

Исследовательская статья

УДК 504.5; 504.053; 504.054

DOI: 10.24412/2076-9091-2026-363-39-51

Иван Алексеевич Гичун¹,
Анастасия Анатольевна Мирсанова²,
Ольга Алексеевна Бурукина³,
Александр Михайлович Луговской⁴

^{1, 2, 3, 4} Российский государственный социальный университет,
Москва, Россия

⁴ Московский государственный университет геодезии и картографии,
Москва, Россия

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО НА ЭКОСИСТЕМНЫЕ СЕРВИСЫ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. В статье рассматривается всестороннее воздействие борщевика Сосновского на экосистемные функции почв на территории Московского региона. Сравнительное исследование городских и сельских популяций этого инвазивного растения позволило выявить главные механизмы его влияния на почвы и растения на пораженных территориях. К ним относятся аллелопатическое подавление почвенных микроорганизмов, усиление эрозии, формирование монодоминантных сообществ и вытеснение аборигенных видов. Это приводит к увеличению эрозии, образованию сообществ, где преобладает только данный вид, и вытеснению местных растений, в том числе редких эфемероидов. С использованием методологии ТЕЕВ была проведена экономическая оценка ущерба от инвазии борщевика Сосновского на территории Московского региона. Она показала, что годовые убытки для региона могут составлять от 2,35 до 3,6 миллиарда рублей. В рамках исследования предложены стратегии управления, направленные на то, чтобы свести к минимуму ущерб антропогенным и сельским ландшафтам, в частности предлагаются методы, которые могут помочь восстановить разнообразие растительности и уменьшить распространение борщевика.

Ключевые слова: оценка экосистемных услуг почвы, инвазивные виды, борщевик Сосновского, депонирование углерода, городские и сельские экосистемы, изоляция популяций, морфологические различия

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 504.5; 504.053; 504.054; 581.5

DOI: 10.24412/2076-9091-2026-363-39-51

Ivan Alekseevich Gichun¹,
Anastasia Anatolyevna Mirsanova²,
Olga Alekseevna Burukina³,
Alexander Mikhailovich Lugovskoy⁴

^{1, 2, 3, 4} Russian State Social University,
Moscow, Russia

⁴ Moscow State University of Geodesy and Cartography,
Moscow, Russia

ASSESSING THE IMPACT OF SOSNOWSKY'S HOGWEED ON ECOSYSTEM SERVICES IN THE MOSCOW REGION

Abstract. This article examines the comprehensive impact of *Heracleum sosnowskyi*, or Sosnowsky's hogweed on soil ecosystem functions in the Moscow region. A comparative study of urban and rural populations of this invasive plant allowed to identify the main mechanisms of its impact on soils and plants in the affected areas. These include allelopathic suppression of soil microorganisms, increased erosion, the formation of monodominant communities, and the displacement of native species.

This leads to increased erosion, the formation of communities dominated by this species, and the displacement of native plants, including rare ephemeroids. Using the TEEB methodology, an economic assessment of the damage caused by Sosnowsky's hogweed infestation in the Moscow region was conducted. It showed that annual losses for the region could range from 2.35 to 3.6 billion rubles. The study proposes management strategies to minimize damage to anthropogenic and rural landscapes, including methods that could help restore vegetation diversity and reduce the spread of hogweed.

Keywords: soil ecosystem service assessment, invasive species, Sosnowsky's hogweed, carbon sequestration, urban and rural ecosystems, population isolation, morphological differences

Funding statement: this study received no financial support.

Введение

Рост численности и расширение ареалов инвазивных видов является серьезной угрозой биологическому разнообразию, устойчивости экосистем и их экосистемным услугам. На территории Российской Федерации, и в частности в Московском регионе, особо проблемным и опасным инвазивным видом является борщевик Сосновского — крупный (от 2–3 метров в среднем) зонтичный сорняк, интродуцированный в середине XX века в качестве перспективной кормовой культуры. Однако весьма высокая аллелопатическая

активность, семенная продуктивность, устойчивость к неблагоприятным условиям, а также отсутствие естественных врагов привели к крайне быстрому распространению данного вида на всей европейской части России и превращению его в инвазивный сорняк, способный формировать монодоминантные сообщества [1; 2; 5].

