

ГЕОМАТИКА

GEOMATICS #2 (31)

2016

ЖУРНАЛ О ГЕОИНФОРМАТИКЕ И ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМЛИ

SOVZOND



СОВЗОНД

Издание компании
«СОВЗОНД»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
АЭРОКОСМИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



Уважаемые коллеги!

Этот номер журнала мы посвящаем теме использования космических технологий для решения задач сельского хозяйства.

Повышение урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, совершенствование методов и технологий управления агропромышленным производством на различных уровнях, начиная от отдельного хозяйства и заканчивая страной в целом, в существенной мере зависят от наличия оперативной, объективной и регулярно обновляемой информации о состоянии посевов, планировании и ходе уборки урожая и т. д. Для адресных инвестиций в агропромышленный комплекс (АПК) необходимо проводить инвентаризацию сельхозугодий.

Мировой опыт показывает, что одним из наиболее эффективных и надежных источников получения информации о сельскохозяйственных землях и состоянии посевов является регулярный космический мониторинг, который оказывает поддержку принятию решений в области агропромышленного производства.

Зарубежные и российские компании предлагают сельхозпроизводителям

и руководителям предприятий в сфере АПК геоинформационные сервисы на базе космического мониторинга, обладающие различными возможностями и функциональностью. Среди этого разнообразия продуктов можно выделить новейшую разработку компании «Совзонд» — геоинформационный веб-сервис «Геоаналитика.Агро». Сервис обеспечивает комплексное предоставление информации и предназначен для поддержки принятия решений в аграрном секторе на различных уровнях управления и бизнес-администрирования (отдельные поля, сельскохозяйственные предприятия, муниципальные образования и субъекты РФ). В системе реализуется автоматизированная загрузка данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из открытых источников, а также подписка на использование коммерческих данных высокого и сверхвысокого пространственного разрешения. Более подробно о сервисе «Геоаналитика.Агро» рассказывается в статье специалистов компании «Совзонд», а также в справочном разделе журнала.

Различным аспектам применения космических и геоинформационных технологий в сельском хозяйстве посвящены статьи специалистов Ставропольского ННИСХ, Омского государственного аграрного университета им. П. А. Столыпина, Белорусского государственного университета, Сибирского центра ФГБУ «НИЦ «Планета».

В новостном разделе читайте о новых спутниках ДЗЗ, новинках программного обеспечения для обработки данных ДЗЗ и других событиях отрасли.

*Борис Дворкин,
главный редактор*

СОДЕРЖАНИЕ

Новости	4
----------------------	----------

Использование данных ДЗЗ

С. Г. Мышляков Возможности радарных снимков Sentinel-1 для решения задач сельского хозяйства.....	16
В. А. Генин, Н. В. Клебанович Опыт использования мультиспектральных космических снимков для дифференцированного внесения удобрений.....	26
Л. В. Березин, Е. Ю. Федяева, М. С. Балухов Использование космической информации для оценки состояния ранее освоенных целинных земель.....	32
Л. А. Сладких, М. Г. Захватов, Е. И. Сапрыкин, Е. Ю. Сахарова Технология мониторинга состояния посевов по данным дистанционного зондирования Земли на юге Западной Сибири.....	39
С. А. Антонов Опыт использования космических технологий для нужд сельского хозяйства Ставропольского края.....	49

Геоинформационные технологии

Е. Н. Горбачева, А. С. Скачкова «Геоаналитика.Агро»: данные дистанционного зондирования Земли как источник агрометеорологической информации.....	56
--	----

Выставки и конференции

Итоги 10-го Международного ГИС-форума «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий».....	62
Итоги III Международной конференции и выставки «Беспилотная авиация — 2016».....	69
ITES-2016. IV Международная конференция «Современные информационные технологии для научных исследований в области наук о Земле».....	71

Справочный раздел

«Геоаналитика.Агро» — веб-сервис для поддержки принятия решений в сельском хозяйстве.....	72
---	----

CONTENT

News 4

Remote sensing data application

- S. G. Myshlyakov**
Capabilities of Sentinel-1 radar imagery for agricultural tasks solving.....16
- V. A. Genin, N. V. Klebanovich**
Experience of multispectral imagery application for differentiated fertilization.....26
- L. V. Berezin, E. Y. Fedyayeva, M. S. Balukov**
Applying spatial information for estimation of previously cultivated virgin lands.....32
- L. A. Sladkikh, M. G. Zachvatov, E. I. Saprykin, E. Y. Sakharov**
Technology of crops condition monitoring based on remote sensing data in the South of Western Siberia.....39
- S. A. Antonov**
Experience of satellite technologies application for agricultural needs of Stavropol krai.....49

Geoinformation technologies

- E.N. Gorbacheva, A.S. Skachkova**
Geoanalitika.Agro: remote sensing data as a source of agrometeorological information.....56

Exhibitions and conferences

- The results of the 10th International GIS-Forum "Integrated Geospatial Solutions — the Future of Information Technologies".....62
- The results of the III International conference and exhibition "Unnamed aviation-2016".....69
- ITES 2016. The IV International conference "Modern Information Technologies in Earth Sciences".....71

Reference section

- Geoanalitika.Agro — web-service for decision-making support in agriculture.....72



Редакционная коллегия:

М. А. Болсуновский
Б. А. Дворкин
С. А. Дудкин
О. Н. Колесникова
С. В. Любимцева
М. А. Петрова
М. А. Элердова

Ответственный за выпуск:

Б. А. Дворкин

Дизайн макета и обложки:

О. Н. Рябова

Компьютерная верстка:

О. Н. Рябова

Информационно-рекламная служба:

М. А. Агаркова
М. К. Тунтарова

115563, Москва, ул. Шипиловская, 28А,
компания «Совзонд»

Тел.: +7 [495] 642-88-70
+7 [495] 988-75-11
+7 [495] 988-75-22

Факс: +7 [495] 988-75-33

E-mail: geomatrics@sovzond.ru

Web-site: www.geomatrica.ru

Перепечатка материалов допускается
только по согласованию с редакцией.

Журнал зарегистрирован
в Россвязькомнадзоре.
Свидетельство о регистрации
ПИ №ФС77-34855 от 13.01.2009 г.

Номер подписан в печать 05.07.2016 г.

Отпечатано ООО «Юнион-Принт»



Учредитель –
компания «Совзонд»

Тираж 3000 экземпляров.
Рекомендованная цена – 217 р. 50 к.

WORLD EVOLUTION — ГЛОБАЛЬНЫЙ СЕРВИС ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ, ПРОИСХОДЯЩИХ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



В начале июня 2016 года компания «Совзонд» презентовала технологию анализа больших объемов разновременных космических снимков для мониторинга изменений, происходящих на всей территории земного шара. Сервис World Evolution основан на сопоставлении космических снимков всей поверхности Земли, накопленных с 1980-х гг. по настоящее время. Сравне-

ние материалов позволяет оценивать динамику многих процессов, происходящих десятилетиями: промышленное и жилое строительство, вырубки лесов, освоение сельхозземель и территорий добычи полезных ископаемых, развитие транспортной инфраструктуры и многое другое.

Сервис содержит информацию на всю территорию России и показывает изменения пространственной социально-экономической структуры страны за период с 2000 по 2015 год.

Перечень картографических слоев, входящих

в состав продукта, включает в себя:

- изменения в лесном фонде;
- изменения в пределах территорий сельскохозяйственного землепользования;
- вновь появившиеся объекты недропользования;
- объекты нового масштабного строительства транспортной инфраструктуры;
- объекты нового масштабного промышленного строительства;
- естественные и экологические изменения территорий.

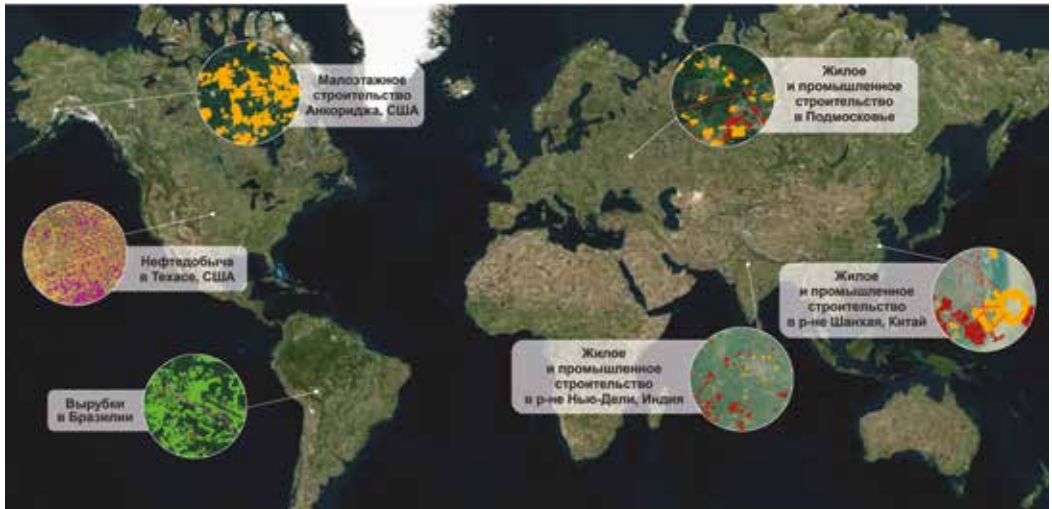


Рис. Интерфейс World Evolution — глобального информационного продукта для выявления изменений, происходящих на земной поверхности

Масштаб предлагаемого покрытия составляет 1:50 000–1:100 000. В ближайшее время продукт будет дополнен новыми материалами масштаба 1:10 000–1:25 000, полученными по данным космической съемки высокого разрешения, а также новыми картографическими слоями, которые позволят получить ответы на ряд вопросов:

- сколько территорий в заданном районе застроено за 15 лет;
- велось ли на данной территории строительство автодорог;
- есть ли спрос на сельскохозяйственные угодья в заданном районе;

- есть ли новые крупные промышленные стройки;
- как далеко находятся новые таможенные терминалы от нужного района;
- насколько недооценены земельные активы.

Продукт World Evolution может с успехом применяться для прогнозирования мест нового промышленного строительства, оценки перспективного спроса на сельхозземли, сравнения эффективности промышленных производств в разных районах и для решения многих других задач территориального развития экономики.

Отличие предлагаемого продукта от зарубежных аналогов (например LULC —

(LAND USE AND LAND COVER) состоит, в первую очередь, в его высокой интеллектуальной составляющей, выражающейся в объектно-ориентированном подходе, когда потребителю предлагается фактически готовая векторная база геоданных с соответствующей атрибутивной информацией.

Второе свойство, определяющее уникальность сервиса World Evolution, — его временная составляющая, которая позволяет рассматривать процессы и явления, происходящие на земной поверхности, во временном разрезе с возможностью прогнозирования.

SKYBOX IMAGING ИЗМЕНИЛА НАЗВАНИЕ И БИЗНЕС-МОДЕЛЬ



Компания Skybox Imaging (принадлежит Google) изменила название на Terra Bella. Компания по-прежнему планирует в течение нескольких ближайших лет запустить 20 спутников ДЗЗ, однако собирается заниматься не только поставкой снимков, но и сконцентрировать внимание на геоаналитике.

Компания Skybox Imaging начала работу в 2009 году с создания самой высокопроизводительной в мире

инновационной группировки мини-спутников ДЗЗ SkySat. В 2013–2014 гг. были запущены первые два спутника группировки. В 2014 году компания Google купила Skybox Imaging за 500 млн долл. для поддержки сервиса Google Maps.

Данные со спутников SkySat используются для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации, мониторинга окружающей среды и решения других задач. Спутники ведут оптическую съемку в панхроматическом и мульти-

спектральном режимах, а также видеосъемку из космоса.

В 2016 году планируется запуск еще десяти аппаратов. Они будут отличаться более высоким разрешением в панхроматическом режиме — 0,7 м. После полного развертывания группировки у пользователей появится возможность просмотра любой точки Земли в режиме, близком к реальному времени.

Сайт компании Terra Bella — <https://terrabella.com>

ЗАПУЩЕНЫ ОЧЕРЕДНЫЕ НАНОСПУТНИКИ ДЗЗ DOVES (FLOCK)

17 мая 2016 г. восемь наноспутников ДЗЗ серии Doves (Flock 2e и Flock 2e') от компании Planet Labs запущены с борта Международной космической станции (МКС). Запуск осуществлялся попарно с помощью специальной катапульты, которая задает

аппаратам скорость 1 м/сек. (рис.).

Два из восьми запущенных аппаратов представляют новое поколение спутников Flock, которые будут протестированы на орбите. В ближайшие месяцы будут запущены еще 24 спутника, уже

находящиеся на борту МКС.

После завершения серии запусков 2016 года группировка наноспутников Dove серии Flock увеличится до 133 аппаратов.

Каждый спутник весит 5 кг и ведет съемку Земли с разрешением 3–5 м.



Рис. Пара наноспутников Flock сразу после запуска

ФИЛИППИНСКИЙ МИНИ-СПУТНИК ДЗЗ DIWATA-1 ОТПРАВЛЕН НА ОРБИТУ

С помощью специального устройства, установленного на японском экспериментальном модуле МКС, 27 апреля 2016 г. запущен Филиппинский

мини-спутник ДЗЗ Diwata-1 (рис.).

Спутник Diwata-1 спроектирован, разработан и собран филиппинскими учеными и инженерами под

руководством японских специалистов из университетов Хоккайдо и Тохоку.

Потенциальные сферы применения данных со спутника Diwata-1: прогноз



Рис. Мину-спутник Diwata-1

погоды, управление чрезвычайными ситуациями, наблюдение за состоянием сельскохозяйственных культур, мониторинг лесных массивов, добыча полезных ископаемых, защита культурных и исторических

памятников, а также мониторинг границ Филиппин.

Вес спутника — 50 кг. На его борту установлена аппаратура:

- высокоточный сенсор для проведения съемки с разрешением 3 м, которая позволит определять степень ущерба от стихийных бедствий (тайфунов, извержений вулканов), осуществлять мониторинг объектов культурного и природного наследия;
- мультиспектральный сенсор с разрешением 80 м, предназначенный для мониторинга растительности и

океанических биологических ресурсов;

- широкополосная камера с разрешением 7 км, предназначенная для наблюдения за облачностью и более точного прогнозирования погоды;

- камера с разрешением 185 м для локализации снимков, полученных высокоточным и мультиспектральным сенсором.

Филиппинская программа наблюдения Земли включает в себя также запуск спутника Diwata-2 в 2017 году.

OPTISAR И URTHE DAILY — ДВЕ УНИКАЛЬНЫЕ ГРУППИРОВКИ СПУТНИКОВ ДЗЗ КОМПАНИИ URTHECAST

Компания UrtheCast (Канада) приняла решение о создании новой группировки из восьми оптических спутников ДЗЗ в дополнение к объявленной в 2015 году 16-спутниковой смешанной оптико-радарной системе.

Спутники для обеих группировок построит компания SSTL (Великобритания). Сроки запуска зависят от появления потенциальных заказчиков данных с твердыми обязательствами. Работы начнутся после подписания достаточного количества договоров для финансирования проекта.

