letizia. 2021. Hemiepiphytes revisited. <i>Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics</i> . 51. DOI: 10.1016/j.ppees.2021.125620.	47
6	Ellis, L. T.; <...>; Shkurko, A. V.; <...>; Cienkowska, A. 2021. New national and regional bryophyte records, 65. <i>Journal of Bryology</i> . 43(1): 67–91. DOI: 10.1080/03736687.2021.1878804.	40
7	Grygorieva, Olga; Klymenko, Svitlana; Kuklina, Alla; Vinogradova, Yulia; Vergun, Olena; Horcinova Sedlackova, Vladimira; Brindza, Jan. 2021. Evaluation of <i>Lonicera caerulea</i> L. genotypes based on morphological characteristics of fruits germplasm collection. <i>Turkish Journal of Agriculture and Forestry</i> . 45(6): 850–860. DOI: 10.3906/tar-2002-14.	31

За пятилетний период (2020–2024 гг.) сотрудниками Главного ботанического сада было опубликовано 220 статей, которые были процитированы в WoS-CC 1469 раз (без учета самоцитирования) (Рис. 2). Анализ показал, что подавляющее большинство этих статей подготовлено в соавторстве, при этом наиболее частыми партнерами сотрудников ГБС РАН являются исследователи из США, Китая и Германии (Рис. 3).

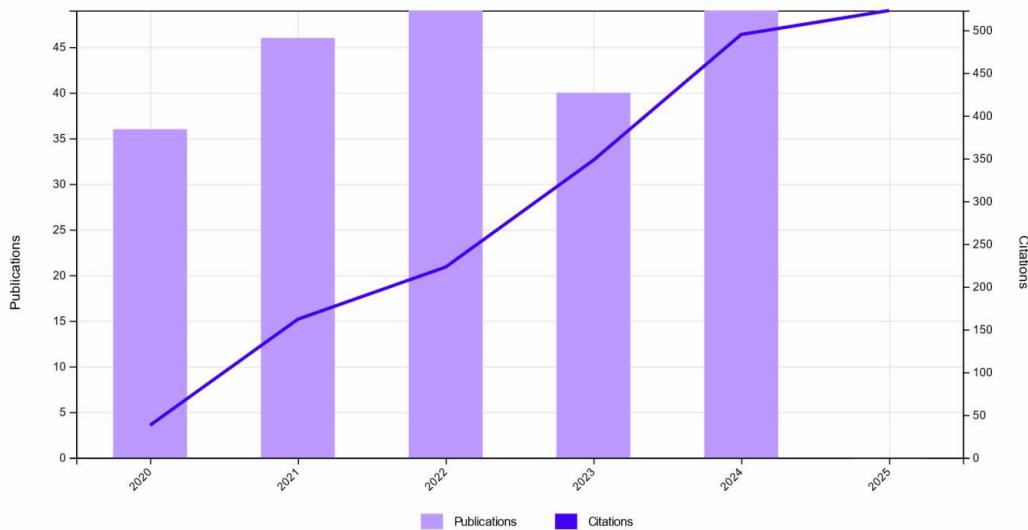


Рисунок 2. Цитирование статей, опубликованных в 2020–2024 гг. сотрудниками ГБС РАН, в БД Web of Science Core Collection

Figure 2. Citation of the papers, published between 2020 and 2024 by the authors from Main Botanical Garden, in the Web of Science Core Collection database

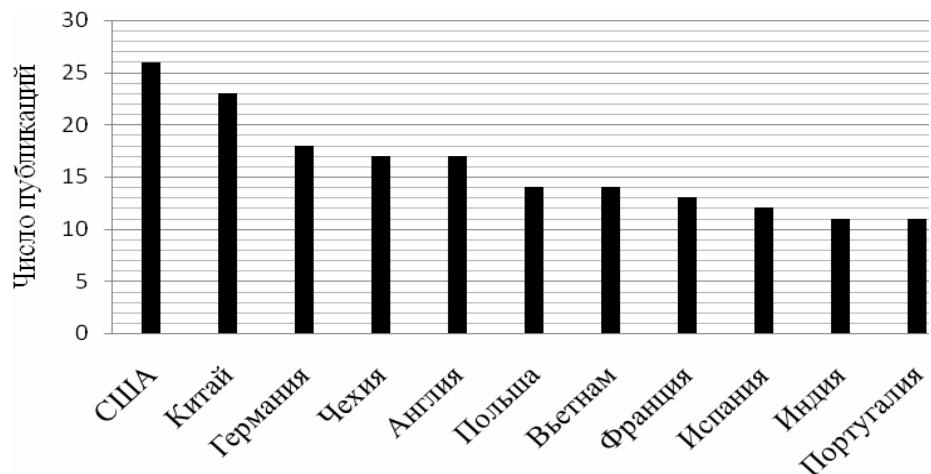


Рисунок 3. География научных коллабораций сотрудников Главного ботанического сада в публикациях 2020–2024 гг. в БД WoS–CC

Figure 3. Geographic distribution of research collaborations in the publications of the authors from Main Botanical Garden during 2020–2024, from Web of Science Core Collection

Наиболее часто среди зарубежных авторов статьи сотрудников Главного ботанического сада 2020–2024 гг. цитировали коллеги из различных учреждений Китая, США, Германии, Испании, Англии, Польши и Чехии (Рис. 4).

Из российских авторов в БД WoS–CC наиболее часто работы сотрудников ГБС РАН цитировали коллеги из учреждений Российской академии наук, Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева. Сотрудники Главного ботани-

ческого сада также активно цитировали научные статьи своих коллег из ГБС РАН (самоцитирования были исключены нами из анализа).

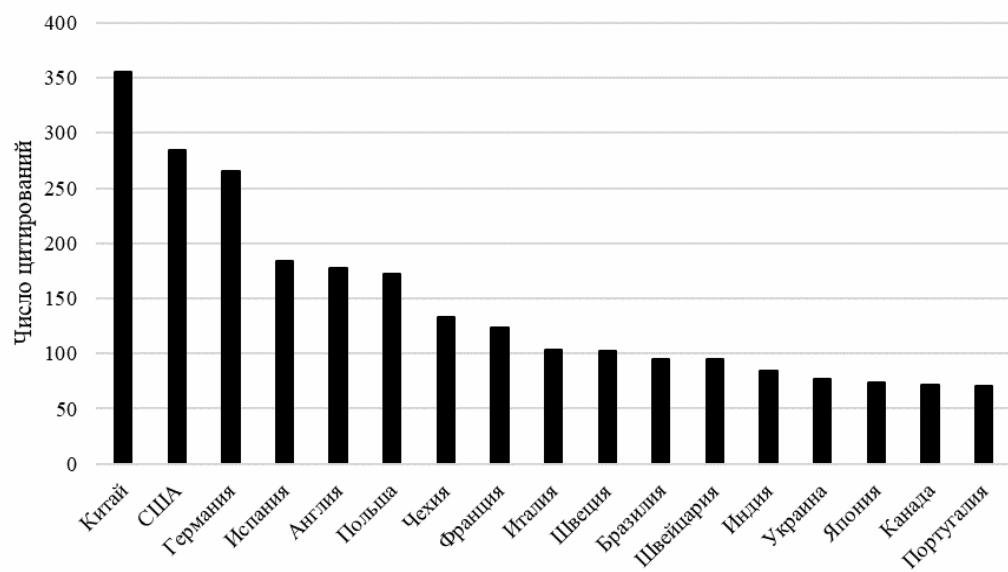


Рисунок 4. Цитирование статей, опубликованных в 2020–2024 гг. сотрудниками Главного ботанического сада, в БД WoS–CC зарубежными авторами по странам

Figure 4. Citations of the papers, published between 2020 and 2024 by the authors from Main Botanical Garden, in the Web of Science Core Collection database by foreign authors, by countries

Ссылки на статьи, опубликованные в 2020–2024 гг. сотрудниками Главного ботанического сада и проиндексированные в WoS–CC, распределены более чем по 500 журналам иserialным изданиям. Распределение числа цитирований по изданиям неравномерно. Около 35 % цитирований приходится на 17 журналов (Табл. 2).