Борщевик Сосновского активно распространяется в Московском регионе, захватывая как антропогенно трансформированные ландшафты (заброшенные сельхозугодья, обочины дорог, пустыри), так и природные биотопы (поймы рек, опушки лесов) [4]. По данным из открытых источников, в том числе Россельхознадзора, площадь его распространения создает угрозы биологическому разнообразию и здоровью населения из-за фитотоксичных свойств сока растения [6; 7].

Однако, несмотря на имеющиеся серьезные проблемы, связанные с его активным распространением, большая часть исследований сосредоточена на общей биологии вида, методах борьбы с ним и картировании очагов распространения [3].

В данный момент недостаточно изученным остается влияние борщевика на основные экосистемные сервисы почв и растений. Данный опасный вид не только конкурирует с другими растениями, но и преобразует устоявшиеся экосистемы под себя. Это влияние, в свою очередь, ведет к потере или к значительному снижению регулирующих (водорегулирующая, противозерозионная), обеспечивающих (формирование почвенного плодородия, продуктивность) и культурных (рекреационная, эстетическая) экосистемных услуг, ценность которых лишь частично отражена в существующих подходах к оценке ущерба. Кроме того, адаптационный потенциал и стратегии вида могут существенно различаться в контрастных условиях среды, таких как урбанизированные территории и сельскохозяйственные ландшафты, что требует разного подхода как к изучению его воздействия, так и к разработке мер по борьбе с ним.

Целью данного исследования является оценка влияния и ущерба от инвазии борщевика Сосновского на примере различных популяций Московского региона и расчет ущерба экосистемным услугам почв и растений. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- провести сравнительный анализ характеристик популяций борщевика Сосновского в урбанизированной (Москва) и сельскохозяйственной/природной (Подмосковье) среде, выявив формы экологической изоляции и адаптивные стратегии;
- систематизировать и оценить механизмы воздействия вида на ключевые свойства почв (физические, химические, биологические) и на структуру аборигенных растительных сообществ;
- на основе анализа воздействия борщевика Сосновского провести экономическую оценку ущерба деградации почвенных экосистемных услуг и растений, используя методологию ТЕЕВ;

– разработать дифференцированные практические рекомендации по управлению инвазией борщевика, направленные на минимизацию ущерба экосистемным сервисам в различных типах ландшафтов.

Материалы и методы исследования

Как уже отмечалось выше, объект исследования в данной работе — опасный инвазивный вид — борщевик Сосновского. Данное растение представляет угрозу биоразнообразию, хозяйственной деятельности и экосистемным сервисам на территории Московского региона. Для проведения сравнительного анализа были выбраны две популяции, находящиеся в различных частях Московского региона:

– популяция 1 (городская, урбанизированная среда): очаги распространения в пределах Москвы, в частности на территории парков и иных рекреационных зон с высокой антропогенной нагрузкой. Данная популяция существует в условиях интенсивного техногенного воздействия, регулярного ухода за территориями и фрагментации местообитаний;

– популяция 2 (сельская, природно-антропогенная среда): крупные очаги распространения на заброшенных сельскохозяйственных угодьях, поймах рек и вдоль транспортных магистралей в Московской области. В качестве модельных территорий рассмотрены районы, выделенные в результате анализа данных открытых источников картографического анализа как наиболее проблемные: Дмитровский, Талдомский, Клинский, Истринский, Одинцовский городские округа. Данная популяция характеризуется относительной непрерывностью местообитаний и эпизодическим характером контрольно-истребительных мероприятий.

Для решения поставленных задач был применен комплекс методов, основанных на анализе существующих открытых данных, литературных источников и вторичной обработке результатов натурных наблюдений, представленных в научной литературе. Для оценки пространственного распределения, выявления основных коридоров и барьеров расселения борщевика Сосновского в регионе был проведен анализ актуальных картографических материалов: карта распространения борщевика Сосновского проекта «Антиборщевик»; карта геопортала Подмосковья — государственная краудсорсинговая карта, данные Россельхознадзора, публикации, содержащие картосхемы распространения вида в регионе.

