

А.П. Гусев

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, gusev@gsu.by

## ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ-ТРАНСФОРМЕРОВ В ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ (ЮГО-ВОСТОК БЕЛАРУСИ)

Цель исследований – изучение распространенности чужеродных видов-трансформеров в природно-антропогенных ландшафтах Беларуси. В статье рассмотрены результаты исследования распространения 10 чужеродных видов-трансформеров (*Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Solidago canadensis* L. и других). Максимальная встречаемость видов-трансформеров наблюдается в урбанизированном ландшафте, минимальная – в лесном ландшафте. Изучена встречаемость чужеродных видов-трансформеров в природно-антропогенных ландшафтах в зависимости от истории землепользования. Предложены критерии оценки опасности видов-трансформеров.

*Ключевые слова:* растительность, природно-антропогенный ландшафт, чужеродные виды-трансформеры, инвазия, Беларусь

### Введение

Инвазии агрессивных чужеродных видов растений являются в настоящее время значительной частью глобальных трансформаций биосферы и часто ведут к существенному экологическому и экономическому ущербу (Виноградова и др., 2009; Шварц, 2004; Richardson et al., 2000; Richardson, Pyšek, 2012). Для обозначения наиболее агрессивных чужеродных растений, которые могут изменять характер функционирования и структуру экосистем на значительной территории, вытеснять или препятствовать возобновлению местных видов, предложен термин – трансформер (Виноградова и др., 2009; Панасенко, 2013; Richardson et al., 2000; Richardson, Pyšek, 2012; Гусев, 2016).

Одним из важных факторов инвазий растений являются антропогенные нарушения природных экосистем и ландшафтов. Установлено, что способность растительных сообществ противостоять внедрению чужеродных видов зависит от уровня антропогенной нарушенности окружающего ландшафта: чем значительнее нарушения, тем выше риск инвазий (Гусев, 2012, 2014, 2014а). Актуальной проблемой является изучения связи между инвазиями чужеродных видов и структурой ландшафтов (Гусев, 2014; Vila, Ibañez, 2011; With, 2004).

### Материалы и методы

Цель исследований – изучение распространенности чужеродных видов-трансформеров в экотопах природно-антропогенных ландшафтов

юго-востока Беларуси. Задачи исследований: анализ результатов маршрутного изучения встречаемости 10 чужеродных видов-трансформеров на территории района исследований; изучение закономерностей распространения чужеродных видов в зависимости от вида природно-антропогенного ландшафта; изучение влияния на распространение видов-трансформеров истории землепользования; оценка опасности чужеродных видов-трансформеров.

Изучалось распространение 10 чужеродных видов-трансформеров: *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Helianthus subcanescens* (A. Gray) E. Watson, *Solidago canadensis* L., *Impatiens glandulifera* Royle, *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen.

Маршрутным методом были изучена территория города Гомеля и 52 населенных пунктов Гомельского района (Поколюбичи, Калинино, Лопатино, Костюковка, Яремино, Большевик, Азделино, Старая Белица, Осовцы, Уза, Прибор, Цыкуны и другие). Всего 260 пунктов наблюдения.

Природно-антропогенные ландшафты района исследования представлены следующими разновидностями:

лесной (лесные земли с лесохозяйственным использованием, полезащитные и др. насаждения);

сельскохозяйственный луговой (луга, пастби-

ща, сенокосы);

сельскохозяйственный пахотный (пахотные земли, залежи);

сельскохозяйственный селитебный (малоэтажная застройка с приусадебными участками в сельской местности);

городской или урбанизированный (городская жилая, промышленная, транспортная и т.д. застройка).

Названия растений даются по сводке С.К. Черепанова (1995).

### Результаты и их обсуждение

Юго-восток Беларуси находится в пределах природной зоны широколиственно-лесных ландшафтов. Для данной территории характерен умеренно-континентальный климат (средняя температура января  $-4,5^{\circ}\text{C}$ ; средняя температура июля  $+19,8^{\circ}\text{C}$ ; среднегодовая температура  $+7,4^{\circ}\text{C}$ ; годовая сумма температур выше  $10^{\circ}$  2500-2800; годовое количество осадков 600-650 мм).

Все изучаемые виды-трансформеры были отмечены в пределах черты города Гомеля. Некоторые из них образуют монодоминантные сообщества – *Acer negundo*, *Solidago canadensis*, *Helianthus subcanescens*, *Heracleum sosnowskyi*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Impatiens glandulifera*.