После приобретения в 2015 году компании Deimos

Imaging (Испания) со спутниками Deimos-1 и Deimos-2, UrtheCast имеет в своем арсенале 4 оптических сенсора, включая установленные на российском сегменте высокого и среднего разрешения (Igis и Theia).

Выручка компании в 2015 году составила 41,1 млн канадских долл., а в 2016 году ожидается выручка в 57,5 млн.

В 2015 году компания UrtheCast объявила о планах по созданию первой в мире смешанной коммерческой группировки спутников ДЗЗ OptiSAR, которая будет состоять из восьми пар оптических и радарных

спутников. Каждая пара будет вести съемку синхронно. Спутники будут находиться в двух орбитальных плоскостях: 8 спутников — на полярной солнечно-синхронной орбите и 8 — на орбите с наклоном к экватору в 20–45 град. В дополнение к группировке OptiSAR планируется также разработка и запуск группировки из восьми спутников UrtheDaily, которая будет вести оптическую съемку с разрешением 5 м.

Радарные спутники группировки OptiSAR (каждый весом 1400 кг) будут оснащены двумя сенсорами для съемки в X-диапазоне

(с разрешением 1 м) и L-диапазоне (с разрешением 5 м). На своем борту они будут иметь автоматическую идентификационную систему для отслеживания морских судов.

Оптические спутники (каждый весом 670 кг) будут оснащены сенсорами для фотосъемки с разрешением до 25 см и цветной видеосъемки с разрешением 40 см.

К настоящему времени уже подписаны меморандумы о взаимопонимании с двумя потенциальными клиентами группировки OptiSAR на сумму 370 млн долл. Ожидается, что группировка



Рис. Перспективная группировка спутников OptiSAR

будет запущена в течение 3-5 лет (рис.).

Общие контуры программы OptiSAR были обнаружены

в середине 2015 года. Реакция потенциальных клиентов тогда показала, что они хотя и больше.

В ответ UrtheCast предложила создать еще одну группировку UrtheDaily.

Группировка из восьми спутников UrtheDaily будет вести оптическую съемку с разрешением 5 м. Спутники будут находиться на полярной орбите, их производительность составит 145 млн кв. км в день, что позволит осуществлять постоянный глобальный мониторинг природных и техногенных изменений.

ДАННЫЕ ASTER — БЕСПЛАТНО

Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства США (NASA) объявило, что согласно договоренности между США и Японией, весь архив данных, полученных системой ASTER со спутника Terra, с 1 апреля 2016 года находится в бесплатном доступе для всех желающих. Получить любые сцены и производные продукты можно на сайте NASA по ссылке <http://asterweb.jpl.nasa.gov/data.asp>

Спутник Terra с системой космического дистанционного зондирования ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radio-

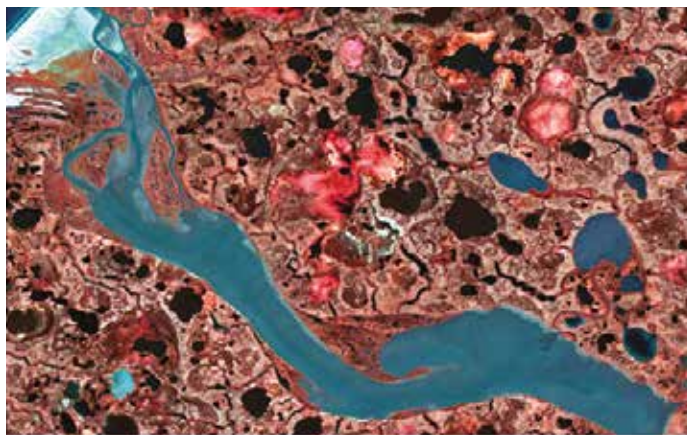


Рис. Ненецкий автономный округ. Снимок ASTER/VNIR, синтезированное цветное изображение в комбинации NIR, R, G. Пространственное разрешение — 15 м

meter — усовершенствованный термально-оптический радиометр космического

базирования) был запущен в 1999 году. Своему появлению ASTER обязан

совместному проекту NASA, Японского министерства экономики, торговли и промышленности (METI) и Японского центра анализа данных ДЗЗ (Earth Remote Sensing Data

Analysis Center — ERSDAC). Система ASTER состоит из трех подсистем: VNIR — видимый и ближний инфракрасный диапазоны с разрешением до 15 м (рис.),

SWIR — коротковолновой инфракрасный диапазон с разрешением 30 м и TIR — тепловой инфракрасный диапазон с разрешением 90 м.

ENVI ONEBUTTON — НОВОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С БПЛА

Вышло новое программное обеспечение от Exelis VIS (дочерней компании Harris Corporation) для обработки данных с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) — ENVI OneButton.

ENVI OneButton позволяет с минимальным участием оператора решать такие задачи цифровой фотограмметрии, как фототриангуляция, создание и редактирование цифровых моделей рельефа и местности, ортотрансформирование, создание бесшовных мозаик местности (рис. 1) и работа с 3D-облаком точек.

Использование в ENVI OneButton передовых алгоритмов обработки в комбинации с высокой производительностью позволяет получать быстрые и точные геопривязанные 2D- и 3D-продукты, которые в дальнейшем могут быть легко интегрированы в различные геоинформационные и аналитические системы, такие, как ArcGIS и ENVI.

Основные преимущества ENVI OneButton:

- интуитивно понятный интерфейс;
- процесс от сбора изображений до получения готовых продуктов занимает всего несколько минут;
- полностью автоматическая сшивка изображений в единую мозаику, выравнивание по цвету и балансу;
- поддержка сенсоров любых форматов (маленьких, средних и больших).
- поддержка мультиспектральных изображений;
- уникальный алгоритм блочного уравнивания для точного геопозиционирования наклонных изображений и изображений в надири;
- создание отчетов, показывающих свойства проекта, результаты обработки, статистику, анализ покрытия изображениями, карту корреляции изображений и результаты калибровки камер;
- использование GPU и многоядерного процессора для увеличения скорости обработки изображений;



Рис. 1. Бесшовная мозаика местности

- поддержка данных с любых камер — от любительских (например, GoPro) до профессиональных.

Программное обеспечение доступно в двух вариантах: базовая комплектация ENVI OneButton для создания быстрых ортомозаик и примерных ЦММ, а также 3D-облака точек (рис. 2) и ENVI OneButton Professional с расширенным функционалом для получения более высокой точности и надежности выходных результатов.



Рис. 1. 3D-облако точек

НОВЫЙ МОДУЛЬ ENVI HSQUAC ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ АТМОСФЕРНОЙ КОРРЕКЦИИ

Exelis VIS (дочерняя компания Harris Corporation) выпустила новый модуль ENVI HSQUAC для высокоскоростной атмосферной коррекции по алгоритму Quick Atmospheric Correction (QUAC).

QUAC — алгоритм, обеспечивающий автоматизированную коррекцию влияния атмосферы для снимков в диапазоне частот 400–2500 нм. В основе алгоритма QUAC лежит эмпирический поиск среднего коэффициента отражения для различных групп материалов (классов объектов). При этом используется алгоритм извлечения характерных спектральных кривых.

Модуль HSQUAC использует тот же самый алгоритм,

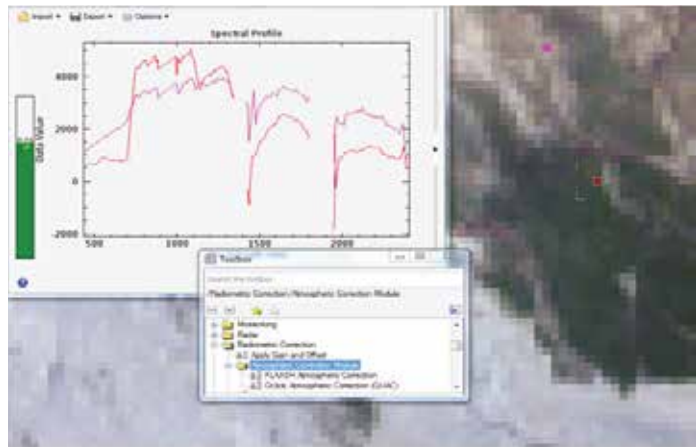


Рис. Атмосферная коррекция в новом модуле ENVI HSQUAC

только обработка переносится на графический процессор (видеокарту), что позволяет увеличить скорость обработки в несколько раз по сравнению со стандартной обработ-

кой на базе центрального процессора. HSQUAC позволяет выполнять обработку в режиме, максимально приближенном к реальному времени (рис.).

Разработчиками ПК ENVI был проведен сравнительный анализ возможностей обработки центрального и графического процессоров (табл.). В качестве исходных данных использовался снимок со спутника WorldView-2 (8 каналов, размер изображения 995 MB) и следующее аппаратное обеспечение:

Время обработки центрального процессора, сек.	Время обработки графического процессора, сек.	Увеличение скорости обработки
184	29	в 6,5 раз

Табл. Результаты сравнительного анализа

- центральный процессор: 2 x Intel Core i7-4712HQ CPU, 2,3 GHz (16 Гб оперативной памяти);
 - графический процессор: NVIDIA QuadroK1100M GPU
- (2,1 Гб оперативной памяти).
 Модуль HSQUAC доступен как плагин к настольной версии ПК ENVI и как операция для ENVI Services Engine.

ВЫШЛА НОВАЯ ВЕРСИЯ ПО TRIMBLE INPHO 7.1. И UASMASTER 7.1.

Компании «Совзонд» и Trimble сообщили о выходе новой версии программного обеспечения INPHO 7.1. и UASMaster 7.1.

В данном релизе исправлены ошибки, которые препятствовали непрерывному рабочему процессу или получению качественных результатов. Также релиз содержит несколько новых возможностей, инструментов и функций.

Основные особенности новых версий.

INPHO 7.1.:

- реализована поддержка данных с многосенсорных и наклонных съемочных систем, а также с камеры VisionMap A3 (рис.);
- реализован инструмент для импорта данных аэросъемочного комплекса VisionMap A3;
- реализована поддержка импорта данных в формате

JPEG;

- добавлена функция создания файла региона по TIFF-изображению, позволяющая использовать при обработке только область снимка с изображением;
- после выполнения процесса аэротриангуляции в модуле MATCH-AT появилась возможность создавать PDF-отчеты с возможностью поиска информации;
- для выходных файлов DTM/WNP в модуле MATCH-T DSM могут быть сохранены расширенные области исключения.
- для поддержки многосенсорных камер было введено понятие «станция» – группа всех объективов камеры в один момент экспозиции. При извлечении связующих точек и фототриангуляции по маршрутам станций автоматически создаются маршруты

отдельных объективов.

- новое приложение Building Add-on в модуле DTMaster Stereo — простой в использовании инструмент для создания объектов уровня детальности LOD2. Позволяет выполнять моделирование зданий, разделять очень сложные строения на несколько простых объектов, а также несколько различных структур крыш на смежные отдельные единицы (рис. 2).

UASMaster 7.1.:

- в модуле OrthoMaster реализован учет надирных изображений, а также учет «станций» при работе с многосенсорными камерами для последующей обработке в OrthoVista;
- реализована поддержка данных с мультироторного БПЛА ZX5;
- улучшена производительность и инструменты

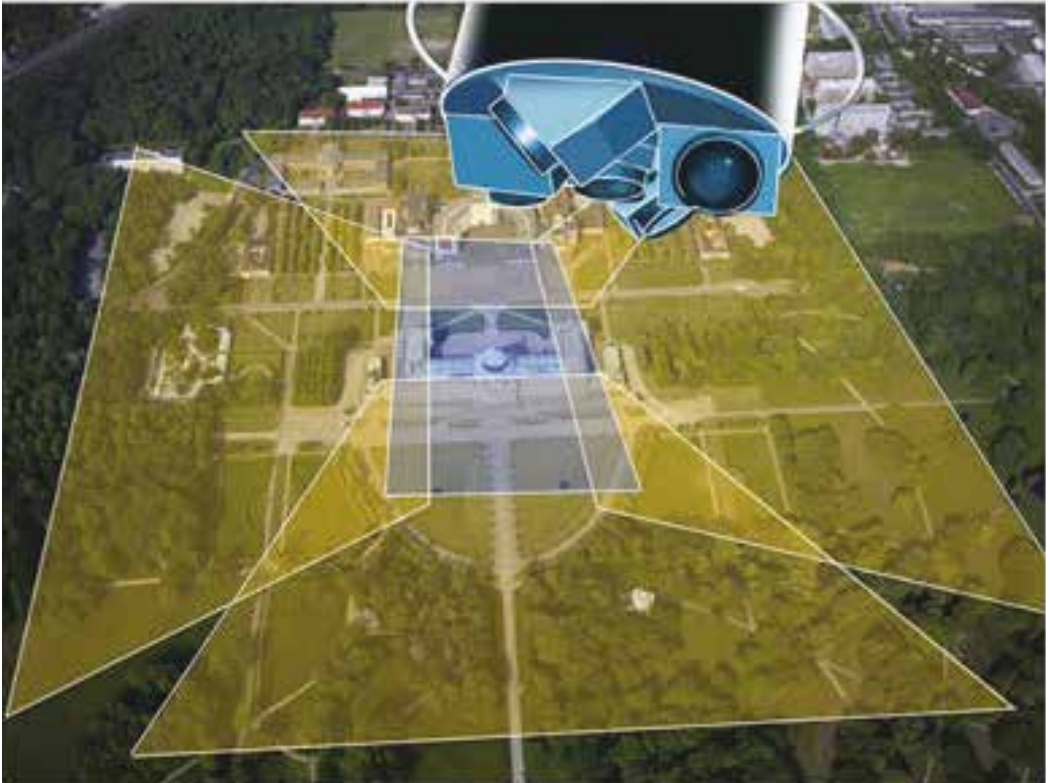


Рис. 1. Поддержка новых сенсоров в INPHO 7.1.

визуализации для карто-графирования и оцифровки;

- улучшена обработка ошибок, также появились новые сообщения об ошибках;

- для проектов, в которых нет опорных точек, теперь можно выполнить уравнивание с калибровкой камеры. Для достижения максимально возможной точности по-прежнему рекомендуется использование опорных точек;

- реализован новый алгоритм, позволяющий получить однородное облако точек,

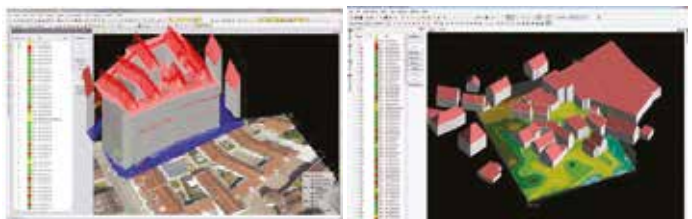


Рис. 2. Новое приложение Building Add-on

которое точнее описывает рельеф по данным аэротриангуляции;

- улучшено качество выходных продуктов (например, облака точек) без использования опорных данных.

Все пользователи INPHO, у которых действует техническая поддержка, могут обновить программу, скачав и установив дистрибутив версии INPHO 7.1. и UAS-Master 7.1.



