

Идентификация борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden) по данным дистанционного зондирования Земли в Среднем Предуралье

Д.С. Фомин, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ;
А.Н. Чащин, к.б.н., ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

В Пермском крае борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden) ввели в культуру в начале 70-х годов как кормовое растение благодаря своим достоинствам: неприхотливость, холодоустойчивость, быстрый рост весной и формирование большой растительной массы, высокое содержание углеводов, витаминов, микроэлементов [1–3]. Несмотря на все преимущества, негативным свойством и причиной отказа в 1980-е гг. от культуры явилось наличие фурукумаринов в зелёной массе растений, идущей на силос, что негативно сказывалось на здоровье животных, ухудшало качество сельскохозяйственной продукции [4, 5]. Растение перешло из разряда культурных в инвазивные. Одичавшие формы борщевика Сосновского освоили значительные территории многих регионов РФ, в том числе и Пермского края [6, 7]. Установлено, что ежегодно на залежных землях происходит увеличение площадей распространения борщевика Сосновского в среднем по РФ на 10% [8].

На сегодняшний день самым распространённым методом определения площадей распространения Борщевика является глазомерный. Точный учёт ареалов распространения этого сорного растения необходим для определения затрат на борьбу с ним. Ошибки при расчёте площадей зарастания приводят к удорожанию сметы агротехнических мероприятий по устранению борщевика. Современным и актуальным методом оценки земель на предмет зарастания борщевиком является дистанционный, который основан на обработке аэрокосмических снимков в геоинформационных системах. В регионах РФ (Московская, Ленинградская, Брянская и др.) уже имеется опыт мониторинга борщевика Сосновского с использованием геоинформационных систем [9]. Для территории Пермского края этот вопрос не изучен, имеются данные о распространении его на пашне Пермского края, но точная информация отсутствует.

Целью исследования являлась оценка ареалов распространения борщевика Сосновского и разработка способа его идентификации с использованием геоинформационных технологий.

Материал и методы исследования. Объектом исследования был выбран ключевой земельный участок (кадастровый номер 59:32:1440001:19), который в значительной степени содержит ареалы распространения борщевика Сосновского. Участок расположен в Култаевском сельском поселении Пермского района Пермского края. Рельеф участка ровный, общая площадь равна 2,2 га. Категория

земель — земли населённых пунктов, целевое назначение — под индивидуальное жилищное строительство (рис. 1).



Рис. 1 – Схема участка

Для оценки ареалов зарастания земельного участка борщевиком Сосновского использован космический снимок очень высокого пространственного разрешения WorldView-3 (пространственное разрешение 30 см на пиксель). Снимок был получен из геокаталога космических снимков SOVZOND [10]. Дата съёмки 2 июля 2018 г. На снимке многочисленные соцветия зонтичного растения имеют светлые тона окраски, поэтому его ареалы чётко выделяются на фоне окружающей зелёной растительности.

Расчёт площадей, занимаемых борщевиком, и картографические материалы выполнялись в геоинформационной системе QGIS. Идентификация растительности осуществлялась методом неконтролируемой классификации спутникового снимка в программе MultiSpec [11]. При кластерном анализе методом ISODATA задавалось три класса: 1-й класс — травянистая растительность, 2-й класс — древесная растительность и 3-й класс — борщевик Сосновского в фазе цветения. Растровое изображение выявленных классов преобразовывалось в векторные полигоны в программе QGIS. Полигоны 3-го класса (борщевик Сосновского) были преобразованы в географическую систему координат и загружены в мобильное ГИС-приложение NextGIS Mobile (формат GeoJSON). В полевых условиях с применением данной программы проведена проверка выявленных камеральным путём ареалов, и на отдельных участках сделаны фото (рис. 2).