Наиболее распространенным видом-трансформером является клен ясенелистный (*Acer negundo*), который обнаружен на территории Гомеля и 45 населенных пунктов (87% от общего их количества). Часто встречаются фитоценозы с доминированием этого вида (кленарники возрастом 20-50 лет) – город Гомель (ул. Федюнинского, Подгорная и другие), Костюковка, Большевик, Ильич, Плесы и т.д.

Золотарник канадский (*Solidago canadensis*) обнаружен в Гомеле и на территории 27 населенных пунктов (52%). Во многих случаях золотарник канадский встречается единично (Поколюбичи, Калинино, Остров, Азделино и другие), а в некоторых формирует целые сообщества (Гомель, Старая Волотова, Уза, Цыкуны). Так, обширные монодоминантные фитоценозы с золотарником канадским отмечены на улицах Федюнинского, Механическая, Ягодная, Староволотовская, Северная в Гомеле). Установлено, что данный вид может ингибировать сукцессионные процессы (Гусев, 2015).

Амброзия полынолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.) встречена на территории г. Гомеля (в 3 местообитаниях – улицы Подгорная, Кристалловская, Гастелло) и в 2 населенных пунктах – Костюковка (деревня) и Осовцы. Кроме того, отмечена ценопопуляция амброзии на автомо-

бильном мосту через реку Ипуть.

Борщевик сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) отмечен на территории города Гомеля (в 2 местообитаниях – улицы Федюнинского и Подгорная) и в 2 населенных пунктах – Остров и Красное. Обширная по площади ценопопуляция борщевика обнаружена вдоль автомобильной дороги Бобовичи-Чкалово (пересечение с трассой М8). Везде травостой на момент наблюдения был скошен.

Подсолнечник сероватый (*Helianthus subcanescens*) встречен на территории города Гомеля и в 18 населенных пунктах. Наиболее типичные экотопы – пустыри и заброшенные огороды. Люпин многолетний (*Lupinus polyphyllus*) встречается только вне пределов населенных пунктов в разнообразных экотопах сельскохозяйственного ландшафта. Циклохена дурнишниковидная (*Cyclachaena xanthiifolia*) обнаружена только в рудеральных экотопах города Гомеля. Недотрога железистая (*Impatiens glandulifera*) также встречается только в городе и его окрестностях, локализуясь вблизи мелиоративных канав. Девичий виноград пятилисточковый (*Parthenocissus quinquefolia*) отмечен на территории города Гомеля и в 9 населенных пунктах.

Низкая встречаемость (менее 5% от всех ключевых участков) характерна для *Ambrosia artemisiifolia* (3.5%), *Heracleum sosnowskyi* (1.9%), *Cyclachaena xanthiifolia* (1.6%), *Impatiens glandulifera* (2.2%), *Lupinus polyphyllus* (4.4%). Следствием очень низкой встречаемости является низкая надежность полученных данных о закономерностях распределения данных видов в природно-антропогенных ландшафтах.

Встречаемость более 20% имеют *Acer negundo* (52.7%), *Robinia pseudoacacia* (24.1%), *Solidago canadensis* (22.5%). Для этих видов установленные закономерности распределения в природно-антропогенных ландшафтах наиболее надежны.

В лесном ландшафте отсутствуют *Ambrosia artemisiifolia*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Helianthus subcanescens*, *Impatiens glandulifera*. Наиболее часто из чужеродных видов-трансформеров здесь встречаются *Acer negundo* (26.1%) и *Robinia pseudoacacia* (13.0%). Остальные чужеродные виды (*Solidago canadensis*, *Heracleum sosnowskyi*, *Lupinus polyphyllus*, *Parthenocissus quinquefolia*) встречаются единично (табл. 1).

В городском ландшафте встречаются все изучаемые виды. Наиболее часто – *Acer negundo* (69.0%), *Solidago canadensis* (41.3%), *Robinia pseudoacacia* (39.7%). Максимум встречаемости здесь имеет *Ambrosia artemisiifolia*, *Heracleum*

*sosnowskyi*, *Solidago canadensis*, *Robinia pseudoacacia*.

