

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЛОС С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

О. С. Безуглова, А. И. Жумбей, Ю. А. Литвинов, А. А. Меженков

*Южный федеральный университет, г. Ростов-на Дону, Россия*

*[lola314@mail.ru](mailto:lola314@mail.ru)*

**АННОТАЦИЯ.** Мониторинг состояния лесных полос с использованием ГИС-технологий, учитывая их линейный характер, имеет свою специфику. Сопоставление результатов расчета площадей лесных полос разными методами, показало, что при получении предварительных данных достаточно индекса NDVI, при значительных потерях в площади лесных полос необходимо уточнять результаты методом ручной векторизации по космическим снимкам. Предложено учитывать состояние лесных полос при расчете нормативной урожайности в ходе проведения агроэкологической оценки почв введением к основному баллу понижающих коэффициентов.

**Ключевые слова:** Ростовская область, каштановые почвы, черноземы, агроэкологическая оценка, индекс NDVI.

Защитные лесные насаждения в условиях степной и сухостепной зон выполняют функцию снижения скорости и турбулентности ветров, что улучшает распределение снега и влажность почвы, тем самым оптимизируя микроклимат. Это способствует снижению интенсивности ветровой и водной эрозии почвы, а весь комплекс их действия на сельскохозяйственные ландшафты выражается в значительном росте урожайности сельскохозяйственных культур. Подтверждается это экспериментальными данными, свидетельствующими, что испаряемость с поверхности почвы на межполосных полях по сравнению с транспирацией в открытой степи снижается в среднем на 20–25% [1], а выживаемость растений озимой пшеницы на незащищенных лесополосами полях ниже на 20% [2].

В Советском Союзе защитному лесоразведению придавалось важное значение, но смена собственности на землю в 90-е годы сыграла негативную роль в состоянии лесного хозяйства: лесоразведение на юге России было практически остановлено. В 2007 году полезащитных лесных полос на землях сельскохозяйственного назначения было высажено в 66 раз меньше, чем в 1995 году [3], и это на фоне того, что за последние 15–20 лет около 20–25% защитных лесных насаждений погибло, а 50–90% оставшихся лесополос нуждаются в проведении комплекса лесохозяйственных мероприятий по их оздоровлению, восстановлению и охране [4]. Одной из

основных причин гибели деревьев в лесополосах Ростовской области является дефицит влажности, обусловленный потеплением, так как в этих регионах древесные культуры лесополос являются интродуцентами и страдают в первую очередь [5]. Вторая причина кроется в древесном составе лесополос: широко распространенная в составе лесных полос робиния ложноакациевая подошла к своему критическому возрасту 40–45 лет [6]. Учитывая насущность проблемы и недостаточность финансирования на масштабные исследования лесополос, адаптация ГИС-технологий для мониторинга их состояния имеет высокую актуальность.

**Объекты и методы.** Оцифровку лесных полос осуществляли с помощью актуальных многоканальных спутниковых снимков Landsat 8/9 с пространственным разрешением 30 м/пиксель. На их основе рассчитывали нормализованный индекс растительности (NDVI).

Ручную векторизацию лесных полос осуществляли в рамках заданных границ с использованием космического снимка в высоком разрешении (4–6 м/пиксель), полученным из открытых источников. Векторизация проводилась с использованием пакета ArcGIS 10.8, в качестве системы координат использовалась WGS 84. В случае, если лесополоса не сплошная и разделяется просеками, производили оцифровку отдельных фрагментов лесополосы.

Расчет площадей лесных полос вели по границам хозяйств СССР, за эталонные значения принимали площадь лесных полос, указанную в отчетах крупномасштабного почвенного обследования ЮжНИИГипрозема. Динамику площадей лесополос по архивным материалам оценивали по очеркам разных туров обследования. Сравнивали изображения, полученные в 2000, 2013, 2018 гг., и за период 2017–2022 гг.

**Результаты и обсуждение.** Наши исследования, проведенные для ряда хозяйств юго-восточных районов Ростовской области, показали, что урожайность имеет прямую зависимость от состояния лесных полос (табл. 1).

Коэффициент корреляции Пирсона между усредненной урожайностью многолетних трав за период с 2016 по 2022 годы и лесистостью тер-

ритории составляет 0,64, а между усредненной урожайностью озимой пшеницы за тот же период и лесистостью территории – 0,8. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена между усредненной урожайностью озимой пшеницы за тот же период и лесистостью исследуемого участка – 0,49, т.е. тоже подтверждает наличие умеренной связи между этими показателями.

