



# Оценка возможностей выявления озимых культур с использованием инструментов сервиса "Вега"

Ёлкина Е.С. (1), Дунаева Е.А. (2), Барталёв С.А. (1), Плотников Д.Е.(1)

1) Институт космических исследований РАН, Москва, Россия 2) ФГБУН "НИИСХ Крыма", Симферополь, Россия

## Цель работы

Выращивание озимых культур в Крыму в настоящее время носит стратегический характер, и разработка методов их картографирования является одной из актуальных задач мониторинга сельского хозяйства. Существующие в сервисе спутникового мониторинга Vega-Science (<http://sci-vega.ru>) маски озимых культур, построенные по данным MODIS, требуют пространственного уточнения для регионов с относительно небольшими размерами полей.

Целью данной работы является исследование возможностей и поиск эффективных и достаточно простых в реализации путей комплексирования автоматических и интерактивных методов обработки данных дистанционного зондирования среднего и высокого пространственного разрешения для получения локальных карт озимых культур. В работе проводится исследование возможностей раннего распознавания озимых культур по оптическим и радиолокационным данным высокого пространственного разрешения (10-30 метров) в сервисе Vega-Science.

## Методика

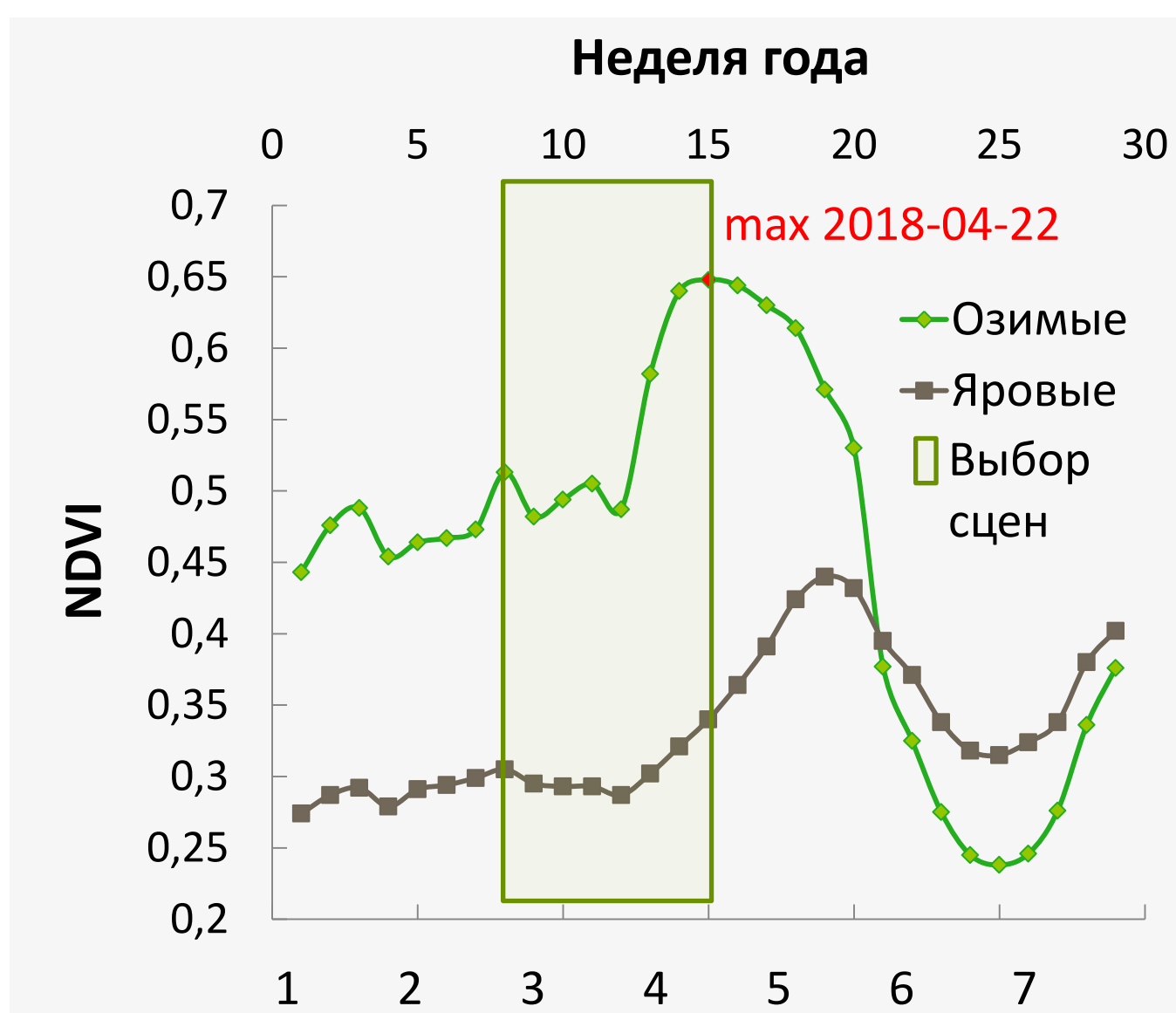
В основе метода получения локальных карт озимых культур лежит использование оптических и радиолокационных данных высокого пространственного разрешения для проведения необучаемой классификации (кластеризации на основе k-средних) с последующим анализом результатов экспертом. Для анализа - определения принадлежности кластера к классу озимых - и создания итоговой карты используются имеющиеся наземные данные, а также данные, доступные в сервисе Вега: карты растительного покрова и маски озимых культур, регулярно автоматически создаваемые в ИКИ РАН по данным среднего разрешения (250 м), временные ряды NDVI для полей и «эталонные» культур для района. Алгоритм работы схематично приведен ниже и состоит из трёх этапов: подготовительного (1), этапа классификации с целью маскирования садов, иной древесной растительности и трав (2) и этапа распознавания озимых (3).