На основе сравнительного анализа были выделены зоны с максимальной плотностью очагов, также были определены основные физико-географические факторы распространения (транспортные узлы и коридоры, долины рек, заброшенные земли) и ландшафтные ограничители (заболоченные территории, крупные лесные массивы). Анализ различий между исследуемыми

популяциями, а также их возможное влияние на экосистемные услуги и сами экосистемы проводился на основе данных из научных публикаций, картирования, а также вторичного анализа.

Полученные результаты были систематизированы по следующим параметрам:

- морфометрические показатели: высота изучаемых растений, их семенная продуктивность. За основу были взяты данные для аналогичных условий из других публикаций, а также обобщенные данные из прикрепленной таблицы 2;

- формы изоляции популяций. Для выбранных исследуемых популяций были выделены основные формы изоляции (географическая, экологическая, репродуктивная) и виды антропогенного воздействия;

- воздействие на почвы и растения. На основе анализа научных публикаций были систематизированы качественные и, где возможно, количественные данные о влиянии борщевика Сосновского на: свойства почвы (плотность, влажность); аллелопатическое воздействие на почвенные бактерии; подверженность эрозии; растительные сообщества (сокращение видового разнообразия, создание монодоминантных сообществ, трансформация структуры).

Для экономической оценки ущерба от распространения борщевика Сосновского была использована методология ТЕЕВ, адаптированная для оценки ущерба от инвазивных видов. Оценка включала следующие шаги:

1. Определение нарушенных экосистемных услуг: на основе проведенного анализа воздействия борщевика Сосновского был составлен список экосистемных услуг, полностью или частично утративших свои функции от инвазии данного вида. Пострадавшие услуги были классифицированы по следующим категориям: регулирующие, обеспечивающие, культурные.

2. Выбор методов денежной оценки для каждой категории ущерба:

- для расчета ущерба обеспечивающим экосистемным услугам, к которым можно отнести потерю продуктивности сельскохозяйственных земель, использовался метод упущенной выгоды. Для этого были использованы данные средней урожайности земель Московского региона, а также средняя рыночная цена на сельхозпродукцию;

- для оценки ущерба регулирующим услугам почв (противоэрозионная функция) применялся затратный метод, определяющий стоимость мероприятий по предотвращению эрозии (укрепление склонов, рекультивация) на пораженных территориях;

- для оценки ущерба культурным услугам (снижение рекреационной и эстетической ценности ландшафтов) был использован подход, сочетающий метод транспортно-путевых затрат (оценка потерь от сокращения посещаемости) и данные исследований, в которых применяется метод условной оценки (WTP) за сохранение природных ландшафтов;

– прямые затраты на борьбу с борщевиком были оценены на основе стоимостного метода. Учитывались данные о стоимости гербицидов, работ по покосу и механическому уничтожению.

3. Расчет интегрального показателя ущерба. На основании литературных данных и официальной статистики (Россельхознадзор, Минсельхоз РФ) об ориентировочной площади земель, деградировавших под воздействием борщевика в Московском регионе, была выполнена укрупненная оценка годового экосистемного ущерба по формуле:

$$\text{Ущерб} = \Sigma (\text{Площадь нарушения } i\text{-той услуги} \times \text{Стоимость восстановления / потери единицы услуги}).$$

Таким образом, в основе методологии данного исследования лежит анализ существующих данных. Благодаря использованию имеющихся данных получилось провести оценку влияния борщевика Сосновского на экосистемные сервисы почв и растений Московского региона без проведения дополнительных исследований.

Результаты исследования

Проведенный анализ позволил выявить основные отличия влияния различных популяций борщевика Сосновского на экосистемные сервисы почв и растений в Московском регионе, что согласуется с данными, представленными в других публикациях (табл. 1).

