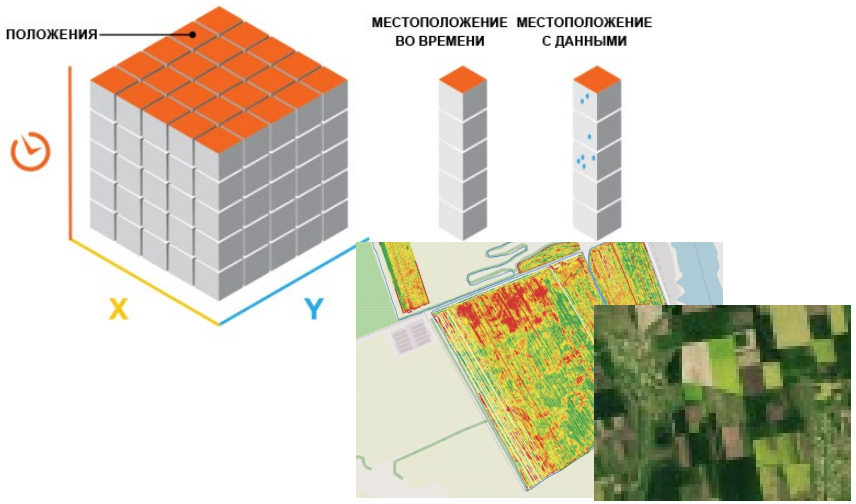
Двадцать четвертая международная конференция
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"

ОЦЕНКА ЛИНЕЙНОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СВЯЗИ ВНУТРИ ПОЛЕВОЙ УРОЖАЙНОСТИ ПОСЕВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ДЗЗ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ (PLANET LAB)

Зейлигер Анатолий Михайлович
главный научный сотрудник
лаборатории гидроинформатики,
Институт водных проблем РАН, д.б.н.

Ермолаева Ольга Сергеевна
доцент кафедры прикладной информатики
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, заведующий
лабораторией ГИС и ДЗЗ, к.т.н.

Актуальность, цель, задачи



Точное земледелие требует оперативной оценки формирования урожая для адресного, пространственно-дифференцированного управления посевами.

Данные дистанционного зондирования Земли позволяют в режиме реального времени выявлять локальные квазиоднородные контура (КЗК) внутрипольной биопродуктивности. Однако остается открытым вопрос: как точно дистанционные индексы связаны с реальной локальной урожайностью (ЛВУ)?

Сохраняют ли КЗК свое стационарное месторасположение в процессе вегетации. Если границы зон высокого и низкого потенциала смещаются, однократная съемка не работает. Выявление динамики КЗК необходимо для создания алгоритмов автоматизированного управления и получения запланированного урожая.

Целью данного исследования является оценка наличия и устойчивости линейной корреляционной связи между ЛВУ озимой пшеницы и NDVI по данным ДЗЗ высокого разрешения.

Задачи исследования:

1. Сформировать точечные геодатасеты ЛВУ (по данным комбайна) и NDVI (по снимкам Planet Lab) на единой сетке координат;
2. Оценить распределения ЛВУ и NDVI: рассчитать статистические параметры и проверить бимодальность;
3. Выделить геокластеры ЛВУ методом анализа горячих и холодных точек;
4. Проверить согласованность NDVI между датами съёмки;
5. Рассчитать корреляцию ЛВУ и NDVI на исследуемом посеве;
6. Рассчитать корреляцию ЛВУ и NDVI по отдельным геокластерам;
7. Проверить накопленный NDVI как интегральный показатель урожайности..

Методы и методология исследования

Объект исследования — посев озимой пшеницы 2017 года на юге Белгородской области. Площадь поля составляет 32,1 га, средняя урожайность — 3,55 т/га.

Предмет исследования — связь ЛВУ с вегетационным индексом NDVI, рассчитанным по снимкам Planet Lab.

Инструмент сбора: Картирование локальной урожайности (ЛВУ) выполнено непосредственно в поле с помощью комбайна, оснащенного высокоточным датчиком потока зерна. Получен массив из 10 024 геопривязанных точек, что обеспечивает высокую статистическую достоверность данных для анализа внутриполевой неоднородности.
Пространственное разрешение: Ширина захвата жатки — 8,5 м. Шаг измерений вдоль гона — ~3,4 м. Расчет площади элементарной площадки: 8,5 м × 3,4 м ≈ 28,9 м².