Общая схема работы



Выбор данных

Правила выбора спутниковых данных строятся на отборе признаков распознавания, отражающих фенологию растительности. Для этого определяются периоды максимального различия развития озимых с иными культурами с помощью анализа временных рядов "эталонных" типов растительности, доступных в сервисе Вега. Для проведения предварительной классификации с целью маскирования садов, залежей, многолетних трав, которые могут путаться с озимыми культурами весной, подбираются осенние сцены года сева озимых культур года (в данном эксперименте - конец сентября-начало ноября). Радарные данные позволяют увеличить точность распознавания деревьев. Для итоговой классификации (расознавания озимых) использовались сцены конца марта-начала мая (см. график).



Графики NDVI для озимых и яровых в районе и ориентировочные фазы развития озимой пшеницы: 1- кущение, 2- начало выхода в трубку, 3 - выход в трубку, 4 - колошение, 5 - наливание зерна.

- Landsat 8, Sentinel-2 (красный и инфракрасный каналы) – безоблачные на АОИ;
- Sentinel-1 (поляризации VV и VH) – подбираются с учётом погодных условий

## Район исследования и опорные данные

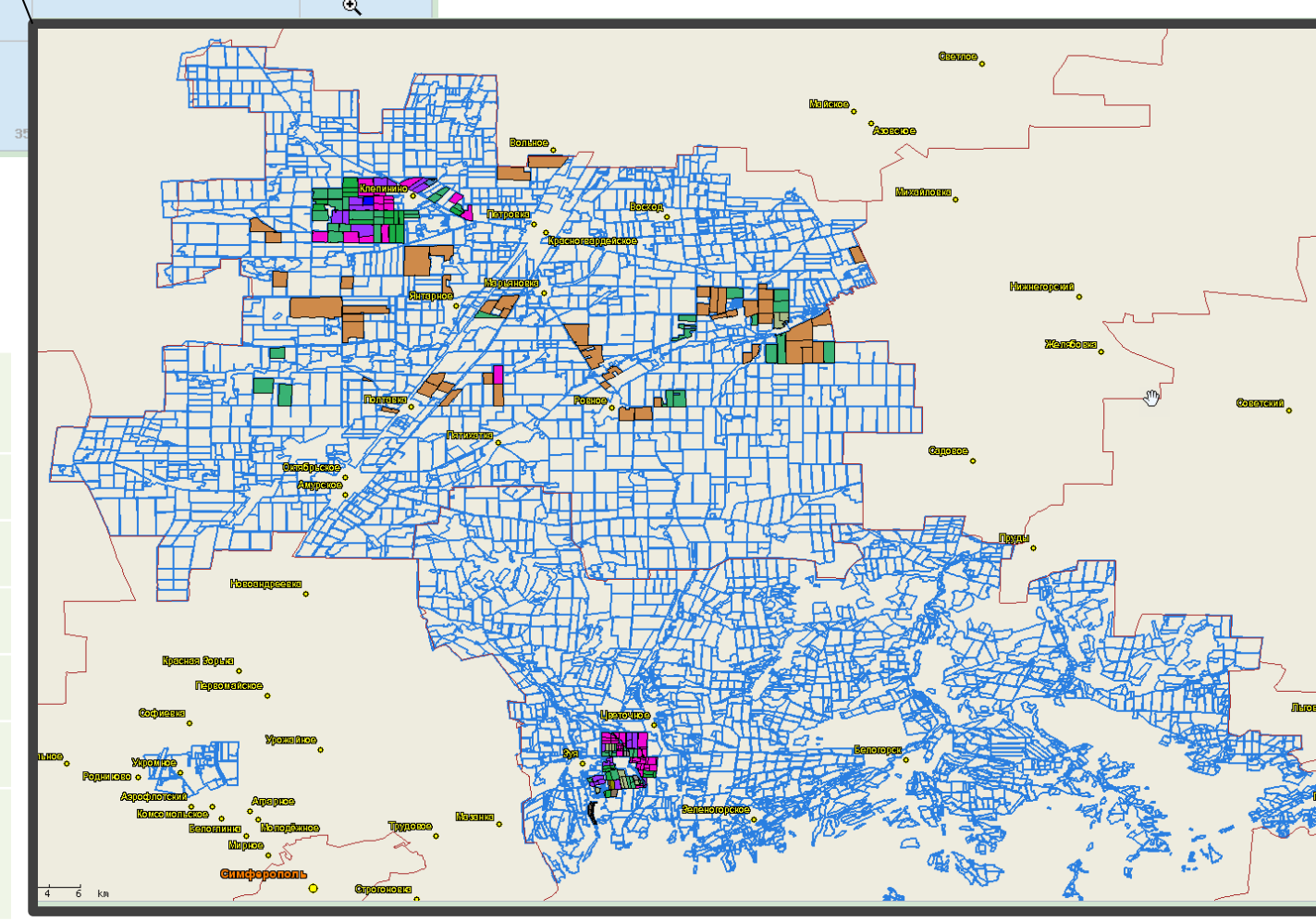
Район исследования – Красногвардейский и Белогорский районы Крыма



Наземные данные - границы полей и выборка полей с известными культурами – получены от НИИСХ Крыма. Границы полей (выделялись по данным высокого разрешения) позволили отсечь непахотные земли из классификации, а наземные данные о культурах – провести валидацию карт.

Характеристики района исследования

Характеристика	Красногвардейский	Белогорский
Климатический тип	равнинно-степной	предгорный
Средний размер поля (га)	82	28
Количество полей	1883	4053
Полей с наземными данными из них "озимые"	128 / 90	120 / 60
Площадь озимых в 2018 статистика (га)	73866	22079

