

УДК 581.9:632.5  
DOI: 10.26456/vtbio436

## **ВЕКТОРЫ ИНВАЗИИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ\***

**Ю.К. Виноградова**

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

В статье приводится определение понятия «вектор инвазии» и характеризуются механизмы попадания чужеродных видов в новые регионы произрастания. Разработана схема этапов интродукции чужеродных видов растений. Очень кратко излагаются результаты анализа векторов инвазии, проведенные в недавнем прошлом. Дано представление о современной Системе классификации векторов инвазии, предложенной Конвенцией о Биологическом разнообразии (КБР) в качестве глобального стандарта. Предлагается классификация векторов, переработанная с учетом инвазии только растительных организмов, в которой сохранены основные шесть категорий из рамочной программы КБР и 25 подкатегорий. Согласно классификации, сделан анализ векторов инвазии группы растений-полемохоров. В заключении излагаются дальнейшие задачи исследования векторов инвазии чужеродных видов.

**Ключевые слова:** чужеродный вид, инвазия, Россия, вектор инвазии, классификация, интродукция.

**Введение.** Вектором инвазии (pathway) называется способ/метод появления инициальной инвазионной популяции чужеродных видов в регионе вторичного ареала. Чужеродные виды могут быть занесены самыми разнообразными способами, и поскольку ресурсы, выделяемые на управление инвазиями, ограничены, необходимо определить наиболее важные векторы. Чужеродные виды проникают в новый регион тремя основными механизмами: 1) ввоз товара, 2) непреднамеренное прибытие транспортными путями, 3) естественное распространение из соседнего региона, где вид уже является чужеродным. Чужеродные растения интродуцируются как преднамеренно, так и непреднамеренно (рис. 1), и в научной литературе и базах данных имеется обширная информация о способах интродукции и инвазионном статусе этих видов (Phillips et al., 2010; Pyšek et al.,

---

\* Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Инвазионные растения России: инвентаризация, биоморфологические особенности и эффективные методы контроля расселения» (№122042600141-3)

2011). Информация о векторе инвазии обеспечивает основу для разработки стратегий управления чужеродными видами, направленными на предотвращение расселения вредных организмов (Hulme et al., 2008). Исследования векторов инвазии рассматривается как мощный инструмент обеспечения биобезопасности, который дает возможность вести мониторинг путей распространения целевых вредных организмов (Pyšek, Richardson, 2010).

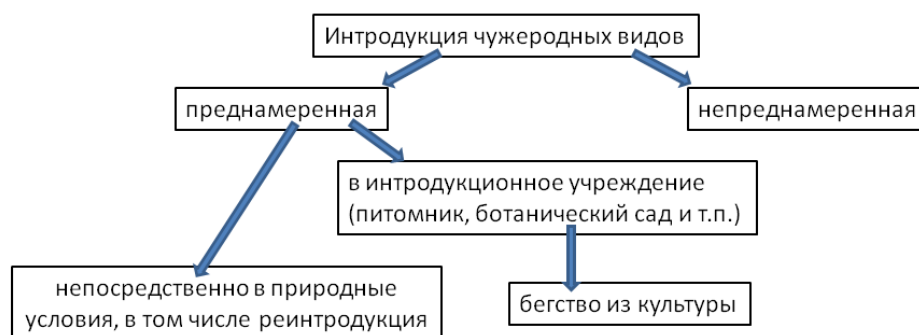


Рис. 1. Этапы интродукции чужеродных видов растений

Так, анализ инвазионного статуса и широты распространения чужеродных видов в Чехии показал (Pyšek et al., 2011), что преднамеренно интродуцированные растения легче натурализуются и чаще становятся инвазионными видами, чем непреднамеренно занесенные. Среди 1007 неофитов 6,7% были преднамеренно высажены непосредственно в природу, 43,1% являются «беглецами» из культуры, 31,8% занесены непреднамеренно как загрязнители какой-либо продукции, а 18,4% прибыли с помощью транспорта. Доля натурализовавшихся и инвазионных видов уменьшается по мере снижения уровня прямого влияния со стороны человека. Однако те виды, которые появились непреднамеренно и стали инвазионными, распространены так же широко, как и преднамеренно интродуцированные виды. Таким образом, вектор интродукции влияет на инвазионный статус чужеродного вида, но не влияет на площадь его вторичного ареала. Продемонстрировано также, что непреднамеренно занесенные виды растений вторгаются в более широкий спектр полустественных местообитаний и представляют собой угрозу для природных территорий (Pyšek et al., 2011).