ПОИСК СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ* catalog.sovzond.ru

* Поиск спутниковых снимков по космическим аппаратам: QuickBird, WorldView-1, WorldView-2, WorldView-3, Ikonos, GeoEye, Pleiades, RapidEye, Alos, Deimos-1, TerraSAR, Монитор-Э, Ресурс-ДК, Ресурс-Ф и др.



Компания «Совзонд»
115563, Москва, ул. Шипиловская, 28А
Тел.: +7(495) 642-8870, 988-7511, 988-7522
Факс: +7(495) 988-7533
E-mail: sovzond@sovzond.ru

СЪЕМКА С БПЛА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕЙ



Мультиспектральная и гиперспектральная аэрофотосъемка с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является одним из самых эффективных методов получения данных для мониторинга состояния полей и посевов. Высокая точность (до нескольких сантиметров на пиксель) и качество изображений — отличительная особенность и преимущество авиационной съемки, которая зачастую дополняет космическую съемку для получения более детальных изображений отдельных объектов и территорий.



С. Г. Мышляков (компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил Белорусский государственный университет по специальности «География». Работал в научно-исследовательском предприятии по землеустройству, геодезии и картографии «БелНИЦзем» (Минск, Беларусь). В настоящее время — руководитель отдела тематической обработки данных ДЗЗ компании «Совзонд».

Возможности радарных снимков Sentinel-1 для решения задач сельского хозяйства

Мы живем в эпоху открытых и доступных данных и открытого программного обеспечения. Каждый год на орбиту выводятся новые спутники, нацеленные на решение множества задач и ведущие съемку в различных диапазонах электромагнитного спектра. Каждый год в Интернете в свободном доступе появляются новые спутниковые данные.

3 апреля 2014 г. Европейское космическое агентство (European Space Agency, ESA) вывело на орбиту радиолокационный спутник Sentinel-1A (рис. 1). Он стал первым в космической группировке спутников по глобальному мониторингу окружающей среды и безопасности Copernicus. Sentinel-1A разработан компанией Thales Alenia Space. На его борту установлена радиолокационная аппаратура с синтезированной апертурой C-SAR (разработка компании Astrium), которая обеспечивает всепогодную, а также круглосуточную поставку космических снимков. Съемка выполняется в C-диапазоне (длина волны 6 см). Скорость передачи данных на наземный сегмент — 300 Мбит/сек. Характеристики режимов съемки приведены в табл. 1 [1]. Периодичность получения снимков

со спутника Sentinel-1A для российских широт составляет 5–15 дней.



Рис. 1. Общий вид спутника Sentinel-1A

Режимы	Ширина полосы обзора, км	Разрешение без обработки, м	Поляризация
Strip Map Mode	80	5x5	VV+VH или HH+HV
Interferometric Wide Swath	250	5x20	VV+VH или HH+HV
Extra-Wide Swath Mode	400	20x40	VV+VH или HH+HV
Wave-Mode	20x20	5x5	VV или HH

Табл. 1. Характеристики режимов съемки спутника Sentinel-1A

Разработка съемочной системы с такими характеристиками бросает вызов научному сообществу — какие новые задачи начнут решаться на основе бесплатных регулярно получаемых радиолокационных изображений? Учитывая все более возрастающий научный и практический интерес к реализации инфокоммуникационных технологий в сельском хозяйстве, в предлагаемом исследовании была поставлена цель — понять, как свободно распространяемые регулярные данные со спутников Sentinel-1 могут быть использованы для решения задач сельского хозяйства. Априори были выделены четыре задачи потенциального использования данных Sentinel-1:

- разработка и апробирование общей методики обработки радиолокационных данных ДЗЗ Sentinel-1 для задач сельского хозяйства;
- картографирование состава высеваемых культур, контроль севооборотов;
- мониторинг состояния растительности;
- мониторинг хода агротехнологических работ.

Исходя из общей теории радиолокации известно, что в основе формирования изображения лежат особенности отражения рассеивания испускаемого радарного сигнала различными типами поверхности [2]. Применительно к сельскохозяйственным задачам в роли поверхности выступают посеvy сельскохозяйственных культур и открытая распаханная почва. На совокупную итоговую интенсивность отражения сигнала (яркость пикселя) влияют биофизические характеристики растительности, такие,

как густота посевов, высота стеблей, расположение листьев. Поскольку съемка ведется со значительным углом отклонения от надира, имеет значение даже такой фактор, как направление распашки и сева. Так, интенсивность отражения сигнала у двух полей, засеянных культурой, одного и того же сорта, в одной фазе вегетации, но распаханых и засеянных под различными углами, будет отличаться (рис. 2). Огромное значение имеет фактор влажности почвенно-растительного покрова, определяющий его диэлектрическую проницаемость [3].

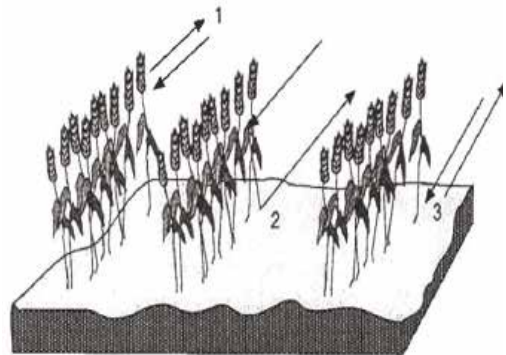


Рис. 2. Отражение радарного сигнала различными частями растений и почвой [4]

К преимуществам радарной съемки для решения сельскохозяйственных задач относятся:

- независимость от погодных условий;
- независимость от условий освещенности;
- чувствительность к биофизическим

(влажность, биомасса) и структурно-геометрическим особенностям почвенно-растительного покрова.

Недостатками радарных снимков являются:

- сложность тематической интерпретации;
- зашумленность данных;
- влияние рельефа и угла наклона;
- негативное влияние шероховатости поверхности.

Непосредственно перед запуском миссии Sentinel-1 Европейским космическим агентством совместно с компанией MDA (Канада) – лидером в области технологий радиолокационного ДЗЗ, — было проведено исследование по оценке возможностей использования снимков Sentinel-1 для целей сельского хозяйства [5]. В ходе проведенных исследований были оценены возможности различных поляриметрических режимов съемки, разработана методология обработки радиолокационных данных ДЗЗ в С-диапазоне для задач картографирования землепользования и мониторинга параметров сельскохозяйственной растительности, определен оптимальный угол визирования для мониторинга посевов и оптимальные параметры орбиты (восходящая или нисходящая), собраны и проанализированы эталонные сигнатуры сельскохозяйственных культур.

Результаты совместных исследований ESA и MDA позволили сделать следующие основные выводы:

- Возможна классификация сельскохозяйственных культур, базируясь лишь на данных с двойной поляризацией.
- Точность классификации посевов культур свыше 70% достигается при использовании пяти разновременных снимков, свыше 80% достигается при использовании семи разновременных снимков.
- Двойная поляризация VV+VH позволяет получать более точные результаты, чем двойная поляризация HH+HV.
- Лучшие результаты классификации

культур достигаются по летним снимкам (к августу — более 80%).

- Полная поляризация бывает полезна для детектирования стебельных культур (зерновые, кукуруза).
- Корреляция с NDVI, измеренного по снимкам RapidEye и по данным полевых измерений, наивысшая у рапса и бобовых.
- Поляризация VH в некоторой степени подходит для моделирования NDVI на ранних стадиях вегетации.

Исследование ESA и MDA проводилось для тестовых участков, расположенных в Канаде, Нидерландах и Испании. Начиная с 2015 года, юг европейской части России входит в план регулярной съемки Sentinel-1 в режиме Interferometric Wide Swath. Основные характеристики получаемых снимков следующие:

- пространственное разрешение 20x5 м (в продольном и азимутальном направлении);
- угол съемки 29-46 град.;
- двойная поляризация — VH и VV;
- полоса захвата 250 км;
- периодичность съемки — 5-12 дней (в зависимости от того, перекрывается виток или нет).

Исследования возможностей радарных снимков Sentinel-1 для сельского хозяйства применительно к условиям России были проведены для территории Новониколаевского района Волгоградской области, а точнее — на территорию полей ООО «Гелио-Пакс». В качестве исходных данных были использованы снимки уровня обработки GRD. Это означает, что значительная часть процедур предварительной обработки, таких, как проектирование из плоскости наклонной дальности в плоскость земной поверхности, для снимков уже проведена оператором [6]. Период наблюдений — с марта по ноябрь 2015 года. Данные о севооборотах за 2015 год любезно предоставлены со стороны ООО «Гелио-Пакс».

Для обработки радарных снимков было использовано программное обеспечение с открытым исходным кодом SNAP, разработанное Европейским космическим агентством. SNAP включает в себя панель Sentinel-Toolbox, специально предназначенную для обработки данных со спутников серии Sentinel. Следует отметить, что алгоритмы геообработки Sentinel-Toolbox доступны для использования посредством открытых библиотек GitHub, следовательно, могут быть достаточно легко интегрированы в сторонние приложения разработчиков по всему миру.

На исследуемую территорию с портала ESA были выкачаны все снимки за 2015 год. Всего с марта по ноябрь были получены сцены, соответствующие 18-ти датам наблюдений (вся территория района) и 36-ти датам (восточная часть), что говорит о беспрецедентной частоте получения данных. То есть, за редким исключением, новые снимки выкладывались с периодичностью 1 раз в 12 дней. Далее все скачанные сцены подвергались различным операциям предварительной обработки. Общая схема выполнения предварительной обработки приведена на рис. 3. На выходе получались откалиброванные масштабированные мозаики, готовые для проведения измерений интенсивности сигнала. Для наглядности и удобства визуального восприятия были сформированы псевдоцветные RGB-композиции, где красному каналу соответствует изображение в поляризации VV, зеленому каналу — изображение в поляризации VH, синему каналу — частное от деления изображений в поляризации VV и VH (рис. 4).

Для решения задачи классификации сельскохозяйственных культур и картографирования севооборотов требуется изучить характер интенсивности рассеивания радарного сигнала. Данная операция

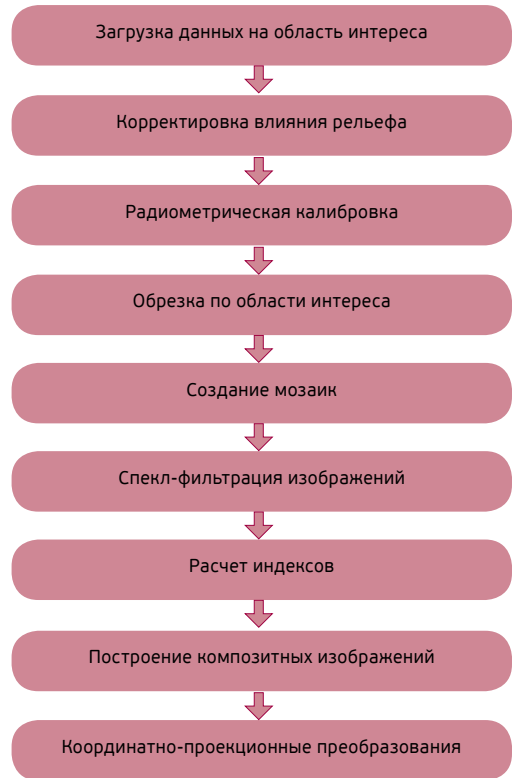


Рис. 3. Этапы предварительной обработки снимков Sentinel-1



Рис. 4. Образец обработанного снимка Sentinel-1. Дата съемки 20.07.2015 г. Композитное RGB-изображение: R — интенсивность сигнала в поляризации VV; G — интенсивность сигнала в поляризации VH; B — частное от деления интенсивности в поляризации VV на интенсивность в поляризации VH.

подобна изучению спектральной отражательной способности объектов при обработке оптико-электронных снимков. Для выполнения операции на заданной территории был заложен набор обучающих выборок (сигнатур) на основе имеющихся данных о севооборотах. Для каждой выборки, целиком попадающей в пределы отдельного поля, рассчитывались статистические показатели. На рис. 5 приведены результаты статистического анализа в виде кривых, отображающих изменение характера рассеивания радарного сигнала на разновременных снимках.

Как видно из рис. 5, взаимная делимость сигнатур основных классов культур оставляет желать лучшего. В отличие от оптико-электронных снимков обращает на себя внимание отсутствие последовательного хода графиков вегетации, соответствующего определенным фазам. В первую очередь это говорит о том, что на характер рассеивания сигнала влияют иные факторы, не всегда обусловленные биофизическими параметрами растительности. Проведенный анализ метеонаблюдений на ближайших метеостанциях на даты, соответствующие датам полученных снимков, показал, что одним из главных факторов, влияющих на интенсивность рассеивания сигнала на снимках Sentinel-1, является фактор влажности поверхности. Пиковые значения рассеивания, характерные для определенных дат наблюдений, соответствуют дням, в которые были зафиксированы осадки, либо непосредственно после дней с осадками.

Помимо анализа рассеивания радарного сигнала в двух поляризационных режимах в ходе исследования была предпринята попытка вывода нормализованного индекса, основанного на пространственном отношении поляризационных режимов. Для каждой даты были рассчитаны нормализованные индексы, так называемые «радарные NDVI».

$$\text{Radar NDVI} = \frac{VV-VH}{VV+VH}$$

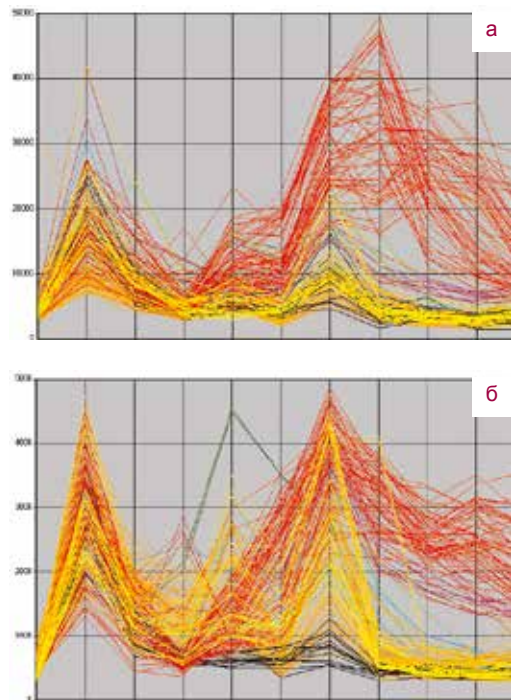


Рис. 5. Характер рассеивания радарного сигнала различными типами сельскохозяйственных культур. Ось X — даты съемки, ось Y — масштабированная интенсивность рассеивания радарного сигнала: а) временной ряд интенсивности сигнала в поляризации VV; б) временной ряд интенсивности сигнала в поляризации VH

- Озимая пшеница
- Яровая пшеница
- Ячмень
- Кукуруза
- Подсолнечник
- Горех
- Горчица
- Лен Масличный
- Нут

Расчет «радарных NDVI» в определенной степени позволяет компенсировать влияние фактора увлажнения. Графики «радарных NDVI» показали также хорошую делимость озимых и яровых зерновых культур на ранних стадиях (май), что отчетливо видно на рис. 6. Пропашные культуры (подсолнечник и кукуруза) уверенно

отделяются во второй половине лета и начале осени, когда наблюдается активный прирост биомассы и для них характерны крупные размеры стеблей и листьев.