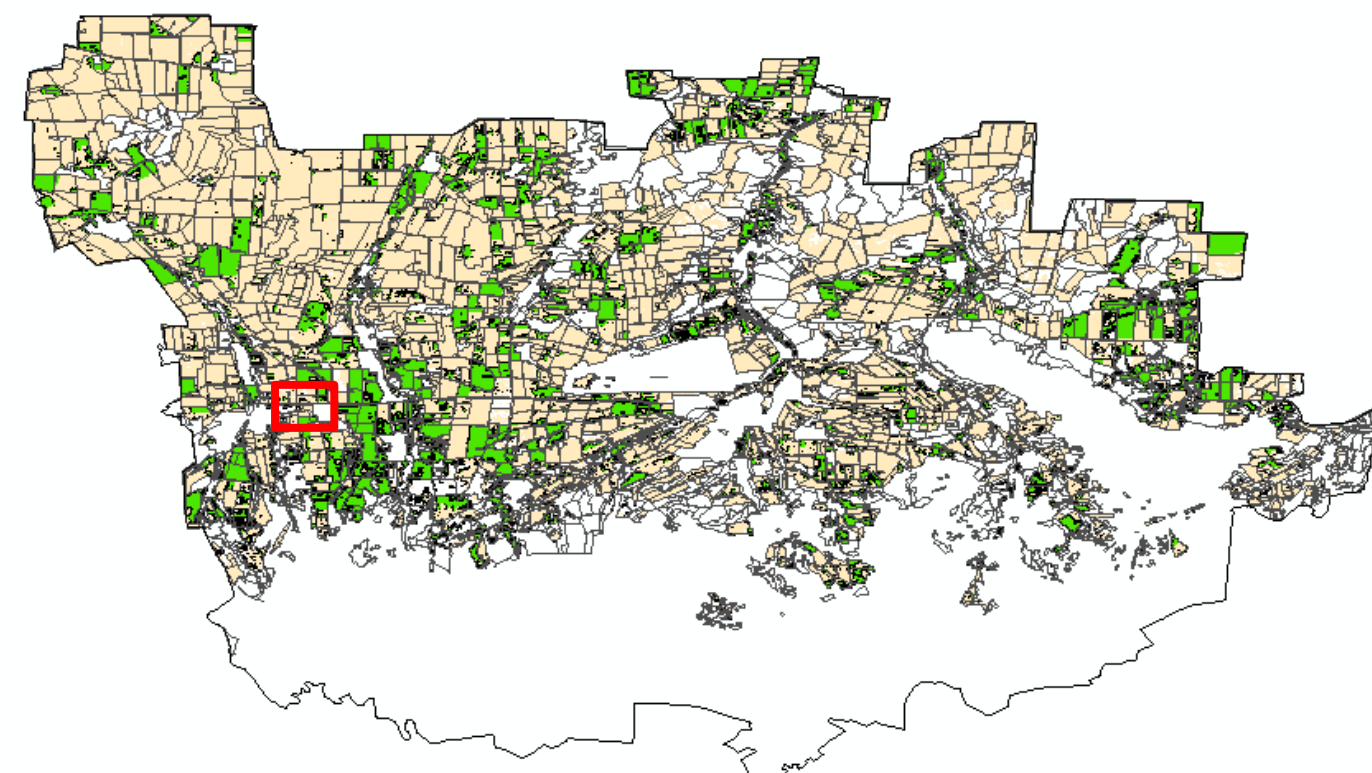