Проведенный нами анализ векторов инвазии чужеродных растений (620 видов), произрастающих на территории Московской железной дороги (~300 км), показал, что 57% видов являются результатом непреднамеренного заноса, тогда как 43% - «беглецы» из

культуры (Vinogradova, 2017). Например, *Asclepias syriaca* более 35 лет растет на участке железной дороги Курск-Москва, расположенном вблизи Института лекарственных растений. Устойчивую спонтанную популяцию площадью около 200 м<sup>2</sup> сформировала здесь и *Galega officinalis*. Из близрасположенных цветников вдоль железных дорог появились *Sedum hispanicum* и *S. album*. «Железнодорожные» чужеродные виды неоднородны по инвазионному статусу: доля эфемерофитов составляет 36%, преобладают виды 3 категории статуса (48%), отмечено 7% видов 2 категории статуса и 9% видов-трансформеров. Отмечена корреляция между жизненной формой растений и вектором инвазии. В группе древесных растений преобладают «беглецы» из культуры (в 10 раз больше видов, чем в группе непреднамеренно занесенных растений). В группе травянистых многолетников непреднамеренно занесенных растений в 2 раза больше, чем «беглецов» из культуры. В группе однолетников непреднамеренно занесенных растений в 3 раза больше, чем «беглецов» из культуры (Vinogradova, 2017).

Еще 20 лет назад основным вектором проникновения чужеродных видов на новые территории служили железные дороги (Игнатов и др., 1990). В связи с социально-экономическими преобразованиями последних десятилетий этот источник чужеродных видов уступил первенство иным векторам, и значительная часть инвазионных видов — «беглецы из культуры» (Майоров и др., 2012).

Для объединения огромного количества векторов инвазии в отдельные категории разработан ряд систем, которые используются в различных аспектах и отличаются друг от друга по способу разработки и по уровню детализации. В настоящее время используется более сложная классификация векторов инвазий, чем десятилетие назад. Система классификации векторов инвазии, предложенная Конвенцией о Биологическом разнообразии (КБР) в качестве глобального стандарта (CBD 2014), состоит из шести основных категорий и 44 подкатегорий. Основные категории выделены на основе трех общих атрибутов: степень вовлеченности человека, средства транспортировки и средства последующей инвазии (Hulme et al., 2008). В отличие от категорий, подкатегории были разработаны путем включения уже существующих классификаций [GISD, CABI, DAISIE]. Однако использование множества подкатегорий КБР вызывает некоторые проблемы (Saul et al. 2017; Tsiamis et al. 2017; Zenetos 2017; van Wilgen, Wilson 2018; Pergl et al. 2020). Одни подкатегории не могут вместить все данные, а другие, наоборот, перекрывают друг друга и не отличаются. Чтобы устранить некоторую путаницу и неопределенность после запуска программы КБР были подготовлены некоторые уточнения основных категорий и

подкатегорий (Narrower et al. 2018), однако на сегодняшний день предложенные изменения, похоже, не получили официального признания со стороны КБР.