Если сравнивать городской и лесной ландшафты, то встречаемость подавляющего большинства изучаемых видов в городском ландшафте существенно выше: *Solidago canadensis* – в 14.2 раза, *Acer negundo* – в 2.6 раза, *Robinia pseudoacacia* – в 3.1 раза (табл. 1).

В сельскохозяйственном селитебном ландшафте обнаружены все виды, кроме *Cyclachaena xanthiifolia*. Наибольшую встречаемость здесь имеют *Acer negundo* (84.3%), *Solidago canadensis* (34.3%), *Robinia pseudoacacia* (32.9%), *Helianthus subcanescens* (24.3%). Максимум встречаемости здесь имеет *Acer negundo*, *Helianthus subcanescens*, *Parthenocissus quinquefolia*.

В сельскохозяйственном пахотном ландшафте отмечены все виды. Наиболее часто встречаются *Acer negundo* (45.0%), *Robinia pseudoacacia* (16.7%), *Solidago canadensis* (15.5%).

В сельскохозяйственном луговом ландшафте не обнаружены *Heracleum sosnowskyi*, *Impatiens glandulifera*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Physocarpus opulifolius*, *Parthenocissus quinquefolia*, то есть присутствует 50% от изучаемых видов-трансформеров. Наибольшую встречаемость имеют *Acer negundo* (33.4%), *Robinia pseudoacacia* (17.6%), *Solidago canadensis* (14.7%).

Встречаемость многих чужеродных видов в данном ландшафте значительно снижается по сравнению с сельскохозяйственным пахотным ландшафтом: *Acer negundo* – в 1.4 раза, *Lupinus polyphyllus* – в 2.4 раза. Примерно одинаковую встречаемость в луговом и пахотном ландшафтах имеют такие виды, как *Ambrosia artemisiifolia*, *Solidago canadensis*, *Robinia pseudoacacia* (табл. 1).

Помимо современного ландшафтного окружения на встречаемость чужеродных видов влияет история землепользования (Гусев, 2014). Для изучения влияния истории землепользования были выделены следующие типы переходов природно-антропогенных ландшафтов (с доминированием того или иного типа использования земель) на двух временных срезах (середина XIX и начало XXI века):

лесной ландшафт в лесной ландшафт (Л→Л);  
сельскохозяйственный ландшафт в лесной ландшафт (СХ→Л);

лесной ландшафт в сельскохозяйственный ландшафт (Л→СХ);

лесной ландшафт в урбанизированный ландшафт (Л→У);

урбанизированный ландшафт в урбанизированный ландшафт (У→У);

сельскохозяйственный ландшафт в урбанизированный ландшафт (СХ→У);

сельскохозяйственный ландшафт в сельскохозяйственный ландшафт (СХ→СХ).

Все ключевые участки были сгруппированы по данным типам переходов (табл. 2).

Не удалось выявить влияние истории землепользования на такие виды как *Ambrosia artemisiifolia*, *Heracleum sosnowskyi*, *Cyclachaena xanthiifolia*.

Влияние истории землепользования прослеживается для *Solidago canadensis*, *Helianthus subcanescens*, *Lupinus polyphyllus*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*. Так, в лесах, образовавшихся на месте сельскохозяйственных земель, по сравнению с постоянно существующими (в течение рассматриваемого временного отрезка) лесами встречаемость *Solidago canadensis* выше в

Таблица 1. Встречаемость чужеродных видов в природно-антропогенных ландшафтах

Вид	Природно-антропогенные ландшафты				
	Л (n=69)*	СХЛ (n=34)	СХП (n=84)	СХС (n=70)	У (n=58)
<i>Acer negundo</i>	26.1	32.4	45.2	84.3	69.0
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0.0	2.9	3.6	4.3	6.9
<i>Cyclachaena xanthiifolia</i>	0.0	0.0	2.4	0.0	5.2
<i>Helianthus subcanescens</i>	0.0	11.8	8.3	24.3	24.1
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	1.4	0.0	2.4	1.4	3.4
<i>Impatiens glandulifera</i>	0.0	0.0	2.4	1.4	6.9
<i>Lupinus polyphyllus</i>	2.9	2.9	7.1	2.9	5.2
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	1.4	0.0	3.6	14.3	13.8
<i>Robinia pseudoacacia</i>	13.0	17.6	16.7	32.9	39.7
<i>Solidago canadensis</i>	2.9	14.7	15.5	34.3	41.3

\* число пунктов наблюдений.