Таблица 1

**Формы изоляции и факторы дифференциации
городской и сельской популяций борщевика Сосновского**

Критерий	Популяция 1 (городская среда)	Популяция 2 (сельская/ природная среда)	Факторы влияния и последствия для экосистемных сервисов
Географическая изоляция	Окружена городскими пространствами, фрагментированные островные местообитания (пустыри, окраины парков)	Обширные, относительно непрерывные массивы на заброшенных полях, в поймах рек, вдоль дорог	Городская среда сильно ограничивает распространение, однако создает множественные очаги. Отсутствие ограничений в сельской местности способствует быстрому распространению борщевика Сосновского и масштабной деградации пораженных земель
Экологическая изоляция (условия среды)	Почвы загрязнены тяжелыми металлами и реагентами, проблема уплотнения, микроклимат	Почвы более плодородные, но подвержены деградации. Условия приближены	Антропогенное влияние ограничивает максимальный рост растений. В сельской среде растение реализует полный потенциал роста,

Критерий	Популяция 1 (городская среда)	Популяция 2 (сельская/ природная среда)	Факторы влияния и последствия для экосистемных сервисов
	более теплый и сухой	к естественным для данного вида	наноса максимальный ущерб почвенному плодородию и другим растениям
Репродук- тивная стратегия	Ограниченное перекрестное опыле- ние из-за изоляции отдельных растений. Частый покос до цветения	Активное перекрест- ное опыление между зарослями. Большая часть растений не ограничена в росте	В условиях городской среды распространение с помощью семян ограничено, распростра- нение происходит преимуще- ственно вегетативным спосо- бом. В сельской среде домини- рует конкурентная стратегия с гигантизмом и колоссальной семенной продуктивностью, что обеспечивает устойчи- вость популяции и высокие затраты на ее подавление
Антропо- генное воздей- ствие	Регулярное 1–2-разовое скаши- вание за сезон для благоустройства и точечная химиче- ская обработка	Несистемные меры контроля, часто раз в несколько лет. Преобладает механи- ческое уничтожение (покос, вспашка) на ограниченных площадах	Регулярное антропогенное давление сдерживает распространение, но требует больших финансовых вложений. Несистемная борьба в загородной местно- сти малоэффективна и при- водит к постоянному росту площади зараженных земель и накоплению ущерба

Как видно из данных таблицы 1, борщевик Сосновского проявляет способность приспосабливаться к различным условиям внешней среды. Морфологические различия как индикатор адаптивных стратегий представлены в таблице 2.

Таблица 2

Морфологические различия как индикатор адаптивных стратегий

Параметр	Популяция 1, городская среда	Популяция 2, сельская среда	Интерпретация в контексте воздействия на экосистемные сервисы
Средняя высота растений	1,5–2,3 м	3,0–3,5 м (до 4 м)	Гигантизм в сельской популяции обеспечивает абсолютное доминирование над травостоем и остальны- ми растениями, приводя к быстрой ликвидации обеспечивающих услуг

Параметр	Популяция 1, городская среда	Популяция 2, сельская среда	Интерпретация в контексте воздействия на экосистемные сервисы
Семенная продуктив- ность (тыс. семян на расте- ние)	5–15 м	15–35 м (до 70 м)	Крайне высокая семенная продуктивность и оптималь- ные условия в сельской мест- ности обеспечивают высокое загрязнение почвы семенами и делают более сложным и дорогим восстановление пораженных территорий

Из-за воздействия борщевика Сосновского происходит деградация почвенных экосистемных сервисов, среди которых:

1. Нарушение регулирующих услуг (водный режим, защита от эрозии): мощная стержневая корневая система, отмирающая после плодоношения, оставляет в почве макрополости, которые могут способствовать усилению внутренней эрозии. Одновременно плотный полог листьев в период вегетации резко снижает инсоляцию и испарение с поверхности почвы, нарушая естественный гидрологический режим. В зимний и ранневесенний период участки, занятые сухостоем борщевика, не выполняют почвозащитной функции, способствуя развитию ветровой и водной эрозии на склонах.