Таблица 2. Журналы, на которые приходится наибольшее число цитирований работ сотрудников ГБС РАН, опубликованных в 2020–2024 гг., в БД WoS–CC. Указана квартиль значения импакт-фактора журнала в соответствующей предметной области по данным БД Journal Citation Reports

Table 2. The journals with the highest numbers of citations of the papers, published at 2020–2024 by the authors from Main Botanical Garden, in the Web of Science Core Collection. The quartile indicates a ranked position of a journal impact-factor within a respective subject area (the Journal Citation Reports database)

Название журнала / Source title	Квартиль / Quartile	Предметная область / Subject area
Plants	Q1	Plant Sciences
Frontiers in Plant Science	Q1	Plant Sciences
Molecular Ecology	Q1	Ecology
International Journal of Molecular Sciences	Q1	Biochemistry & Molecular Biology
New Phytologist	Q1	Plant Sciences
Scientific Reports	Q1	Multidisciplinary Sciences
Horticulturae	Q1	Horticulture
PLOS One	Q2	Multidisciplinary Sciences
Botanical Journal of the Linnean Society	Q2	Plant Sciences
American Journal of Botany	Q2	Plant Sciences

Diversity	Q2	Biodiversity Conservation
Phytotaxa	Q3	Plant Sciences
Journal of Bryology	Q3	Plant Sciences
Herzogia	Q3	Plant Sciences
Bryologist	Q3	Plant Sciences
Nova Hedwigia	Q3	Plant Sciences
Cryptogamie Bryologie	Q4	Plant Sciences

Российский индекс научного цитирования за последние пять лет существенно расширил охват отечественной научной литературы, в том числе за счёт ретроспективной информации (архивных выпусков журналов). По данным автора, в 2020 г. в БД РИНЦ было проиндексировано всего 2506 работ сотрудников ГБС РАН. В 2025 г. число публикаций составляло уже 4585 (на 01.11.2025 г.).

Функционал базы данных РИНЦ не предусматривает различных вариаций при анализе работ как конкретного автора, так и всего пула работ научной организации, и сводится к использованию уже имеющихся в базе параметров для анализа (Kalenov, 2010; Glushanovsky, 2024).

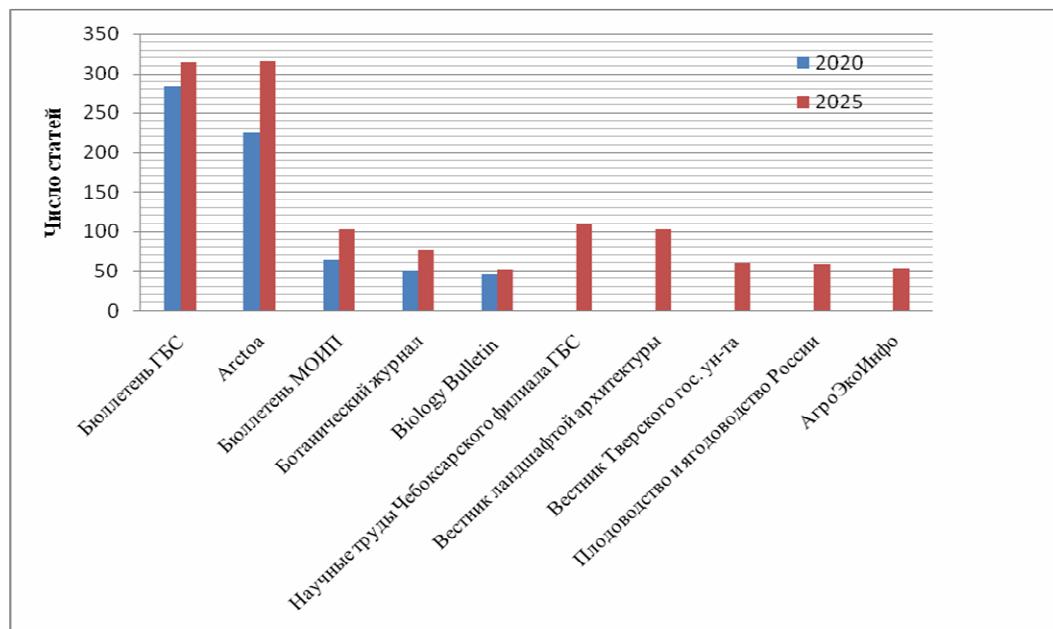


Рисунок 5. Распределение всех публикаций сотрудников ГБС РАН по отечественным научным журналам в БД РИНЦ

Figure 5. Distribution of all publications of the authors from Main Botanical Garden across Russian scientific journals

В 2020 г. распределение публикаций по научным журналам выглядело следующим образом: наибольшее число работ было опубликовано в журнале «Бюллетень Главного ботанического сада» (283 работы), далее следовал журнал «Arctoa» (225 работ), «Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический» (64 работы), «Ботанический журнал» (50 работ) и «Известия Российской академии наук. Серия Биологическая» (45 работ). Последний журнал проиндексирован в РИНЦ под своим переводным названием «Biology Bulletin».

В 2025 г. ситуация несколько изменилась и выглядит следующим образом: лидирующие места по-прежнему занимают журналы «Arctoa» (316 работ) и «Бюллетень

Главного ботанического сада» (314 работ), далее следуют «Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН» (109 работ), «Вестник ландшафтной архитектуры» (102 работы) и «Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический» (102 работы), «Ботанический журнал» (76 работ), «Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология» (60 работ), «Плодоводство и ягодоводство России» (58 работ), «АгроЭко-Инфо» (53 работы), «Известия Российской академии наук. Серия Биологическая» (52 работы) (Рис. 5).

Наиболее цитируемые по данным РИНЦ публикации ГБС РАН приведены в таблице 3.

Особо стоит отметить «Красную книгу Российской Федерации (растения и грибы)» (2008) с ожидаемо высокими показателями цитирования – 2999 цитирований.