Л – лесной ландшафт; СХЛ – сельскохозяйственный луговой ландшафт; СХП – сельскохозяйственный пахотный ландшафт; СХС – сельскохозяйственный селитебный ландшафт; У – городской ландшафт.

Таблица 2. Встречаемость чужеродных видов в природно-антропогенных ландшафтах в зависимости от истории землепользования

Вид	Типы переходов природно-антропогенных ландшафтов						
	Л→Л (n=59)*	СХ→Л (n=10)	Л→СХ (n=50)	Л→У (n=22)	У→У (n=22)	СХ→У (n=84)	СХ→СХ (n=68)
<i>Acer negundo</i>	20.3	60.0	20.0	59.1	90.9	78.6	57.4
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0.0	0.0	4.0	9.1	4.5	4.8	2.9
<i>Cyclachaena xanthiifolia</i>	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	3.6	1.5
<i>Helianthus subcanescens</i>	0.0	0.0	2.0	4.5	36.4	26.2	14.7
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	2.9
<i>Impatiens glandulifera</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.9
<i>Lupinus polyphyllus</i>	0.0	20.0	2.0	0.0	0.0	6.0	8.8
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	1.7	0.0	2.0	9.1	27.3	11.9	2.9
<i>Robinia pseudoacacia</i>	10.2	30.0	12.0	22.7	36.4	39.3	20.6
<i>Solidago canadensis</i>	1.7	10.0	6.0	9.1	36.4	45.2	26.5

\* число пунктов наблюдений.

Л – лесной ландшафт; СХ – сельскохозяйственный ландшафт; У – селитебный, в том числе городской ландшафт.

5.9 раза, *Acer negundo* – 3.0 раза, *Robinia pseudoacacia* – в 2.9 раза.

В урбанизированном ландшафте, существующем с середины XIX века, по сравнению с лесными землями, застроенными в более позднее время, встречаемость *Solidago canadensis* выше в 4 раза, *Acer negundo* – 1.5 раза, *Helianthus subcanescens* – в 8.1 раза, *Robinia pseudoacacia* – в 1.6 раза, *Parthenocissus quinquefolia* – в 3 раза.

В сельскохозяйственном ландшафте, освоенном еще в XIX веке, по сравнению с сельскохозяйственным ландшафтом, образовавшимся на месте лесов в более позднее время, встречаемость выше *Solidago canadensis* – в 4/4 раза, *Acer negundo* – в 2/9 раза, *Helianthus subcanescens* – в 7/4 раза, *Lupinus polyphyllus* – в 4/4 раза, *Robinia pseudoacacia* – в 1/7 раза (табл. 2).

Таким образом, для наиболее распространенных на изученной территории видов-трансформеров (*Solidago canadensis*, *Acer negundo*, *Helianthus subcanescens*, *Lupinus polyphyllus*, *Robinia pseudoacacia*) гипотеза о зависимости их встречаемости от истории хозяйственного освоения подтверждается.

Существуют различные подходы к оценке опасности чужеродных видов. С нашей точки

зрения, оценка опасности вида-трансформера должна учитывать степень воздействия данного вида на здоровье человека, домашних животных, урожайность сельскохозяйственных культур, способность нарушать функционирование технических систем, ингибировать восстановительные сукцессии, а также его встречаемость на изучаемой территории. Предлагаются следующие градации оценки влияния: 0 – влияние отсутствует; 1 – слабое влияние; 2 – среднее влияние; 3 – сильное влияние. Для оценки встречаемости: 0 – отсутствует; 1 – 1-10%; 2 – 10-50%; 3 – более 50%. Каждый критерий оценивается в баллах, после чего баллы суммируются.

Выполненная нами оценка изучаемых видов показала, что наиболее опасны 5 видов – *Heracleum sosnowskyi*, *Solidago canadensis*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Acer negundo* (табл. 3).

Экологическая опасность таких видов как *Heracleum sosnowskyi*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Ambrosia artemisiifolia*, компенсируется низкой их встречаемостью в ландшафтах региона. По мере распространения и роста встречаемости можно ожидать значительное увеличение опасности данных видов.

