

АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ЗАРОСЛЕЙ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО (*HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN.) НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2018 Далькэ И.В., Чадин И.Ф., Захожий И.Г.

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
Сыктывкар, 167982;
e-mail: dalke@ib.komisc.ru

Поступила в редакцию 18.07.2018

В работе представлены результаты анализа конкурсной документации, договорных документов и технических заданий 477 закупок по ликвидации инвазии борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.), проведённых в 18 субъектах Российской Федерации с 2011 по 2017 г. Согласно данным, размещённым на официальном сайте Единой информационной системы в сфере закупок, 95% контрактов было заключено для выполнения работ по уничтожению нежелательных зарослей *H. sosnowskyi*, остальные контракты были связаны с определением площади зарослей растений, разработкой методов их уничтожения, надзором за выполненными работами. Растения *H. sosnowskyi* были ликвидированы на площади около 18 тыс. га, картографирование зарослей проведено на площади 169 тыс. га. Общие затраты на выполнение контрактов составили 314 млн руб. Стоимость работ по кошению *H. sosnowskyi* составила около 30 тыс. руб./га, затраты на обработку зарослей гербицидами 14.5 тыс. руб./га (медианные значения). Стоимость услуг по картографированию одного гектара зарослей *H. sosnowskyi* составила 370 руб. Выявлена высокая вариабельность стоимости работ для контрактов, техническое задание которых предполагало уничтожение растений на территориях площадью менее 5 га. Наиболее масштабные работы по уничтожению *H. sosnowskyi* были выполнены в Ленинградской, Московской и Вологодской областях, где средства на борьбу с инвазией заложены в бюджете регионов. В условиях ограниченного финансирования системную работу против зарослей *H. sosnowskyi* необходимо начинать с реализации пилотного проекта на территории одного-двух населённых пунктов, а затем распространять этот опыт на регион. Сведения о 477 контрактах, заключённых для ликвидации зарослей *H. sosnowskyi* размещены в репозитории «Zenodo».

Ключевые слова: *Heracleum sosnowskyi*, инвазия, ликвидация зарослей, кошение, гербициды, картографирование, мониторинг, контракты.

Введение

Вторжения чужеродных растений и животных на новые территории с последующей вспышкой их численности (биологические инвазии) относят к актуальным экологическим и социально-экономическим проблемам современности. В начале XXI в. потенциальный годовой ущерб от биологических инвазий в мировом масштабе оценивался в 1.4 трлн долларов США [Simberloff, 2008; Kettunen et al., 2009; Pimentel, 2011; Bradshaw et al., 2016].

Специфика ведения сельского хозяйства и торговли, развитие транспортных путей существенно влияют на риски отдельных стран от экспансии чужеродных видов и роль регионов в качестве источников инвазий. Наряду со значительным экономическим ущербом инвазии приводят к снижению биологического разнообразия, представляют угрозу продовольственной безопасности, что подчёркивает необходимость международного сотрудничества в разработке и реализации мер по регуляции

вторжений [Paini et al., 2016; Pratt et al., 2017]. Расчёт трудовых и материальных затрат, разработка эффективных способов управления инвазиями ограничена недостатком точных данных при выполнении мероприятий по снижению их численности [Wadsworth et al., 2000; Hulme, 2006; 2009; Panetta, Lawes, 2007; Simberloff, 2008; Gren et al., 2009; Pyšek, Richardson, 2010; Pluess et al., 2012; Pergl et al., 2016; Rajmis et al., 2016].

В последнее время в России наблюдается определённый прогресс в развитии фундаментальных и прикладных исследований биологических инвазий [Дгебуадзе, 2014], однако решение практических вопросов затруднено отсутствием национальной стратегии по предупреждению и ликвидации последствий вторжения чужеродных видов [Сенатор, Розенберг, 2016]. В нашей стране разработка нормативно-правовых актов, основанных на анализе фитосанитарного риска, потенциального экономического и экологического ущерба, применяется к карантинным видам растений [Кармазин, 2013]. Потенциальный ущерб от карантинных вредных организмов в России оценивают в 600 млрд руб. в год, из них на долю карантинных сорных видов растений приходится до 40% [Магомедов, 2013; Сенатор, Розенберг, 2016].

Некоторые инвазионные виды, например группа гигантских борщевиков (*Heracleum mantegazzianum*, *H. sosnowskyi*, *H. persicum*), также характеризуются высоким уровнем социально-экономического влияния и воздействия на окружающую среду [Nielsen et al., 2005; Ecology and Management..., 2007; Dergunova et al., 2012; Pergl et al., 2016; Rajmis et al., 2016]. На территории России наибольшее распространение получил борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) [Озерова и др., 2017; Chadin et al., 2017]. В середине XX в. этот кавказский горно-лесной субальпийский луговой вид выращивали в европейской части СССР и Восточной Европе в качестве кормовой культуры [Сацыперова, 1984]. В конце XX в. благодаря способности к самосеву растения *H. sosnowskyi* стали интенсивно распространяться за пределы сельскохозяйственных угодий. Успех инвазии обусловлен высо-

кими темпами роста растений, формированием плотного полога зарослей, высокой семенной продуктивностью и наличием заглублённого в почву на 10–15 см банка почек возобновления [Ecology and Management..., 2007; Dalke et al., 2015; Панасенко, 2017]. Для человека растение является опасным, способно вызывать острую фототоксическую реакцию и ожоги [Karimian-Teherani et al., 2007; Jakubowicz et al., 2012].

С момента заметного проникновения *H. sosnowskyi* на территорию населённых пунктов (1990-е гг.) до принятия органами власти мер по его уничтожению прошло около 20 лет. В 2012 г. *H. sosnowskyi* был выведен из Госреестра селекционных достижений. В 2015 г. его зелёная масса и семена были исключены из Общероссийского классификатора продукции (ОК 005-93, приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.10.2014 № 1388-ст, дата введения 01.01.2015), и вид был внесён в отраслевой классификатор сорных растений Российской Федерации (дополнение № 384 021 310). С 2011 г. заключаются государственные контракты для выполнения мероприятий по ликвидации нежелательных зарослей *H. sosnowskyi* на территории России [Портал закупок..., 2018].

Актуальными остаются вопросы по разработке методов борьбы и оценке эффективности мероприятий по уничтожению растений *H. sosnowskyi* в регионах и отдельных населённых пунктах [Об областном бюджете..., 2016; О государственной поддержке..., 2016; О государственной поддержке..., 2017; О внесении изменений..., 2017; Далькэ и др., 2018]. Анализ закупочной деятельности муниципальных учреждений, направленной на ликвидацию *H. sosnowskyi*, позволит оценить стоимость, масштаб и динамику работ, выполненных в России. На основе полученных данных и практического опыта можно предложить стратегию искоренения нежелательных зарослей гигантского борщевика. Целью работы была комплексная оценка мероприятий по искоренению нежелательных зарослей *H. sosnowskyi*, основанная на анализе закупочной деятельности субъектов Российской Федерации.

Методика

Сведения о закупках, связанных с выполнением мероприятий по борьбе с зарослями *H. sosnowskyi*, были получены на официальном сайте Единой информационной системы в сфере закупок Российской Федерации [Портал закупок..., 2018]. Поиск заявок проводили по ключевому слову «борщевик», используя условия: все формы слов; законы – № 44-ФЗ, № 223-ФЗ, № 94-ФЗ; валюта – российский рубль; этап закупки – подача заявок, работа комиссии, закупка завершена, закупка отменена.

В результате поиска по состоянию на 01.11.2017 г. были получены 568 записей в формате CSV, которые содержали следующие реквизиты: закон; реестровый номер закупки; способ определения поставщика (размещения закупки); наименование закупки; идентификационный код закупки; номер лота; наименование лота; начальная (максимальная) цена контракта; валюта; классификация по ОКДП; классификация по ОКПД; классификация по ОКПД2; наименование заказчика; дата размещения; дата обновления; этап закупки; особенности размещения заказа; дата начала подачи заявок; дата окончания подачи заявок.

Анализ документации каждой закупки позволил определить максимально возможную стоимость контрактов, фактическую стоимость заключённых контрактов; определить, в каких субъектах Российской Федерации и населённых пунктах проводили закупки; площадь, на которой планировали проведение работ; способ искоренения зарослей *H. sosnowskyi*; рассчитать стоимость работ в расчёте на один гектар.

Из общего массива данных были удалены дубликаты, записи о контрактах, которые не были заключены или выполнены, закупки с пропусками записей о площади обработанных участков. После отбора размер выборки сократился до 477 контрактов. Для анализа данных применяли описательную статистику и регрессионный анализ. Показатели «начальная цена контракта», «площадь» и «цена по протоколу в расчёте на площадь» по критерию Шапиро-Уилки имели распределение, отличное от нормального, поэтому для описания выборки ис-

пользовали медиану, размах, минимальное и максимальное значение. Набор данных о закупках по ликвидации зарослей *H. sosnowskyi*, использованный в настоящей работе, размещён в репозитории «Zenodo» [2018].