Наиболее цитируемые работы, опубликованные в отечественных научных изданиях в 2020-2024 гг. (в перечень вошли работы, процитированные 25 и более раз, работы расположены в порядке убывания цитируемости):

1. Третьякова А.С., Баранова О.Г., Сенатор С.А., Панасенко Н.Н., Суткин А.В., Алихаджиев М.Х. 2021. Урбанофлористика в России: современное состояние и перспективы. *Turczaninowia*. 24(1): 125–144 (число цитирований 60);
2. Абрамова Л.М., Голованов Я.М., Мулдашев А.А. 2021. *Черная книга флоры Республики Башкортостан*. М., Товарищество научных изданий КМК. 174 с. (число цитирований 58);
3. Vinogradova Yu.K., Aistova E.V., Antonova L.A., et al. 2020. Invasive plants in flora of the Russian Far East: the checklist and comments. *Botanica Pacifica: a Journal of Plant Science and Conservation*. 9(1): 103–129 (число цитирований 54);
4. Владимиров Д.Р., Гладилин А.А., Гнеденко А.Е. и др. 2023. *Методика ведения фенологических наблюдений*. М., Альпина ПРО. 203 с. (число цитирований 50);
5. Иванчев В.П., Казакова М.В. ред. 2021. *Красная книга Рязанской области*. Ижевск, Принт. 555 с. (число цитирований 40);
6. Verkhozina A.V., Anisimov A.V., Beshko N.Yu. et al. 2022. Findings to the flora of Russia and adjacent countries: new national and regional vascular plant records, 4. *Botanica Pacifica: a Journal of Plant Science and Conservation*. 11(1): 129–157 (число цитирований 34);
7. Иванова Л.П., Щуклина О.А., Ворончихина И.Н. и др. 2020. Перспективы использования новой сельскохозяйственной культуры трититригии (\times Trititrigia Cziczinii Tsvelev) в кормопроизводстве. *Кормопроизводство*. 10: 13–16 (число цитирований 27);
8. Исачкин А.В., Крючкова В.А. 2020. Алгоритмы определения достаточных объемов выборок (на примере садовых растений). *Бюллетень Главного ботанического сада*. 4: 68–78 (число цитирований 27);
9. Сенатор С.А., Виноградова Ю.К. 2023. Инвазионные растения России: результаты инвентаризации, особенности распространения и вопросы управления. *Успехи современной биологии*. 143(4): 393–402 (число цитирований 26).

Таблица 3. Наиболее цитируемые публикации сотрудников Главного ботанического сада по данным БД РИНЦ (число цитирований более 90)

Table 3. Top-cited publications of the Main Botanical Garden in the RSCI database (90 and more citations)

№	Библиографическое описание / Bibliographic information	Число цитирований в 2020 г. / Number of citations at 2020	Число цитирований в 2025 г. / Number of citations at 2025
1	Игнатов М.С., Афонина О.М., Игнатова Е.А. и др. 2006. Список мхов Восточной Европы и Северной Азии. <i>Arctoa</i> . 15: 1–130.	863	1283
2	Игнатов М.С., Афонина О.М. 1992. Список мхов территории бывшего СССР. <i>Arctoa</i> . 1: 1–86.	425	536
3	Ворошилов В.Н. 1982. Определитель растений советского Дальнего Востока. М., Наука. 672 с.	359	468
4	Кучеров Е.В., Мулдашев А.А. ред. Определитель высших растений Башкирской АССР: Сем. <i>Brassicaceae – Asteraceae</i> . М., Наука. 374 с.	282	345
5	Дгебуадзе Ю. Ю. и др. ред. <i>Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100)</i> . 2018. М., Товарищество науч. изд. КМК, 687 с.	-	308
6	Иванчев В.П., Казакова М.В ред. 2011. <i>Красная книга Рязанской области</i> . Рязань, Голос Губернии. 625 с.	164	269
7	Биологически активные вещества растительного происхождения: в 3 т. Т. 2: Л–Я. 2001. 763 с.	156	200
8	Былов В.Н., Карпинская Р.А. 1978. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных многолетников. <i>Бюллетень Главного ботанического сада</i> . 107: 77–82.	141	198
9	Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А. 2011. Черная книга флоры Тверской области: чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. М., Т-во науч. изд. КМК. 292 с.	-	153
10	Кобелева Т.П., Лашенкова А.Н., Мартыненко В.А. и др. 1976. Флора северо-востока Европейской части СССР. Т. 3. Семейства <i>Nymphaeaceae – Hippuridaceae</i> . Ленинград, 293 с.	94	94
11	Егорова Т.В., Лашенкова А.Н., Кобелева Т.П. и др. 1976. Флора северо-востока Европейской части СССР. Т. 2. Семейства <i>Cyperaceae – Caryophyllaceae</i> . Ленинград. 316 с.	90	91
12	Горбунов Ю.Н. и др. 2008. Методические рекомендации по реинтродукции редких и исчезающих видов растений: (для ботанических садов). Тула. 54с.	79	113

К 01.11.2025 г. общее число цитирований публикаций ГБС РАН в РИНЦ составило 24 990, число цитирований за пятилетний период (2020–2024 гг.) составляет 3998. Наиболее цитируемыми в РИНЦ являются фундаментальные сводки и определители. Среди современных публикаций (2020–2024 гг.) высокую цитируемость показывают работы по инвазионным видам растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный библиометрический анализ свидетельствует о растущей публикационной активности сотрудников ГБС РАН. Организация демонстрирует значимое присутствие как в международной (WoS), так и в российской (РИНЦ) научной среде.

Ключевыми объектами цитируемости являются фундаментальные флористические и таксономические обзоры, а также актуальные исследования в области инвазионной биологии, охраны природы и интродукции растений. Активное цитирование работ сотрудников Главного ботанического сада зарубежными коллегами подтверждает интеграцию ГБС РАН в мировое научное сообщество.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН по теме: «Изучение биологических особенностей культурных и дикорастущих видов растений в процессе их онтогенеза как стратегия депонирования генетических ресурсов в естественных и искусственных условиях обитания», № 124030100058-4 и по теме «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», № 122042700002-6.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность пожелавшим остаться неизвестными коллегам из Университета МГУ-ППИ в Шэньчжэне (Китайская Народная Республика, г. Шэньчжэн) за предоставление доступа к БД Web of Science.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет, что у нее нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Akoev M.A., Markusova O.A., Moskaleva V.V., Pislyakov V.V. Handbook on Scientometrics: Indicators of Science and Technology Development Yekaterinburg: Ural University Press, 2014. 250 p. (In Russian) [Акоев М.А., Маркусова О.В., Москаlevа В.В., Писляков В.В. Руководство по научометрии: индикаторы развития науки и технологии Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2014 г. 250 с.]. DOI: 10.15826/B978-5-7996-1352-5.0000
- Garfield E. 2012. A Century of Citation Indexing. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*. 6(1): 1–6.
- Garfield E., Sher I.H. 1967. ISI's Experiences with ASCA – A Selective Dissemination System. *Journal of Chemical Documentation*. 7(3): 147–153.
- Glushanovsky A.V. 2024. The problems of transition to RSCI database as the basic apparatus for scientometric research. *Scientific and Technical Libraries*. 9: 83–98. (In Russian) [Глушановский А.В. 2024. Проблемы перехода к использованию БД РИНЦ как основного инструментария для научометрических исследований. Научные и технические библиотеки. 9:83–98.] <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-9-83-98>
- Kalenov N.E., Selyutskaya O.V. 2010. Some assessments of the quality of the Russian Science Citation Index using the example of the journal «Information Resources of Russia». *Information Resources of Russia*. 6: 2–13. (In Russian) [Каленов Н.Е., Сельцкая О.В. 2010. Некоторые оценки качества Российского индекса научного цитирования на примере журнала «Информационные ресурсы России». Информационные ресурсы России. 6: 2–13.]
- Tkacheva E.V. 2020. Scientific works of the staff of the N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences in the Web of Science database. *Bulletin of the Main Botanical Garden*. 4: 79–83. (In Russian) [Ткачева Е.В. 2020. Научные труды сотрудников Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН в базе данных Web of Science. Бюллетень Главного ботанического сада. 4: 79–83]. DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2020.1075