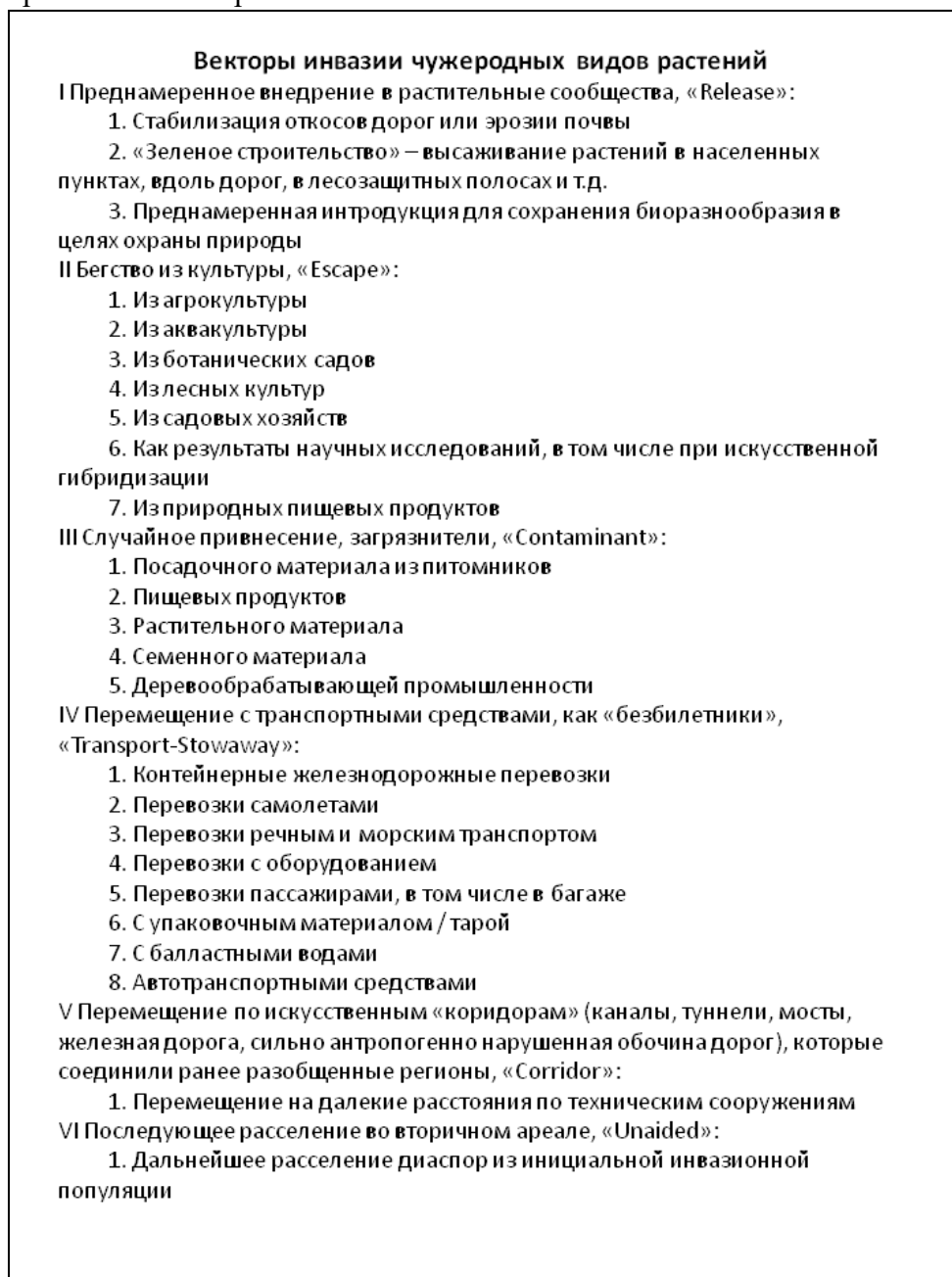


Рис. 2. Классификация векторов инвазии чужеродных видов растений

Несмотря на эти проблемы, разработка системы и ее признание КБР стала важным шагом на пути к глобальному внедрению общей терминологии и классификации векторов инвазии (Rabitsch et al. 2016). Данные в существующих компьютерных базах были переклассифицированы с использованием системы КБР (Saul et al. 2017; Tsiamis et al. 2017; van Wilgen, Wilson 2018; Pergl et al. 2020), терминология была включена в словари глобальных стандартов данных (Groom et al. 2019), используется в национальных базах данных (Wilson et al. 2018), а также применяется в системе NOTSYS Евросоюза (<https://easin.jrc.ec.europa.eu/notsys>). Однако некоторые страны по-прежнему используют свои собственные системы.