Таблица 3. Оценка опасности чужеродных видов-трансформеров

Вид-трансформер	Критерии оценки							Оценка
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Acer negundo</i>	0	1	0	1	3	3	3	11
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	3	2	3	0	2	1	1	12
<i>Cyclachaena xanthiifolia</i>	2	2	3	0	2	2	1	12
<i>Helianthus subcanescens</i>	0	0	1	0	3	3	2	9
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	3	3	3	0	3	3	1	16
<i>Impatiens glandulifera</i>	0	0	1	1	2	2	1	7
<i>Lupinus polyphyllus</i>	0	0	1	0	2	1	1	5
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0	1	0	1	2	3	2	8
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	0	0	0	0	2	2	2	6
<i>Solidago canadensis</i>	0	2	3	0	3	3	2	13

1 – воздействие на здоровье человека; 2 – воздействие на домашних животных; 3 – засорение посевов, снижение урожайности сельскохозяйственных культур; 4 – нарушение функционирования технических систем; 5 – снижение видового разнообразия; 6 – ингибирование восстановительных сукцессий, в том числе лесовозобновления; 7 – встречаемость вида на данной территории.

**Выводы**

На изучаемой территории наиболее распространенными чужеродными видами-трансформерами являются *Acer negundo* (отмечен в 52.7% пунктов наблюдений), *Robinia pseudoacacia* (24.1%) и *Solidago canadensis* (22.5%). Наибольшая концентрация чужеродных видов-трансформеров наблюдается в городском ландшафте, наименьшая – в лесном. Максимум встречаемости в городском ландшафте имеет *Ambrosia artemisiifolia*, *Heracleum sosnowskyi*, *Solidago canadensis*, *Robinia pseudoacacia*.

Установлено влияние истории землепользования на распространение *Solidago canadensis*, *Helianthus subcanescens*, *Lupinus polyphyllus*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*. В староосвоенных ландшафтах встречаемость этих видов возрастает в разы.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта №Б16Р-198.

**Список литературы**

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
2. Гусев А.П. Особенности сукцессий растительности в ландшафтах, нарушенных деятельностью человека (на примере юго-востока Белоруссии) // Сибирский экологический журнал. 2012. №2. С. 231-236.
3. Гусев А.П. История землепользования как фактор современного состояния растительного покрова (на примере юго-востока Белоруссии) // Сибирский экологический журнал. 2014. №2. С. 225-230.
4. Гусев А.П. Пространственно-временные изменения

структуры ландшафтов юго-востока Белоруссии и их экологические последствия (на примере инвазий растений) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: география, геоэкология. 2014. №1. С. 18-23.

5. Гусев А.П. Воздействие инвазии золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) на восстановительную сукцессию на залежах (юго-восток Беларуси) // Российский журнал биологических инвазий. 2015. №1. С. 10-16.

6. Гусев А.П. Чужеродные виды-трансформеры как причина блокировки восстановительных процессов (на примере юго-востока Беларуси) // Российский журнал прикладной экологии. 2016. №3. С. 10-14.

7. Панасенко, Н.Н. Растения-«трансформеры»: признаки и особенности выделения // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2013. Вып. 2. С. 17-22.

8. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья, 1995. 992 с.

9. Шварц Е.А. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. М.: Т-во научных знаний КМК, 2004. 112 с.

10. Richardson D.M., Pyšek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and distribution. 2000. V. 6. P. 93–107.

11. Richardson D.M., Pyšek P. Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns // New Phytologist. 2012. V. 196. P. 383–396.

12. Vila M., Ibañez I. Plant invasions in the landscape // Landscape Ecology. 2011. V. 26. P. 461–472.

13. With K.A. Assessing the Risk of Invasive Spread in Fragmented Landscapes // Risk Analysis. 2004. V. 24. P. 803–815.

**A.P. Gusev. Landscape-ecological analysis of alien species-transformers distribution in natural and anthropogenic landscapes (the southeast of Belarus).**

The aim of the research is to study the prevalence of alien species-transformers in the natural-anthropogenic landscapes of Belarus. The results of the study of 10 alien species-transformers distribution (*Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Solidago canadensis* L. and others) are considered in the paper. The maximum occurrence of alien species-transformers is observed in the urbanized landscape, the minimum - in the forest landscape. The occurrence of alien species-transformers in natural-anthropogenic landscapes was studied depending on the history of the land use. The criteria for assessing the danger of species-transformers are proposed.

*Keywords:* vegetation; natural and anthropogenic landscape; alien species-transformers; invasion; Belarus.