УДК: 58(092)
DOI: 10.35102/cbg.2025.58.28.006

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ 2025 ГОДА. ЮБИЛЕИ УЧЕНЫХ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н.В. ЦИЦИНА РАН

Цитирование:

Горбунова Е.О., Сенатор С.А. 2025. Памятные даты 2025 года. Юбилеи ученых Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. *Нов. бюл. ГБС*. 1(3–4): 81–91. DOI: 10.35102/cbg.2025.58.28.006

Редактор: И.А. Шанцер

Получена: 1.12.2025

Ревизия: 18.12.2025

Принята к публикации:
24.12.2025

Опубликована: 30.12.2025

© 2025 Авторы

Горбунова Е.О.*, Сенатор С.А.

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН

*Автор для переписки: LlAsElena@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

В 2025 г. Главный ботанический сад им Н.В. Цицина РАН отмечает юбилеи ученых, внесших вклад в отечественную ботанику: М.А. Розановой (экспериментальная систематика, селекция), А.В. Попцова (биология семян), А.К. Скворцова (систематика, гербарное дело) и Г.Н. Зайцева (применение математических методов в ботанике).

Ключевые слова: М.А. Розанова, А.В. Попцов, А.К. Скворцов, Г.Н. Зайцев, систематика, семеноведение, фенология, интродукция, ботанический сад, ботаническая историография

MEMORIAL DATES OF 2025. ANNIVERSARIES OF SCIENTISTS FROM TSITSIN MAIN BOTANICAL GARDEN OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Citation:

Gorbunova E.O., Senator S.A. 2025. Memorial dates of 2025. Anniversaries of scientists from Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences. *New Bull. MBG*. 1(3–4): 81–91. DOI: 10.35102/cbg.2025.58.28.006

Editor: I.A. Schanzer

Received: 1.12.2025

Revision: 18.12.2025

Accepted: 24.12.2025

Published: 30.11.2025

© 2025 Authors

Gorbunova E.O., Senator S.A.

Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences

*Correspondence author: LlAsElena@yandex.ru

ANNOTATION

In 2025, the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences celebrates the anniversaries of scientists who have contributed to Russian botany: M.A. Rozanova (experimental taxonomy, selection), A.V. Poptsov (seed biology), A.K. Skvortsov (taxonomy, herbarium), and G.N. Zaitsev (application of mathematical methods in botany).

Key words: M.A. Rozanova, A.V. Poptsov, A.K. Skvortsov, G.N. Zaitsev, taxonomy, seed science, phenology, introduction, botanical garden, botanical historiography

В стенах Главного ботанического сада им Н.В. Цицина РАН трудились многие выдающиеся представители отечественной науки. 2025 год – юбилейный для ученых, вписавших свои страницы в историю российской ботаники: М.А. Розановой,

А.В. Попцова, А.К. Скворцова и Г.Н. Зайцева. Ниже – краткие биографические сведения о юбилярах и перечень их основных работ.

М.А. РОЗАНОВА



Рисунок 1. Мария Александровна Розанова (Chuksanova, 2017)

Figure 1. Maria Aleksandrovna Rozanova (Chuksanova, 2017)

Мария Александровна Розанова, 140-летие со дня рождения которой отмечалось 17 августа, родилась в Москве, в семье железнодорожного служащего, почетного гражданина. Окончив Бестужевские высшие женские курсы в Санкт-Петербурге, осталась там же для подготовки к научной деятельности. После Октябрьской революции произошло слияние учебных заведений, в результате М.А. Розанова была переведена на кафедру ботаники Петроградского университета (с 1924 г. – Ленинградского государственного университета). Там она преподавала более 20 лет, в должности ассистента, затем доцента, а с 1933 по 1944 гг. – профессора по кафедре морфологии и систематики. Читала курс «Новые течения в систематике растений», а также курсы экспериментальной систематики и морфологии. Одновременно она проводила исследования на коллекциях живых растений Ленинградского сельскохозяйственного института, университетского ботанического сада, опытных полях Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур, работала в Петергофском естественно-научном институте при ЛГУ (позднее – Биологический институт) (Archiv...11, Chuksanova, 2017).

В 1925 г. М.А. Розанова зачислена научным сотрудником Государственного института опытной агрономии (ГИОА). В 1930 г. на базе Отдела прикладной ботаники и селекции ГИОА и Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур под руководством Н.И. Вавилова был создан Всесоюзный институт растениеводства (ВИР, в наст. вр. – Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова), куда Мария Александровна перешла на должность заведующего секцией ягодных культур (Archiv...11). Перед исследователями в то время стояли задачи выявления перспективных сортов из мирового ассортимента, изучения природных видов для дальнейшего рационального использования, создания новых отечественных сортов. К 1932 г. в коллекции секции ягодных культур насчитывалось свыше 1000 образцов сортового материала, около 2000 образцов диких форм и селекционно-

генетического материала. Было создано и передано для испытания около 70 перспективных сортов. Велись успешные работы по межвидовой гибридизации ягодников – малины, ежевики, земляники, клубники, крыжовника (Chuksanova, 2017). Итоги исследований М.А. Розановой и сотрудников легли в основу труда «Ягодоведение и ягодоводство» (Rozanova, 1935). Это руководство, переизданное с дополнениями в 1937 г., включало главу «Видовые и сортовые ресурсы ягодных растений» с изложением систематики, морфологии, биологии, физиологии и биохимии основных видов и сортов, с описанием изменчивости хозяйственно-ценных признаков родов *Fragaria*, *Rubus*, *Ribes*, *Grossularia*, в том числе – ключи для определения видов, введенных в культуру или имеющих значение для культуры. Глава по селекции и генетике ягодных культур сопровождалась анализом современного состояния селекционной науки. Также издание включало методику сортоиспытания ягодных культур, общую и частную агротехнику, описание перспективных видов – клюквы, брусники, черники, голубики, морошки, поленики, актинидии.

В 1934 г. М.А. Розановой присуждена степень доктора биологических наук по разделу систематики и генетики культурных растений без защиты диссертации (Archiv...11). Единомышленница Н.И. Вавилова была вынуждена навсегда покинуть ВИР после его ареста. После первой тяжелейшей блокадной зимы эвакуировалась вместе с коллективом Ленинградского университета в Саратов, работала консультантом местной зональной плодово-ягодной станции, позднее – с 1943 по 1946 гг., заведовала отделом растительного сырья и селекции во ВНИИ витаминов (Archiv...11, Chuksanova, 2017).