В России современная классификация векторов инвазии пока широко не используется (Виноградова, 2025), поэтому в данной статье приведена классификация векторов инвазии, переработанная с учетом инвазии только растительных организмов. В предлагаемой классификации сохранены основные шесть категорий из рамочной программы КБР и 25 подкатегорий (рис. 2).

Ниже приводим классические примеры для характеристики некоторых из векторов инвазий.

I.1. Ввиду использования для стабилизации откосов дорог инвазионными видами стали североамериканская *Amorpha fruticosa* и юго-восточная *Rosa rugosa*.

I.2. Массовое использование североамериканских *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia* при создании лесозащитных полос в южных регионах нашей страны также привело к преобразованию этих чужеродных видов в инвазионные.

I.3. В целях сохранения популяции кабанов в Беловежской Пуще для пополнения их рациона преднамеренно был интродуцирован дуб красный *Quercus rubra*, который производит больше желудей, чем аборигенный *Qu. robur*. В результате в настоящее время подрост в этом уникальном сообществе представлен по большей части именно североамериканским *Quercus rubra*.

II. Вектор «бегство» из культуры приобрел в последние годы решающее значение. Эта проблема впервые поставлена только в начале XXI века, когда было подсчитано, что в США большинство инвазионных видов (82% от 235 древесных растений) использовались ранее с целью ландшафтного озеленения (Reichard, White, 2001). Огромную роль играют в этом процессе также питомники, торгующие, в том числе, и потенциально инвазионными видами. Например, в Бельгии около 60 таксонов, включенных в «black-list», до сих пор числятся в прайс-листах декоративных растений (Halford et al., 2010). Чаще всего предлагают к продаже *Robinia pseudoacacia*, *Amelanchier*

*lamarckii*, *Quercus rubra*, *Acer negundo* и т.д. А в 5 каталогах числился даже *Heracleum mantegazzianum*! Проведен анализ корреляции между широтой продажи того или иного декоративного растения в магазинах и его способностью «сбегать» из культуры и внедряться в природные фитоценозы (Dehnen-Schmutz et al., 2007). Анализ выборки из 534 неаборигенных декоративных видов растений, продававшихся в Британии в XIX веке, показал, что 27% этих видов отмечены вне культуры, а треть из них – успешно натурализовались. Помимо питомников, интродукция новых чужеродных растений (а также новых генотипов) в широком масштабе ведется ботаническими садами и арборетумами, клубами любителей растений, аквариумистами, индустрией выращивания лекарственных растений и растений, применяемых при борьбе с эрозией почв и др. (Reichard, White, 2001).

На примере Тверской области установлено, что среди инвазионных видов преобладают растения-эргазеофиты (беженцы из культуры). Особенно важно, что из культуры сбегает как раз наиболее агрессивные чужеродные виды. В Тверской области 5 из 6 видов первой категории статуса и более половины видов второй категории «сбежали» из культуры.

П.1. Из агрокультуры «сбежали» широко выращиваемые как кормовые культуры люпин *Lupinus polyphyllus* и козлятник *Galega orientalis*.

П.2. Хрестоматийным примером «побега» из аквакультуры является история появления в Европе *Elodea canadensis*. Сейчас в России этот вид стал менее агрессивным, однако появились другие инвазионные растения, «упущенные» аквариумистами, например, *Pistia stratiotes*.

П.3. Из ботанических садов, вопреки распространенному мнению, растения сбегает не часто. Из ГБС РАН, например, за 80 лет интродукции «сбежал» только один вид – дальневосточный *Adenocaulon adhaerescens*.

П.4. В учебных пособиях по созданию лесных культур (Редько и др., 1999) мы находим сведения об агротехнических приемах массового культивирования «белой акации» *Robinia pseudoacacia*, «желтой акации» *Caragana arborescens*, ореха маньчжурского *Juglans mandshurica* и др. Все эти виды являются инвазионными.

П.5. Из садовых хозяйств «сбежали» всем известные «черноплодная рябина» *Aronia mitschurinii* и облепиха *Hippophae rhamnoides*.