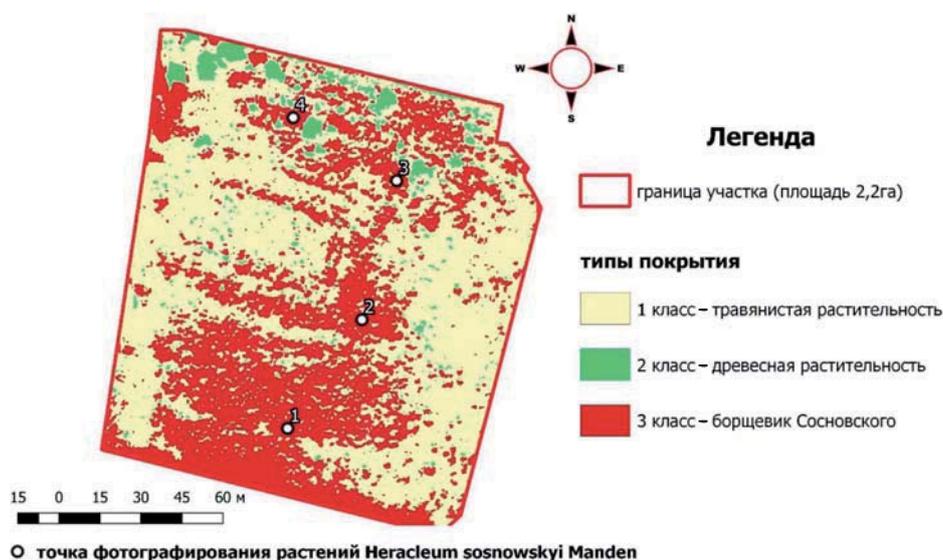


Рис. 2 – Результаты классификации спутникового снимка и полевых наблюдений

Результаты исследования. В результате геоинформационной обработки высокоточного спутникового снимка установлено 100-процентное покрытие земельного участка растительностью. Основную часть территории занимает травянистая растительность – 1,25 га (57%), а наименьшая площадь принадлежит древесной – 0,08 га (4%). Площадь участка, заросшая борщевиком, оказалась равна 0,88 га (39%). Для удобства полевой идентификации полученные данные организованы по трём слоям (рис. 3).

Одной из важных характеристик объектов, изображённых на спутниковом снимке, является их спектральная отражательная способность. Она позволяет математически доказать достоверность различий разных растений, изображённых на снимке. Число каналов в использованном снимке ограничено тремя, но при этом по полученным значениям можно в целом отличить количественно растительные объекты. Расчёт «уровня серого» каналов снимка WorldView-3 выполнен модулем «Зональная статистика» в QGIS (табл.).

Среднее значение отражения борщевика в трёх каналах снимка является наиболее высоким, что связано с периодом его цветения – белые соцветия значительно отражают свет в видимом

диапазоне электромагнитного спектра. При этом в красном канале наблюдается характерное для всех сосудистых растений поглощение, что отмечается даже у цветущего борщевика. Очевидно, на это повлияло проглядывание зелёных листьев сквозь зонтик соцветия. Критерий достоверности различий спектральной яркости борщевика и других растений оказался существенным [12]. Различия между классами растительного покрытия достоверны при $P < 0,05$.

Общее число ареалов борщевика составило 30, площадь ареала варьирует от 1 до 3457 м². На основании полевого обследования средствами мобильной ГИС установлено совпадение 25 из 30 ареалов, что составило 83%. На забракованных участках спектральная отражательная способность находится в нижних границах диапазона отражения борщевика. Данными объектами оказались хозяйственные постройки, а также незначительные ареалы древесных растений. Таким образом, площадь распространения борщевика была скорректирована на 0,14 га (17%) и составила 0,74 га.

Итоговая картосхема отображает абсолютно точное распространение ареалов борщевика в границах исследованного земельного участка (рис. 4).

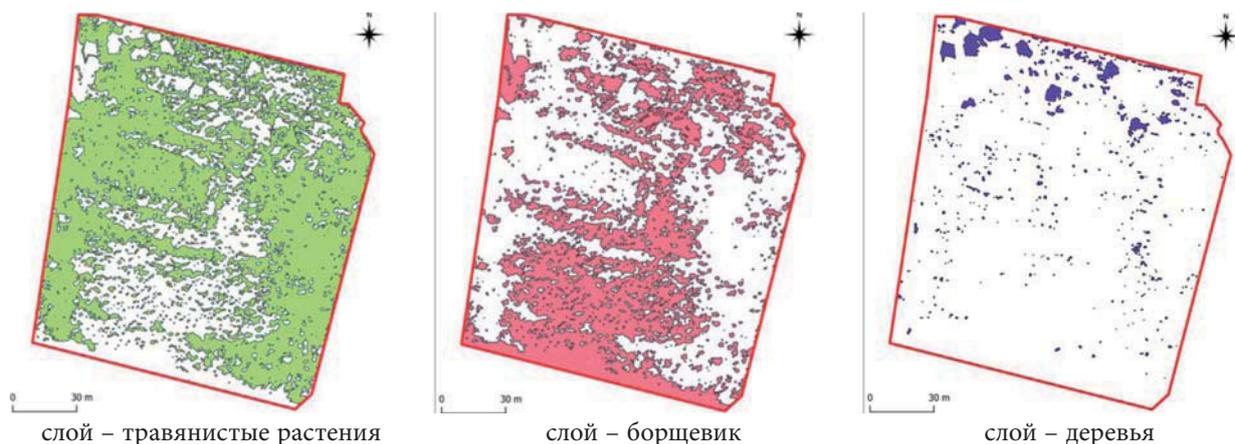


Рис. 3 – Слои растительного покрова земельного участка

Зональная статистика отражения растительного покрова в видимом диапазоне электромагнитного спектра