В 1944 г. М.А. Розанову пригласили на работу в Московский ботанический сад АН СССР, а в 1945 г. вместе с коллективом МБС АН СССР она была переведена во вновь созданный Главный ботанический сад АН СССР (ГБС), где проработала до выхода на пенсию в 1950 г. (Chuksanova, 2017). В ГБС М.А. Розанова возглавила отдел плодово-ягодных культур (позднее – культурных растений), она продолжила экспериментальное изучение земляники, малины и шиповника, участвовала в создании проекта экспозиции новой территории сада. Под ее руководством и при ее непосредственном участии разработаны теоретические основы устройства экспозиций по тематике эволюции и филогении культурных растений для плодово-ягодных, овощных, технических и зерновых культур (Perlova, 1958). Предложенный ею проект экспозиции земляники отражал пути происхождения и эволюции культуры от природных видов через первые примитивные сорта до многочисленных современных сортов. Экспозиция земляники, созданная на основе этих принципов, была впервые представлена в 1954 г., в дальнейшем она дополнялась и изменялась с учетом современных достижений селекции (Bukharin, 1981). За время работы в ГБС М.А. Розанова также занималась историей ботанических садов страны (Rozanova, 1951). Уже находясь на пенсии, подписала «Письмо трехсот».

Научные интересы М.А. Розановой были связаны с систематикой высших растений, проблемами видообразования и внутривидовой изменчивости, она считается основоположником отечественной экспериментальной систематики растений. Монографии, обобщающие результаты собственных экспериментальных работ и литературные данные, до сих пор не утратили ценности для многих исследователей в области систематики и селекции (Rozanova, 1928, 1930, 1946).

А.В. ПОПЦОВ



Рисунок 2. Аполлон Владимирович Попцов (Archive... 104)

Figure 2. Apollon Vladimirovich Poptsov (Archive... 104)

Аполлон Владимирович Попцов родился 130 лет назад 17 июля в Яранском уезде Вятской губернии (в наст. время – Кировская обл.), в семье сельских учителей, в 1913 г. окончил реальное училище в Елабуге. С 1913 по 1917 г. успел прослушать два курса в Ново-Александрийском институте сельского хозяйства и лесоводства. Этот институт – первое в Российской империи высшее сельскохозяйственное учебное заведение, был основан в 1816 г. в пригороде Варшавы, с 1862 г. находился в Люблинском воеводстве, в посаде Ново-Александрия, которое до 1845 после 1918 г. носило название Пулавы; с началом Первой мировой войны институт был эвакуирован в Харьков (Golikova, 2018). С 1918 г. А.В. Попцов работал практикантом, а затем лаборантом в ботаническом (селекционном) отделе Екатеринодарской лаборатории опытного табаководства (с 1920 г. – Краснодарский институт опытного табаководства). Одновременно он завершил высшее образование в Кубанском государственном сельскохозяйственном институте, который окончил в 1925 г. по специальности общая агрономия, был рекомендован для обучения в аспирантуре по кафедре растениеводства со специализацией по сельскохозяйственному семеноведению. В 1929 г. зачислен научным сотрудником в Государственный институт табаковедения в Краснодаре (в наст. время – ВНИИ табака, махорки и табачных изделий), где проводил исследовательскую работу с семенами табака, а затем организовал и возглавил (в 1930 г.) лабораторию семеноведения. С 1933 г. работал во Всесоюзном НИИ каучука и гуттаперчи в Москве старшим научным сотрудником, а с 1934 г. заведовал там созданной им семенной лабораторией (Archive...104). С начала своей научной деятельности А.В. Попцов занимался изучением биологии семян, в частности, особенностями созревания и послеуборочного дозревания семян, влиянием факторов среды на прорастание, он изучал механизм покоя, методы предпосевной подготовки семян, разработал и внедрил метод стратификации семян каучуконосов (Poptsov 1933, 1938, 1949). По совокупности работ в 1936 г. ему была присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук (Archive...104).

В ГБС А.В. Попцов пришел в 1946 г., его пригласили на должность старшего научного сотрудника для организации исследований по биологии покоя и прорастания семян. В своих опытах он использовал семена культурных растений, а также растений,

привлекаемых для интродукционного испытания, изучал значение температурного фактора в прорастании семян декоративных растений. Теоретические исследования сопровождались разработкой практических рекомендаций по режимам преодоления покоя семян (Poptsov 1950, 1953, 1954, 1957). По итогам многолетних исследований механизмов торможения прорастания семян, обобщения теоретических представлений автора об общей характеристике и биологическом значении покоя семян в процессе семенного размножения растений был представлен доклад на тему «Биология затрудненного прорастания семян» (Poptsov, 1965), и в 1966 г. А.В. Попцову была присуждена ученая степень доктора биологических наук. Ценным руководством для исследователей-семеноведов оказалась его монография «Биология твердосемянности» (1976). По свидетельству коллег, А.В. Попцов продолжал увлеченно работать в отделе мобилизации и семеноведения ГБС даже после официального выхода на пенсию (Nekrasov, 1980). Награжден орденами «Знак почета» (1945), Трудового Красного Знамени (1954), медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1946), «В память 800-летия Москвы» (1948) (Archive...104).

А.К. СКВОРЦОВ



Рисунок 3. Алексей Константинович Скворцов (Archive... 107)

Figure 3. Alexey Konstantinovich Skvortsov (Archive... 107)

Алексей Константинович Скворцов родился 9 февраля 1920 г. в Смоленской области, где служил врачом его отец, Константин Алексеевич Скворцов, позднее ставший известным психиатром. Отец, сам занимавшийся в юности сбором и определением растений, был первым наставником в ботанике для своего сына. По семейной традиции А.К. Скворцов поступил во 2-й Московский государственный медицинский институт (в наст. вр. – Российской национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова) по специальности «лечебное дело», закончил его с отличием в 1941 г., собираясь специализироваться в области гистологии. Во время войны, с 1941 по 1943 гг. работал врачом в областной больнице Рязани, в эвакогоспитале в Кирове (Archive... 107, Skvortsov, 2020).

В 1944 г. поступил в аспирантуру при Институте цитологии, гистологии и эмбриологии АН СССР, его научными руководителями были член-корреспондент АН СССР

Б.И. Лаврентьев и д.б.н. Г.К. Хрущов. Одновременно с исследованиями заочно обучался на биологическом факультете Московского университета им. М. В. Ломоносова, осваивая общие предметы и специальные курсы ботаники, в 1947–1948 гг. служил асистентом в своей *alma mater*. В 1948 г. защитил кандидатскую диссертацию, посвященную эволюции строения кровеносной системы костистых рыб, и продолжил работу младшим научным сотрудником в лаборатории цитологии (Archive... 107, Skvortsov, 2020). В том же году в результате объединения Института эволюционной морфологии и Института цитологии, гистологии и эмбриологии образован Институт морфологии животных им. А. Н. Северцова. В это время после печально знаменитой сессии ВАСХНИЛ ситуация в отечественной биологии серьезно осложнилась, в институте закрывали лаборатории, увольняли сотрудников, изменяли тематику. В 1951 г. А.К. Скворцов ушел из Института морфологии животных и в течение нескольких месяцев служил старшим научным сотрудником в заповеднике Денежкин Камень на Урале, занимаясь ботаническими объектами. В 1952 г. пришел в ботанический сад, организованный при новом здании МГУ на Ленинских горах, где работал в должности старшего научного сотрудника до 1972 г. В ботаническом саду МГУ Алексей Константинович разрабатывал проект участка систематики высших растений, а затем курировал его, заведовал отделом флоры, участвовал в экспедициях, а также читал отдельные курсы на кафедре высших растений (Archive... 107, Skvortsov, 2020).