П.6. В начале XX в. австрийский ученый Khek искусственно переопылил североамериканскую *Solidago canadensis* и аборигенную *S. virgaurea*, в результате чего возник культигенный гибрид *S. x niederedery*. Десять лет назад его спонтанные инвазионные популяции были отмечены в Австрии, в Великобритании, Литве, и Польше (Pagitz,

2016), а за последние десятилетия гибрид значительно расширил свой ареал и зарегистрирован в Италии, Франции, Германии, Швеции, Норвегии, Финляндии, Чехии, Венгрии, Словакии, Латвии и в европейской части России.

II.7. В качестве природных пищевых продуктов следует рассматривать плоды и ягоды растений, которые расселяются с помощью зоохории или антропохории – черешня, ирга, смородина золотистая и т.п.

III.3. При закладке плантаций американской клюквы *Oxycoccus macrocarpos* в Беларусь вместе с саженцами проникли 23 новых для флоры страны видов. После методичной работы по их уничтожению 3 вида сократили свои популяции, 7 - сохраняют стабильно низкую численность, 10 - сохраняют стабильно высокую численность, а 3 вида увеличили численность и перешли в естественные растительные сообщества. *Persicaria sagittata* и *Lycopus uniflorus* продемонстрировали устойчивость к мерам борьбы: их проективное покрытие на плантациях и в сообществах влажных торфяных лесов достигает иногда 40% (Дубовик и др., 2017).

**Материалы и методы.** Данная классификация была использована при характеристике растений-полемохоров, существенным признаком которых можно считать занос из других регионов во время военных действий; полемохоры часто встречаются вблизи станций перевалки грузов с железных дорог на шоссейные и грунтовые, а также участков в местах расположения немецких складов. Анализировали научную литературу, в которой упоминается вектор инвазии видов.

**Результаты.** Согласно литературным источникам (Решетникова и др., 2021; Нотов и др., 2024):

✓ основным источником заноса семян полемохоров был фураж (овес и сено) для лошадей, который во время Великой отечественной войны привозился в огромном количестве. Согласно классификации, это вектор инвазии III.3.

✓ на некоторых участках специально высевали газонные травосмеси как для маскировки позиций, так и при подготовке полевых аэродромов. Согласно классификации, это вектор инвазии I.2.

✓ при перевозке по линии снабжения советских войск грузов и техники, полученных по ленд-лизу из Америки, в Тверскую область попала североамериканская осока *Carex projecta* Mack. Согласно классификации, это вектор инвазии IV.1.

✓ в настоящее время некоторые полемохоры (*Arrhenatherum elatius*, *Pimpinella major*, *Achillea ptarmica*) проявляют тенденцию к расселению, что особенно ярко выражено на территории Ржевско-Вяземского плацдарма. Данное явление можно рассматривать как вектор VI.

Таким образом, основной вектор инвазии полемохоров III.3 – случайное привнесение с растительным материалом. Дополнительный вектор инвазии I.2 – преднамеренное высаживание/посев чужеродных растений. Единожды выявлен вектор IV.1 – железнодорожные перевозки. Для ряда полемохоров отмечен вектор VI – последующее расселение вида во вторичном ареале из инициальной инвазионной популяции.

Заклучения к данной статье пока сделать нельзя. Наоборот, это исследование только начинается. Два года назад закончена инвентаризация инвазионных растений России, согласно которой в 65 субъектах РФ всех 8 Федеральных округов (81% территории страны) произрастает 584 вида, вторгающихся в естественные растительные сообщества (Сенатор, Виноградова, 2023). Теперь предстоит:

а) выявить, сколько инвазионных видов появилось в нашей стране различными векторами, и изменились ли эти закономерности со временем;

б) определить, различаются ли виды, появившиеся разными векторами, по склонности к инвазии, площади распространения или по спектру занимаемых ими местообитаний;

с) ответить на вопрос, может ли вектор инвазии быть связан с признаками видов? Например, предрасположены ли виды с определенными признаками к инвазии каким-либо вектором в большей степени, чем другими векторами.