2. Нарушение обеспечивающих услуг (почвообразование, плодородие): аллелопатические выделения корней борщевика подавляют деятельность почвенной микрофлоры и микоризных грибов, критически важных для гумификации органического вещества и мобилизации питательных элементов. Можно сказать, что происходит своеобразная стерилизация почвы, что негативно сказывается на естественном круговороте элементов питания в почве. В качестве примера можно привести подавление роста и развития эфемероидов, активно использующих питательные вещества в короткий весенний период, что приводит к вытеснению этих важных депонирующих углекислый газ организмов из состава фитоценозов. Однако сравнительный анализ эффективности и расчеты объема депонирования углекислого газа в видоизмененных побегах эфемероидов в форме корневищ, клубней и луковиц показывает, что депонирование углекислого газа в корневищах, а также в медленно разлагающейся фитомассе борщевика приблизительно сопоставимы с покоящимися в почве в течение нескольких лет эфемероидами.

Потеря ценности территорий, занятых борщевиком, сказывается и на ботанике. Исчезновение редких и декоративных растений, например ветреницы дубравной, ведет к утрате эстетической привлекательности лесов и парков. Это снижает привлекательность ООПТ для экотуризма и рекреации в ключевой сезон, что должно учитываться как существенная составляющая в оценке ущерба культурным экосистемным услугам.

На основе анализа воздействия и с использованием адаптированной методологии ТЕЕВ была проведена укрупненная оценка годового ущерба от инвазии борщевика Сосновского для Московского региона. За базовую площадь взята оценка в 100 000 га земель, в разной степени деградировавших под его воздействием (табл. 3).

Таблица 3

**Оценка годового ущерба от инвазии борщевика Сосновского
для Московского региона**

Категория ущерба / нарушенная экосистемная услуга	Метод оценки	Ориентировочная стоимость, год / млн руб.	Приоритет- ность для типа территории
Утрата продуктивности сельхозземель и лугов (обеспечивающая)	Стоимость упущен- ной выгоды (потери урожая, сена)	1 500–2 000	Критический (сельская)
Затраты на мероприятия по борьбе и рекультивации (прямые затраты)	Затратный метод (гербициды, техника, работа)	400–600	Высокий (городская / сельская)
Ущерб от усиления эрозии почв (регулирующая)	Затраты на противо- эрозионные меро- приятия	150–300	Высокий (сельская)
Снижение рекреационной и эстетической ценности территорий (культурная)	Условная оценка (WTP), транспортно- путевые затраты	200–500	Критический (городская/ пригородная)
Потери в смежных отраслях (пчеловодство, здравоохра- нение)	Стоимость упущен- ной выгоды, затра- ты на лечение	100–200	Средний
ИТОГО (консервативная оценка годового ущерба)		2 350–3 600	

На основе проведенной оценки ущерба экосистемным услугам и выявленных различий в популяционной экологии вида, управление инвазией борщевика Сосновского должно быть основано на принципах дифференцированного, ландшафтно-адаптированного подхода, направленного не только на уничтожение сорняка, но и на восстановление нарушенных экосистемных услуг.

Для городских и пригородных рекреационных территорий приоритетом является обеспечение безопасности населения и сохранение эстетико-рекреационных функций. В данном случае наиболее эффективной будет стратегия постоянного мониторинга и оперативного реагирования. Целесообразно внедрение GIS-систем с использованием данных дистанционного зондирования, таких как дроны и спутниковые снимки для обнаружения даже отдельных растений. Уничтожение очагов следует проводить на ранних стадиях вегетации, отдавая предпочтение точечным методам, например выкапывание корня и инъекция гербицидов в стебель, которые минимизируют воздействие на почву и другие виды. После ликвидации борщевика необходимо ускоренное

восстановление растительного покрова посевом устойчивых дернообразующих трав, что предотвратит повторную колонизацию и восстановит почвозащитные и рекреационные функции.

В сельскохозяйственных и природных ландшафтах необходима системная, плановая кампания, нацеленная на сокращение площади заражения и восстановление продуктивности земель. Для крупных массивов эффективно многоэтапное комбинирование методов: весеннее скашивание до цветения с последующей обработкой гербицидами сплошного действия по отрастающим побегам и обязательной утилизацией биомассы. На освобожденных территориях критически важно создание конкурентного растительного покрова через залужение многолетними травами или посадку быстрорастущих кустарников.