Еще со студенческих лет А.К. Скворцов занимался флористическими исследованиями и гербарными сборами, так, одна из его первых опубликованных работ посвящена флористическим находкам (Skvortsov, 1947). Научный интерес его с середины 1950-х гг. был сосредоточен на систематике рода *Salix* L., в 1966 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Ивы СССР», которая через два года была опубликована в виде монографии (Skvortsov, 1968). В этой работе он предложил метод «таксономической трансекты», существенно расширил круг морфологических признаков, используемых для различения видов ивы, изложил обоснованную концепцию эволюции и филогении рода, таксономию этого сложного рода.

С 1966 г. А.К. Скворцов стал по совместительству руководителем Гербария Главного ботанического сада АН СССР. За годы его научного руководства объем гербария возрос с 60–70 тыс. до 560 тыс. листов, сам он собрал более 80 тыс. гербарных образцов в экспедициях по СССР и зарубежным странам, была налажена работа по обмену с широким кругом отечественных и зарубежных хранилищ (Belyaeva et al., 2008). Алексеем Константиновичем обнародованы 44 названия новых таксонов видового и внутривидового рангов. В типовом разделе гербария ГБС (МНР, с 2020 г. носит имя А.К. Скворцова) на данный момент хранятся 143 образца 24 таксонов, автором названий которых он является или в описании которых принимал участие в качестве соавтора (Stepanova et al., 2020). А.К. Скворцову принадлежит монография, ставшая классической для гербарного дела «Гербарий. Пособие по методике и технике» (Skvortsov, 1977).

В 1972 г. А.К. Скворцов перешел на постоянную работу в ГБС в качестве заведующего отделом флоры СССР и пробыл в этой должности до 1988 г., после чего еще около 20 лет оставался главным научным сотрудником отдела (Archive... 107). Он занимался систематикой отдельных семейств и родов, участвовал в создании ряда региональных «Флор», изучал внутривидовую изменчивость и микроэволюцию в приро-

де и при интродукции, вместе с коллегами продолжал работы по созданию доместицированных популяций голубой жимолости и морозостойкого в московских условиях абрикоса, начатые в ботаническом саду МГУ (Skvortsov, 2002, 2005). Большое внимание А.К. Скворцов уделял работам, посвященным процессам микроэволюции, проблеме вида и внутривидовой систематики, теории филогении и хемосистематике, теории макро- и микроэволюции и философских проблем познания (Skvortsov, 1981, 1982a, 1982b, 2004). На протяжении многих лет А.К. Скворцов занимался прикладными вопросами ботаники, охраной растительного мира, более 30 лет был бессменным председателем правления Московского отделения Всесоюзного (позднее – Русского) ботанического общества, также был членом Национального комитета советских биологов (сейчас – Национальный комитет биологов России), членом научных советов и комиссий Отделения общей биологии АН СССР (РАН), членом Ученого совета по биологии общества «Знание», заместителем главного редактора журнала «Природа», членом редколлегий ряда отечественных и зарубежных научных журналов, вел педагогическую деятельность. В качестве научного руководителя и консультанта подготовил 28 кандидатов и 5 докторов биологических наук. Он был удостоен Государственной премии СССР (1989) в составе коллектива авторов за подготовку десятитомной монографии «Арктическая флора СССР», звания Заслуженного деятеля науки РФ (1999). В 2002 г. за серию работ по систематике семейств Бересовые (Betulaceae) и Ивовые (Salicaceae) Алексей Константинович получил премию им. В.Л. Комарова РАН. В честь А.К. Скворцова названы несколько видов растений, в 2013 г. Ботаническим садом УрО РАН (Екатеринбург) учрежден журнал «Skvortsovia». В ГБС ежегодно проходят конференции, посвященные памяти профессора А. К. Скворцова.

Г.Н. ЗАЙЦЕВ



Рисунок 4. Геннадий Николаевич Зайцев (Archive... 583)

Figure 4. Gennady Nikolaevich Zaitsev (Archive... 583)

Геннадий Николаевич Зайцев, 100-летний юбилей которого отмечался 30 марта 2025 г., родился в городе Свияжске (в наст. время – село) Автономной Татарской ССР в семье учителей. Детство Геннадия Николаевича пришлось на военное время, в 1943 г. 18-летнего учащегося призвали в армию, где он служил водителем. В 1944 г., находясь на территории Польши, получил тяжелое ранение, был демобилизован. В 1946 г. он окончил среднюю школу и поступил в Ленинградскую лесотехническую академию.

В 1951 г. Г.Н. Зайцев окончил лесохозяйственный факультет, получив диплом инженера лесного хозяйства, в течение года преподавал в Сторожинецком лесном техникуме (Черновицкая обл. УССР), а затем три года – в Ленинградском сельскохозяйственном техникуме. С 1955 по 1965 гг. работал в Ботаническом саду Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР (БИН АН СССР). В 1958 г. окончил аспирантуру, защитив диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Результаты интродукции видов рода *Lonicera* L. в Ленинград». В 1965 г. приглашен в ВИР для организации работ по применению математических методов в растениеводстве (Archive...583).

В 1967 г. Г.Н. Зайцев пришел на должность старшего научного сотрудника в отдел цветоводства ГБС, где проработал до ухода на пенсию в 1993 г. (Archive...583). Занимался вопросами применения математических методов в экспериментальной ботанике, исследовал оптимальность в жизненных функциях высших растений, типичность и норму в биологии с разработкой объективного количественного метода их определения. На основе двадцатилетних наблюдений впервые проанализировал фенологию 1354 видов и сортов травянистых многолетников, как используемых в декоративном озеленении, так и малораспространенных (Zaitsev, 1978). Г.Н. Зайцев обобщил данные по фенологии 510 видов деревьев и кустарников, полученные за 14 лет в Ботаническом саду БИН АН СССР, рассмотрел особенности распределения фенологических дат совокупности видов по отдельным фазам, привел метод интегрированной количественной оценки, принимающей во внимание весь комплекс фенофаз с учетом их колебания относительно общей для данного массива видов нормы, который успешно используется для анализа итогов интродукции (Zaitsev, 1981). Опубликовал несколько методических пособий по применению биометрических расчетов, использованию математической статистики в экспериментальной ботанике, применяемых научными работниками всех отраслей ботаники и биологии (Zaitsev, 1967, 1973, 1984, 1990, 1991; Kuzmin, Zaitsev et al., 1979). В 1983 г. Г.Н. Зайцев защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук, по результатам которой была издана монография «Оптимум и норма в интродукции растений» (Zaitsev, 1983).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Archive of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: fund 404, inventory 4, case 11, index 350 (In Russian) [Архив ГБС РАН: фонд 404, опись 4, дело 11, индекс 350]

