

## **АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДАННЫМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРЕЦКОГО РАЙОНА**

*Другаков П.В.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия*

### **Аннотация**

Проанализирован фонд снимков дистанционного зондирования Земли полученных со спутников БКА/Канопус-В, Landsat 8, Sentinel 2 за 2018-2019 год на территорию Горецкого района. Установлено что в течение вегетационного периода при совместном использовании данных получаемых с этих спутников доступно более 30 снимков пригодных для анализа динамики развития сельскохозяйственных культур.

Принятие решений при управлении процессами сельскохозяйственного производства требует наличия оперативной информации о состоянии посевов получаемой в результате непосредственного обследования участков или же с использованием дистанционных методов (съёмка из космоса, съёмка с БПЛА и т.д.). Данные дистанционного зондирования Земли из космоса при этом должны обладать достаточным пространственным разрешением, небольшими интервалами между съёмками и иметь каналы в диапазонах, пригодных для изучения состояния почвы и биомассы (напрямую или с помощью различных вегетационных индексов) [1]. Оперативность получения снимков ДЗЗ зависит от финансовых возможностей и погодных условий. Компромисс между оперативностью, стоимостью и пространственным разрешением обеспечивают спутники среднего разрешения: Landsat, Sentinel 2 и др.

На сайте геологической службы США (USGS) открыт свободный доступ к данным, полученным с различных спутников дистанционного зондирования Landsat, Sentinel 2, Terra (Aster) и др.

Программа дистанционного зондирования Земли спутниками Landsat осуществляется с 1972 года. Сейчас эксплуатируются спутники Landsat 7 (1999 г.) и Landsat 8 (2014 г.). У спутника Landsat 7 в мае 2003 г. произошел сбой модуля коррекции изображений, и он теряет при этом до 75% полезной информации [2]. По этой причине материалы съёмки со спутника Landsat 7 исключены из анализа. Наиболее актуальные данные получают со спутника Landsat 8. Интервал между съёмками у спутника

Landsat 8 составляет 16 дней, а с учетом частичного перекрытия снимков может уменьшаться до 7 дней.

Группировка из двух спутников оптического диапазона Sentinel-2 обеспечивает мониторинг земной поверхности с характеристиками, близкими к параметрам спутника Landsat 8. Первый спутник этой серии был выведен на орбиту в 2015 г, второй – в 2017 г. Период повторной съемки зависит от широты и взаимного перекрытия снимков и составляет от двух-трех до пяти дней.

Спутник Terra запущен в 1999 году. На его борту размещена аппаратура дистанционного зондирования с разным пространственным и спектральным разрешением. Наибольшее пространственное разрешение имеет комплект мультиспектральной съемочной аппаратуры Aster. Особенностью спутника является возможность выполнения обычной и стереоскопической съемки в инфракрасном диапазоне [3]. Основное назначение спутника – это создание ЦМР с точностью 25-30 м, морфологические, гидрологические, почвенные и др. исследования.

Все рассмотренные спутники имеют мультиспектральную аппаратуру с пространственным разрешением от 10 м до 60 м и выполняют съемку в видимой и ближней инфракрасной областях спектра (VNIR), а также в коротковолновой инфракрасной области (SWIR). Спутники Landsat и Terra также выполняют съемку и в тепловом диапазоне. Наилучшее оптическое разрешение обеспечивает спутник Sentinel-2.

На сайте НИРУП «Геоинформационные системы» можно получить информацию об архивных снимках спутников БКА (Республика Беларусь) и Канопус-В (Российская Федерация). Они находятся на одинаковой орбите со сдвигом на 180° и функционируют с 2012 г. Интервал между съемками составляет от 4 до 16 дней. В 2018 г. произошло расширение группировки спутников до 6. Каждый из спутников имеет производительность съемки 0,5-2,0 млн. км<sup>2</sup> в сутки [4]. Съемка со спутников БКА/Канопус-В выполняется в панхроматическом и в 4 спектральных диапазонах: синем, зеленом, красном и ближнем инфракрасном. Спутники обеспечивают пространственное разрешение в панхроматическом диапазоне 2,1 м, а спектральных 10,5 м. По этой причине результаты спектральной съемки с этих спутников сопоставимы с результатами, полученными со спутника Sentinel 2.

Размеры снимков Landsat 8, Sentinel 2 и Terra(Aster) позволяют отобразить территорию нескольких административных районов, а снимки со спутников БКА/ Канопус-В только часть района. Практическое применение данных дистанционного зондирования связано с решением конкретной задачи в границах поля, сельскохозяйственного предприятия, административного района или области. Для крупных объектов больше

вероятность закрытия части интересующей территории облаками [5]. Приведенное в описании снимка значение облачности характеризует его в целом. Даже при облачности 50% возможны две ситуации: одни районы могут быть полностью закрыты облаками, а другие будут чистыми от облаков; облака равномерно распределены по всему снимку и снимок невозможно использовать для анализа. В практических целях важным является только значение облачности пределах исследуемого объекта, а не всего снимка. По этой причине исследование выполнено только на части каждого снимка Landsat и Sentinel-2, относящуюся к территории Горьковского района Могилевской области. Для снимков БКА/Канопус-В использовалась информация об облачности из описания снимка

Для анализа были выбраны снимки, полученные только в период вегетации (апрель – сентябрь). В 2018 году таких снимков было получено спутниками Sentinel 2 – 74 шт., а спутником Landsat 8 – 29 шт., БКА/Канопус-В – 53 шт, соответственно в 2019 году: 68, 34 и 36 шт. Спутник Terra (Aster) за все время своей эксплуатации сделал 112 снимков на территорию Горьковского района. Это примерно соответствует среднегодовому количеству снимков -6, из которых только 2 имеют малую облачность. Такого количества снимков крайне мало для решения задач изучения динамики развития растительности. Снимки, сделанные с этого спутника, не были включены в выполненный анализ.