Тип растительности	n	Отражение в красном канале		Отражение в зелёном канале		Отражение в синем канале	
		среднее	диапазон	среднее	диапазон	среднее	диапазон
Борщевик	30	106	67–242	138	93–255	113	76–217
Травянистый ярус	24	61	1–59	98	55–34	74	36–104
Древесные	27	26	29–105	52	9–80	41	4–67

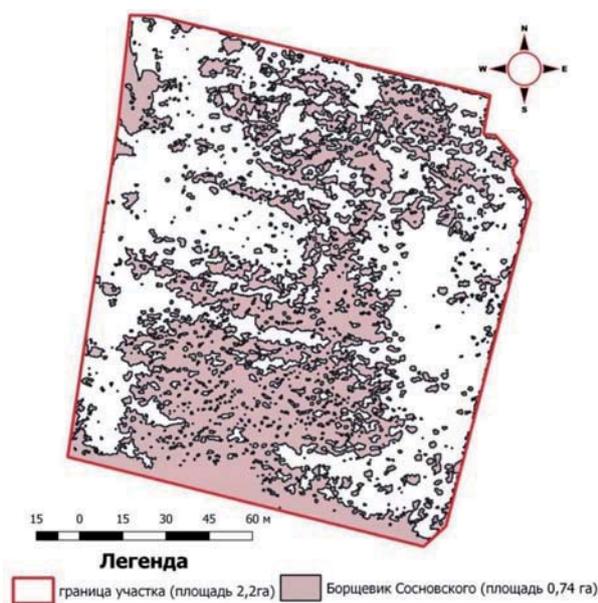


Рис. 4 – Картосхема распространения борщевика Сосновского в границах земельного участка

Выводы. Разработан способ оценки земельных участков, имеющих зарастание борщевиком Сосновского, на основе данных дистанционного зондирования Земли. Он включает следующие этапы: 1. Выделение границ участка на снимке и создание маски снимка; 2. Классификация спутникового изображения; 3. Создание векторного слоя «ареалы распространения борщевика»; 4. Выборочная проверка выявленных ареалов в поле; 5. Создание итоговой картосхемы распространения борщевика с подсчётом площадей.

Точность оценки для исследованной территории составила 83%. Изученный земельный участок покрыт борщевиком на 34%. Самым оптимальным временем получения дистанционных материалов, характеризующих борщевик на территории Среднего Предуралья, является период с 3-й декады июня по 1-ю декаду июля.

Литература

1. Лунева Н.Н. Борщевик Сосновского в Российской Федерации // Защита и карантин растений. 2014. № 3. С. 12–18.
2. Цховребов Э.С., Юрьев К.В. Биологические аспекты обеспечения экологической безопасности // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2012. № 2. С. 35–37.
3. Черняк Д.М., Зориков П.С., Вожжев В.И. Динамика роста и развития борщевиков в Приморском крае // Вестник КрасГАУ. 2011. № 5. С. 20–25.
4. Смолин Н.В., Бочкарев Д.В., Никольский А.Н. Поиск путей борьбы с борщевиком Сосновского продолжается // Защита и карантин растений. 2011. № 8. С. 26–28.
5. Спиридонов Ю.Я., Протасова Л.Д. Эффективность гербицидов в борьбе с борщевиком Сосновского // Защита и карантин растений. 2012. № 9. С. 27–29.
6. Кондратьев М.Н., Бударин С.Н., Ларикова Ю.С. Физиолого-экологические механизмы инвазивного проникновения борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi Manden*) в неиспользуемые агроэкосистемы // Известия ТСХА. 2015. № 2. С. 36–48.
7. Лашинская Ю.И. Перспективы российского сельского хозяйства на примере Московской области // Проблемы современной экономики. 2016. № 3 (59). С. 231–236.
8. Иванов М.Ф., Колосов А.А. Борьба с борщевиком Сосновского в Новгородской области // Защита и карантин растений. 2012. № 10. С. 26–27.
9. Жиглова О.В. Использование геоинформационных технологий при выявлении очагов борщевика Сосновского // Защита и карантин растений. 2012. № 5. С. 8–9.
10. Геокаталог. Поиск космических снимков /СОВЗОНД/. [Электронный ресурс]. URL: <http://catalog.sovzond.ru> (Дата обращения 14.11.2018).
11. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Изд. центр «Академия», 2011. 416 с.
12. Васильева Л.А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве: учеб. пособие. Новосибирск.: Институт цитологии и генетики СО РАН, 2007. 124 с.