Последовательность обработки

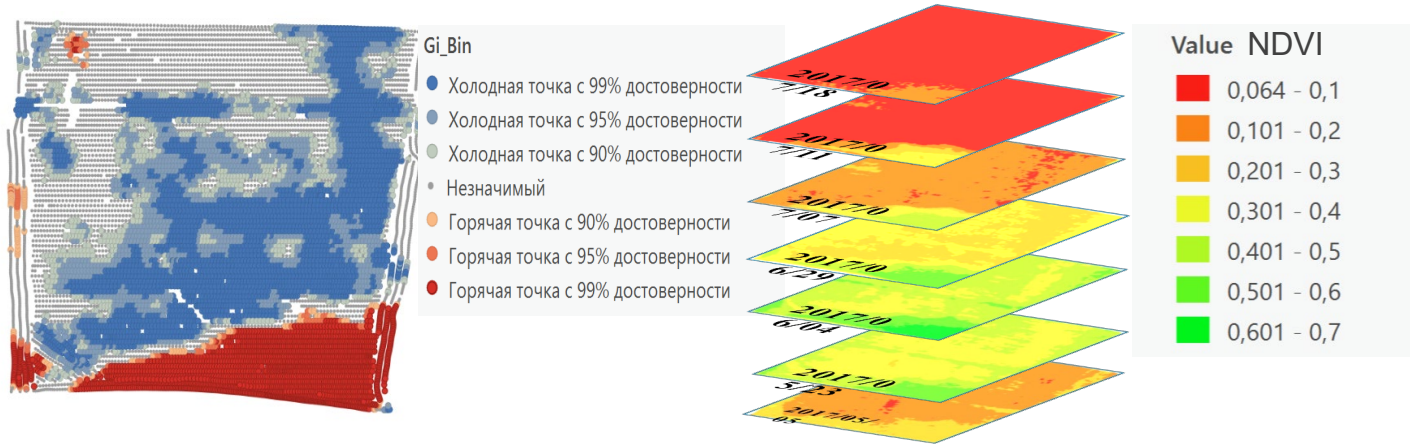
1.По каждой дате доступной сьемки был рассчитан растр NDVI (7 дат). Значения NDVI с помощью инструмента «Извлечь мультизначения в точки» были соотнесены в точки ЛВУ. Получился «куб» из 10 024 бинов: в каждом ЛВУ и семь значений NDVI.

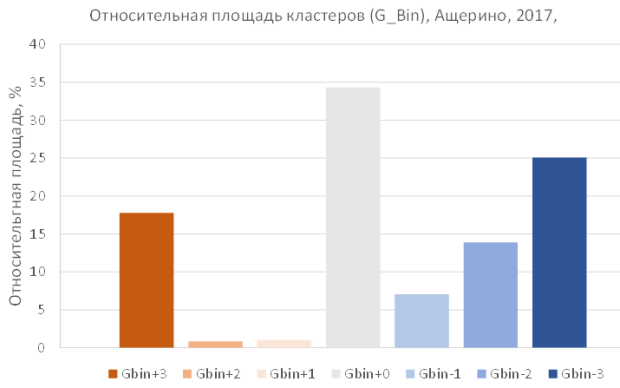
2.Статистический анализ. Рассчитали параметры распределений и коэффициент бимодальности (порог 0,555), чтобы понять, есть ли в данных два устойчивых уровня.

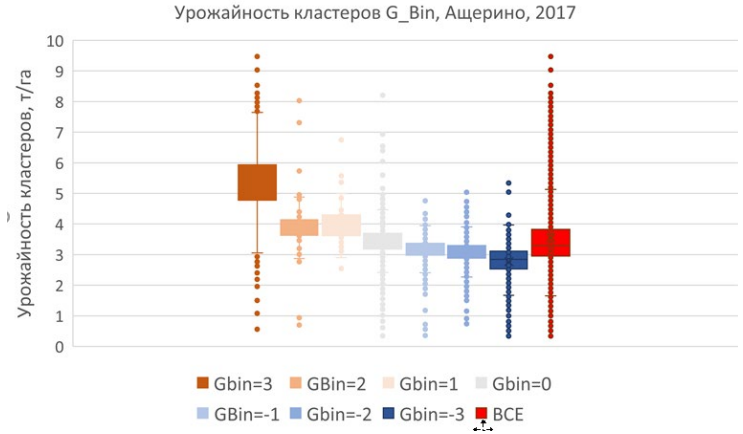
3.Геокластеризация. «Оптимизированный анализ горячих и холодных точек» присвоил каждой точке класс Gi_Bin, всего семь классов от −3 (холодные точки, низкая ЛВУ) до +3 (горячие точки, высокая ЛВУ).

4.Корреляционный анализ. Определили коэффициент Пирсона r и коэффициент детерминации R^2 для пар «NDVI – NDVI» (по датам) и «ЛВУ – NDVI». Расчёты выполнены по всему полю и отдельно по кластерам, включая накопленный NDVI.

Результаты







Высокая урожайность (5,1–5,2 т/га) занимает 17,8% площади на юго-востоке поля, низкая (3,0 т/га) — 25,1% в центре и на востоке. NDVI между датами хорошо согласован (R^2 0,77–0,97) и бимодален в пяти съёмках с конца мая по июль. У ЛВУ бимодальность формально не подтвердилась. По всему полю корреляция ЛВУ и NDVI составила r от 0,45 до 0,78, а R^2 достиг 0,82 в конце июня. Внутри кластеров связь слабая: r от 0,05 до 0,35. Накопленный NDVI достоверность не повысил.

Выводы: Контуры ЛВУ и NDVI в целом устойчивы в течение вегетации, что согласуется с влиянием рельефа и почвы. По всему полю связь существенна, максимум приходится на конец июня и начало июля. Внутри однородных зон она слабая, поэтому NDVI плохо прогнозирует урожай в отдельной точке. На уровне средних по кластерам связь достоверна, что подтверждает возможность проведения зонирования с использованием вегетационного индекса NDVI.

Спасибо за ваше внимание!

Будем рады Вашему интересу к нашему докладу
и готовы ответить на вопросы через платформу
конференции или по электронной почте

Зейлигер А.М., azeiliguer@mail.ru
Ермолаева О.С., ol_ermolaeva@rgau-msha.ru