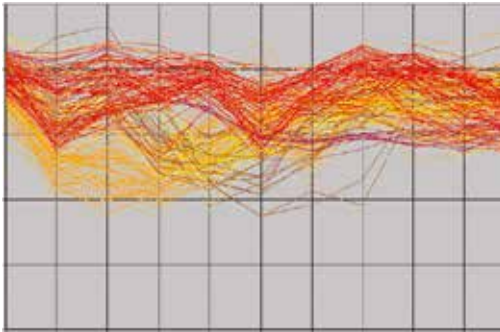


Рис. 6. Характер временного хода «радарного NDVI» для различных сельскохозяйственных культур. Ось X – даты съемки, ось Y – значения «радарного NDVI»

- Озимая пшеница
- Яровая пшеница
- Ячмень
- Кукуруза
- Подсолнечник
- Горех
- Горчица
- Лен Масличный
- Нут



Рис. 7. Отображение сельскохозяйственных полей на мультивременных композитах Sentinel-1:
 R – Дата съемки 29.07.2015;
 G – Дата съемки 23.06.2015;
 B – Дата съемки 30.05.2015.
 а) Изображения в поляризации VV;
 б) Изображения в поляризации VH

На рис. 7 приведены мультивременные композиты в различных поляризационных режимах. Из рисунка очевидна потенциальная возможность дистанционного распознавания различных сельскохозяйственных культур, основываясь на информации о рассеивании радарного сигнала, полученной со спутников Sentinel-1.

Одной из ключевых задач, решаемых при помощи данных ДЗЗ в интересах сельского хозяйства, является мониторинг и оценка состояния посевов сельскохозяйственных культур. К параметрам растительности и почв, потенциально доступным для наблюдения посредством радиолокационных изображений относятся [2]:

- тип культуры;
- фенологическая фаза культуры;

- содержание влаги в тканях растения;
- объем биомассы;
- проективное покрытие;
- высота стеблей;
- диаметр стеблей;
- направление и плотность распахки;
- влажность почвы;
- шероховатость поверхности;
- структура почвенного покрова.

Рассмотрим особенности рассеивания радарного сигнала отдельными типами

сельскохозяйственных культур на примере озимой и яровой пшеницы, ячменя, кукурузы и подсолнечника.

На рис. 8 приведены графики рассеивания радарного сигнала для озимой пшеницы. Обращают на себя внимание несколько резких скачков интенсивности рассеивания, особенно четко проявляющихся на снимках в поляризации VV. Как отмечалось выше, причиной аномально высоких значений и интенсивности является увлажненность растительного покрова и почвы. Даты, на которые приходятся пиковые значения (6 мая, 23 июня и 17 июля), характеризуются повышенным увлажнением поверхности, что следует из показаний метеонаблюдений ближайших метеостанций. В эти дни, либо непосредственно перед ними, шли дожди. Неравномерность распределения осадков и их влияние на растительность также может быть прослежена по радарным снимкам, что является темой для отдельного исследования. Применительно к анализу хода вегетации даты с аномально высокими значениями рекомендуется исключить.

На изображении «радарного NDVI» влияние влажности выражено не столь резко. По графикам хода «радарного NDVI» можно проследить закономерную тенденцию развития озимых культур. Максимальный объем зеленой биомассы, наблюдающийся у озимых культур в конце мая – начале июня (выход в трубку, колошение), соответствует минимальным значениям «радарного NDVI».

На рис. 9 представлены графики хода вегетации для яровой пшеницы. Также обращают на себя внимание повышенные значения интенсивности рассеивания радарного сигнала, соответствующие дождливым дням. Интерес представляет график хода «радарного NDVI». Как и для озимой пшеницы, здесь характерна обратная зависимость объема биомассы и интенсивности радарного сигнала. Наименьшие значения «радарного NDVI»

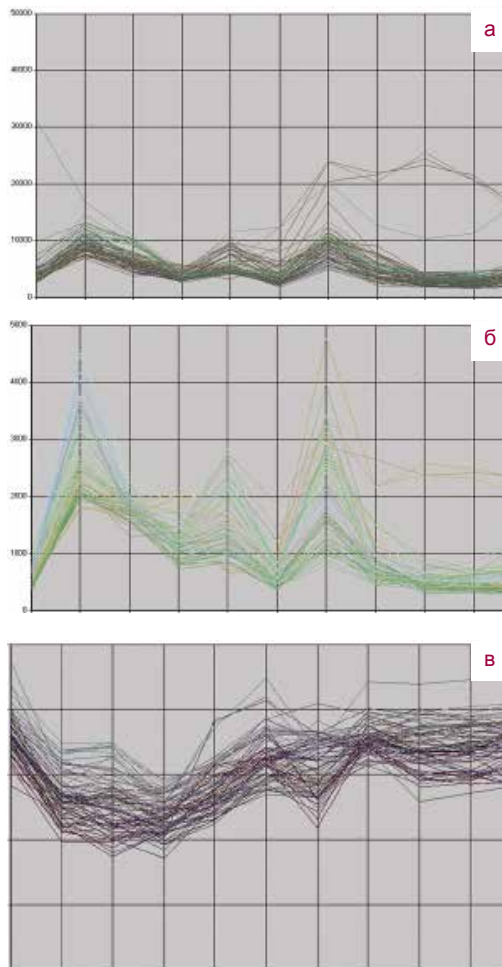


Рис. 8. Интенсивность рассеивания радарного сигнала посевами озимой пшеницы:
 а) Временной ряд интенсивности сигнала в поляризации VV;
 б) Временной ряд интенсивности сигнала в поляризации VH;
 в) Временной ряд «радарного NDVI»

приходятся на начало июля, что, как и в случае с озимыми, соответствует максимальным значениям биомассы. Графики хода вегетации ярового ячменя в целом схожи с аналогичными графиками для яровой пшеницы.

Графики хода вегетации подсолнечника сильно отличаются от графиков зерновых

культур (рис. 10). Прирост биомассы и связанные с ними процессы цветения и плодоношения обуславливают повышенные значения интенсивности рассеивания радарного сигнала в августе (в обоих поляризационных режимах, особенно в VH). «Радарный NDVI», в отличие от зерновых культур, не позволяет обнаружить каких-либо явных закономерностей. Поля под кукурузой обнаруживают устойчивую тенденцию к снижению значений «радарного NDVI» по мере роста и созревания.

Проведенное исследование позволило сделать следующие основные выводы:

- Радарные снимки Sentinel-1 пригодны для регулярного космического мониторинга сельскохозяйственного производства. Снимки гарантированно могут быть получены в заданное время, что обеспечивает ведение регулярных наблюдений. Нет риска отсутствия данных ввиду облачности и плохой освещенности. На качество изображений могут оказывать существенное влияние многие внешние факторы, в первую очередь, влажность почв и растительности.

- Дешифрирование основных групп сельскохозяйственных культур по радиолокационным снимкам Sentinel-1 возможно. Проведенное исследование показало возможность уверенного распознавания отдельных групп культур с возможностью математического описания их дешифровочных признаков. Возможна разработка алгоритма автоматизированного дешифрирования отдельных типов сельскохозяйственных культур

- Биофизические параметры роста и развития сельскохозяйственной растительности требуют дальнейшего глубокого изучения. Необходимо сопоставление данных по интенсивности рассеивания и «радарного NDVI» с фенологическими фазами развития растительности.

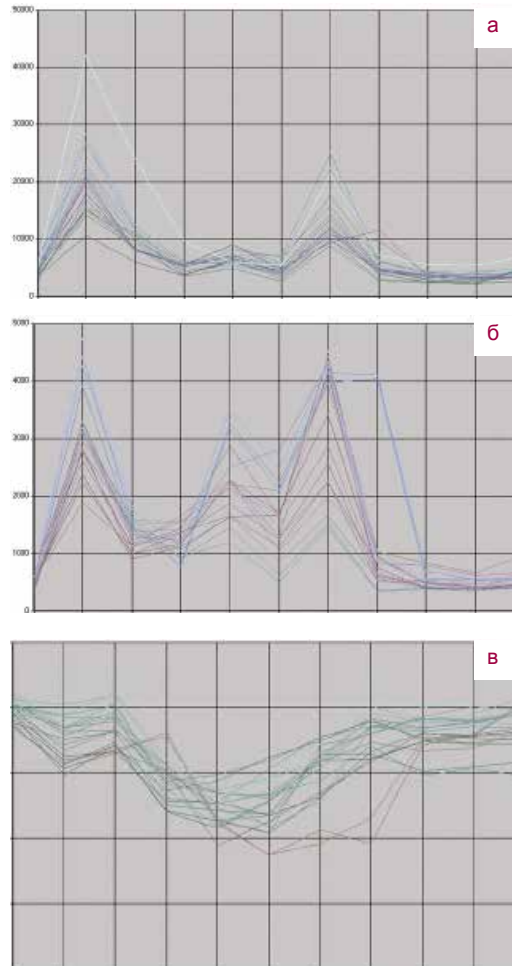


Рис. 9. Интенсивность рассеивания радарного сигнала посевам яровой пшеницы:
 а) Временной ряд интенсивности сигнала в поляризации VV;
 б) Временной ряд интенсивности сигнала в поляризации VH;
 в) Временной ряд «радарного NDVI»

- Возможно уверенное определение некоторых этапов агротехнологических работ на полях, таких, как уборка урожая.

Таким образом, потенциал для решения некоторых задач мониторинга сельскохозяйственных земель у снимков Sentinel-1, безусловно, имеется. Проведенное в компании «Совзонд» исследование является

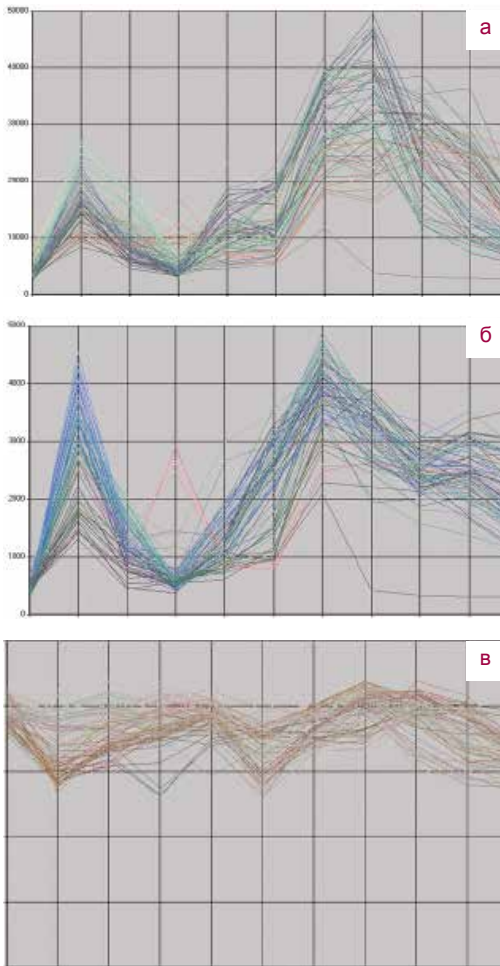


Рис. 10. Интенсивность рассеивания радарного сигнала посевами подсолнечника:

- а) Временной ряд интенсивности сигнала в поляризации VV;
- б) Временной ряд интенсивности сигнала в поляризации VH;
- в) Временной ряд «радарного NDVI»

одним из первых в России, описывающих возможности данных Sentinel-1 для решения задач сельского хозяйства. В ходе исследования были сформулированы новые задачи для дальнейших исследований. В то же время уже можно говорить об автоматизации отдельных процессов предварительной обработки данных ДЗЗ Sentinel-1 на базе

веб-сервиса компании «Совзонд» «Геоаналитика.Агро». Генерируемые продукты позволяют выполнить визуальное дешифрирование состава культур, визуально оценить степень увлажнения и проследить ход агротехнологических работ непосредственно в интерфейсе веб-сервиса.

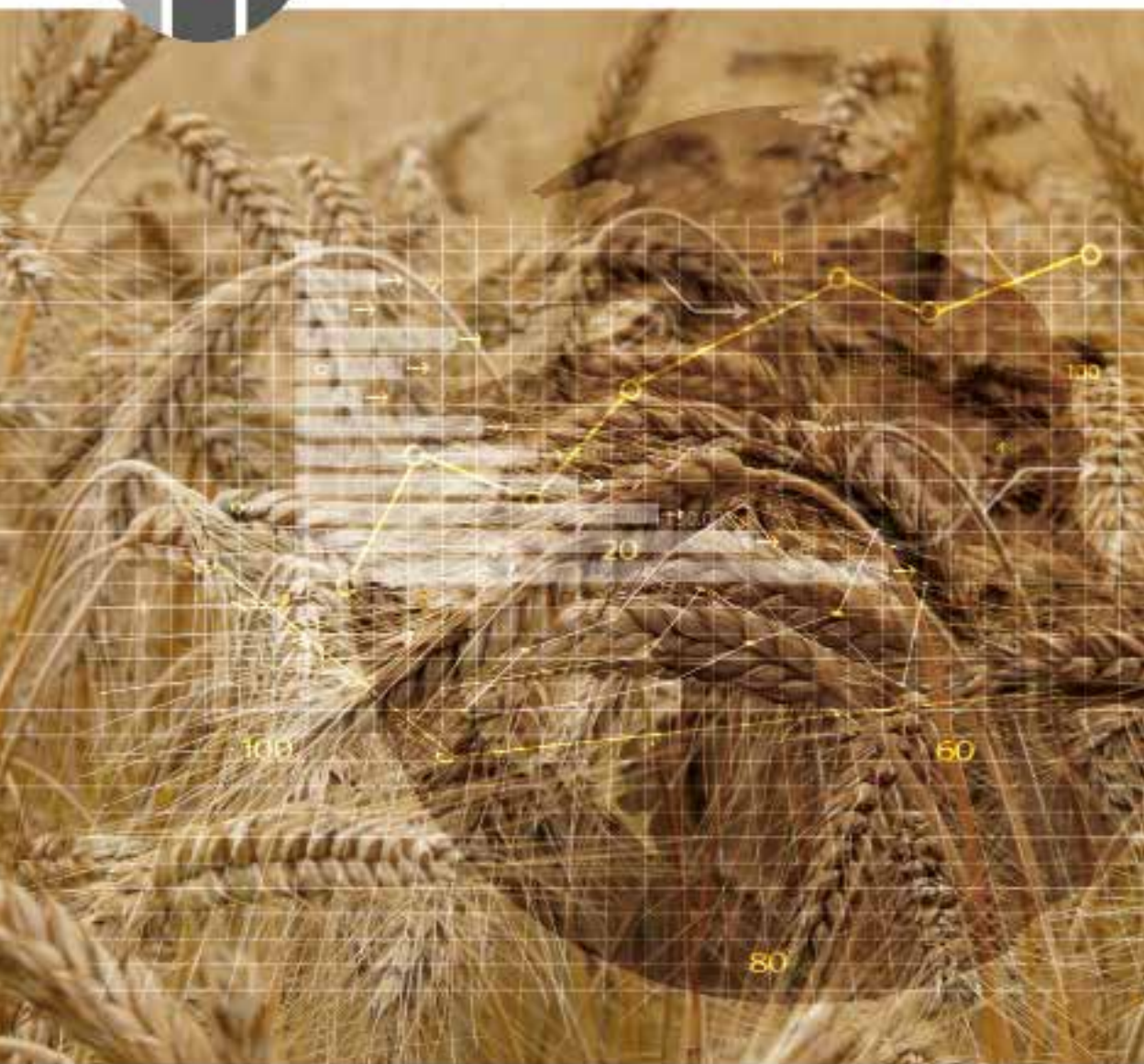
22 апреля 2016 г. на орбиту был выведен второй спутник — Sentinel-1B. Ожидается, что с выводом на рабочую мощность второго спутника периодичность съемки сократится до 5 суток, что позволит получать еще большее количество снимков в течение вегетационного сезона, обеспечивая стабильность и надежность космического мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sentinel-1. ESA Sentinel online — electronic resource. Mode of access: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1>
2. Agricultural Applications with SAR Data. Module 3202: Biosphere / Riedel T. Eckardt R.. — Earth Observation Institute of Geography, Friedrich-Schiller-University Jena / SAR Edu — remote sensing education initiative — electronic resource. Mode of access: <https://saredu.dlr.de/unit/agriculture>
3. Radar Remote Sensing for Earth and Planetary Science / J. J. van Zyl. Jet Propulsion Laboratory — electronic resource. Mode of access: http://www.its.caltech.edu/~ee157/lecture_note/Radar.pdf
4. Brisco B. Agricultural applications with radar/ B. Brisco, R. J. Brown. - Principles and applications of imaging radar. New York: Wiley, 1998, p. 381-406.
5. AgriSAR 2009. Technical Assistance for the Implementation of the AgriSAR 2009 Campaign / Final Report. Vol. 1 Executive Summary, Data Acquisition, Data Simulation / AgriSAR Team. — MDA Systems Ltd., 2011. — 590 p.
6. Sentinel-1 User Handbook. — Sentinel-1 Team, ESA, 2013. — 80 p.