Результаты

По данным официального сайта Единой информационной системы в сфере закупок в РФ в период с 2011 по 2017 г. работы по ликвидации зарослей *H. sosnowskyi* осуществлялись в 18 субъектах РФ: Владимирская обл., Вологодская обл., Ивановская обл., Калининградская обл., Кировская обл., Костромская обл., Ленинградская обл., Московская обл., Мурманская обл., Нижегородская обл., Новгородская обл., Пермский край, Псковская обл., Республика Коми, Свердловская обл., Тверская обл., Тульская обл., Ярославская обл. За указанный период для выполнения разных видов работ было заключено 477 контрактов [Портал закупок..., 2018]. На основе анализа конкурсной документации выполненные работы были разделены на две группы (табл. 1). В первую группу (95% от общего количества) вошли контракты по уничтожению растений (далее по тексту – группа 1), во вторую группу (5%) – контракты, связанные с определением площади зарослей, разработкой методов их уничтожения, мониторингом проведённых работ (далее по тексту – группа 2).

Группы значительно отличались между собой по площади проведения работ: группа 1 – 17.8 тыс. га, группа 2 – 168.8 тыс. га. Размах площадей между отдельными контрактами достигал нескольких порядков (от 0.1 до 794 га в группе 1 и от 2 до 121 229 га в группе 2). Медианное значение площади в группе 1 составило 13 га, в группе 2 – 737 га. Начальная цена контрактов двух групп в сумме составляла около 442 млн руб. После проведения аукционов общая стоимость контрактов снизилась на 30% и составила 302 млн руб. для группы 1 и 12 млн руб. для группы 2. В четырёх контрактах группы 2 отсутствовали сведения о площади участков работы.

Стоимость выполнения работ в пересчёте на единицу площади сильно варьировала. Для

Таблица 1. Описательная статистика контрактов по ликвидации и картографированию зарослей растений *Heracleum sosnowskyi* на территории Российской Федерации (2011–2017 гг.) по данным официального сайта Единой информационной системы в сфере закупок РФ [Портал закупок..., 2018]

Показатель	Начальная цена контракта, руб.	Цена по протоколу, руб.	Площадь, га	Цена по протоколу в расчёте на площадь, руб./га
Все виды работ (группа 1 + группа 2)*				
Размер выборки	477	477	473	473
Среднее значение	925 852	657 740	395	45 597
Ошибка среднего	102 989	60 620	260	5109
Медиана	365 000	249 036	14	17 598
Минимум	21 100	14 957	0.1	19
Максимум	30 886 071	10 554 688	121 229	1 105 584
Размах	30 864 971	10 539 731	121 229	1 105 565
Сумма	441 631 170	313 741 982	186 623	21 567 288
Группа 1				
Размер выборки	454	454	454	454
Среднее значение	936 089	665 466	39	47 460
Ошибка среднего	107 554	63 398	4	5305
Медиана	370 487	245 893	13	18 479
Минимум	25 262	18 618	0,1	653
Максимум	30 886 071	10 554 688	794	1 105 584
Размах	30 860 809	10 536 070	794	1 104 931
Сумма	424 984 210	302 121 363	17 811	21 546 785
Группа 2				
Размер выборки	23	23	19	19
Среднее значение	723 781	505 244	8885	1079
Ошибка среднего	242 305	122 509	6492	446
Медиана	363 055	356 409	737	371
Минимум	21 100	14 957	2	19
Максимум	5 000 000	2 300 000	121 229	7478
Размах	4 978 899	2 285 043	121 227	7459
Сумма	16 646 960	11 620 619	168 812	20 503

Примечание: * – группа 1 – ликвидация зарослей *H. sosnowskyi* химическим и механическим способами; группа 2 – работы по обследованию территории и картографированию зарослей, разработка методов их уничтожения, мониторинг выполненных работ; цена по протоколу – цена после подведения итогов и заключения контракта с поставщиком услуг; площадь – площадь территории, на которой проводили работу согласно техническому заданию.

группы 1 медианная стоимость работ составляла 18.5 тыс. руб./га, при этом размах превысил 1 млн руб./га (табл. 1). Наибольшая вариабельность стоимости работ (коэффициент вариации 145%) отмечена в контрактах с площадью обрабатываемой территории менее 5 га.

Стоимость выполнения работ в группе 2 также значительно варьировала, при медианной стоимости 0.4 тыс. руб./га размах выборки составил 7.5 тыс. руб./га (табл. 1).

Рост размеров площадей участков, на которых были выполнены контракты по уничтоже-

нию зарослей борщевика или картографированию, следовал за увеличением цен контрактов (рис. 1). Между этими показателями установлена тесная положительная корреляционная связь, для контрактов группы 1 коэффициент корреляции R Спирмена составил 0.69 ($p < 0.001$), для контрактов группы 2 R Спирмена 0.83 ($p < 0.001$). Цена заключённого контракта линейно зависела от площади территории, на которой проводили работы по уничтожению или картографированию зарослей (рис. 1). Пять контрактов, выполненных на территории Московской и Ленинградской областей, существенно превышали медианное значение стоимости работ выборки, и вышли за пределы доверительного интервала 95% (рис. 1 А). Линейная зависимость цены работ по картографированию от площади участков была обусловлена показателями контракта № 0145200000412000372. Согласно его техническому заданию, площадь работ по мониторингу зарослей *H. sosnowskyi* в Ленинградской обл. составила 121 229 га, а стоимость работ – 2 299 999 руб. (рис. 1 Б).

В 309 контрактах группы 1 предусматривали обработку растений гербицидами, кошение использовали в 191 контракте, механизированную обработку почвы в 25 контрактах. Коше-

ние зарослей *H. sosnowskyi*, совместно с другими способами их ликвидации, проводили при выполнении 64 контрактов. Обработку гербицидами, без дополнительных мер борьбы, проводили в 263 контрактах. Механизированную обработку почвы под растениями *H. sosnowskyi* выполняли или в комбинации с кошением, или вместе с обработкой растений гербицидами. Технические задания 13 контрактов группы 2 включали работы по картографированию зарослей, 8 контрактов были связаны с мониторингом результатов поведённых работ.

Анализ контрактов группы 1, в которых был предусмотрен только один способ ликвидации растений, позволил сравнить стоимость химической обработки и кошения зарослей *H. sosnowskyi* (табл. 2). Медианная стоимость кошения составила около 30 тыс. руб./га, что в два раза выше стоимости обработки зарослей гербицидами

За период с 2011 по 2017 г. количество ежегодно выполняемых контрактов по уничтожению *H. sosnowskyi* возросло в пять раз (до 131 контракта в год), а количество работ по картографированию и мониторингу оставалось примерно на одном уровне и не превышало пяти контрактов в год (рис. 2). Суммарная цена кон-

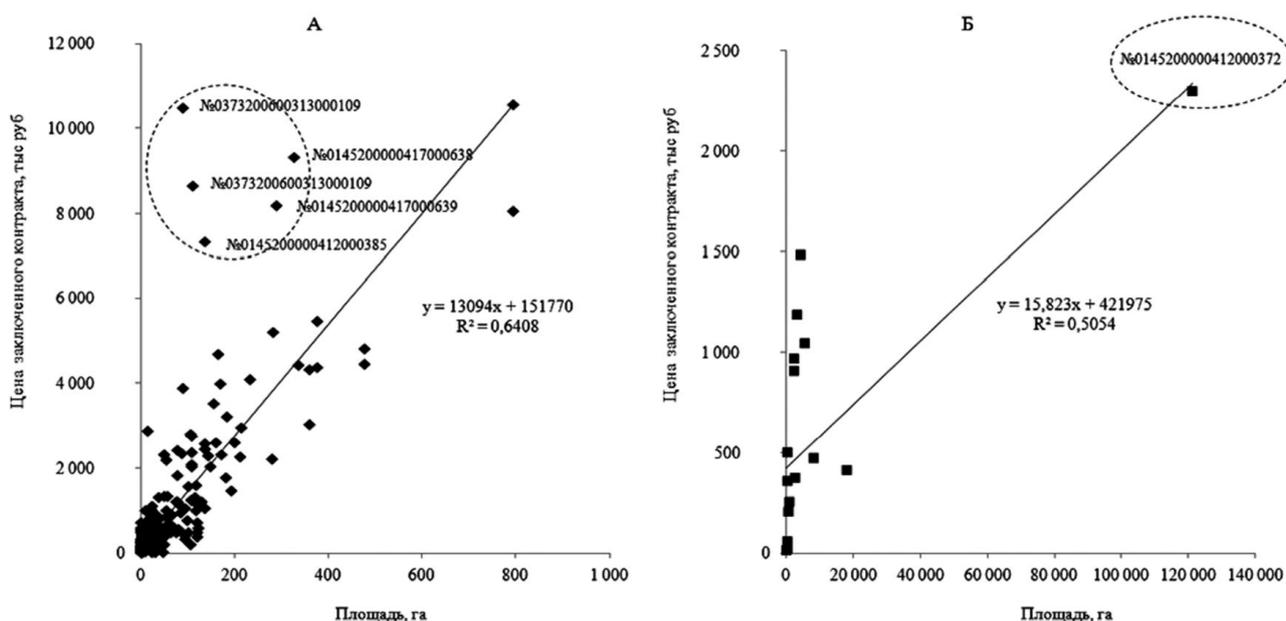


Рис. 1. Зависимость цен заключённых контрактов от площади территории, на которой проводили работы по ликвидации (А – группа 1, 454 контракта), картографированию и мониторингу (Б – группа 2, 19 контрактов) растений *Heracleum sosnowskyi* на территории России (2011–2017 гг.). Пунктиром обозначены контракты, существенно отклоняющиеся от медианных значений выборки.