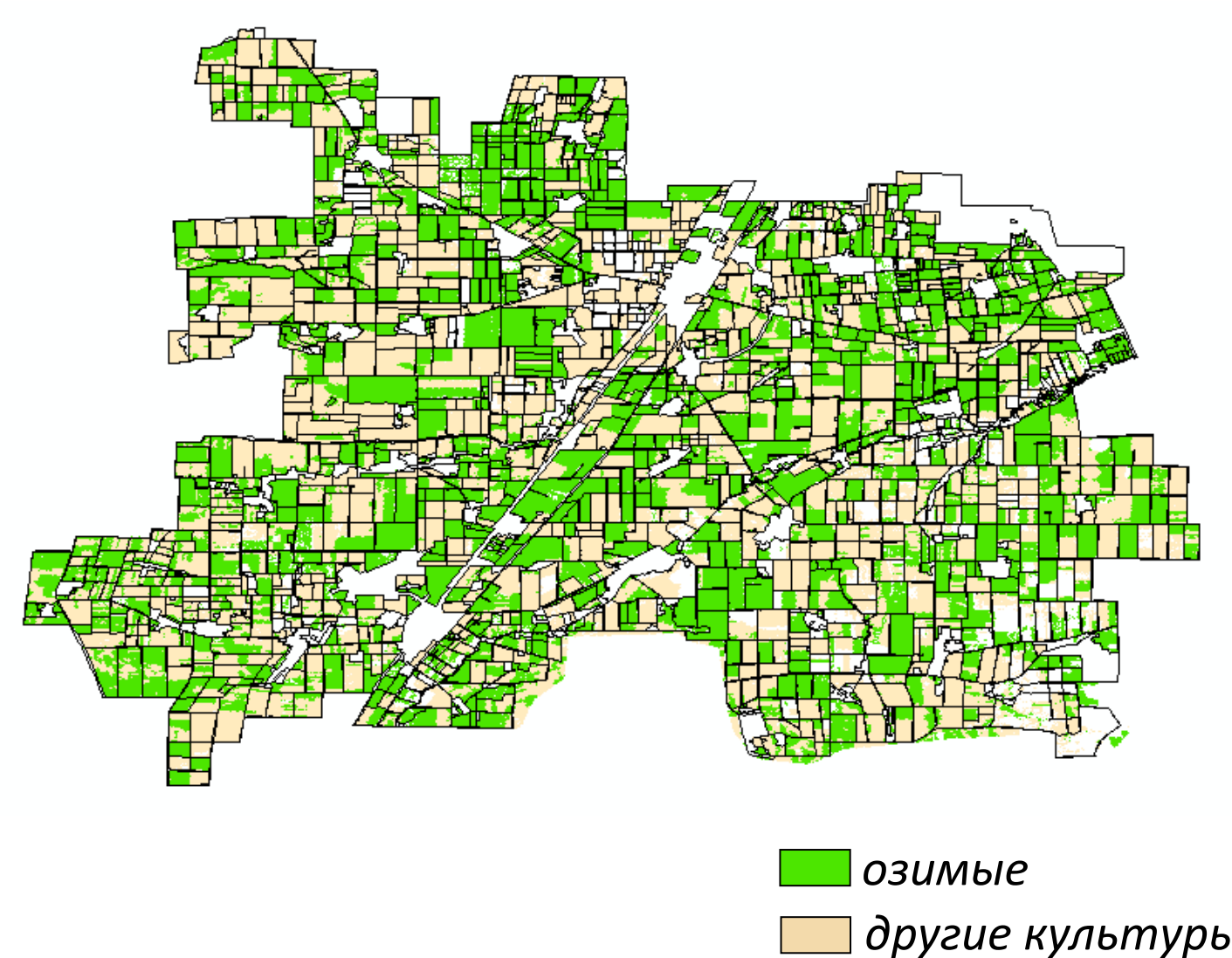