Геоаналитика.Агро



ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В. А. Генин (Белорусский государственный университет, Республика Беларусь)

В 2010 г. окончил Белорусский государственный университет (БГУ) по специальности «География». В настоящее время — преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем БГУ.

Н. В. Клебанович (Белорусский государственный университет, Республика Беларусь)

В 1979 г. окончил Белорусский государственный университет (БГУ). В настоящее время — заведующий кафедрой почвоведения и земельных информационных систем БГУ. Доктор сельскохозяйственных наук, доцент.

Опыт использования мультиспектральных космических снимков для дифференцированного внесения удобрений

Дифференцированное внесение удобрений в настоящее время является одним из перспективных направлений точного земледелия, которое позволяет не только экономить ресурсы, но и повысить урожайность сельскохозяйственных культур. В данной статье описан эксперимент по дифференцированному внесению азота в офлайн-режиме с использованием дистанционной информации, полученной по космическому снимку Landsat 8.

Согласно закону, сформулированному основателем агрохимии Юстусом фон Либихом [1], величина урожая определяется фактором, который находится в минимуме. На сельскохозяйственных землях Республики Беларусь фактором, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур, является нехватка влаги и азота.

С развитием технологий точного земледелия мы получили возможность управлять азотным питанием растений путем дифференцированного внесения удобрений.

Дифференцированное внесение удобрений может происходить в офлайн- и онлайн-режиме. Режим офлайн вместо полевых измерений использует заранее подготовленные карты заданий. При данном методе трактор, помимо бортового компьютера, должен быть оснащен GNSS-антенной, которая бы позволяла вычислять координаты техники с высокой точностью.

В основном карты заданий для внесения азотных удобрений создаются с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Анализ отношения красной и ближней инфракрасной зон спектра позволяет рассчитывать различные индексы, характеризующие состояние растительности. В исследовании был использован вегетационный индекс NDVI как более простой и надежный из существующих вариантов.

Созданная карта заданий загружается в бортовой компьютер трактора. Дальше, в зависимости от местоположения на поле, компьютер изменяет норму внесения удобрений.

Авторы считают, что наиболее рациональный подход к подкормке почв азотными удобрениями – комплексное использование данных ДЗЗ и данных полевого обследования. Данные ДЗЗ могут поступать как с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащенных камерой, которая способна работать в ближней инфракрасной зоне спектра, так и с ресурсных спутников, ведущих съемку в высоком пространственном разрешении. Полевое обследование может производиться с использованием датчиков, которые позволяют измерять вегетационный индекс в поле.

Компания Trimble выпускает оборудование для оценки состояния растительности. Система GreenSeeker (рис. 1) базируется на оптических датчиках, каждый из которых имеет свой источник света и может использоваться в любое время суток, в том числе при плохой видимости и в тумане. GreenSeeker излучает красные и ближние инфракрасные лучи, которые, отражаясь от растений, попадают на фотодиод в головной части датчика. Таким образом система GreenSeeker измеряет индекс вегетации биомассы [2].



Рис. 1. Внешний вид сенсора GreenSeeker

Лаборатория SWFAL [3] разработала калькулятор для пересчета значений вегетационного индекса, полученных с прибора GreenSeeker, в значения необходимых доз азотной подкормки.

В 2015 году нами был произведен эксперимент по дифференцированному внесению азотных удобрений на основании данных полевого обследования с помощью системы GreenSeeker и данных ДЗЗ со спутника Landsat 8.

Снимок от 12 апреля 2015 г. использовался для расчета дифференциальной нормы азотных удобрений, снимок от 4 мая 2015 г. — для оценки результата.

Для формирования карты заданий необходимо было рассчитать вегетационный индекс NDVI для данных от 12 апреля 2015 г. Нами были проанализированы все поля с озимыми культурами, на которых планировалось внесение азотных удобрений до 20 апреля, так как спутниковый снимок должен быть не старше 7 дней. Нами был выбран участок площадью 97 га, на котором посеян озимый тритикале и наблюдается значительная неоднородность вегетационного индекса (рис. 2).

Участок, выбранный для исследования, разделен дорогой и геометрически образует два участка — северный и южный. Значения вегетационного индекса для южного участка в среднем на 27% выше, чем значения вегетационного индекса для северного участка. Сев на обоих участках производился в течение 3 дней, и разные его даты не могли стать причиной столь сильных различий вегетационного индекса. Гистограмма распределения вегетационного индекса для участка исследования показывает, что наблюдалось большое его разнообразие: минимальное значение — 0,13, максимальное — 0,46, при доминировании значений от 0,32 до 0,42.

Данные вегетационного индекса, полученные с использованием космического снимка от 12 апреля 2015 г., сравнивались со значениями, полученными с сенсора GreenSeeker. В ходе полевых работ на исследуемом участке в местах с однородным состоянием растительности было

выбрано 29 контрольных точек. Для каждой точки было определено значение вегетационного индекса сенсором GreenSeeker, и с использованием GNSS-системы были записаны их координаты для последующего опознавания на космическом изображении.

Между полевыми и дистанционными значениями вегетационного индекса существует тесная связь (рис. 3). Коэффициент детерминации составил 0,85, на основании чего можно утверждать, что, несмотря на низкое пространственное разрешение третьего и четвертого каналов спутника Landsat 8 (30 м), на основании его данных можно получать достаточно точные значения вегетационного индекса

и дифференцировать норму азотных удобрений.

Вторая подкормка осуществлялась 19 апреля 2015 г. На 1 га планировалось внести 200 кг карбамида и 96 кг действующего вещества — азота. В ходе исследования значения вегетационного индекса были разделены нами на 3 группы:

1. Среднее значение вегетационного индекса $\pm 20\%$.
2. От среднего значения вегетационного индекса (+20%) до максимального значения (0,45).
3. От минимального значения вегетационного индекса до -20% от среднего значения.

На основании данной группировки значений нами были получены 16 контуров,

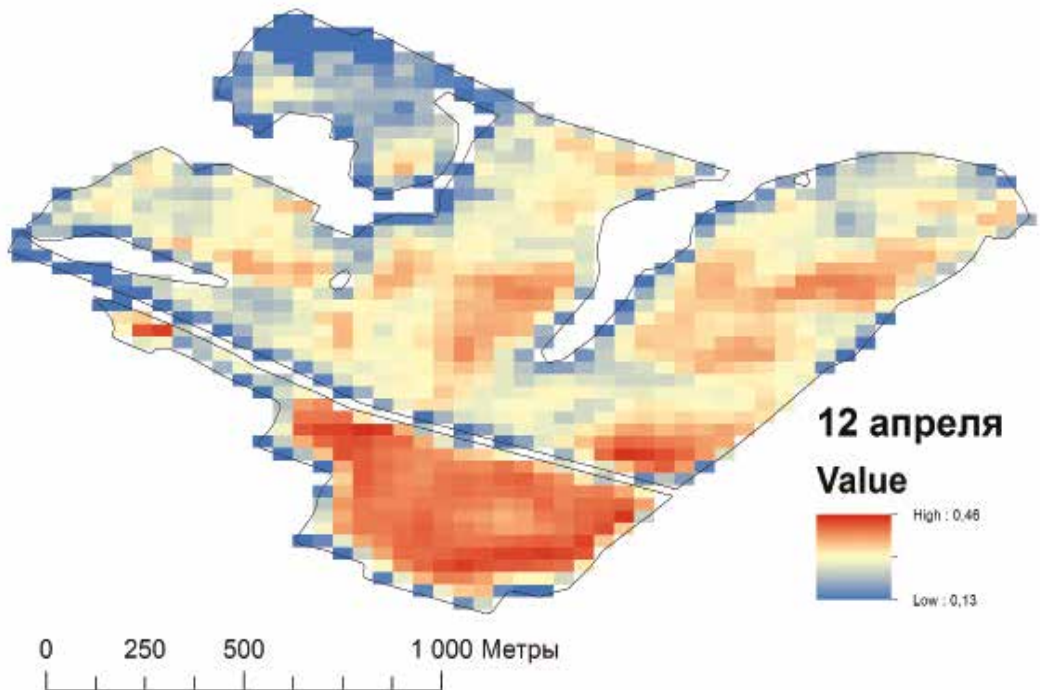


Рис. 2. Вегетационный индекс исследуемого участка по состоянию на 12 апреля 2015 г.

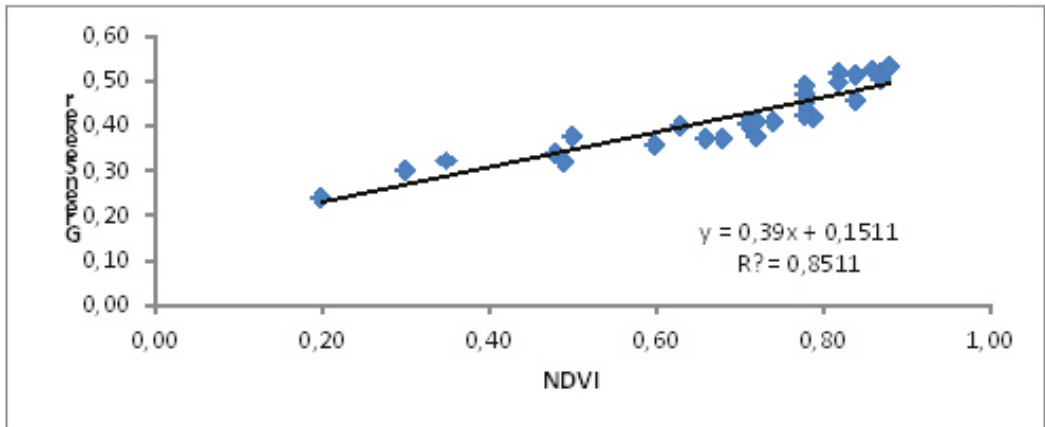


Рис. 3. Зависимость между значениями вегетационного индекса NDVI, измеренного полевым и дистанционным способами

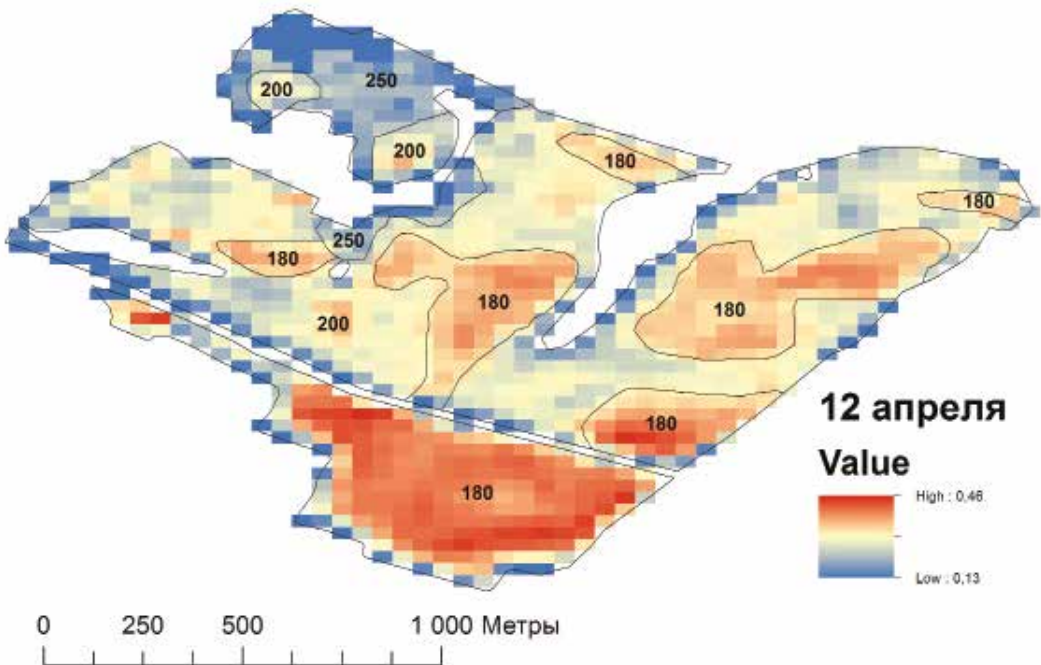


Рис. 4. Группировка значений вегетационного индекса и рассчитанные дозы азотной подкормки для каждого контура

которые представлены на рис. 4. Норма азотных удобрений была распределена следующим образом: на участках

с высоким значением NDVI она была снижена до 180 кг карбамида на га; на участках со средним значением норма

азота осталась без изменения (200 кг карбамида на га); на участках с низкими значениями вегетационного индекса норма азотных удобрений была увеличена до 250 кг. На основании выделенных контуров формировалась карта заданий для сельскохозяйственной техники. Экспорт осуществлялся в формате шейп-файла, тип геометрии — полигональный, система координат — WGS 84.