Таблица 2. Описательная статистика стоимости работ по ликвидации растений *Heracleum sosnowskyi* в расчёте на единицу площади участков, руб./га (2011–2017 гг.)*

Показатель	Химическая обработка	Кошение	Картографирование	Мониторинг
Размер выборки	263	127	11	8
Среднее значение	25 064	67 873	1161	966
Ошибка среднего	4589	10 749	699	562
Медиана	14 486	29 767	371	380
Минимум	653	1134	19	191
Максимум	1 105 584	822 222	7478	4587

Примечание: * – описаны группы контрактов, где был предусмотрен только один вид работ.

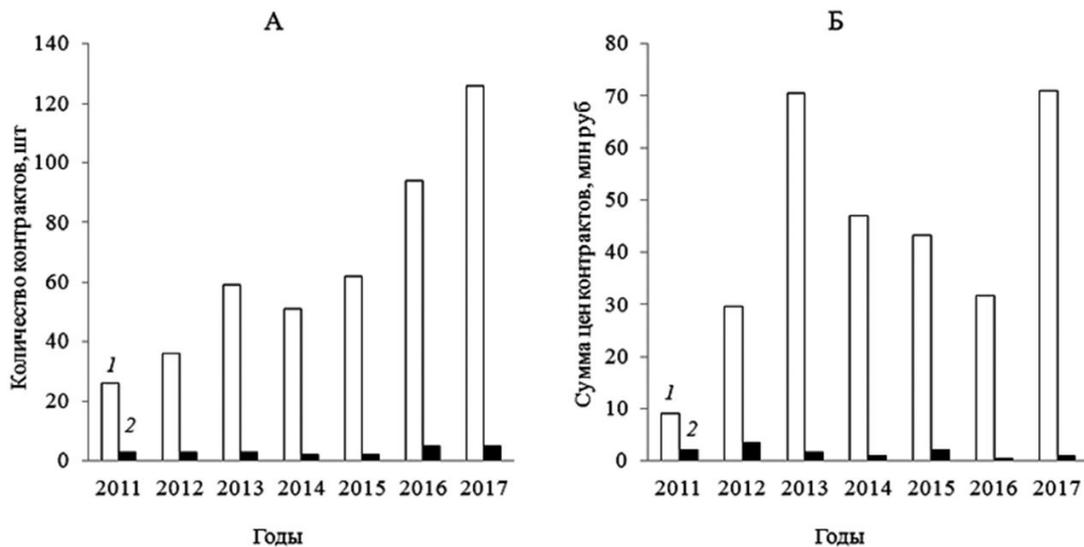


Рис. 2. Количество (А) и суммарная цена (Б) контрактов, заключённых для ликвидации (1 – группа 1, 454 контракта), картографирования и мониторинга (2 – группа 2, 23 контракта) растений *Heracleum sosnowskyi* на территории России (2011–2017 гг.).

трактов по уничтожению борщевика существенно варьировала от 10 до 70 млн руб./год без явно выраженного тренда (рис. 2). Медианная стоимость выполнения работ по контрактам группы 1 в расчёте на единицу площади имела явную тенденцию к снижению и в 2017 г. достигла 15,6 тыс. руб./га (рис. 3). Ежегодные затраты на картографирование и мониторинг не превышали 4 млн руб. (рис. 2). За семь лет общая площадь участков, на которых выполняли работы по ликвидации зарослей растений, увеличилась в 6 раз и в 2017 г. составляла 4 тыс. га. Напротив, общая площадь участков, на которых выполняли картографирование и мониторинг зарослей *H. sosnowskyi*, характеризовалась отрицательной динамикой (рис. 4).

С 2011 по 2017 г. медианная стоимость одного контракта группы 1 изменялась незначи-

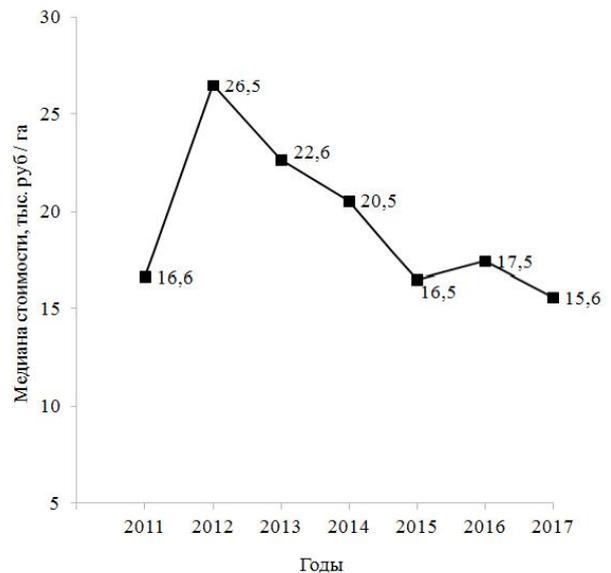


Рис. 3. Динамика медианы цены контрактов по ликвидации растений *Heracleum sosnowskyi* в расчёте на единицу площади участков на территории России (454 контракта, 2011–2017 гг.).

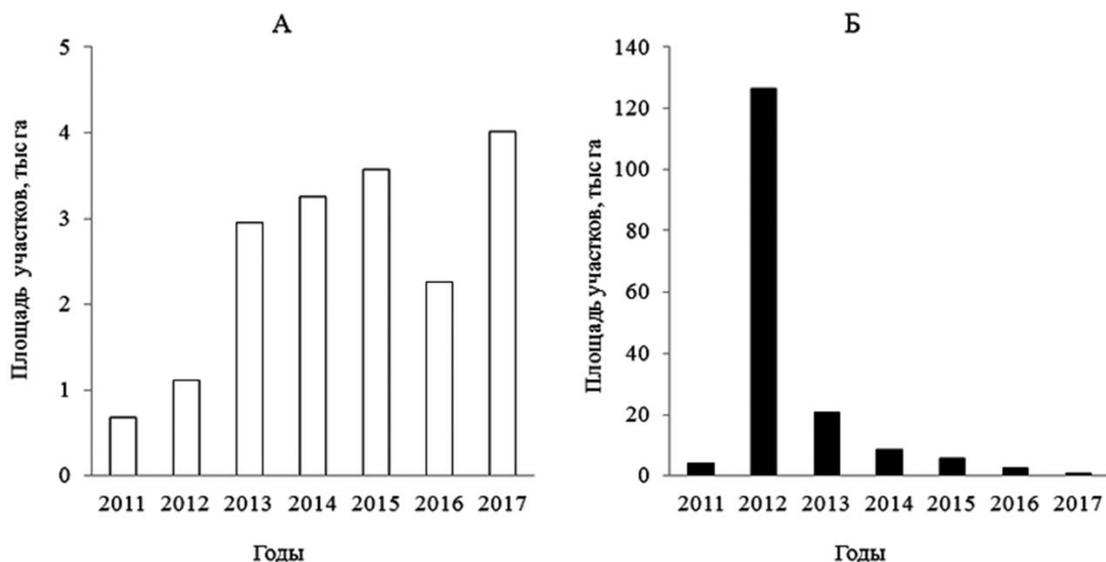


Рис. 4. Площадь участков работ по уничтожению (А, 454 контракта), картографированию и мониторингу (Б, 19 контрактов) зарослей *Heracleum sosnowskyi* на территории России (2011–2017 гг.).