Границы полей и информация о культурах

## Результаты

Проведенные эксперименты по построению карт озимых культур в Крыму позволили описать методику их получения и уточнить как площади, так и пространственное расположение озимых культур для сезона 2017-2018 гг. Реализуемая в сервисе Вега, данная методика предоставляет широкому кругу пользователей способ получения более точных региональных карт для раннего распознавания озимых.

Красногвардейский район. Карта озимых культур сезона 2017-2018 гг. Точность карты: F-мера = 0.95, каппа Коэна = 0.84



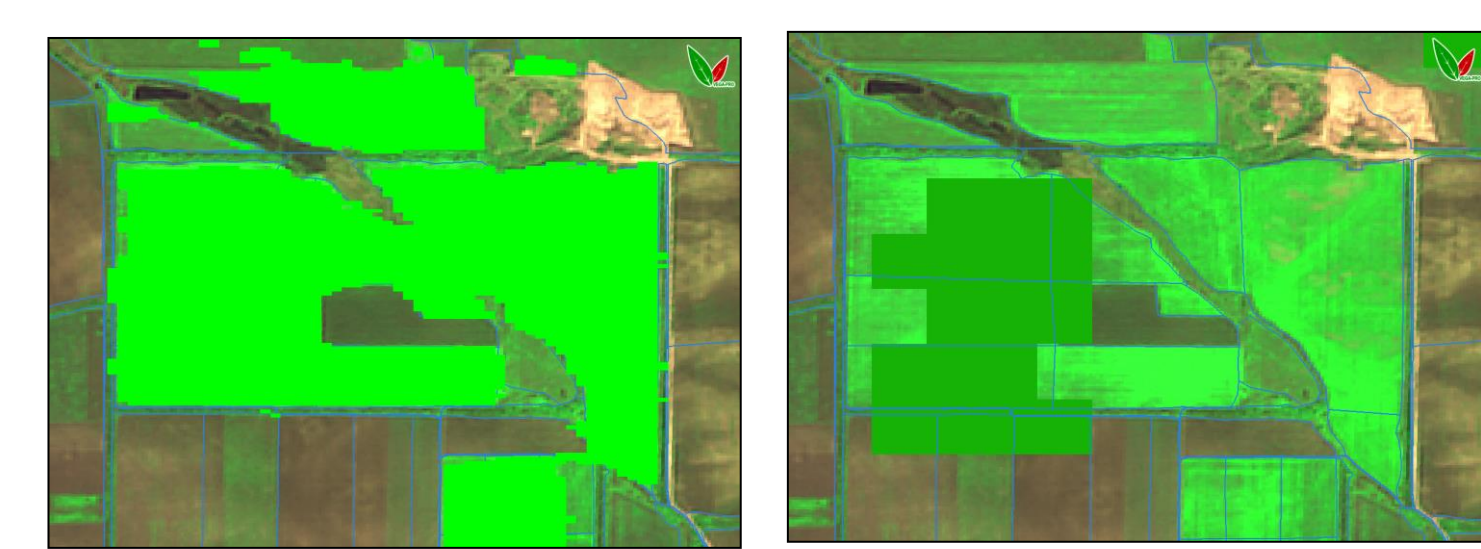
Белогорский район. Карта озимых культур сезона 2017-2018 гг. Точность карты: F-мера = 0.92, каппа Коэна = 0.79

Оценка точности

Район*	Тип данных (м)	Количество сцен	Сравнение по площади с данными статистики
К	Маска озимых MODIS 21 июня	Весь сезон	+ 10.1%
К	опт+рад (20)	5+4 март-апрель	- 4.7 %
Б	Маска озимых MODIS 21 июня	Весь сезон	- 41.5%
Б	опт+рад (20)	4+4 март-апрель	-2.6%

\*К – красногвардейский, Б – Белогорский

Пример уточнения границ маски озимых культур



Маска 20 м

Маска 250 м

Использование данных высокого пространственного разрешения позволяет уточнить границы маски озимых культур, а для регионов с относительно небольшими размерами полей – существенно увеличить её точность по сравнению с маской озимых культур по MODIS. Неоспоримыми преимуществами карты среднего разрешения являются её автоматизированное получение, локальная адаптивность, охват и относительная тематическая точность. Минусами – пространственные ограничения и зависимость от точности карты пахотных земель, в границах которых она строится. В случае предгорного Белогорского района указанные карты имеют погрешности, вызывающие недооценку озимых культур в регионе. Планируется проведение дополнительных оценок точности новых карт по мере поступления наземных данных, а также более информативные оценки карты MODIS.

## Выводы

- Проведен эксперимент и описана методика работы в Вега по получению локальных карт озимых культур. Проведена оценка точности и сравнение с картами среднего разрешения;
- Использование оптических и радиолокационных данных ДЗЗ обеспечивает точность распознавания более 90% уже на ранней стадии развития культур;
- Минусы метода: интерактивность (необходимо участие эксперта и при выборе признаков, и при принятии решения о принадлежности кластера классу объектов); необходимость в наличии векторной маски полей (проблема может быть решена с помощью подхода предварительной сегментации спутникового изображения);
- Плюсы метода: простота реализации за счёт формализации условий выбора спутниковых данных и за счёт использования удобных инструментов поиска и анализа данных в сервисе Вега, минимальные требования к вычислительным ресурсам; доступные спутниковые данные в Вега автоматически предобработаны, ряды NDVI – сглажены и интерполированы, что существенно сокращает время выполнения работы;
- Наличие тематических карт среднего разрешения и временных рядов NDVI, включающих в себя временные ряды "эталонных" типов растительности, позволяет использовать их как опорные данные для создания локальных масок озимых культур методом необучаемой классификации с последующим экспертным анализом кластеров.