Дата второй азотной подкормки — 19 апреля 2015 г. Для дифференцированного внесения был использован разбрасыватель твердых минеральных удобрений ZG-B компании Amatron, совмещенный с бортовым компьютером и GNSS-системой Amatron 3 [4]. На основании карты задания оборудование позволяет автоматически

изменять норму разбрасывания удобрений в соответствии с местоположением трактора на поле.

Оценка результатов внесения карбамида осуществлялась на основании спутникового снимка Landsat 8, полученного 4 мая 2016 г., или через 15 дней после проведения азотной подкормки (рис. 5). С использованием инструментов геообработки нами было получено изображение, которое характеризует прирост вегетационного индекса с 11 апреля до 4 мая 2016 г.

Изображение (рис. 6) свидетельствует о том, что максимальный прирост вегетационного индекса (более чем 30%) сосредоточен на участках с дозой внесения карбамида 250 кг/га. На участках с дозой внесения 200 кг/га прирост NDVI в среднем составляет

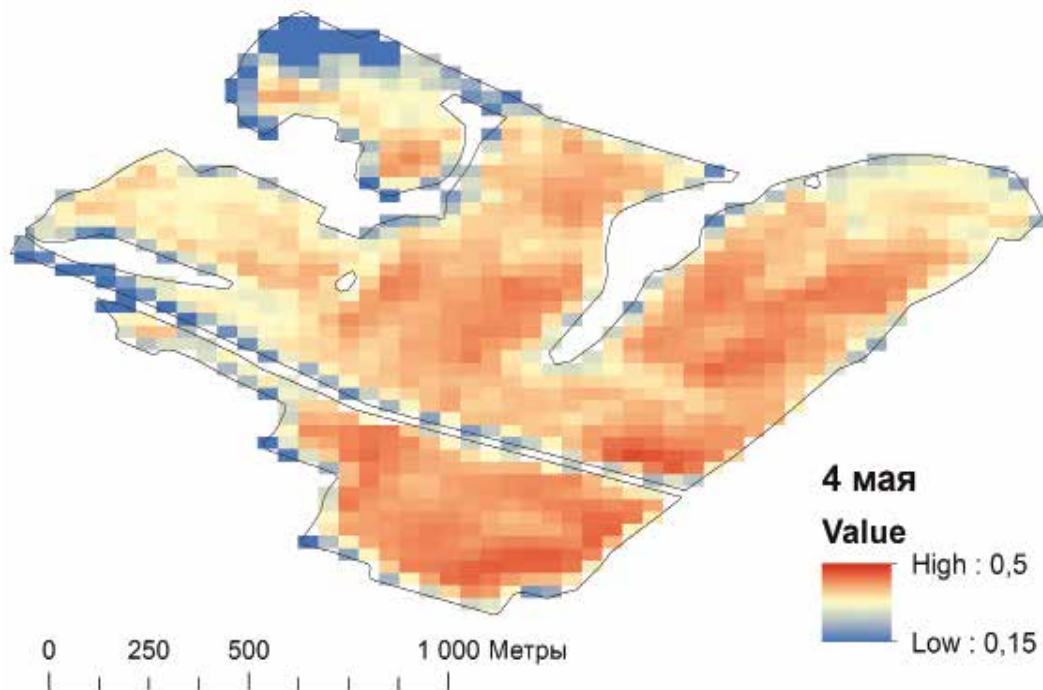


Рис. 5. Вегетационный индекс исследуемого участка по состоянию на 4 мая 2015 г.

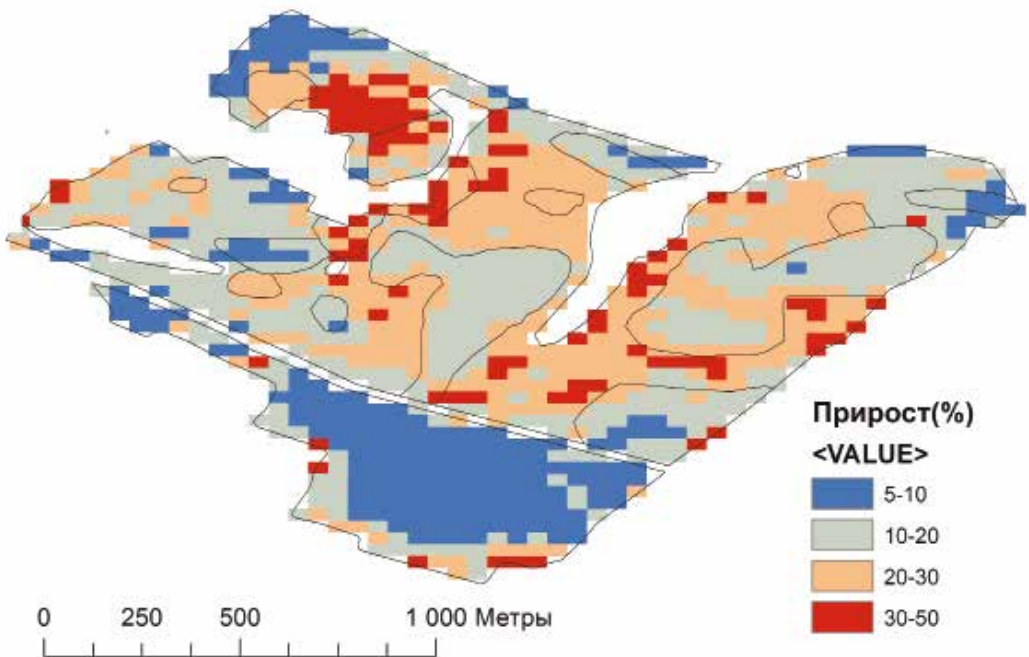


Рис. 6. Прирост значения NDVI в процентах

20–30%; на участках, где доза удобрений была снижена до 180 кг/га, прирост составил 5–20%. В целом для участка характерно повышение однородности состояния посевов, что свидетельствует об эффективности использованной методики.

Авторы эксперимента не ставили цель повлиять на урожайность сельскохозяйственной культуры, ввиду отсутствия данных о влажности почвы и содержания в ней химических элементов. В ходе проведения исследования нами было доказано, что с использованием данных ДЗЗ и специализированной сельскохозяйственной техники возможно влиять на состояние сельскохозяйственных культур. Данная методика требует дальнейшего детального исследования для научнообоснованного

определения норм внесения азотных удобрений по данным вегетационных индексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бродский А. К. *Краткий курс общей экологии: Учебное пособие*. — СПб.: ДЕАН, 2000. 224 с.
2. *GreenSeeker handheld crop sensor — electronic resource*. Mode of access: <http://www.trimble.com/Agriculture/gs-handheld.aspx>
3. *Sensor-Based Nitrogen Rate Calculator. Accurate Mid-Season Crop Fertilizer N Recommendations — electronic resource*. Mode of access: <http://soiltesting.okstate.edu/sensor-based-n-rate-calculator>
4. *Ротационный культиватор AMAZON KG — электронный ресурс*. Режим доступа: <http://www.amazone.ru/420.asp>

Л. В. Березин (Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина — ОмГАУ)

В 1957 г. окончил Омский сельскохозяйственный институт. В настоящее время — профессор кафедры почвоведения ОмГАУ, Доктор сельскохозяйственных наук, академик Международной академии экологии и безопасности жизнедеятельности человека. Почетный член географического общества и член Докучаевского общества почвоведов. Лауреат премии им. М. В. Певцова

Е. Ю. Федяева (Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина — ОмГАУ)

В 2012 г. окончила ОмГАУ, по специальности «Агрохимия и почвоведение». В настоящее время — аспирант ОмГАУ.

М. С. Балуков (Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина — ОмГАУ)

В 2012 г. окончил ОмГАУ, по специальности «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур». В настоящее время — аспирант ОмГАУ.

Использование космической информации для оценки состояния ранее освоенных целинных земель

В середине XX века посевная площадь зерновых культур в СССР увеличилась с 32,4 до 60,3 млн га. В короткий срок с 1954 до 1960 года валовой сбор зерна возрос с 25,6 до 58,7 млн т. Эти результаты были достигнуты за счет небывало интенсивного освоения новых земель. Но почти сплошная распашка земель степной зоны Сибири и Северного Казахстана уже через 3–5 лет вызвала развитие деградационных процессов вследствие дефляции. Тогда был учтен опыт преодоления последствий аналогичных процессов в США и Канаде, в каждом из регионов была изменена система обработки почвы и нарезка полей севооборота. Эти мероприятия в сочетании с переходом сельского хозяйства в СССР на интенсивный путь развития за счет применения удобрений и средств защиты растений и, где

необходимо, приемов мелиорации почв, уже к 1970–1975 гг. позволили остановить процессы ветровой эрозии вновь освоенных земель. Объем закупки зерна в 1976 году по сравнению с 1960 годом увеличился с 29 до 43,9 млн т. Но реформирование государства в 1991 году и последующее преобразование почти всех крупных многоотраслевых хозяйств в мелкие крестьянско-фермерские, не обеспеченные техникой и кадрами, вновь привело к упадку производства. В итоге валовой сбор зерна в условиях Западной Сибири по существу за 60 лет остался на исходном уровне (рис. 1).

Отмечая шестидесятилетие освоения целинных земель, многие средства массовой информации акцентировали внимание общества на деградации освоенных земель, бесполезности затраченных средств

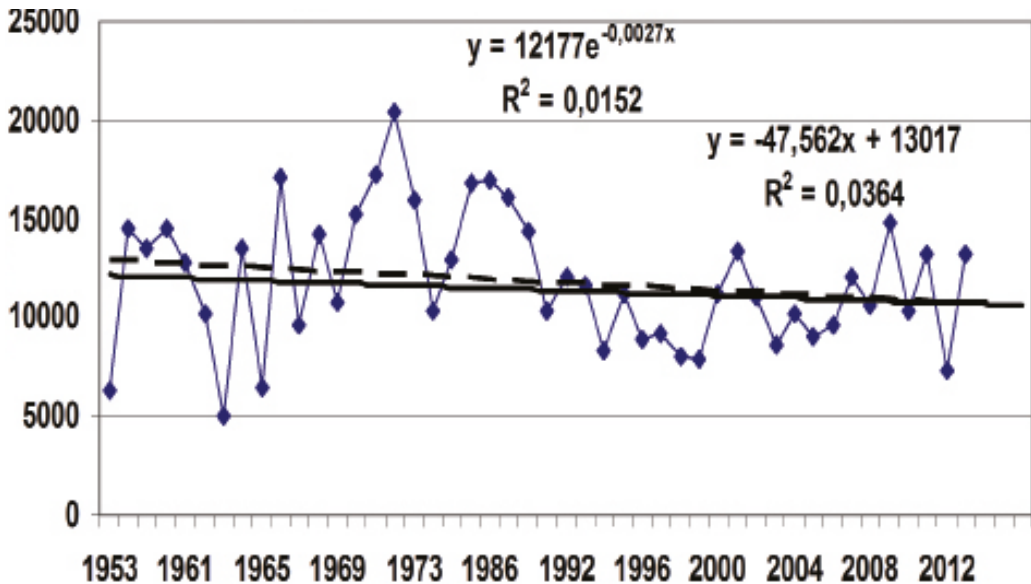


Рис. 1. Динамика валового сбора зерна в Западной Сибири после освоения целинных земель (1953–2013 гг.), тыс. т.

и на продолжающееся опустынивание земель в черноземной степи Сибири.

В 2014 году почвоведомы Омского аграрного университета при содействии компании «Совзонд» проведено почвенное обследование муниципального Одесского района Омской области, который расположен в центре Ишимской степи на границе России и Республики Казахстан.

По данным почвенных обследований Одесского района период с 1964 по 1989 год 95–98% земель расположены на черноземе обыкновенном тяжелосуглистом (по классификации почв России 2004 года он является подтипом чернозема криогенно-мицелярного). При почвенном обследовании наиболее крупного районного хозяйства АО «Желанное», проведенном через 30 лет после освоения целины, содержание гумуса снизилось с 6,9 до 5,2%. Это дало повод к утверждению, что в районах освоения целинных земель начинается процесс опустынивания. Но этот показатель является

нижней границей черноземов степной зоны, и, вполне возможно, что в период дефляции несколько снизилась мощность гумусового горизонта и содержание гумуса. Снижение гумуса целинных почв после введения в интенсивное использование в пашне, следует объяснять не деградацией распаханной почвы, а более интенсивной, по сравнению с естественным биоценозом, минерализацией растительных осадков. Об этом говорят многочисленные исследования почвоведов Казахстана и Института почвоведения и агрохимии СО РАН, а в Омской области — доцента Л. Н. Мищенко (1988) и др.

Для более достоверной оценки динамики почвенного плодородия, почвенные разрезы в 2014 году были заложены непосредственно рядом с разрезами 1989 года, указанными на почвенных картах. Обследование, проведенное в 2014 году показало, что за прошедшее второе тридцатилетие каких-либо

существенных морфологических изменений не отмечено. Однако все новые почвенные разрезы показали значительное уплотнение — до 1,5–2,2 м. Отнести это уплотнение лишь к переходу на минимальную систему земледелия нельзя. Очевидно, это может быть лишь следствием пульсации уровня грунтовых вод (УГВ) и подъема капиллярной каймы, способствующей периодическому повышению влажности корнеобитаемого слоя, но при опускании УГВ происходит существенное его уплотнение. Это приводит к двум негативным явлениям. Если при подъеме УГВ, благодаря повышению влажности почвы, продуктивность пашни повышается, одновременно поднимаются к поверхности почвенные карбонаты, а это способствует снижению устойчивости почв к дефляции. При опускании капиллярной каймы иссушение почвы затрудняет понижение глубины вскипания. Результатом этих противоречивых процессов является повышение неравномерности почвенного плодородия.

Анализ материалов дистанционного зондирования со спутника высокого разрешения RapidEye после кластеризации по методу анализа вегетационного индекса NDVI перед уборкой урожая твердой пшеницы 2 сентября 2014 г. показал крайне высокое варьирование продуктивности растений, синхронное с отражением спектра солнечной радиации (табл. 1 и рис. 2).

Урожайность яровой твердой пшеницы в пределах одного поля колеблется от 0,41 до 1,93 т/га. Локальное повышение урожайности географически приурочено к территории микрозападин, на которых максимальная урожайность была получена в результате накопления влаги в весенний период из-за уплотненности подпахотного горизонта, что хорошо отражают весенние снимки из космоса на начало мая 2014 года. Этим опровергается гипотеза о существовании солонцовых пятен на изучаемом полигоне, которые в зоне зернового производства Западной Сибири обычно определяют низкую продуктивность возделываемых культур.