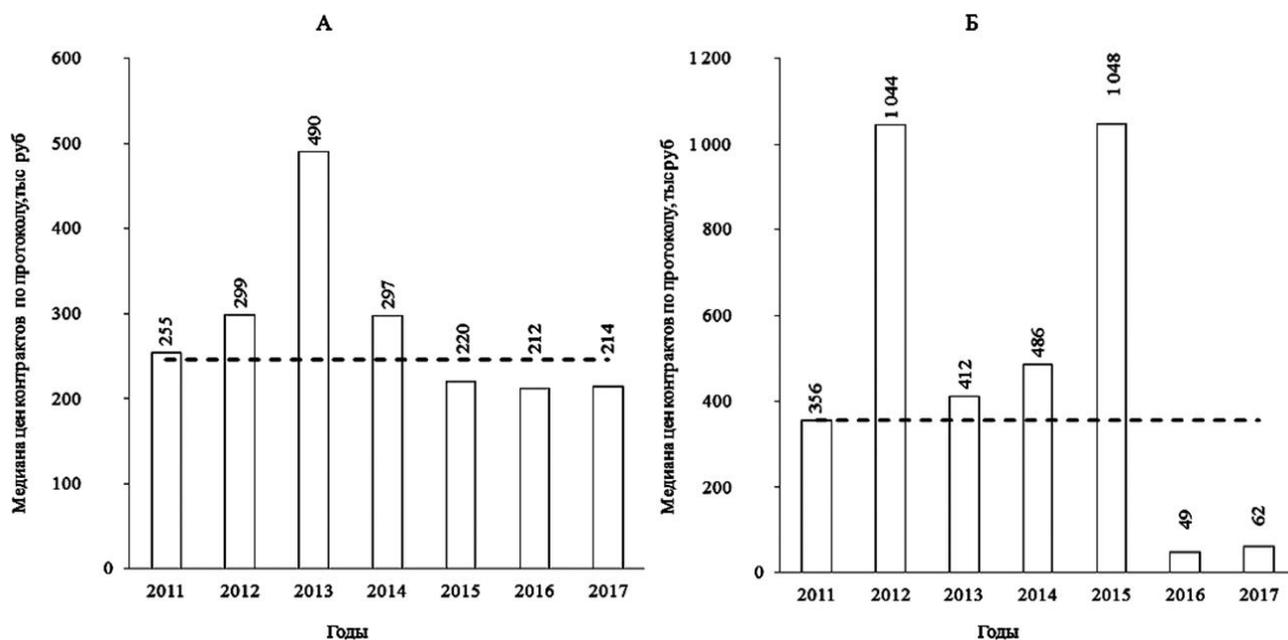


Рис. 5. Динамика цен работ по уничтожению (А – группа 1, 454 контракта), картографированию и мониторингу (Б – группа 2, 23 контракта) зарослей *Heracleum sosnowskyi* на территории России (2011–2017 гг.). Пунктирная линия – значение медианы для всей выборки.

тельно, за исключением 2013 г., когда в Ленинградской и Московской областях было выполнено 44 контракта на общую сумму 67 млн руб. (рис. 5 А). В группе 2 медианное значение стоимости одного контракта составило 356 тыс. руб., по годам величина этого показателя изменялась неравномерно (рис. 5)

Изучение частоты использования различных методов борьбы показывает, что за период с

2011 по 2017 г. количество контрактов, предусматривающих применение химических способов ликвидации *H. sosnowskyi*, возросло на порядок, а частота применения механических способов (кошение, вспашка) изменялась слабо (рис. 6). Количество контрактов группы 2, выполненных в течение года, варьировало от одного до пяти, без выраженной динамики.

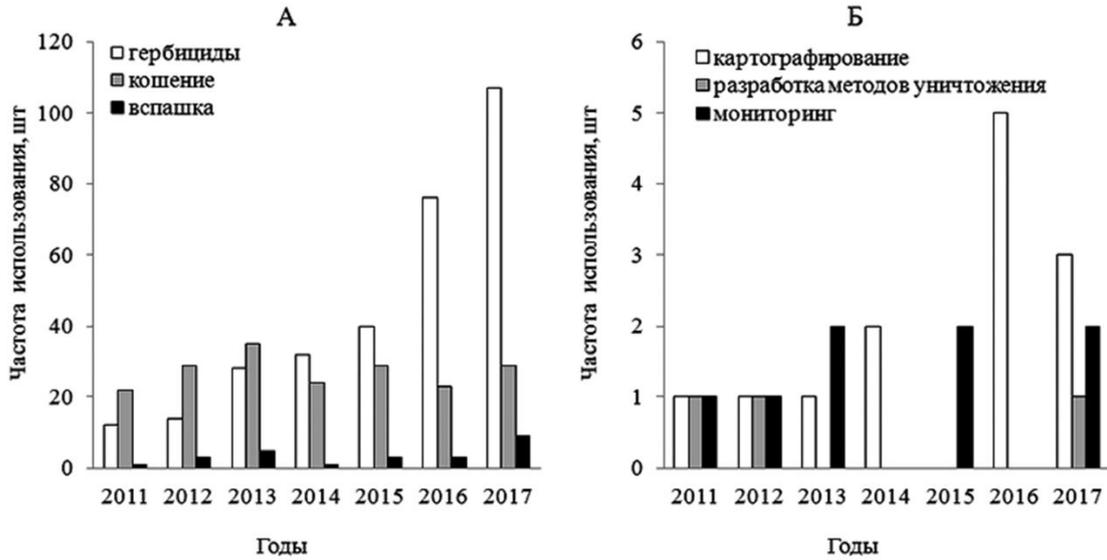


Рис. 6. Частота использования различных методов ликвидации зарослей *Heracleum sosnowskyi* (А, 454 контракта), картографирования, разработки методов и мониторинга за работами (Б, 23 контракта) на территории России (2011–2017 гг.).

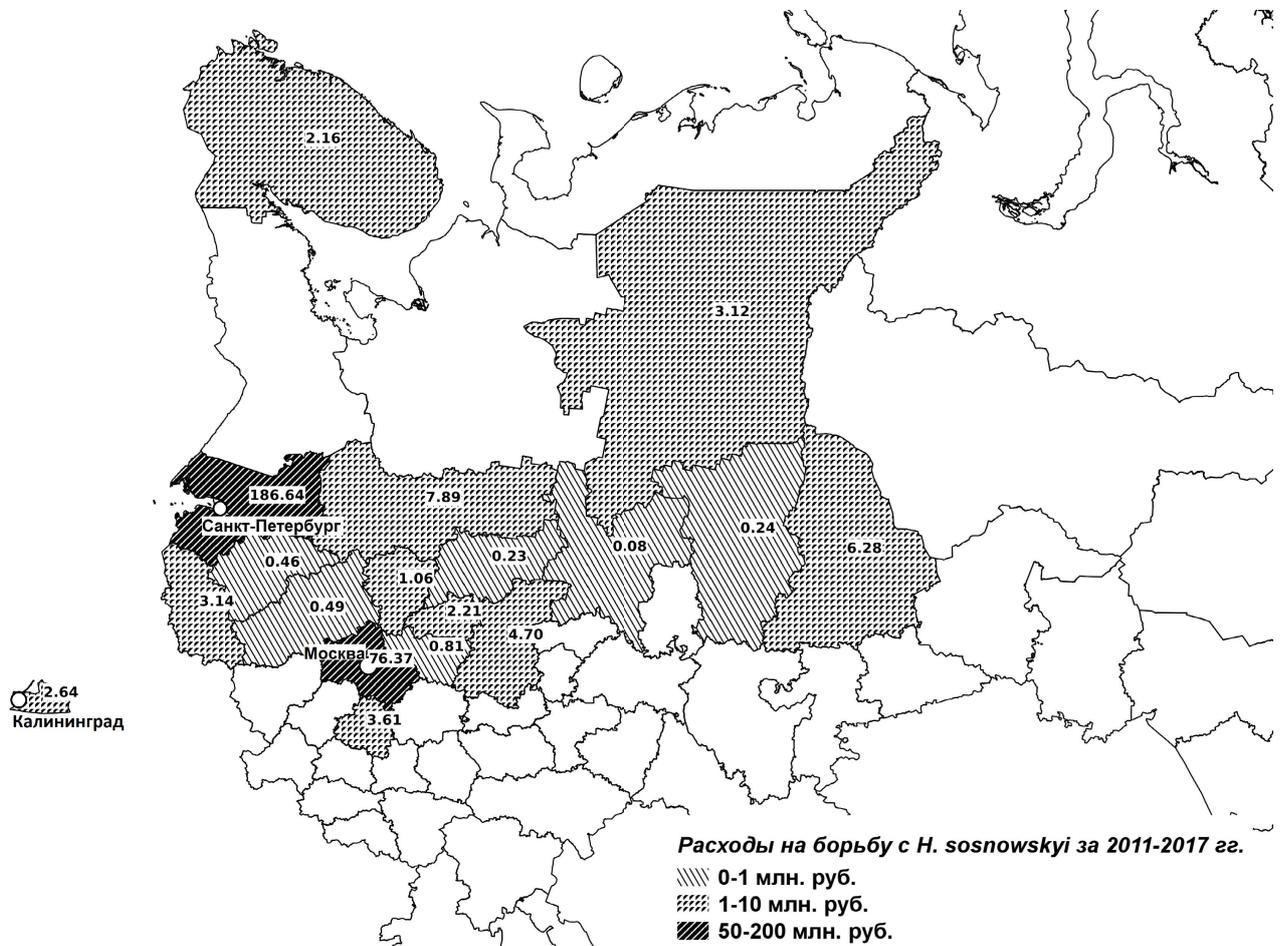


Рис. 7. Расходы на искоренение зарослей *Heracleum sosnowskyi* в регионах России за период 2011–2017 гг. ([Портал закупок..., 2018], 454 контракта по ликвидации растений механическими и химическими способами). Границы регионов приведены по данным Росреестра и GIS-Lab.info.