Соотнесение признаков интродуцированных видов с вероятностью их привнесения различными векторами открывает возможности для более точных прогнозов дальнейшего расширения вторичных ареалов и усиления инвазивности чужеродных видов, а также усовершенствовать процедуру скрининга растений и мониторинга потенциально опасных видов, уже расселившихся в России.

### **Список литературы**

- Дубовик Д.В., Скуратович А.Н., Миллер Д., Спиридович Е.В., Виноградова Ю.К. 2017. Чужеродная фракция флоры на плантациях клюквы крупноплодной *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pursh в Беларуси // Весці Нац. акадэміі навук Беларусі. Сер. біял. навук. № 2. С. 66-77.
- Игнатов М.С., Макаров В.В., Чичев А.В. 1990. Конспект флоры адвентивных растений Московской области // Флористические исследования в Московской области. С. 5-105.
- Майоров С.Р., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Щербаков А.В. 2012. Адвентивная флора Москвы и Московской области. М.: Т-во науч. изд. КМК. 412 с.



- Нотов А.А., Нотов В.А.* 2019. О полемохорных и аборигенных популяциях некоторых видов флоры Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4 (56). С. 84–102.
- Нотов А.А., Мейсунова А.Ф., Иванова С.А., Нотов В.А.* 2024. Полемохоры как триггерный объект в науке и образовании // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4(76). С. 130-144.
- Редько Г.И., Мерзленко М.Д., Бабич Н.А., Трещевский И.В.* 1999. Лесные культуры и защитное лесоразведение. Санкт-Петербург: Лесотехническая академия. 418 с.
- Решетникова Н.М., Нотов А.А., Майоров С.Р., Щербаков А.В.* 2021. Великая Отечественная война как фактор флорогенеза: результаты поиска полемохоров в Центральной России // Журн. общ. биологии. Т. 82. № 4. С. 297-317.
- Сенатор С.А., Виноградова Ю.К.* 2023. Инвазионные растения России: результаты инвентаризации, особенности распространения и вопросы управления // Успехи современной биологии. Т. 143. № 4. С. 1-10.
- Faulkner K.T., Hulme P.E., Pagad S., Wilson J.R.U., Robertson M.P.* 2020. Classifying the introduction pathways of alien species: are we moving in the right direction? // Wilson JR, Bacher S, Daehler CC, Groom QJ, Kumschick S, Lockwood JL, Robinson TB, Zengeya TA, Richardson DM (Eds) Frameworks used in Invasion Science. NeoBiota V.62. P. 143-159. <https://doi.org/10.3897/neobiota.62.53543>
- Harrower C. A., Scalera R., Pagad S., Schonrogge K., Roy H.E.* 2018. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/519129/1/N519129CR.pdf>
- Hulme P.E., Bacher S., Kenis M., Klotz S., Kühn I., Minchin D., Nentwig W., Olenin S., Panov V., Pergl J., Pyšek P., Roques A., Sol D., Solarz W., Vilà M.* 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy // Journal of Applied Ecology. V.45. P. 403-414. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01442.x>
- Pyšek P., Richardson D.M.* 2010. Invasive species, environmental change and management, and health // Ann Rev Environ Res. V. 35. P. 25-55.
- Pyšek P., Jarošík V., Pergl J.* 2011. Alien plants introduced by different pathways differ in invasion success: unintentional introductions as a threat to natural areas // PloS one. V. 6. № 9, e24890.
- Phillips M.L., Murray B.R., Pyšek P., Pergl J., Jarošík V. et al.* 2010. Plants species of the Central European flora as aliens in Australia // Preslia. V. 82. P. 465-482.
- Vinogradova Yu.* 2017. Pathways for invasions of alien plant species // Чужеродные виды в Голарктике: Тезисы докладов V Международного симпозиума (Борок-5)/ Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова; ред. Ю.Ю. Дгебуадзе [и др.]. Ярославль: Филигрань. С. 138
- Dehnen-Schmutz K., Touza Ju., Perrings Ch., Williamson M.* 2007. The horticultural trade and ornamental plant invasions in Britain // Conserv. Biol. V. 21. № 1. P. 224–231.