При сопоставлении почвенных карт Омской области 1960–1980 и 1995–2012 гг. на последних было выявлено наличие широких полос, отражающих чередование карбонатного и глубоковскипающего чернозема, меридионально пересекающих изучаемый район в сторону озер Северного Казахстана (рис. 3). Поскольку на крупномасштабных почвенных картах землепользований и даже на почвенной карте района М 1:200 000, составленных до 1990 года, этой закономерности не было установлено, в 2014 году проведена дополнительная рекогносцировочная почвенная съемка по стерневому фону полей убранной пшеницы. Маршрут съемки — с запада на восток от изучаемого хозяйства до районного центра Одесское с определением

№ прикопки	Высота растений, см	Количество растений, шт./кв. м	Вес зерна			
			шт./кв. м	г/кв. м	т/га	1000 зерен
1	95	296	272	128	1,28	57,1
2	78	268	228	1,21	1,21	42,6
3	105	312	272	159	1,59	50,6
4	111	180	256	192,8	1,93	41,6
5	101	176	232	40,6	0,41	39,2
6	106	320	312	109	1,09	35,8

Табл. 1. Продуктивность яровой твердой пшеницы (сорт Норунд) на карбонатном черноземе. Одесский район Омской области, 2014 г.

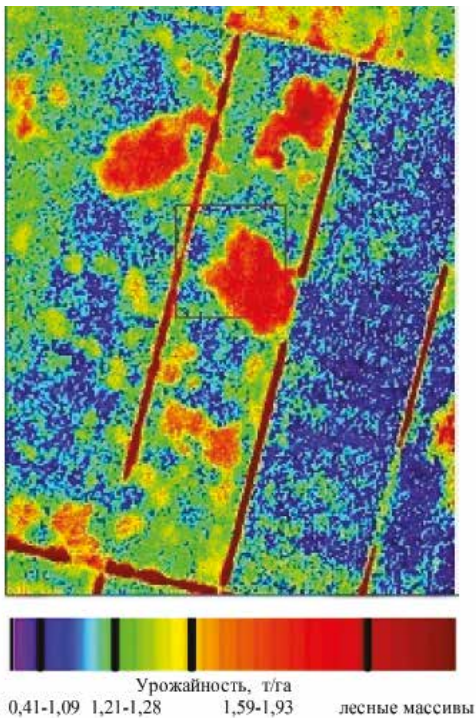


Рис. 2. Отражение продуктивности твердой пшеницы на космическом снимке после кластеризации методом NDVI 2 сентября 2014 г. и номограмма урожайности пшеницы по показателю цветовой кластеризации синтезированного снимка

через каждые 3–4 км глубины вскипания и мощности гумусового горизонта в каждой из географически привязанных почвенных прикопок (табл. 2).

Маршрут по четко выраженной равнине, без видимой всхолмленности, пересекал

несколько полос чернозема с различной глубиной вскипания. Для каждой предполагаемой почвенной разности было обследовано по три объекта.

При камеральной обработке материалов ДЗЗ в пятикратной повторности, по космическому снимку вблизи каждой прикопки были определены кривые спектральной яркости поглощенного спектра солнечной радиации (рис. 4, 5).

Анализ отраженного спектра солнечной радиации показал, что типичный для степной зоны Западной Сибири чернозем криогенно-мицелярный среднемощный, среднегумусовый тяжелосуглинистый поглощает от 20 до 50% видимой части спектра. И лишь в инфракрасном диапазоне проявляются значительные различия между изученными объектами.

Поглощение солнечной радиации черноземом карбонатным существенно отличается. Видимая часть спектра от 0,42 до 0,65 мкм при наличии карбонатов в поверхностной части почвенного профиля, характеризуется большим поглощением радиации. Но энергонасыщенная инфракрасная часть спектра поглощается различными группами черноземов степной зоны практически в равной мере на 50–60%.

Однако строгой математической закономерности изменения данного спектра обеих почвенных разностей черноземов степной зоны на двух полях не выявлено. Максимальное значение коэффициента криволинейной зависимости не превысило 0,3 (табл. 3).

№ прикопки	Чернозем среднемощный, глубоковскипающий		№ прикопки	Чернозем маломощный, карбонатный	
	Мощность гумусового горизонта, см	Глубина вскипания карбонатов, см		Мощность гумусового горизонта, см	Глубина вскипания карбонатов, см
2	19	29	1	13	0
3	20	26	4	12	0
5	26	28	6	14	0

Табл. 2. Неравномерность свойств чернозема криогенно-мицелярного

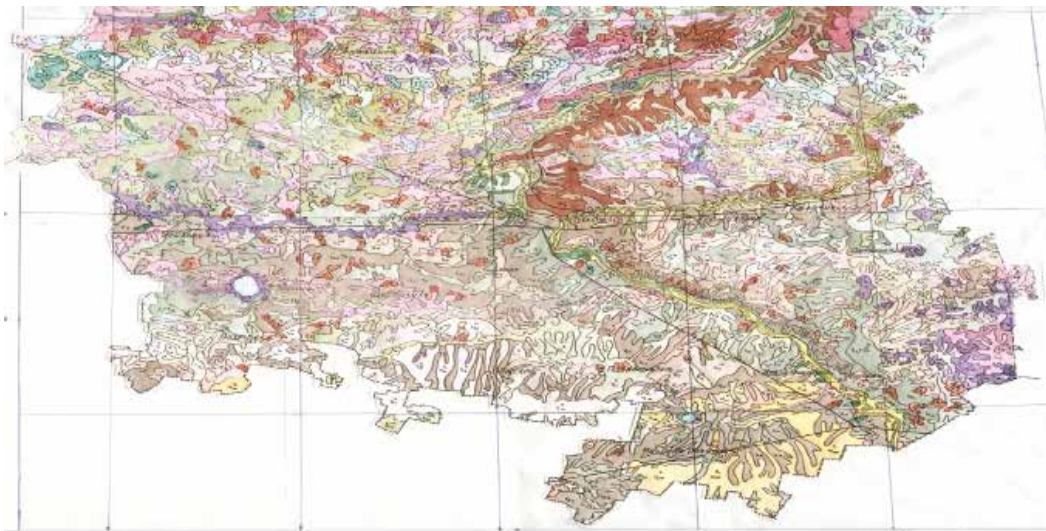


Рис. 3. Фрагмент почвенной карты юго-западной части Омской области, 2012 г. (составлена под руководством Н. С. Байкова)

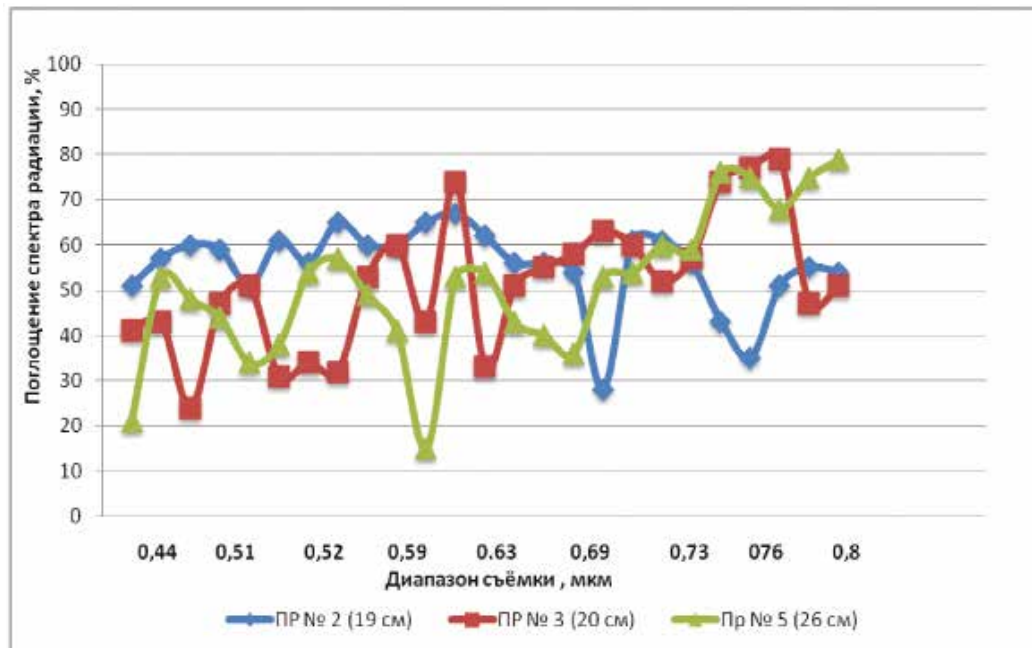


Рис. 4. Кривая спектральной яркости поглощенного спектра солнечной радиации черноземом криогенно-мицелярным среднезумсовым, глубоковпитывающим (процент от максимально возможной)

Название зависимости	Уравнение зависимости	Величина достоверности
A. Чернозем среднемощный, глубоковскипающий (прикопка №2)		
Линейная	$y = -0,427x + 60,92$	$R^2 = 0,123$
Экспоненциальная	$y = 61,21e^{-0,00x}$	$R^2 = 0,114$
Логарифмическая	$y = -2,22\ln(x) + 60,52$	$R^2 = 0,043$
Полиномиальная x 2	$y = -0,045x^2 + 0,746x + 55,63$	$R^2 = 0,181$
Полиномиальная x 3	$y = 0,009x^3 - 0,419x^2 + 4,711x + 46,21$	$R^2 = 0,283$
Степенная	$y = 61,32x^{-0,05}$	$R^2 = 0,047$
B. Чернозем маломощный, карбонатный (прикопка №4)		
Линейная	$y = 1,266x + 28,25$	$R^2 = 0,192$
Экспоненциальная	$y = 28,12e^{0,024x}$	$R^2 = 0,082$
Логарифмическая	$y = 8,144\ln(x) + 25,82$	$R^2 = 0,102$
Полиномиальная x 2	$y = 0,114x^2 - 1,712x + 41,65$	$R^2 = 0,257$
Полиномиальная x 3	$y = 0,001x^3 + 0,073x^2 - 1,276x + 40,62$	$R^2 = 0,257$
Степенная	$y = 28,47x^{0,131}$	$R^2 = 0,030$
C. Чернозем среднемощный, глубоковскипающий (прикопка №5)		
Линейная	$y = 1,509x + 31,54$	$R^2 = 0,470$
Экспоненциальная	$y = 32,42e^{0,030x}$	$R^2 = 0,339$
Логарифмическая	$y = 11,25\ln(x) + 25,04$	$R^2 = 0,336$
Полиномиальная x 2	$y = 0,110x^2 - 1,356x + 44,43$	$R^2 = 0,574$
Полиномиальная x 3	$y = 0,008x^3 - 0,233x^2 + 2,290x + 35,76$	$R^2 = 0,600$
Степенная	$y = 27,51x^{0,241}$	$R^2 = 0,274$
D. Чернозем маломощный, карбонатный (прикопка №6)		
Линейная	$y = -1,002x + 94,39$	$R^2 = 0,196$
Экспоненциальная	$y = 99,06e^{-0,01x}$	$R^2 = 0,228$
Логарифмическая	$y = -5,50\ln(x) + 94,12$	$R^2 = 0,076$
Полиномиальная x 2	$y = -0,197x^2 + 4,144x + 71,23$	$R^2 = 0,514$
Полиномиальная x 3	$y = -0,020x^3 + 0,616x^2 - 4,489x + 91,74$	$R^2 = 0,654$
Степенная	$y = 99,52x^{-0,09}$	$R^2 = 0,096$

Табл. 3. Уравнения аппроксимации зависимости кривой спектра поглощения солнечной радиации чернозема криогенно-мицелярного степной зоны Западной Сибири

На третьем из обследованных полей, где были сделаны прикопки №5 и 6, по космическому снимку было обнаружено явное отличие от других полей района. Высокое поглощение (80-90%) видимой части спектра радиации и его снижение в инфракрасном диапазоне объясняется отсутствием или наличием небольшого количества растительного покрова. Особенно ярко это

отражает кривая для прикопки №6. В случае, если участок изучаемой территории покрыт растительностью более чем на 60%, космический снимок не дает четкую величину светоотражения почвенного покрова. Анализ спектральной кривой на этом поле показал наличие сложной кривой полиномиальной зависимости второй и еще более существенной — третьей степени,

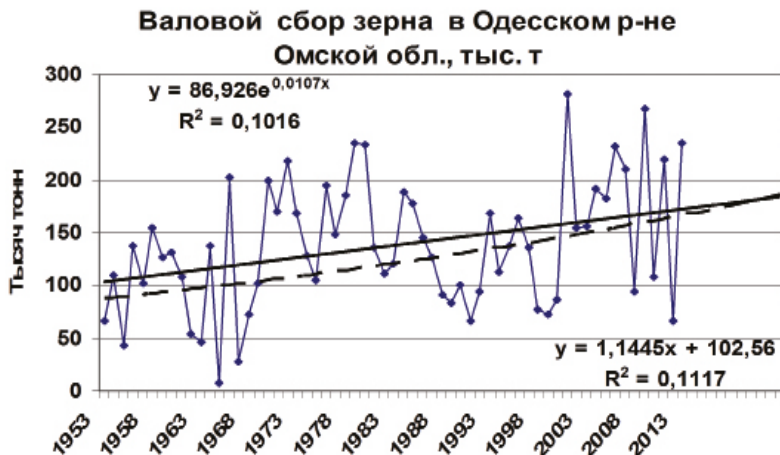


Рис. 6. Динамика валового сбора зерна в Одесском районе Омской области после освоения целинных земель (1953–2013 гг.), тыс. т

с коэффициентом множественной корреляции R^2 до 0,6 и 0,65 соответственно, хотя по свойствам почвы все три поля достаточно однотипны и находятся в пределах одной классификационной градации.

Несмотря на некоторое варьирование морфологических показателей, вполне естественное для маршрута почвенного обследования в 30 км, анализ материалов дистанционного зондирования по полям возделывания зерновых культур, господствующих в районах освоения целинных земель, показал весьма высокую поглотительную способность черноземов, которая является первопричиной высокого качества зерна и молока в сибирском регионе. Это опровергает гипотезу об опустынивании почв в районах освоения целины и дает уверенность в сохранении почвенного плодородия и еще не полностью использованной продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в степной зоне Сибири.

Несмотря на негативное воздействие природных факторов — ветровую эрозию и антропогенное влияние реформирования сельского хозяйства России, районы

степной зоны продолжают эффективно функционировать. Как показали результаты анализа обследованного района, типичного для зоны широкого освоения целинных земель, валовое производство зерна за прошедшие 60 лет не только не снизилось, а повысилось в 3–4 раза. Прогнозный расчет свидетельствует, что в ближайшие 5 лет за счет дальнейшего совершенствования системы земледелия валовое производство зерна может увеличиваться ежегодно в среднем на 10–14% (рис. 6).

Таким образом, дешифрирование мультиспектральных изображений на снимках высокого разрешения агроценозов в районах освоения целинных земель Сибири показало, что, несмотря на проявление дефляционных процессов, черноземные почвы различной степени карбонатности и гумуссированности сохраняют свое плодородие, что подтверждается высокой поглотительной способностью обследованных почв. И это является гарантией дальнейшего существенного увеличения производства высококачественного зерна.

Л. А. Сладких (Сибирский центр ФГБУ «НИЦ «Планета»)

В 1976 г. окончила Иркутский государственный университет по специальности «География». В настоящее время — ведущий специалист отдела научно-исследовательской работы Сибирского центра ФГБУ «НИЦ «Планета».

М. Г. Захватов (Сибирский центр ФГБУ «НИЦ «Планета»)

В настоящее — время заведующий отделом научно-исследовательской работы Сибирского центра ФГБУ «НИЦ «Планета».