Archive of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: fund 404, inventory 4, case 104, index 350 (In Russian) [Архив ГБС РАН: фонд 404, опись 4, дело 104, индекс 350]

Archive of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: fund 404, inventory 4, case 107, index 6751 (In Russian) [Архив ГБС РАН: фонд 404, опись 4, дело 107, индекс 6751]

Archive of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: fund 404, inventory 4, unit number 583, index 6751 (In Russian) [Архив ГБС РАН: фонд 404, опись 4, ед.хр. 583, индекс 6751]

- Belyaeva I.V., Vinogradova Yu.K., Klinkova G.Yu., Ignatov M.S., Savinov I.A., Trokhinskaya R.V., Schantz I.A. 2008. In memorian: Aleksey Konstantinovich Skvortsov. *Botanicheskii zhurnal*. 93(12): 1996–2000. (In Russian) [Беляева И.В., Виноградова Ю.К., Клинкова Г.Ю., Игнатов М.С., Савинов И.А., Трохинская Р.В., Шанцер И.А. 2008. Памяти Алексея Константиновича Скворцова. *Ботанический журнал*. 93(12): 1996–2000]
- Bukharin P.D., Atanasova N.A., Burakova M.I., Voronina E.P., Volkova T.I., Danilova I.A., Zaitsev M.S. and others. 1981. *Cultivated plants (principles of arrangement of expositions)*. Moscow: Nauka. 238 p. (In Russian) [Бухарин П.Д., Атанасова Н.А., Буракова М.И., Воронина Е.П., Волкова Т.И., Данилова И.А., Зайцев М.С. и др. 1981. *Культурные растения (принципы устройства экспозиций)*. М.: Наука. 238 с.]
- Chuksanova N.A. 2017. Rozanova, Maria Alexandrovna. In: *Associates of Nikolai Ivanovich Vavilov: researchers of the plant gene pool*. St. Petersburg: VIR. pp. 452–457. (In Russian) [Чуксанова Н.А. 2017. Розанова Мария Александровна. В кн.: *Соратники Николая Ивановича Вавилова: исследователи генофонда растений*. СПб.: ВИР. С. 452–457.]
- Kuzmin Z.E., Zaitsev G.N., Sorokin S.V. 1979. *Methodological guidelines for accounting for collection plants of botanical gardens of the USSR using computers*., Ed. by P.I. Lapin, Moscow, 1979. 28 p. (In Russian) [Методические указания по учету коллекционных растений ботанических садов СССР с помощью ЭВМ / З.Е. Кузьмин. Г.Н. Зайцев, С.В. Сорокин. Отв. ред. П.И. Лапин. М., 1979. 28 с.]
- Nekrasov V.I., Butch T.G., Ivanova I.A. In memory of Apollon Vladimirovich Poptsov (17.VII 1895 – 8.I 1979). 1980. *Bull. Main Bot. Garden*. 115: 109–110. (In Russian) [Некрасов В.И., Буч Т.Г., Иванова И.А. Памяти Аполлона Владимира Попцова (17. VII 1895 – 8.I 1979). 1980. *Бюл. Главн. бот. сада*. 115: 109–110]
- Perlova R.L. 1958. Rozanova M.A. (1885 – 1957) (obituary). *Bull. Main Bot. Garden*. 31:130–131. (In Russian) [Перлова Р.Л. 1958. Розанова М.А. (1885 – 1957) (некролог). *Бюл. Главн. бот. сада*. 31:130–131]
- Poptsov A.V. 1933. *Collection of works on the study of tobacco seeds*. Series: People's Commissariat of Internal Affairs of the USSR. All-Un. Institute of Tobacco Industry ; Is. 99. Krasnodar : A. A. Limansky Printing House, 79 p. (In Russian) [Попцов А.В. 1933. *Сборник работ по изучению семян табака*. Серия: Наркомснаб СССР. Всес. ин-т табачной пром-сти; Вып. № 99. Краснодар : тип. им. А. А. Лиманского, 79 с.]
- Poptsov A.V., 1938. Biology of kok-sagyz seed germination. In: *Biology of germination of seeds of rubber plants* / All-Un. Sc. Research Institute of rubber and gutta-percha. Moscow : ONTI, Glav. ed. chem. references, pp. 3–5. (In Russian) [Попцов А.В., 1938. Биология прорастания семян кок-сагыза. В кн.: *Биология прорастания семян каучуконосов* / Всес. науч.-иссл. ин-т каучука и гуттаперчи. Москва : ОНТИ, Глав. ред. хим. лит.-ры, С. 3–5]
- Poptsov A. V. 1949. On some features of the biology of kok sagyz seed germination. *Reports of the USSR Academy of Sciences*. 68(3): 609–611. (In Russian) [Попцов А. В. 1949. О некоторых особенностях биологии прорастания семян кок-сагыза. *Доклады Академии наук СССР*. 68(3): 609–611]
- Poptsov A.V., Kichunova K.V. 1950. On the biology of germination of cotton wool seeds. *Bull. Main Bot. Garden*. 7: 53–56. (In Russian) [Попцов А.В., Кичунова К.В. 1950. К биологии прорастания семян ваточника. *Бюл. Главн. бот. сада*. 7: 53–56]
- Poptsov A.V., 1953. Hard seeds. *Proceedings of the Main Bot. Garden*. 3:58–103. (In Russian) [Попцов А.В. 1953. Твердые семена. *Труды Главн. бот. Сада*. 3: 58–105]