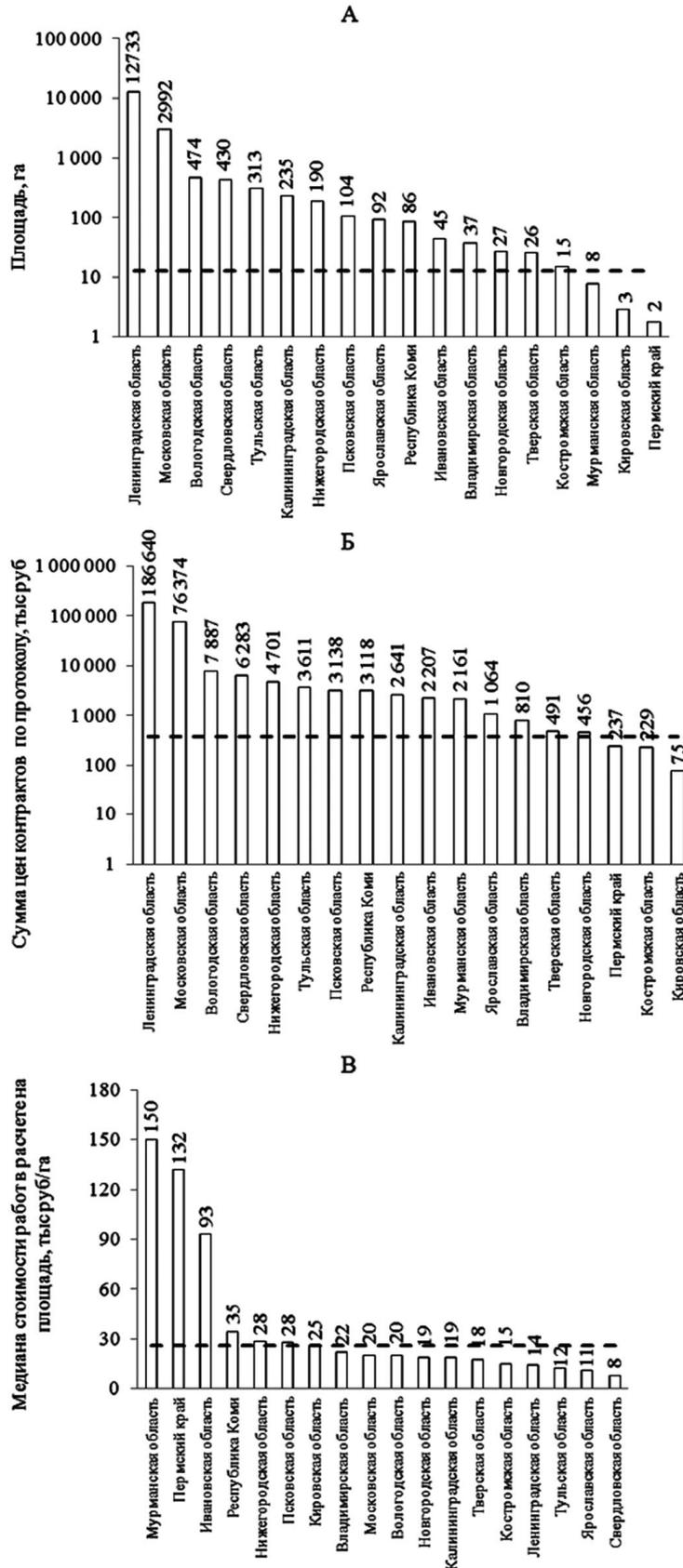


Рис. 8. Площади работ по искоренению зарослей *Heracleum sosnowskyi* (А), сумма цен контрактов (Б), стоимость работ в расчёте на единицу площади зарослей (В) в регионах России за период 2011–2017 гг. (454 контракта по ликвидации растений механическими и химическими способами). Пунктирная линия – медианное значение для всей выборки.

Анализ имеющихся данных позволил составить картосхему затрат для искоренения зарослей *Heracleum sosnowskyi* в регионах России (рис. 7). Лидерами по выполнению контрактов являются Ленинградская, Московская и Вологодская области, на которые приходится 90% всех обработанных площадей и 80% всех затрат (рис. 8 А, Б). Медианная стоимость работ в расчёте на единицу площади зарослей в этих регионах была близка к медиане генеральной выборки (25 817 руб./га). Наибольшая стоимость обработки единицы площади зарослей *H. sosnowskyi* (90–150 тыс. руб./га) отмечена в Мурманской обл., Пермском крае и Ивановской обл. (рис. 8 В). В Тульской, Ярославской и Свердловской областях проведение подобных работ оценивалось в 8–12 тыс. руб./га.

Анализ контрактов позволил сравнить затраты регионов при использовании разных методов для уничтожения зарослей *H. sosnowskyi*. Для этого использовали выборки контрактов, в которых растения ликвидировали исключительно с помощью кошения (127 контрактов) или только с применением гербицидов (263 контракта). Субъекты РФ были ранжированы по убыванию сумм расходов на скашивание *H. sosnowskyi*. В тройку лидеров вошли Московская и Вологодская области, Республика Коми (табл. 3). Медиана стоимости укоса одного гектара растений *H. sosnowskyi* в Мурманской, Ленинградской и Ивановской областях была в 4–9 раз выше медианного значения (30 тыс. руб./га) всей выборки (табл. 3).

Химические способы борьбы наиболее интенсивно использовали в Ленинградской, Московской и Тульской областях, где обработали 14 тыс. га зарослей *H. sosnowskyi* (табл. 4). Наибольшие затраты при использовании гербицидов в расчёте на один гектар отмечены в Мурманской обл. (150 тыс. руб./га), наименьшие – в Тульской обл. (11 тыс. руб./га).

Обсуждение результатов

В формировании современного вторичного ареала борщевика Сосновского на территории России основное значение имела преднамеренная интродукция вида, которая привела к локальному распространению растений на

территории сельских хозяйств в отдельных районах, а затем к неконтролируемому расширению ареала [Озерова, Кривошеина, 2018]. Одичание *H. sosnowskyi* на территории европейской части России началось в 1980-х гг., в Сибири первые находки вида вне агроценозов отмечены только в 2005 г. [Эбель и др., 2018]. В настоящее время растения *H. sosnowskyi* отмечены в 54 субъектах РФ [Chadin et al., 2017].

Систематические государственные закупки для выполнения контрактов по уничтожению нежелательных зарослей *H. sosnowskyi* проводятся с 2011 г. В период с 2011 по 2017 г. такие контракты были выполнены в 18 регионах России (рис. 7), в которых вид получил стремительное распространение [Озерова, Кривошеина, 2018]. В ближайшее десятилетие можно предполагать активную инвазию *H. sosnowskyi* на территории Сибири. На данный момент ситуация является крайне благоприятной для принятия превентивных мер и подавления единичных очагов распространения гигантских борщевиков [Эбель и др., 2018].

В мировой практике для оценки вторичного ареала гигантских борщевиков используют маршрутные исследования, данные дистанционного зондирования Земли, моделирование границ распространения [*Heracleum...*, 2009; Rušek et al., 2012], специализированные Интернет ресурсы по сбору данных о местах произрастания растений [Про борщевик, 2018а].

Оценка масштабов и границ инвазии *H. sosnowskyi* на территории Российской Федерации проведена в ряде работ [Афонин и др., 2017; Озерова и др., 2017; Панасенко, 2017; Chadin et al., 2017; Далькэ и др., 2018; Озерова, Кривошеина, 2018]. Согласно данным, представленным в документации выполненных контрактов, на территории России было выявлено около 190 тыс. га зарастающих растениями *H. sosnowskyi* (табл. 1). Основная часть обследований была проведена в Ленинградской обл. В большинстве случаев площади картографированных участков не превышали 5 тыс. га (рис. 1 Б), за исключением контракта № 0145200000412000372 по мониторингу зарослей *H. sosnowskyi* на площади более 120 тыс. га. Медианная стоимость выполнения

Таблица 3. Затраты и стоимость работ по ликвидации зарослей *Heracleum sosnowskyi* с помощью кошения в регионах России (127 контрактов*, 2011–2017 гг.)

Регион РФ	Сумма контрактов, руб.	Площадь участков, га	Стоимость работ в расчёте на площадь, руб./га
Московская область	46 426 773	1 212.1	38 301
Вологодская область	3 212 032	220.1	14 597
Республика Коми	2 778 457	74.2	37 435
Мурманская область	1 384 451	5.6	249 451
Свердловская область	951 498	119.3	7978
Нижегородская область	837 760	21.4	39 111
Ленинградская область	687 700	2.5	279 451
Псковская область	491 155	16.5	29 767
Ивановская область	471 688	3.6	131 756
Калининградская область	210 576	105.0	2005
Тульская область	196 590	2.7	73 906
Кировская область	30 000	0.3	100 000

Примечание: * – контракты, в которых использовали только метод кошения растений.

Таблица 4. Затраты и стоимость работ по ликвидации зарослей *Heracleum sosnowskyi* с помощью гербицидов в регионах России (263 контракта*, 2011–2017 гг.)