В реперных хозяйствах «Заветинский» Заветинского района Ростовской области и «Совхоза имени Ленина» Зимовниковского района индекс NDVI показал, что в 2000 и 2013, году доля древесной растительности выше, в некоторых местах защитные лесные насаждения шире, чем в 2018 и значение нормализованного индекса растительности выше.

Таблица 1. Изменение площади лесных полос в исследуемых хозяйствах за период с 1974–1991 гг. по 2016–2017 гг. и средняя урожайность сельскохозяйственных культур за период 2016–2022 гг.

Хозяйство	Площадь, занимаемая лесополосами, по годам, га		Разница	Лесистость, %		Урожайность, ц/га (2016–2022)	
	1974–1991	2016–2017		га	Многолетние травы %	Озимая пшеница 2016–2017	
			га				
«Красный партизан»	551	163,6	-387,4	-70,3	0,5	14,3	30,4
«Дубовский»	600	109,3	-490,7	-81,8	0,3	22,2	30,9
«Имени Ленина»	762	838,6	+76,6	+9,1	2,6	23,4	35,6
«Родина»	626	571	-55	-9	1,06	16,1	25,9
«Заветинский»	241	182	-59	-24,5	0,47	16,7	26
«Киселевский»	163	40	-123	-75,5	0,06	16,5	25,8

Таблица 2. Динамика изменения площадей лесных полос по архивным данным отчетов крупномасштабных почвенных обследований ЮжНИИГИПРОЗЕМ и по результатам оцифровки лесных полос

Хозяйство	Архивные данные (1985–1992 гг.)	По космическому снимку (2017–2022 гг.)			По слою NDVI (2017–2022 гг.)		
		га	Разница с архивными данными		га	Разница с архивными данными	
			га	%		га	%
Красный партизан	551	163,6	387,4	70,3	205,3	345,7	62,8
Совхоз имени Калинина	312	207,4	104,6	33,5	219,7	92,3	29,5
Совхоз имени Ленина	144	148,3	4,3	2,9	151,2	7,2	5

Для ОАО «Красный партизан» Ремонтненского района наблюдается совершенно иная ситуация. В 2018 и 2000 году древесная растительность имеет более активную вегетацию, чем в 2013. Это может объясняться неблагоприятными погодными условиями конкретно в этой местности в 2013 году, так как по данным государственной метеостанции, находящейся в с. Ремонтное, этот год был достаточно благоприятным для растений в силу более высокого (295 мм), чем среднемноголетнее годовое количество (175 мм) осадков. Однако скорее, причина лежит в сочетании более высокого увлажнения и почвенных характеристик местности: хозяйство расположено на берегу реки Чикалда, вода которой имеет повышенную минерализацию, а почвы в разной степени солонцеватые. Подъем уровня грунтовых вод из-за повышенной увлажненности мог привести к повышению и без того щелочной реакции почв, что неблагоприятно сказалось на состоянии растительности, и прежде всего древесной.

К сожалению, более детальное описание изменений лесополос по показателю индекс NDVI невозможно, так как относительно низкое разрешение снимков Landsat 8 (30 м на один пиксель) исключает возможность детальной обработки местности, и позволяет видеть лишь картину в целом. Поэтому провели сопоставление результатов, полученных двумя методами оцифровки: по космическому снимку и по слою NDVI (табл. 2).

Здесь представлена динамика площади лесных полос этими двумя методами для трех реперных хозяйств Ростовской области: колхоза «Красный партизан» Ремонтненского района (природно-сельскохозяйственная зона «Восточная»), колхоза «Имени Калинина» Усть-Донецкого района (ПСЗ «Северо-Восточная») и колхоза «Имени Ленина» Неклиновского района (ПСЗ «Приазовская»).

Данные свидетельствуют, что ручная векторизация по космическим снимкам дает более точные результаты, хотя она и более трудоемкая. Но учитывая, что расхождения в результатах составляют от 2 до 7,5%, можно для получения предварительных данных использовать метод, основанный на расчете индекса NDVI, и только при значительных потерях поверять результаты методом ручной векторизации по

космическим снимкам.