- Poptsov A.V. 1954. On the issue of the essence of stratification. *Bul. Main Bot. Garden.* 19: 67–72. (In Russian) [Попцов А.В. 1954. К вопросу о сущности стратификации. *Бюл. Главн. бот. сада.* 19: 67–72]
- Poptsov A.V., Butch T.G. 1957. Instructions for storing willow and poplar seeds. *Bull. Main Bot. Garden.* 27: 110–112 (In Russian) [Попцов А.В., Буч Т.Г. 1957. Указания по хранению семян ивы и тополя. *Бюл. Главн. бот. сада.* 27: 110–112]
- Poptsov, A.V. 1965. *Biology of obstructed seed germination: a report on published papers presented instead of dissertation...* Doctors of Biological Sciences. Moscow, 1965. 36 p. (In Russian) [Попцов, А.В. *Биология затрудненного прорастания семян: доклад по опубликованным работам, представленным вместо дис. ... доктора биологических наук / Попцов А.В. Москва, 1965.* 36 с.]
- Poptsov A.V. 1976. *Biology of hardseeds.* Moscow: Nauka. 156 p. (In Russian) [Попцов А.В. 1976. *Биология твердосемянности.* М.: Наука. 156 с.]
- Rozanova M. A. 1928. Experimental genetic method in taxonomy, analytical systematics. *Journal Russian Bot. Society.* 13(3/4): 245–266. (In Russian) [Розанова М.А. 1928. Экспериментально-генетический метод в систематике, аналитическая систематика. *Журн. Русск. бот. о-ва.* 13(3/4): 245–266]
- Rozanova M. A. 1930. *Modern methods of plant systematics.* L. : IPBNK, 184 p. (Appendix 41 to the «Works on applied botany, genetics and breeding». VASHNIL, Institute of Applied botany and new crops) (In Russian) [Розанова М.А. 1930. *Современные методы систематики растений.* Л.: ИПБиНК, 184 с. (Прил. 41-е к Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. ВАСХНИЛ, Ин-т прикл. ботаники и новых культур)]
- Rozanova M. A. 1935. *Berry science and berry growing.* M.; L.: State Publ. House of collective farm and State farm literature, 302 p. (In Russian) [Розанова М.А. 1935. *Ягодоведение и ягодоводство.* М.; Л.: Гос. изд-во колхозной и совхозной литературы, 302 с.]
- Rozanova M. A. 1946. *Experimental foundations of plant systematics.* M. ; L. : USSR Academy of Sciences, 255 p. (In Russian) [Розанова М.А. 1946. *Экспериментальные основы систематики растений.* М. ; Л. : АН СССР. 255 с.]
- Rozanova M.A., 1951. University Botanical Gardens. *Bull. Main Bot. Garden.* 10: 121–125 (In Russian) [Розанова М.А., 1951. Университетские ботанические сады. *Бюл. Главн. бот. сада.* 10: 121–125]
- Skvortsov A.K. 1947. *Dentaria tenuifolia* Ledeb. – a new plant of the Moscow flora. *Bull. MSNT. Ed. biol.* 52(2):91-92 (In Russian) [Скворцов А.К. 1947. *Dentaria tenuifolia* Ledeb. – новое растение московской флоры. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* 52(2):91-92]
- Skvortsov A.K. 1956. Materials on the morphology and systematics of willow trees. 2. A new species of willow from the Eastern Sayan Mountains. *Bull. MSNT. Ed. biol.* 61(1): 76–78. (In Russian) [Скворцов А.К. 1956. Материалы по морфологии и систематике ивовых. 2.Новый вид ивы из Восточных Саян. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* 61(1): 76–78]
- Skvortsov A.K. 1968. *Willow Trees of the USSR.* Moscow: Nauka. 262 p . (In Russian) [Скворцов А.К. 1968. *Ивы СССР.* М.: Наука. 262 с.]
- Skvortsov A.K. 1977. *Herbarium. Manual on methodology and technology.* Moscow: Nauka. 199 p. (In Russian) [Скворцов А.К. 1977. *Гербарий. Пособие по методике и технике.* М.: Наука. 199 с.]
- Skvortsov A.K., 1981. Chemosystematics and basic concepts of taxonomy. *Biochemical aspects of phylogeny of higher plants.* Moscow: Nauka, P. 12–27. (In Russian) [Скворцов А.К., 1981. *Биохимические аспекты филогении высших растений.* Москва: Наука, 12–27]

- Хемосистематика и основные понятия систематики. *Биохимические аспекты филогении высших растений*. М.: Наука. С. 12–27]
- Skvortsov A.K. 1982a. Mechanisms of organic evolution and progress of cognition. *Nature*. 7: 3–10. (In Russian) [Скворцов А.К. 1982a. Механизмы органической эволюции и прогресса познания. *Природа*. 7: 3–10.]
- Skvortsov A.K. 1982b. *Microevolution and ways of speciation*. Moscow: «Znanie». 64 p. (In Russian) [Скворцов А.К. 1982b. *Микроэволюция и пути видообразования*. М.: «Знание». 64 с.]
- Skvortsov A.K. 2020. *Memories. Essays*. Moscow: KMK Scientific Press. 242 p. (In Russian) [Скворцов А.К. 2020. *Воспоминания. Очерки*. М.: Товарищ. научн. изданий КМК. 242 с.]
- Skvortsov A.K., Kuklina A.G. 2002. *Blue honeysuckle: Botanical study and prospects of culture in Central Russia*. Moscow: Nauka. 160 p. (In Russian) [Скворцов А.К., Куклина А.Г. 2002. *Голубые жимолости: Ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России*. М.: Наука. 160 с.]
- Skvortsov A.K. 2004. Biosphere and noosphere through the eyes of a biologist. *Nature*. 1: 18–24. (In Russian) [Скворцов А.К. 2004. Биосфера и ноосфера глазами биолога. *Природа*. 1: 18–24]
- Skvortsov A.K., Vinogradova Yu.K., Kuklina A.G., Kramarenko L.A., Kostina M.V. 2005. *Formation of stable introduced populations: apricot, cherry, wild cherry, currant, aronia*. Moscow: Nauka. 187 p. (In Russian) [Скворцов А.К., Виноградова Ю.К., Куклина А.Г., Крамаренко Л.А., Костина М.В. 2005. *Формирование устойчивых интродукционных популяций: абрикос, черешня, черемуха, смородина, арония*. М.: Наука. 187 с.]
- Stepanova N.Yu., Poluektov S.A., Schanzer I.A. 2020. Type specimens of names of taxa described by A.K. Skvortsov kept in herbarium of the Main Botanical Garden RAS (MHA). *Botanicheskiy zhurnal*. 105(10):1015–1025. (In Russian) [Степанова Н.Ю., Полуэктов С.А., Шанцер И.А. 2020. Типовые образцы названий таксонов, описанных А.К. Скворцовым, в гербарии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (МНА). *Ботанический журнал*. 105(10): 1015–1025. DOI:10.31857/S0006813620100105]
- Zaitsev G.N. 1967. *Methodological guidelines for biometric calculations in research on crop production. Application of biometric methods in the study of phenomena of compensatory variability in plants*. L. 92 p. (In Russian) [Зайцев Г.Н. 1967. *Методические указания по биометрическим вычислениям в исследованиях по растениеводству. Применение биометрических методов в изучении явлений возмещающей изменчивости у растений*. Л. 92 с.]
- Zaitsev G.N. 1973. *Methods of biometric calculations: Mathematical statistics in experimental botany*. Moscow: Nauka. 256 p. (In Russian) [Зайцев Г.Н. 1973. *Методика биометрических расчетов: Математическая статистика в экспериментальной ботанике*. М.: Наука. 256 с.]
- Zaitsev G.N. 1981. *The phenology of woody plants*. Moscow : Nauka. 120 p. (In Russian) [Зайцев Г.Н. 1981. *Фенология древесных растений*. Москва: Наука. 120 с.]
- Zaitsev G.N. 1983. *Optimum and norm in plant introduction*. Moscow: Nauka. 269 p. (In Russian) [Зайцев Г.Н. 1983. *Оптимум и норма в интродукции растений*. М.: Наука. 269 с.]
- Zaitsev G.N. 1984. *Mathematical statistics in experimental botany*. Moscow: Nauka. 424 p. (In Russian) [Зайцев Г.Н. 1984. *Математическая статистика в экспериментальной ботанике*. М.: Наука. 424 с.]
- Zaitsev G.N. 1990. *Mathematics in experimental botany*. Moscow: Nauka. 295 p. (In Russian) [Зайцев Г.Н. 1990. *Математика в экспериментальной ботанике* М.: Наука. 295 с.]

Zaitsev G.N. 1991. *Mathematical analysis of biological data*. Moscow: Nauka. 183 p. (In Russian)
[Зайцев Г.Н. 1991. *Математический анализ биологических данных*. М.: Наука. 183 с.]