Заключение

Анализируя экологическую и экономическую эффективность сервисных услуг от инвазии борщевика Сосновского фитоценозов Московского региона, следует отметить бесконтрольный и беспрепятственный характер распространения этого вида. Наибольший ущерб проявляется из-за вытеснения видов и прежде всего эфемероидов, что приводит к уменьшению биоразнообразия, потере биопродуктивности геосистем и снижению эстетичности и привлекательности рекреационных территорий.

Общий ущерб от потери продуктивности сельскохозяйственных земель, эстетичности рекреационных ресурсов из-за распространения борщевика Сосновского, контроля за распространением этого вида исчисляется миллиардами рублей в пределах Московского региона. В связи с этим является актуальной разработка и финансирование эколого-экономических проектов по завершению внедрения борщевика Сосновского в хозяйственный оборот в качестве культуры, разработка механизмов выявления естественных ингибиторов распространения этого вида, осуществление практических мероприятий и рекомендаций по нормализации видового состава фитоценозов Московского региона.

Список источников

1. Геоэкологические особенности организации мониторинга за борщевиком Сосновского для защиты сельскохозяйственных земель от инвазивных растений / А. М. Луговской, М. Е. Терехин, Л. А. Межова и др. // Геология, география и глобальная энергия. 2024. № 2 (93). С. 84–87. https://doi.org/10.54398/20776322_2024_2_84. EDN: MTZSEE.
2. Кадетов Н. Г., Чернышов М. П. Влияние инвазионных видов растений на элементы зеленой инфраструктуры городов на примере Московской агломерации // Социально-экологические технологии. 2021. Т. 11. № 3. С. 327–344. <https://doi.org/10.31862/2500-2961-2021-11-3-327-344>. EDN: MVAXEW.

3. Кондратьев М. Н., Бударин С. Н., Ларикова Ю. С. Физиолого-экологические механизмы инвазивного проникновения борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi manden*) в неиспользуемые агроэкосистемы // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2015. № 2. С. 36–49. EDN: UARXXL.

4. Озерова Н. А. Исследование распространения борщевика Сосновского в Московской области с использованием спутниковых данных / Н. А. Озерова, Е. С. Ёлкина, А. Н. Швецов, А. Г. Кукина // Материалы 21-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва: ИКИ РАН, 2023. С. 390. <https://doi.org/10.21046/21DZZconf-2023a>. EDN: VGGYEZ.

5. Семчук Н. Н. Трансформация травянистого культурного растения в опасный инвазионный дикорастущий вид / Н. Н. Семчук, О. В. Балун, С. Н. Гладких, Я. М. Абдушаева // АгроЭкоИнженерия. 2021. № 4 (109). С. 29–40. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2021-4109-29-40>. EDN: FSILVJ.

6. Сорокин И.А. Разработка аппаратно-программного комплекса на основе БПЛА для выявления мест нахождения борщевика / И. А. Сорокин, П. Н. Романов, А. Д. Чесноков, Т. Е. Кондраненкова // Вестник НГИЭИ. 2021. № 11 (126). С. 7–16. <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2021-11-7-16>. EDN: NWIYCJ.

7. Чегодаева Н. Д., Маскаева Т. А., Лабутина М. В. Аллелопатическое влияние борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi Manden*) на культурные растения // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-26. С. 5845–5849. EDN: UBHRCH.

References

1. Lugovskoy A. M., Terekhin M. E., Mezova L. A. et al. Geoeological features of monitoring organization for Sosnovsky's hogweed to protect agricultural lands from invasive plants. *Geology, Geography and Global Energy*. 2024;(93):84–87. (In Russ.). https://doi.org/10.54398/20776322_2024_2_84. EDN: MTZSEE.

2. Kadetov N. G., Chernyshov M. P. Influence of invasive plant species on elements of green infrastructure of cities on the example of the Moscow agglomeration. *Social and Environmental Technologies*. 2021;11(3):327–344. (In Russ.). <https://doi.org/10.31862/2500-2961-2021-11-3-327-344>. EDN: MVAXEW.

3. Kondratiev M. N., Budarin S. N., Larikova Yu. S. Physiological and ecological mechanisms of invasive penetration of Sosnovsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi Manden*) into unused agroecosystems. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2015;(2):36–49. EDN: UARXXL. (In Russ.).