Регион РФ	Сумма контрактов, руб.	Площадь участков, га	Стоимость работ в расчёте на площадь, руб./га
Ленинградская область	171 929 845	12 042.1	14 277
Московская область	19 148 824	1504.7	12 726
Тульская область	3 182 810	295.0	10 791
Вологодская область	3 026 082	115.0	26 324
Нижегородская область	1 937 471	93.0	20 824
Ивановская область	1 501 811	38.9	38 617
Ярославская область	1 063 855	92.0	11 564
Владимирская область	810 000	37.0	21 892
Тверская область	490 640	26.0	18 893
Калининградская область	370 000	16.7	22 103
Республика Коми	339 198	12.1	27 941
Псковская область	236 446	10.5	22 519
Костромская область	229 450	15.2	15 083
Мурманская область	180 000	1.2	150 000
Новгородская область	151 007	10.1	14 907
Кировская область	18 618	1.5	12 412

Примечание: * – контракты, в которых использовали только химическую обработку растений.

работ по картографированию зарослей растений составила около 370 руб. за 1 гектар обследованной территории (табл. 1).

Публикации точных картографических данных мест произрастания *H. sosnowskyi* на территории России единичны. В городском округе Домодедово Московской обл. выявлено около 1.3 тыс. га зарослей *H. sosnowskyi* [Выявление и оконтуривание..., 2014]. В 2014 г. в Московской обл. было картографировано около 8 тыс. га зарослей (контракт № 0348300277514000038). Позже, общая площадь инвазии *H. sosnowskyi* в Москве и Московской обл. была оценена в 16.5 тыс. га [Мышляков, Артёмова, 2017]. На территории МОГО Сыктывкар (Республика Коми) проведено картографирование и определены географические координаты 283 га зарослей *H. sosnowskyi* [Далькэ и др., 2018].

С 2015 г. вид *H. sosnowskyi* включён в Отраслевой классификатор сорных растений, но ущерб или затраты на его ликвидацию в России до последнего времени не определяли. Классификация *H. sosnowskyi* как сорного растения позволила выделить бюджетные средства на мероприятия по борьбе с зарослями этого вида в Ленинградской, Московской, Вологодской, Кировской, Калининградской областях [Про борщевик, 2018б]. Государственная поддержка положительно повлияла на общее количество и динамику мероприятий в Ленинградской и Московской областях, где, согласно контрактам с 2011 по 2017 г., было обработано 15.7 тыс. га, что составило 88% от общей площади проведения работ по уничтожению зарослей *H. sosnowskyi* в России (рис. 8 А).

Стоимость работ по ликвидации *H. sosnowskyi* зависела от способа обработки территории (кошение, химическая обработка, вспашка) и существенно варьировала в разных регионах. В последние годы медианная стоимость уничтожения зарослей в расчёте на площадь выполненных работ стабилизировалась на уровне 16 тыс. руб./га (рис. 3). В большинстве регионов РФ эти затраты соответствовали медиане генеральной совокупности (рис. 8 В). Интересно отметить, что наибольшая вариабельность стоимости работ отмечена в тех случаях, когда площадь ликвидируемых

зарослей не превышала 5 га (коэффициент вариации 145%). С увеличением площади работ снижалась их относительная стоимость в расчёте на площадь участка. Высокая вариабельность стоимости работ по контролю инвазии гигантских борщевиков характерна для других стран. В Дании среднегодовые расходы на контроль инвазии составили 10 000 евро, при размахе между муниципалитетами от 50 евро до 60 000 евро. В Шотландии трудозатраты на уничтожение зарослей гигантских борщевиков на площади меньше 1 га оценены от 1 до 30 рабочих часов, на площадях от 9 до 19 га время работы варьировало от 1600 до 10 800 ч [Ecology and Management..., 2007].

По нашим данным, ежегодные затраты на ликвидацию *H. sosnowskyi* в России составили от 10 до 70 млн руб. (рис. 2), или от 0.07 до 0.5 рублей в расчёте на душу населения. В Швеции подобные расходы были существенно выше и достигали 73 млн шведских крон в год, или 8 шведских крон (в пересчёте 30 руб.) на человека [Gren et al., 2009]. В Германии расходы на контроль инвазии борщевиков составляли от 0.0005 [Rajmish et al., 2016] до 0.02 евро [Gren et al., 2009] (в пересчёте 0.04–0.5 руб.) на душу населения, что равноценно расходам в РФ.

Согласно общим расходам, основная часть работ по ликвидации *H. sosnowskyi* была выполнена в Центральном и Северо-Западном федеральных округах России (рис. 7). В Московской, Ленинградской и Вологодской областях уничтожено около 16 тыс. га зарослей растений (рис. 8). Как было отмечено, наиболее распространёнными методами борьбы с *H. sosnowskyi* являются кошение и применение гербицидов. Анализ документации заключённых контрактов показал, что в период с 2011 по 2017 г. гербициды использовали на гораздо большей площади, чем кошение (табл. 3, 4) и стоимость химического метода была в два раза ниже стоимости скашивания *H. sosnowskyi* (табл. 2). Стоимость кошения растений *H. sosnowskyi* была сопоставима со стоимостью аналогичных работ в Эстонии (около 650 долларов США / га). Следует отметить, что в Эстонии было ликвидировано около 30% (609

га) площадей нежелательных зарослей борщевиков [Nielsen et al., 2005], но позже были обнаружены новые очаги инвазии, и программа борьбы с растениями признана неэффективной.

По нашим данным, кошение нельзя рассматривать как самостоятельный, практически значимый метод борьбы с *H. sosnowskyi*. Успех инвазии гигантского борщевика связан с его биологическими особенностями на организменном и ценоотическом уровнях: высокие темпы роста, формирование плотного полога зарослей, высокая семенная продуктивность и ежегодное обновление банка семян, высокая защищённость почек возобновления от механических повреждений [Ecology and Management..., 2007; Dalke et al., 2015; Маслова и др., 2018]. Заросли борщевика эффективно противостоят скашиванию надземной части. Недооценка этих сведений и определенная инертность в принятии решений до сих пор приводят к широкому использованию метода кошения для ликвидации *H. sosnowskyi*. Тем не менее, в последние годы наблюдается постепенное снижение активности использования скашивания для уничтожения *H. sosnowskyi* и существенный рост количества контрактов, предусматривающих использование гербицидов (рис. 6), на фоне кратного увеличения общего числа заключённых контрактов (рис. 2). Субсидии на возмещение затрат на борьбу с *H. sosnowskyi* сельскохозяйственным производителям Ленинградской и Калининградской областей предоставляют только при использовании эффективных химических методов борьбы [Об областном бюджете..., 2016]. Химические методы для предотвращения плодоношения и распространения новых семян гигантских борщевиков предлагают рассматривать в качестве первого шага в стратегии уничтожения растений. После химической обработки предлагается формировать замещающий посев, использовать механические и комбинированные методы борьбы [Ecology and Management..., 2007].

На данный момент полностью ликвидировать нежелательные заросли гигантских борщевиков считается невозможным, поэтому

необходимо разработать варианты управления этими видами и ограничить расширения их вторичных ареалов [Ecology and Management..., 2007; Pyšek et al., 2012; Pergl et al., 2016; Rajmis et al., 2016], обратить внимание на международное сотрудничество по вопросам биологических вторжений [Paini et al., 2016; Pratt et al., 2017]. По мнению ряда авторов, эффективному противостоянию инвазионных видов в разных странах препятствует недостаточная координация между законодательством, научными исследованиями и методами управления [Pergl et al., 2016]. Управление инвазиями должно включать в себя механизм раннего обнаружения и принятия решений по их ликвидации, достаточное количество и эффективное распределение ресурсов для выполнения необходимых видов работ, надзор. Искоренение следует проводить на самом раннем этапе вторжения, когда объём инвазии относительно небольшой [Wadsworth et al., 2000; Эбель и др., 2018]. Условием успешной работы является оценка частоты появления новых заражений и определение их точных границ. Например, для успешной борьбы с сорняком заразой ветвистой (*Orobancha ramosa* L.) в условиях Австралии, ежегодное количество новых очагов не должно превышать 50, иначе инвазия прогрессирует [Panetta, Lawes, 2007]. Изучение биологии инвазионных видов растений позволяет прогнозировать их распространение [Dalke et al., 2015; Chadin et al., 2017], повышать качество управления инвазиями [Simberloff, 2008]. Моделирование стратегий управления биологическими вторжениями показывает, что успешный контроль численности гигантских борщевиков в региональном масштабе возможен только на основе результатов исследований пространственного распределения растений, структуры популяции, онтогенеза, эколого-физиологических особенностей [Wadsworth et al., 2000; Dalke et al., 2015; Chadin et al., 2017]. С другой стороны, мета-анализ 136 кампаний по искоренению 75 инвазионных видов показал, что успехом заканчиваются мероприятия, проводимые на территории, ограниченной размерами населённого пункта или небольшого реги-

она. Крайне мало сообщений об успешном искоренении инвазионных видов на уровне стран или континентов [Pluess et al., 2012]. Краткосрочные программы (до одного года) по искоренению сорняков признаны малоэффективными [Wadsworth et al., 2000], долгосрочные работы рассчитывают на период более 10 лет [Panetta, Lawes, 2007; Rajmis et al., 2016].