- Groom Q., Desmet P., Reyserhove L., Adriaens T., Oldoni D., Vanderhoeven S., Simpson A. 2019. Improving Darwin Core for research and management of alien species // Biodiversity Information Science and Standards. V. 3: e38084 doi: 10.3897/biss.3.38084
- Halford M., Heemers L., Mathys C., Mahy G. 2010. Preventing introductions of invasive alien plants in Belgium: a LIFE "Information et Communication" project dedicated to the ornamental sector // 6<sup>th</sup> NEOBIOTA Conference: Biological invasions in a changing world. From science to management. 14–17 September 2010. Copenhagen: Univ. of Copenhagen.
- Musiał K., Pagitz K., Gudžinskas Z., Łazarski G., Pliszko A. 2020. Chromosome numbers in hybrids between invasive and native *Solidago* (Asteraceae) species in Europe // Phytotaxa. V. 471. № 3. P. 267-275.
- Pagitz K. 2016. *Solidago* × *niederederi* (*S. canadensis* × *S. virgaurea* ssp. *virgaurea*) in the Eastern Alps // Abstracts of Conference "Neobiota 2016". Fond faune-flore, Vianden, Luxembourg. P. 194.
- Pergl J., Brundu G., Harrower C.A., Cardoso A.C., Genovesi P., Katsanevakis S., ... & Roy H.E. 2020. Applying the convention on biological diversity pathway classification to alien species in Europe // NeoBiota. V. 62. P. 333-363 doi: 10.3897/neobiota.62.53796 <http://neobiota.pensoft.net>
- Rabitsch W., Genovesi P., Scalera R., Biala K., Josefsson M., Essl F. 2016. Developing and testing alien species indicators for Europe // Journal for Nature Conservation. V. 29. P. 89-96.
- Reichard S., White P. 2001. Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States // BioScience. Vol. 51. № 2. P. 103-113.
- Saul W.C., Roy H.E., Booy O., Carnevali L., Chen H.J., Genovesi P., Jeschke J. M. 2017. Assessing patterns in introduction pathways of alien species by linking major invasion data bases // Journal of Applied Ecology. V. 54. № 2. P. 657-669.
- Tsiamis K., Cardoso A.C., Gervasini E. 2017. The European alien species information network on the convention on biological diversity pathways categorization // NeoBiota. V. 32. P. 21-29.
- van Wilgen B.W., Wilson J.R. 2018. The status of biological invasions and their management in South Africa in 2017. South African National Biodiversity Institute, Kirstenbosch and DST-NRF Centre of Excellence for Invasion Biology, Stellenbosch. 398 p.
- Wilson J.R., Faulkner K.T., Rahlao S.J., Richardson D.M., Zengeya T.A., Van Wilgen B.W. 2018. Indicators for monitoring biological invasions at a national level // Journal of Applied Ecology. V. 55. № 6. P. 2612-2620.
- Zenetos A. 2017. Progress in Mediterranean bioinvasions two years after the Suez Canal enlargement // Acta Adriatica. V. 58. № 2. P. 347-358.

## INVASION PATHWAYS OF THE ALIEN PLANT SPECIES

**Yu.K. Vinogradova**

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

The article defines the term “invasion pathways” and characterizes the mechanisms of alien species introduction into new regions. The scheme of stages of alien plant’s introduction is developed. Analysis of invasion pathways carried out in the recent past are very briefly summarized. An introduction to the current “Classification of invasion pathways” proposed by the Convention on Biological Diversity (CBD) as a global standard is given. A classification of pathways of plant’s invasions is proposed, redesigned to take into account invasions of plant organisms only, retaining the main six categories and 25 subcategories from the CBD framework. According to the classification, an analysis of pathways of the polemochores is made. The conclusion outlines further tasks of the study of alien species pathways.

**Keywords:** *alien species, invasion, Russia, pathway, classification, introduction.*

*Об авторе*

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

Виноградова Ю.К. Векторы инвазии чужеродных видов растений / Ю.К. Виноградова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 4(80). С. 143–153.

Дата поступления рукописи в редакцию: 02.06.25

Дата подписания рукописи в печать: 01.12.25