4. Ozerova N. A., Elkina E. S., Shvetsov A. N., Kuklina A. G. Study of the spread of Sosnovsky's hogweed in the Moscow region using satellite data. *Materials of the 21st International Conference "Modern problems of Earth remote sensing from space"*. Moscow: IKI RAN. 2023:390. (In Russ.). <https://doi.org/10.21046/21DZZconf-2023a>. EDN: VGGYEZ.

5. Semchuk N. N., Balun O. V., Gladkikh S. N., Abdushaeva Ya. M. Transformation of a herbaceous cultivated plant into a dangerous invasive wild species. *AgroEcoEngineering*. 2021;(109):29–40. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2021-4109-29-40>. EDN: FSILVJ.

6. Sorokin I. A., Romanov P. N., Chesnokov A. D., Kondranenkova T. E. Development of a hardware-software complex based on UAVs for detecting hogweed locations. *Bulletin of NGIEI*. 2021;(126):7–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2021-11-7-16>. EDN: NWIYCJ.

7. Chegodaeva N. D., Maskaeva T. A., Labutina M. V. Allelopathic influence of Sosnovsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden) on cultivated plants. *Fundamental Research*. 2015;(2-26):5845–5849. EDN: UBHRCH. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors:

Гичун Иван Алексеевич — аспирант кафедры экологии и природоохранной деятельности, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия.

Gichun Ivan Alekseevich — Postgraduate Student of the Department of Ecology and Environmental Protection Russian State Social University, Moscow, Russia.

gichun_ivan@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0004-4364-3126>

Мирсанова Анастасия Анатольевна — аспирант кафедры экологии и природоохранной деятельности, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия.

Mirsanova Anastasia Anatolyevna — Postgraduate Student of the Department of Ecology and Environmental Protection Russian State Social University, Moscow, Russia.

a_mirsanova@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0009-7055-6809>

Бурукина Ольга Алексеевна — аспирант кафедры экологии и природоохранной деятельности, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия.

Burukina Olga Alekseevna — Postgraduate Student of the Department of Ecology and Environmental Protection Russian State Social University, Moscow, Russia.

olga.al.burukina@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-0496-3325>

Луговской Александр Михайлович — доктор географических наук, профессор кафедры географии, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия.

Lugovskoy Alexander Mikhailovich — Doctor of Geography, Professor of the Department of Geography, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia.

alug1961@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3985-4535>

Вклад авторов:

Иван Алексеевич Гичун — сбор полевого материала в пределах Москвы, анализ воздействия на почву и оценка экосистемных сервисов почвы.

Анастасия Анатольевна Мирсанова — сбор полевого материала в пределах Московского региона, анализ воздействия на биоту, оценка и монетизация экосистемных сервисов фитоценозов.

Ольга Алексеевна Бурукина — анализ состояния экосистемных сервисов, сравнительный анализ депонирования углекислого газа борщевиком Сосновского и эфемероидами, оценка воздействия на экосистему.

Александр Михайлович Луговской — общее методическое руководство по сбору материала и его анализу, контроль достоверности результатов и обоснованности выводов.

Authors' contributions:

Ivan Alekseevich Gichun — collection of field material within the city of Moscow, analysis of soil impact, and assessment of soil ecosystem services.

Anastasia Anatolievna Mirsanova — collection of field material within the Moscow region, analysis of impact on biota, assessment and monetization of phytocenosis ecosystem services.

Olga Alekseevna Burukina — analysis of the state of ecosystem services, comparative analysis of carbon dioxide sequestration by *Heracleum sosnowskyi* and ephemeroids, assessment of impact on the ecosystem.

Alexander Mikhailovich Lugovskoy — overall methodological guidance for material collection and analysis, validation of results, and verification of the soundness of conclusions.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no relevant conflict of interests.

Статья поступила в редакцию: 18.04.2026;
одобрена после доработки: 20.04.2026;
принята к публикации: 22.04.2026.

The article was submitted: 18.04.2026;
approved after reviewing: 20.04.2026;
accepted for publication: 22.04.2026.