Накопленный объём знаний о биологии *H. sosnowskyi* [Шумова, 1970; Сацыперова, 1984; Скупченко, 1989; Ecology and Management..., 2007; Dalke et al., 2015; Веселкин и др., 2017] позволяет сформулировать основные принципы управления его инвазией. В условиях ограниченных ресурсов следует отказаться от идеи разового, одномоментного (за один полевой сезон) уничтожения всех зарослей вида на территории региона. Системную работу по ликвидации *H. sosnowskyi* необходимо начать с реализации пилотного проекта на территории одного-двух населённых пунктов [Далькэ и др., 2018]. Для этого необходимо: 1) провести учёт и картографирование территорий, занятых зарослями *H. sosnowskyi*; 2) классифицировать территории, занятые *H. sosnowskyi* по типам хозяйственного использования и степени опасности для населения; 3) установить собственников земельных участков; 4) определить приоритетные участки для уничтожения зарослей растений; 5) выполнить работы по уничтожению *H. sosnowskyi* на выбранных участках; 6) организовать надзор для оценки эффективности выполненных мероприятий; 7) создать и поддерживать буферные зоны шириной не менее 6 м на границах участков, контактирующих с необработанными зарослями *H. sosnowskyi*. С учётом опыта, полученного в ходе реализации пилотного проекта, необходимо разработать стратегию уничтожения нежелательных зарослей на всей территории региона. Для уменьшения негативных последствий распространения растений *H. sosnowskyi* следует проводить регулярную пропаганду знаний об этом виде среди населения [Про борщевик, 2018в].

Целесообразность уничтожения растений *H. sosnowskyi* на землях сельскохозяйственного назначения дискуссионна. Замещение это-

го вида сельскохозяйственными культурами не представляет сложности. Проведение этих мероприятий ограничено темпами вовлечения земель в сельскохозяйственное производство. В то же время, гигантские борщевики на заброшенных землях могут приводить к повышению концентрации минеральных элементов (К, Mn), усилению динамики азота в почве [Vanderhoeven et al., 2005], замедлять зарастание полей древесно-кустарниковой растительностью.

На территории России искоренение нежелательных зарослей *H. sosnowskyi* проводят более семи лет, но абсолютное большинство выполненных за это время контрактов не включало в себя комплексных мероприятий, обеспечивающих эффективный контроль инвазии. В одном контракте № 0106200001317000073 было предусмотрено картографирование зарослей с последующей разработкой практических рекомендаций по наиболее эффективному методу борьбы с растениями *H. sosnowskyi* с учётом природно-экологических условий Республики Карелия. Количество работ, направленных на уничтожение зарослей, было существенно выше (95% контрактов) по сравнению с картографированием и мониторингом (5%), в отдельные годы некоторые виды работ не проводили (рис. 6 Б). С другой стороны, в 2014 г. обследование территории Ленинградской обл. на засорённость *H. sosnowskyi* было приостановлено из-за отставания темпов борьбы с растениями от темпов обследования территории. В результате выполнения контрактов с 2011 по 2017 г. в области было ликвидировано не более 10% площадей картографированных зарослей (рис. 8 А).

Разрозненность мероприятий по картографированию и ликвидации зарослей, хаотичность работ, повторные обработки на одном и том же участке, использование неэффективных методов борьбы часто затрудняют или вовсе обесценивают затраченные усилия. Эффективность выполненных работ также снижают отсутствие планирования в краткосрочной и долгосрочной перспективе, недостаточный учёт биологических особенностей вида, ограниченное количество ресурсов. Высокая

вариабельность и размах показателей заключённых контрактов, наличие значительных отклонений в сторону завышенной стоимости работ по ликвидации зарослей *H. sosnowskyi* наблюдаются при выполнении работ на площадях обрабатываемой территории менее 5 га.

Выводы

Анализ закупочной деятельности [Портал закупок..., 2018] показал, что в период с 2011 по 2017 г. в Российской Федерации выполнено не менее 477 контрактов по ликвидации зарослей инвазионного вида *H. sosnowskyi* на общую сумму 314 млн руб. Картографирование нежелательных зарослей провели на площади 169 тыс. га, работы по ликвидации зарослей выполнены на площади 18 тыс. га. На низкоэффективное и более дорогостоящее, по сравнению с применением гербицидов, кошение зарослей *H. sosnowskyi* израсходовано 58 млн руб.

Системную работу с нежелательными зарослями *H. sosnowskyi* необходимо начать с реализации пилотного проекта на ограниченной территории. Проект должен включать в себя полный комплекс мероприятий, обеспечивающих максимальную эффективность контроля инвазии. Выполнение масштабных проектов в субъектах Российской Федерации следует проводить в рамках долгосрочной программы на основе имеющихся данных и опыта борьбы с инвазией *H. sosnowskyi*.

Благодарности

Проведение работы поддержано проектом РФФИ № 16-44-110694 р_а «Эколого-физиологическое моделирование географических пределов распространения инвазивных видов растений на примере борщевика Сосновского в таёжной зоне европейской части России», выполняемым на основе Соглашения между Правительством Республики Коми и РФФИ на 2013–2017 гг.

Литература

Афонин А.Н., Лунева Н.Н., Ли Ю.С., Коцарева Н.В. Эколого-географический анализ распространения и встречаемости борщевика Сосновского (*Heracleum*

- sosnowskyi* Manden.) в связи со степенью аридности территорий и его картирование для европейской территории России // Экология. 2017. № 1. С. 66–69.
- Веселкин Д.В., Иванова Л.А., Иванов Л.А., Микрюкова М.А., Большаков В.Н., Бетехтина А.А. Способность к быстрому использованию ресурсов как основа инвазивного синдрома *Heracleum sosnowskyi* // Доклады Академии наук. 2017. Т. 473. № 1. С. 114–117.
- Выявление и оконтуривание мест распространения борщевика Сосновского на территории городского округа Домодедово на основе ГИС-технологий». ООО «Раменский региональный экологический центр», 2014 (Электронный документ) // (<http://www.rrec.ru/news/index.php?news=2061>). Проверено 09.07.2018.
- Далькэ И.В., Захожий И.Г., Чадин И.Ф. Распространение борщевика Сосновского и мероприятия по его ликвидации на территории МО ГО «Сыктывкар» (Республика Коми) // Вестник Института биологии. 2018. № 3(205) С. 2–13. doi.org/10.31140/j.vestnikib. 2018.3(205).1
- Дгебуадзе Ю.Ю. Чужеродные виды в Голарктике: некоторые результаты и перспективы исследований // Российский журнал биологических инвазий. 2014. Т. 7. № 1. С. 2–8.
- Кармазин С.А. Практика анализа фитосанитарного риска и оценки потенциального экономического ущерба окружающей среде в РФ // Защита и карантин растений. 2013. № 10. С. 31–33.
- Магомедов У.Ш., Мазурин Е.С., Миронова М.К. Экономический ущерб от карантинных вредных организмов в России // Карантин растений. 2013. № 2 (4). С. 8–2.
- Маслова С.П., Малышев Р.В., Далькэ И.В. Влияние температуры на рост и энергетический баланс молодых тканей борщевика Сосновского в условиях Севера // Экология и география растений и растительных сообществ: Материалы IV Международной научной конференции (Екатеринбург, 16–19 апреля 2018 г.). Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та; Гуманитарный ун-т, 2018. С. 555–559.
- Мышляков С.Г., Артёмова А.И. Картографирование мест произрастания борщевика Сосновского по космическим снимкам Sentinel 2 (компания «Совзонд») // Пятнадцатая Всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», 13–17 ноября 2017 г. Москва, Институт космических исследований РАН (Электронный документ) // (http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=144&thesis=6365). Проверено 09.07.2018.
- О внесении изменений в государственную программу Московской области «Сельское хозяйство Подмосковья»: Постановление Правительства Московской области от 17.10.2017 № 862/38 (Электронный документ) // (http://mosreg.ru/download-doc?url=/upload/gallery/265/152765_de3d6e7281174ace7fcb_9b4c889adc_ced9450c73.pdf). Проверено 09.07.2018.
- О государственной поддержке социально-экономического развития Вологодской области: Постановление

- Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от 29.06.2016 № 443-СФ (Электронный документ) // (<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102349661&backlink=1&nd=102402319&rdk=>). Проверено 02.05.2018.
- О государственной поддержке социально-экономического развития Кировской области: Постановление Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от 12.04.2017 № 102-СФ (Электронный документ) // (<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102349850&backlink=1&nd=102430150&rdk=>). Проверено 02.05.2018.
- Об областном бюджете Ленинградской области на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов: Областной закон Ленинградской области от 09.12.2016 N 90-оз (ред. От 31.10.2017) (Электронный документ) // (<http://docs.cntd.ru/document/441805937>). Проверено 02.05.2018.
- Озерова Н.А., Кривошеина М.Г. Особенности формирования вторичных ареалов борщевиков Сосновского и Мантегацци (*Heracleum sosnowskyi*, *H. mantegazzianum*) на территории России // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 1. С. 78–87.
- Озерова Н.А., Широкова В.А., Кривошеина М.Г., Петросян В.Г. Пространственное распределение борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) в долинах больших и средних рек восточно-европейской равнины (по материалам экспедиционных исследований 2008–2016 гг.) // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 3. С. 38–63.
- Панасенко Н.Н. Некоторые вопросы биологии и экологии борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) // Российский журнал биологических инвазий 2017. № 2. С. 95–106.
- Портал закупок: Единая информационная система в сфере закупок Российской Федерации (Электронный документ) // (<http://zakupki.gov.ru>). Проверено 09.07.2018.
- Про борщевик. 2018а (Электронный документ) // (<http://proboreshevik.ru/archives/194>). Проверено 02.05.2018.
- Про борщевик. 2018б (Электронный документ) // (<http://proboreshevik.ru/archives/3151>). Проверено 02.05.2018.
- Про борщевик. 2018в (Электронный документ) // (<http://proboreshevik.ru>). Проверено 02.05.2018.
- Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Л.: Наука, 1984. 223 с.
- Сенатор С.А., Розенберг А.Г. Эколого-экономическая оценка ущерба от инвазионных видов растений // Успехи современной биологии. 2016. Т. 136. № 6. С. 531–538.
- Скупченко Л.А. Семеноведение борщевика на Севере. Л.: Наука. 1989. 119 с.
- Шумова Э.М. Изучение онтогенетического морфогенеза борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и борщевика Мантегацци (*Heracleum mantegazzianum* Somm. et Lev.) в связи с введением их в культуру: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1970 г.
- Эбель А.Л., Зыкова Е.Ю., Михайлова С.И., Черногривов П.Н., Эбель Т.В. Расселение и натурализация инвазивного вида *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Apiaceae) в Сибири // Экология и география растений и растительных сообществ: Материалы IV Международной научной конференции (Екатеринбург, 16–19 апреля 2018 г.). Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та; Гуманитарный ун-т, 2018. С. 1065–1070.
- Bradshaw C.J.A., Leroy B., Bellard C. et al. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects // Nature Communications. 2016. Vol. 7. No. 12986. doi:10.1038/ncomms12986
- Chadin I., Dalke I., Zakhochiy I. et al. Distribution of the invasive plant species *Heracleum sosnowskyi* Manden. in the Komi Republic (Russia) // PhytoKeys. 2017. Vol. 77. P. 71–80. doi:10.3897/phytokeys.77.1186
- Dalke I.V., Chadin I.F., Zakhochiy I.G. et al. Traits of *Heracleum sosnowskyi* plants in monostand on invaded area // PLoS ONE. 2015. Vol. 10. No. 11. P. e0142833. doi.org/10.1371/journal.pone.0142833
- Dergunova N.N., Petrosyan V.G., Dgebuadze Yu.Yu. Priority targets for alien species control in Russia // Journal Ecology and Safety. 2012. No. 6. P. 372–389 // (<https://www.scientific-publications.net/download/ecology-and-safety-2012-1.pdf>). Проверено 09.07.2018.
- Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum Mantegazzianum*) / Eds. P. Pyšek, M.J.W. Cock, W. Nentwig, H.P. Ravn. CABI Publishing Wallingford, United Kingdom. 2007. 352 p.
- Gren I-M., Isacs L., Carlsson M. Costs of alien invasive species in Sweden // AMBIO. 2009. Vol. 38. No. 3. P.135–140. doi: 10.1579/0044-7447-38.3.135
- Heracleum mantegazzianum*, *Heracleum sosnowskyi* and *Heracleum persicum* // EPPO Bulletin. 2009. Vol. 39. No. 3. P. 489–499. doi:10.1111/j.1365-2338.2009.02313.x
- Hulme P.E. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions // Journal of Applied Ecology. 2006. Vol. 43. No. 5. P. 835–847. doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01227.x
- Hulme P.E. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization // Journal of Applied Ecology. 2009. Vol. 46. No. 1. P. 10–18. doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x
- Jakubowicz O., Žaba C., Nowak G. et al. *Heracleum sosnowskyi* Manden. // Annals of Agricultural and Environmental Medicine. 2012. Vol. 19. No. 2. P. 327–328.
- Karimian-Teherani D., Kinaciyan T., Tanew A. Photoallergic contact dermatitis to *Heracleum giganteum* // Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine. 2007. Vol. 24. P. 99–101.
- Kettunen M., Genovesi P., Gollasch S. et al. Technical support to EU Strategy on Invasive Alien Species (IAS) – Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU. Institute for European Environmental Policy, London and Brussels. 2009.

- Nielsen C., Ravn H.P., Nentwig W. et al. The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. Forest & Landscape Denmark, Hoersholm. 2005. 44 p.
- Paini D.R., Sheppard A.W., Cook D.C., et al. Global threat to agriculture from invasive species // *Proc Natl Acad Sci USA*. 2016. Vol. 113. No. 27. P. 7575–7579. doi.org/10.1073/pnas.1602205113
- Panetta F., Lawes R. Evaluation of the Australian branched broomrape (*Orobanche ramosa*) eradication program // *Weed Sci*. 2007. Vol. 55. No. 6. P. 644–651. doi.org/10.1614/WS-07-058.1
- Pergl J., Sadlo J., Petrussek A. et al. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy // *NeoBiota*. 2016. Vol. 28. P. 1–37. doi: 10.3897/neobiota.28.4824
- Pimentel D. Biological invasions: economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species. (Second ed.), Taylor and Francis Group, 2011. 384 p.
- Pluess T., Cannon R., Jarošík V. et al. When are eradication campaigns successful? A test of common assumptions // *Biological Invasions*. 2012. Vol. 14 P. 1365–1378. doi: 10.1007/s10530-011-0160-2
- Pratt C.F., Constantine K.L., Murphy S.T. Economic impacts of invasive alien species on African smallholder livelihoods // *Global Food Security*. 2017. Vol. 14. P. 31–37. doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.011.
- Pyšek P., Chytrý M., Pergl J. et al. Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats // *Preslia*. 2012. Vol. 84. P. 575–630.
- Pyšek P., Richardson D. Invasive species, environmental change and management, and health // *Annual Review of Environment and Resources*. 2010. Vol. 35. P. 25–55. doi.org/10.1146/annurev-environ-033009-095548
- Rajmis S., Thiele J., Marggraf R. A cost-benefit analysis of controlling giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) in Germany using a choice experiment approach // *NeoBiota*. 2016. Vol. 31. P. 19–41. doi:10.3897/neobiota.31.8103
- Simberloff D. We can eliminate invasions or live with them. Successful management projects // *Biological Invasions*. 2008. Vol. 11. No. 1. P. 149–157. doi:10.1007/s10530-008-9317-z
- Vanderhoeven S., Dassonville N., Meerts P. Increased topsoil mineral nutrient concentrations under exotic invasive plants in Belgium // *Plant and Soil*. 2005. Vol. 275. No. 1–2. P. 169–179. doi.org/10.1007/s11104-005-1257-0
- Wadsworth R.A., Collingham Y.C., Willis S.G. et al. Simulating the spread and management of alien riparian weeds: are they out of control? // *Journal of Applied Ecology*. 2000. Vol. 37. P. 28–38. doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00551.x
- Zenodo (Электронный ресурс) // (<https://doi.org/10.5281/zenodo.1257332>). Проверено 09.07.2018.

ANALYSIS OF MANAGEMENT ACTIVITIES ON CONTROL OF SOSNOWSKYI'S HOGWEED (*HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN.) INVASION ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Dalke I.V., Chadin I.F., Zakhozhiy I.G.

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar, 167982;
e-mail: dalke@ib.komisc.ru

The analysis of 477 government contracts on control of the *Heracleum sosnowskyi* Manden. invasion carried out in 18 Russian regions from 2011 to 2017 are presented. According to the official data 95% of the contracts included works on the destruction of *H. sosnowskyi* plants, and the rest were connected with the determination of invaded areas, the development of methods for their elimination, and the supervision of the works carried out. Over seven years, *H. sosnowskyi* stands were mapped on the area of 169 000 hectares, and destroyed on the area of 18 000 hectares. The total cost of 477 government contracts amounted to 314 million rubles. The most large-scale works on *H. sosnowskyi* eradication were made in the Leningrad, Moscow and Vologda regions, where the funds for invasion control were reserved in the regions budgets. The high variability of the work cost was revealed for the contracts with processing areas less than 5 hectares. The median cost of mapping the *H. sosnowskyi* stands was about 370 rubles / ha. The mowing cost of *H. sosnowskyi* was about 30 thousand rubles / ha (median value), which was twice greater the cost of treating the stands with herbicides. In the context of limited funding, systemic work on *H. sosnowskyi* thicket control should be initiated with a pilot project on the territory of one or two settlements, and then this experience should be spread to a larger region. Data on 477 government contracts used in the paper are freely available on the server Zenodo.

Key words: *Heracleum sosnowskyi*, invasion, plant thicket eradication, mowing, herbicides, mapping, monitoring, contracts, eradication costs.