В связи с различными агроклиматическими условиями и почвенными характеристиками динамика лесных полос на этих территориях заметно различается. Хозяйство «Красный партизан» находится на крайнем юго-востоке области, на границе с полупустынной природной зоной. Здесь наиболее экстремальные условия, как в климатическом, так и в почвенном отношении, как следствие, выпадение лесных полос на его территории превышает 70%. Хозяйство «Совхоз имени Калинина» расположено в значительно более благоприятных условиях, почвенный покров представлен преимущественно черноземами южными, т.е. условия для функционирования лесных полос значительно лучше, соответственно и убыль площади, занятой лесными полосами более чем в два раза ниже, хотя и достаточно велика – 33,5%. В наиболее благоприятных условиях находится хозяйство «Совхоз имени Ленина»: здесь значительно выше среднемноголетняя годовая сумма осадков, и выше уровень плодородия преобладающих в составе почвенного покрова почв – черноземов обыкновенных карбонатных. Соответственно и снижение площади лесных полос фактически находится в пределах ошибки метода подсчета.

С этой точки зрения Приазовская ПСЗ может служить эталонной: здесь колебания площади лесных полос, определяемых по космическим снимкам, может свидетельствовать о временных отклонениях, обусловленных погодными условиями года. Так, на территории совхоза «Задонский» в 1971 году площадь лесных полос составляла 255 га, а в 1992 году – 245. Следовательно, произошло снижение на 4%. Для колхоза им. Дзержинского в 1971 году площадь лесных полос составляла 332 га, а в 1992 году – уже 355 (рост на 6%). Средняя арифметическая по этим изменениям составляет 1%.

Таким образом, можно считать изменения площадей лесных полос на 1–5% допустимыми. Превышение этой величины требует серьезных мер по противодействию деградиционным явлениям либо по восстановлению лесной полосы, а также при проведении агроэкологической оценки почвенного покрова введения понижающих основной балл поправочных коэффициентов. Изменения, превышающие допустимые

5%, но не превышающие 35% (площадь лесных полос снижается, но защитная функция лесных полос критически не снижается (защитная функция распространена на 200–250 метров)), то выставляется коэффициент 0,9. Изменения, превышающие 35% в сторону снижения или увеличения площади лесных полос, существенно влияют на состояние полей. Зона, на которую распространяется защитное действие таких лесных полос снижена до 150 метров и менее. В таких хозяйствах при расчете норма-

тивной урожайности в ходе агроэкологической оценки почв предлагается понижающий коэффициент 0,8. Величина этих коэффициентов должна уточняться, и вероятно, будет зависеть от условий природно-климатической зоны, однако их необходимость не вызывает у авторов сомнений.

## MONITORING THE CONDITION OF FOREST STRIPS USING GIS AND REMOTE SENSING DATA

*O. S. Bezuglova, A. I. Zhumbey, Yu. A. Litvinov, A. A. Mezhenkov*

*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*

*[lola314@mail.ru](mailto:lola314@mail.ru)*

**ABSTRACT.** Monitoring the condition of forest strips using GIS technologies, considering their linear nature, has its own specifics. The comparison of results in calculating the areas of forest strips using different methods has shown that when obtaining preliminary data, the NDVI index is sufficient. However, in cases of significant loss in the area of forest strips, it is necessary to refine the results using manual vectorization based on satellite images. It is proposed to take into account the condition of forest strips when calculating the normative crop yield during agro-ecological soil assessment by introducing reducing coefficients to the main score.

**Keywords:** *Rostov Region, chestnut soils, chernozems, agro-ecological assessment, NDVI index*

### Литература

- 1 Сергеева И. С. Агроэкологический потенциал и противодефляционная эффективность лесных полос на пашнях сухой степи в новых условиях землепользования: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Волгоград, 2009. 23 с.
- 2 Карузин Б. В. Лесные полосы и урожай в Заволжье. Куйбышев: Кн. изд-во, 1954. 108 с.
- 3 Войцеховский М. Б. Государственная лесополоса. К 60-летию сталинского плана преобразования природы [Электронный ресурс]: Независимая газета. Наука. 2008. 26 ноября. URL: [http://www.ng.ru/science/2008-11-26/14\\_forests.html](http://www.ng.ru/science/2008-11-26/14_forests.html). (Дата обращения: 05.01.2024).
- 4 Кулик К. Н., Барабанов А. Т., Манаенков А. С., Кулик А. К. Обоснование прогноза развития защитного лесоразведения в Волгоградской области // Проблемы прогнозирования, 2017. № 6 (165) С. 93–100.
- 5 Безуглова О. С., Ильинская И. Н., Закруткин В. Е., Назаренко О. Г., Литвинов Ю. А., Гаевая Э. А., Меженков А. А., Жумбей А. И. Динамика деградации земель в Ростовской области // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022; 86 (1). С. 41–54. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010034>
- 6 Ишутин Я. Н. Почвомелиоративная роль защитных лесонасаждений на юге Западной Сибири: Диссертация на соискание степени доктора сельскохозяйственных наук. Барнаул, 2006. 331 с.