

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАСПОЗНАВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NRVI (SENTINEL 1A/B)

Самофал Е.В., Егоров В.А., Барталев С.А., Кашницкий А.В., Толпин В.А.  
Институт космических исследований РАН

## Введение

В настоящее время возрастает интерес к задаче распознавания сельскохозяйственных культур на основе данных радиолокационных наблюдений, которые, в отличие от данных видимого и ближнего ИК диапазонов, позволяют осуществлять наблюдение земной поверхности при любых погодных условиях и независимо от времени суток. В то же время жидкие осадки являются одним из основных факторов, искажающих радиолокационный портрет исследуемой территории.

Для компенсации искажений, вызванных осадками, был разработан нормализованный радиолокационный вегетационный индекс NRVI, являющийся производной величиной, полученной на основе поляризации ВГ и ВВ (сенсор C-SAR, установленный на аппаратах Sentinel-1A/B). Полученный индекс позволяет разделять временные профили ряда сельскохозяйственных культур.

Цель эксперимента - исследование возможности распознавания сельскохозяйственных культур на основе временных рядов NRVI.

## Район исследования и исходные данные



1. Временные ряды NRVI, рассчитанные по формуле:

$$NRVI = 1 - (RVI - 1) / (RVI + 1),$$

где  $RVI = 10^{(0,1 * (BB - BG))}$

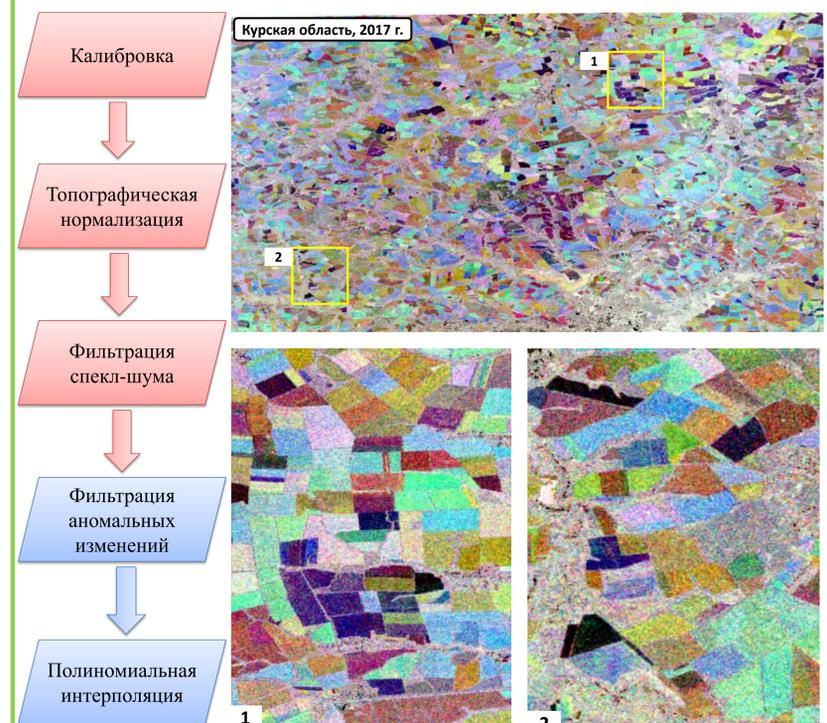
2. Наземная информация о сельскохозяйственных культурах

Таблица 1 Состав выборки сельскохозяйственных культур

Субъект, год	Озимая пшеница	Подсолнечник	Кукуруза	Яровой ячмень	Рапс озимый
Курская область, 2017	53,5 тыс. га (530 полей)	27,7 тыс.га (294 поля)	19,6 тыс.га (181 поле)	35,7 тыс.га (388 полей)	-
Ставропольский край, 2018	42,6 тыс.га (490 полей)	7,9 тыс.га (80 полей)	4,8 тыс.га (54 поля)	-	4,5 тыс.га (50 полей)

## Предварительная обработка и расчет индекса

Помимо стандартных процедур предварительной обработки радиолокационных изображений для расчёта NRVI применялась фильтрация аномальных изменений (метод скользящего среднего) и полиномиальная интерполяция (полином 2-й степени).



## Результаты

Динамика NRVI представленных сельскохозяйственных культур демонстрирует потенциал радиолокационного индекса в задаче распознавания посевов. В результате анализа кривых были выбраны оптимальные даты для проведения классификации (точки выделены на графиках черным и красным цветом).

В эксперименте применялся алгоритм искусственных нейронных сетей (ИНС), а также метод классификации по расстоянию Махаланобиса. Результаты представлены в Таблице 2.

Таблица 2 Общая точность распознавания культур по NRVI.

№	Метод	Количество классов	Даты изображений	Курская область	Ставропольский край
1	Нейронные сети	4 класса	22.05.17-29.05.17-05.06.17	-	73 %
2	Нейронные сети	3 класса	03.07.17-10.07.17-14.08.17 (КО)*	75 %	85 %
3	Расстояние Махаланобиса	3 класса	03.07.17-10.07.17-14.08.17 (КО)	75 %	84 %
4	Нейронные сети	Маска озимых культур	22.05.17-29.05.17-05.06.17 (СК)	71 %	76 %

\* КО - Курская область; СК - Ставропольский край

1 (Ставропольский край)					
	Озим.пшеница	Подсолнечник	Рапс озимый	Кукуруза	% пропусков
Озим.пшеница	65010	7440	22763	0	31,7
Подсолнечник	39755	163084	0	0	19,6
Рапс озимый	88416	8068	160480	9736	39,8
Кукуруза	0	14083	19751	167983	16,8
% ошибочных включений	66,3	15,4	20,9	5,5	0,73

2 (Ставропольский край)					
	Озим.пшеница	Подсолнечник	Кукуруза	% пропусков	
Озим.пшеница	152507	8553	13698	12,7	
Подсолнечник	39755	184122	21612	25,0	
Кукуруза	0	0	142409	0,0	
% ошибочных включений	20,7	4,4	19,9	0,85	

3 (Ставропольский край)					
	Озим.пшеница	Подсолнечник	Кукуруза	% пропусков	
Озим.пшеница	173161	20960	25226	21,1	
Подсолнечник	41374	192730	12537	21,9	
Кукуруза	0	0	169316	0,0	
% ошибочных включений	19,3	9,8	18,2	0,84	

4 (Ставропольский край)					
	Озимые	Неозимые	% пропусков		
Озимые	791819	330092	29,4		
Неозимые	91039	551018	14,2		
% ошибочных включений	10,3	37,5	0,76		

## Выводы:

- полученные результаты демонстрируют потенциал NRVI для распознавания некоторых сельскохозяйственных культур;
- точность классификации озимых культур не позволяет применять NRVI в качестве основного признака при создании бинарных масок.

Обработка данных ДЗЗ при проведении исследований выполнялась с использованием инфраструктуры Центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды.