Для каждой группы снимков по месяцам были число доступных снимков и число снимков с низкой облачностью, как это было сделано в работах [5], [6]. Результаты анализа снимков представлены в таблице 1.

Таблица 1. Анализ снимков Landsat 8, Sentinel 2 и БКА/Канопус-В на территорию Горьковского района

Месяц	Общее число снимков			Снимков с низкой облачностью		
	Sentinel 2	Landsat 8	БКА/ Канопус	Sentinel 2	Landsat 8	БКА/ Канопус
	2018 год					
Апрель	12	6	6	3	3	4
Май	13	5	17	8	2	14
Июнь	12	4	3	3	1	1
Июль	13	5	3	2	0	0
Август	12	4	2	4	2	1
Сентябрь	12	5	5	1	1	5
	2019 год					
Апрель	12	5	9	7	3	7
Май	12	6	6	2	2	3
Июнь	11	6	5	3	2	1
Июль	12	6	3	0	1	1
Август	11	6	5	3	2	1
Сентябрь	10	5	-	1	1	-

Следует отметить, что каждый из снимков, полученных со спутников БКА/Канопус-В, имеет площадь примерно равную 1/3 территории района. По этой причине для сопоставимости с Landsat 8 и Sentinel 2 приведенные в таблице у спутников БКА/Канопус-В значения показателей необходимо уменьшить в 3 раза.

Как видно из таблицы 1 наилучшим образом данными ДЗЗ обеспечивают спутники Sentinel 2, а наихудшим спутники БКА/Канопус-В. Спутники БКА/Канопус-В крайне неравномерно во времени выполняют съемку территории. В мае 2018 г. наблюдается пик съемки (примерно в 3 раза больше чем среднем за месяц).

В настоящее время для информационного обеспечения процессов сельскохозяйственного производства данными о состоянии посевов наилучшим образом подходят материалы ДЗЗ, получаемые со спутников Sentinel 2. Новые снимки получают через 2-3 дня. В среднем ежемесячно доступно 3 снимка, которые пригодны для анализа растительности. Такое их количество позволяет обеспечить подекадный анализ. Но в сентябре и июле крайне мало снимков пригодных для анализа.

Снимков, получаемых со спутника Landsat 8 недостаточно для организации мониторинга посевов. Ежемесячно доступно 5 снимков, из которых только 1-2 пригодны для анализа растительности.

Сложившаяся практика выполнения съемки Горцекого района со спутников БКА/Канопус-В не позволяет использовать снимки, полученные с этих спутников, для мониторинга сельскохозяйственной растительности. Количество получаемых снимков с этих спутников за месяц эквивалентно одному снимку, получаемому со спутников Sentinel 2 или Landsat 8.

С учетом указанных обстоятельств целесообразно разработать технологию совместного использования снимков, полученных со спутников Landsat 8, Sentinel-2 и БКА/Канопус-В. Для этого необходимо составить шкалы сопоставимости индексов (DVI, NDVI и др.), вычисленных по снимкам, полученным с разных спутников, для всех сельскохозяйственных культур. В этом случае ежемесячно будет доступно 20 снимков, из которых от 1 до 9 снимков можно использовать для анализа состояния посевов.

При совместном использовании данных получаемых со спутников Landsat 8, Sentinel-2 и БКА/Канопус-В за вегетационный период будут доступны более 30 снимков пригодных для анализа. Это позволит выполнять исследование изменений развития сельскохозяйственных культур с еженедельным интервалом.

## Литература

1. Родин, И. Е. Сбор и подготовка данных дистанционного зондирования Земли из открытых источников в целях информационного обеспечения систем точного земледелия /Е.В. Родин // Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве». Санкт-Петербург, 26–28 сентября 2018 г. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2018. с. 183-189.
2. Оптико-электронные спутники. [электронный ресурс]. Космическая съемка. Новости и спутниках. – электрон. дан. – М., 2004. Режим доступа: <http://www.sovzond.ru/products/spatial-data/satellites/#optic>.
3. Канопус-В [Электронный ресурс]. // Википедия. Режим доступа: <https://wikipedia.org/wiki/Канопус-В> Дата доступа: 30.12.2019
4. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами: Учеб. Пособие/ В.А. Малинников [и др.] – М.: Изд-во МИИГАиК, 2009. – 140 с.
5. Другаков, П. В. Анализ архива спутниковых изображений Landsat на территории Горецкого района за 1984–2018 годы// Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии – 2019. – № 3. – С.152-156.
6. Другаков, П. В. Анализ обеспеченности открытыми данными дистанционного зондирования земли территории муниципального района // Современные тенденции в научном и кадровом обеспечении АПК: материалы всерос. науч.-практ. конф. 28-29 ноября 2019 г.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2019. – С. 79-83.