Е. И. Сапрыкин

(Сибирский центр ФГБУ «НИЦ «Планета»)

В 2010 г. окончил механико-математический факультет Новосибирского государственного университета. В настоящее время – младший научный сотрудник отдела научно-исследовательской работы Сибирского центра ФГБУ «НИЦ «Планета».

Е. Ю. Сахарова

(Сибирский центр ФГБУ «НИЦ «Планета»)

В 2011 г. окончила Сибирскую государственную геодезическую академию по специальности «Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами». В настоящее время – младший научный сотрудник отдела научно-исследовательской работы Сибирского центра ФГБУ «НИЦ «Планета».

Технология мониторинга состояния посевов по данным дистанционного зондирования Земли на юге Западной Сибири

Интенсивное развитие данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в последние десятилетия открыло новые возможности оперативного мониторинга посевов сельскохозяйственных культур. Определяющим признаком сельскохозяйственной культуры и ее состояния является спектральная отражательная способность, характеризующаяся широким диапазоном в отражении излучения разных длин волн. С развитием средств спутниковых измерений и расширением группировки спутников ДЗЗ стало возможным решение самых разнообразных задач в области сельского хозяйства, в том числе: построение и уточнение схем внутрихозяйственного землеустройства, расчет площадей полей и рабочих участков, идентификация сельскохозяйственных культур и неиспользуемых земель, оценка состояния посевов и прогнозирование урожайности.

Важно отметить, что одной из основных особенностей спутникового мониторинга состояния посевов является необходимость выполнения двух условий: высокое пространственное и временное разрешение. Высокое пространственное разрешение обеспечивает наблюдение за небольшими участками поля с возможностью оценки состояния посевов. Временное разрешение обеспечивает мониторинг динамики роста и развития растений как в течение одного вегетационного периода, так и сравнение и анализ данных NDVI вегетационных сезонов за несколько лет.

К основным преимуществам использования данных ДЗЗ относят: высокую достоверность и оптимальную периодичность получения информации, широкий охват исследуемой территории, получение данных в едином стандартизированном виде,

возможность накопления статистической информации с дальнейшим ретроспективным анализом для прогноза урожайности и оценки состояния посевов [1].

Разработанная в ФГБУ «НИЦ «Планета» технология мониторинга состояния посевов посредством спутниковых наблюдений включает в себя два взаимосвязанных направления работы: прогнозирование урожайности на отдельных полях, хозяйствах, административных районах, областях; оценку состояния посевов по трем градациям, принятым в агрометеорологии: хорошее состояние посевов, удовлетворительное и плохое.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ

Оценка характеристики растительности производится с расчетом вегетационных индексов. Вегетационный индекс — это показатель, рассчитываемый в результате операций с различными спектральными диапазонами электромагнитного спектра. Отражение растительного покрова в красной и ближней инфракрасной областях электромагнитного спектра тесно связано с его структурой и состоянием. Для того, чтобы количественно оценить состояние растительности, широко применяется нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Индекс учитывает красную зону электромагнитного спектра вблизи 0,63 мкм и ближнюю инфракрасную зону около 0,86 мкм.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где **NIR** — отражение в зоне ближнего инфракрасного спектра; **RED** — отражение в зоне красного спектра.

В красной области спектра представлен максимум поглощения солнечной радиации

хлорофиллом, в инфракрасной области спектра — максимум отражения клеточными структурами листа [2].

Реализации идеи создания технологии мониторинга состояния посевов послужили модификация модели EPIC в программный комплекс SDIM и создание алгоритма оценки состояния посевов зерновых культур. Американская модель биопродуктивности EPIC разработана в Техасской сельскохозяйственной научно-исследовательской лаборатории (Temple, TX, Soil and Water Research Laboratory), автор Dr. Williams [3]. Непосредственное использование модели EPIC было весьма затруднено из-за отсутствия многих параметров, вводимых в модель. Было принято решение модифицировать EPIC, в результате чего был создан программный комплекс SDIM (Sistem of Databases and Imitating Modeling). Модификация модели EPIC в программный комплекс SDIM проведена в Югорском НИИ информационных технологий, автор — кандидат технических наук В. М. Брыксин. Проведена корректировка и настройка программного комплекса SDIM на основе метеоданных и данных о фактической урожайности зерновых культур за период с 1985 по 2004 год. Ввод метеоданных за несколько лет мотивируется необходимостью адаптации программы к климатическим условиям Западной Сибири. В программном комплексе SDIM считается урожайность различных сельскохозяйственных культур (пшеница, овес, ячмень и др.). В SDIM содержится полный функциональный набор средств для ручной и автоматической обработки данных [4]. Индекс вегетации является основным предиктором в расчете прогноза урожайности в программном комплексе SDIM, кроме этого, вводятся наземные метеоданные по следующим параметрам (табл. 1):

- максимальная температура воздуха;
- минимальная температура воздуха;

Метеостанция	KRASNOZ	KRASNOZ	KRASNOZ	KRASNOZ	KRASNOZ
Широта	53,983	53,983	53,983	53,983	53,983
Долгота	79,25	79,25	79,25	79,25	79,25
Год	2012	2012	2012	2012	2012
Дата, месяц	01.05	02.05	03.05	04.05	05.05
Максимальная температура воздуха, °С	14,9	7,5	23,0	17,6	12,9
Минимальная температура воздуха, °С	7,1	3,5	11,7	7,1	3,6
Осадки, мм	4,0	4,0	0,8	0,0	9,0
Относительная влажность воздуха, %	82	92	66	90	84
Средняя скорость ветра, м/сек.	4,4	3,6	7,8	3,9	7,1
Суммарная солнечная радиация, ккал/кв. см	13,1	14,26	16,2	18,91	15,81

Табл. 1. Формирование файлов метеоданных

- суммарные суточные осадки;
- относительная влажность воздуха;
- средняя скорость ветра;
- суммарная солнечная радиация.

По перечисленным выше параметрам создана база метеоданных за 30 лет по 64-м метеостанциям Новосибирской области и Алтайского края за период с 1985 по 2016 год. Расчет прогноза урожайности на отдельных полях в хозяйстве и административных районах осуществляется по рассчитанному NDVI и данным ближайшей метеостанции. Для определения связей между NDVI и фактическим состоянием сельскохозяйственных культур необходимы измерения индекса вегетации на полях тестовых хозяйств, поэтому был определен перечень сельскохозяйственных предприятий, на полях которых ежегодно проводились съемы NDVI яровых зерновых культур. Тестовые хозяйства были выбраны в соответствии с агроклиматическим районированием Новосибирской области и разным уровнем интенсивности земледелия — хороший уровень земледелия,

средний (удовлетворительный) и низкий (плохой).

Проведены исследования зависимости значений NDVI и биомассы яровой пшеницы на полях 15-ти тестовых хозяйств Новосибирской области. Результаты исследования показали хорошую взаимосвязь биомассы пшеницы с усредненными, в рамках поля, значениями NDVI. Анализ спутниковых данных и фактической урожайности на полях тестовых хозяйств показал, что существует достаточно хорошая связь между значениями NDVI и урожайностью яровой пшеницы. Коэффициент корреляции значений индекса вегетации на отдельных полях и фактической урожайности яровой пшеницы составил 0,83.

Прогноз урожайности считается по отдельным полям в хозяйствах, административных районах и субъектах федерации. Для расчета прогноза необходимо ввести административную единицу (область, край), название метеостанции, дату сева культуры, дату уборки и, как минимум, три значения NDVI (за три даты съема спутниковых

данных). Чем больше съёмов, тем точнее результат прогноза. Точность прогноза значительно повышается при наличии безоблачных съёмов спутниковых данных максимальных NDVI, чаще всего это период с 1 по 20 июля. Итог расчетов: прогноз урожайности в центнерах с гектара. Первый предварительный прогноз урожайности можно посчитать к 30 июня (при наличии съёмов NDVI за три даты), основной прогноз считается к 21 июля, уточненный прогноз дается в августе. Средняя оправдываемость прогноза урожайности в хозяйствах составляет 87%, оправдываемость прогнозов по административным районам — 81%; за эти же годы по Новосибирской области оправдываемость прогнозов составила 84% (табл. 2).

Необходимо отметить, что данные с космического аппарата (КА) Terra со сканера MODIS (пространственное разрешение 250 м) позволяют работать с полями площадью не менее 100 га.

Наличие колок (участки кустарников и древесной растительности) на полях влечет за собой проблему «смешанных пикселей», которые необходимо исключать при расчете прогноза. Кроме этого, на качество и точность прогнозов влияют еще два весьма существенных фактора: во-первых, активность циклонических процессов в первой половине июля,

следствием чего является экранирование облачностью исследуемых территорий в период максимальных NDVI; во-вторых, весьма редкая сеть метеостанций — в административных районах площадью до 6 тыс. кв. км может быть только одна метеостанция.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ

Накопленная статистика измерений индекса вегетации в тестовых хозяйствах, создание базы метеоданных и фактической урожайности с 1985 года, архивная информация с КА Terra/MODIS послужили базой создания алгоритма оценки состояния посевов по трем градациям, принятым в агрометеорологии: хорошее состояние посевов, удовлетворительное и плохое на юге земледельческой зоны Западной Сибири (Омская, Новосибирская, Кемеровская области и Алтайский край) [5].

Для создания алгоритма оценки состояния посевов была проведена предварительная работа по инвентаризации сельскохозяйственных земель, схемы внутрихозяйственного землеустройства тестовых хозяйств переведены в цифровую форму хранения (рис. 1). По информации с КА Landsat 8 (пространственное разрешение 30 м) в ГИС-приложении ArcMap 10 построены векторные слои схем внутрихозяйственного землеустройства.

	Оправдываемость прогноза, %										Средняя оправдываемость прогнозов, %
	Годы										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Хозяйства	88	82	97	84	90	97	87	—	68	81	87
Административные районы (Алтайский край, Новосибирская обл.)	—	—	90	84	88	87	85	67	66	78	81
Алтайский край, Новосибирская обл.	—	—	—	83	88	93	96	67	66	97	84

Табл. 2. Оправдываемость прогнозов урожайности



Рис. 1. Векторный слой схемы внутрихозяйственного землеустройства ФГУП «Кремлевское», Новосибирская обл.

При создании векторных слоев внутри полей взяты реперные точки, каждая из которых имеет свой порядковый номер. Векторные слои представляют собой определенные группы однотипных объектов. Это слои с реперными точками, полями, колками, дорогами, населенными пунктами, озерами, болотами и реками. За период с 2001 по 2011 год была проведена работа по расчету индекса NDVI в заданных реперных точках. Все реперные точки введены в базу данных и используются в дальнейшем для съема значений индексов вегетации при расчете прогноза урожайности в программном комплексе SDIM и в алгоритме оценки состояния посевов. Таким образом, создана уникальная база данных, позволяющая обеспечить пространственно-временной мониторинг состояния посевов. База данных включает в себя:

- геопривязанные реперные точки схем внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных предприятий;
- архив рассчитанных NDVI с 2001 по 2015 год по информации с КА Terra/MODIS.

Поскольку на территории региона большой процент земель не используется под сельскохозяйственные посевы, необходимо было выделить пахотные земли и неиспользуемые. Пахотные земли, например в Новосибирской области, составляют всего 13,5% от общей площади области.

По спектрально-динамическим признакам распознавания растительности проведена классификация земель в ГИС-приложении с последующей ручной коррекцией [6]. Созданы маски неиспользуемых земель, для каждого исследуемого района была

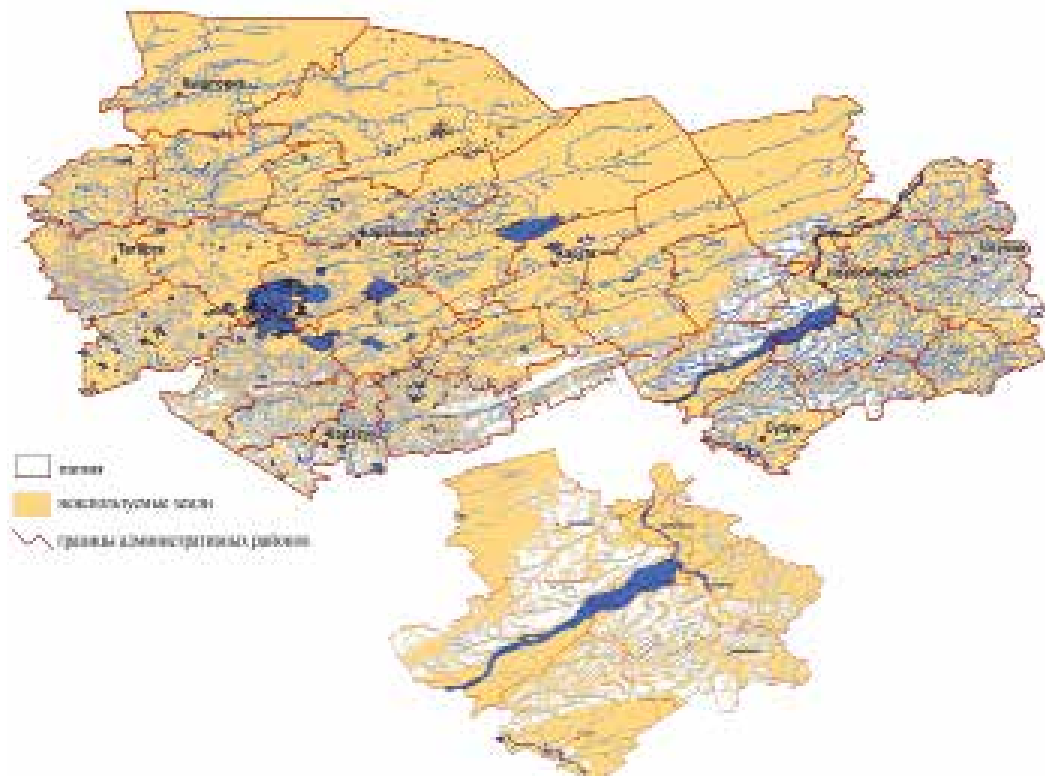


Рис. 2. Маска неиспользуемых земель Новосибирской области и ее увеличенный фрагмент

построена своя маска неиспользуемых земель. На рис. 2 показана маска неиспользуемых земель Новосибирской области и ее увеличенный фрагмент. Для построения масок использовались спутниковые изображения высокого и среднего разрешения с отечественных и зарубежных КА: Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8, Spot-4, «Канопус-В», «Ресурс-П» №1 и «Ресурс-П» №2. Выделенный класс неиспользуемых земель на растровых данных преобразован в векторную форму и вносится в базу данных. С целью выявления изменений в объекте «пашня» (распашка новых земель, зарастания полей) и обеспечения наиболее достоверной

работы алгоритма оценки состояния посевов периодически выполняется обновление созданных масок неиспользуемых земель.

Для выявления общих тенденций изменений индекса вегетации проведены исследования динамики значений NDVI в тестовых хозяйствах, предварительно разделенных на три категории: с хорошим, удовлетворительным и плохим земледелием. Полученной выборки недостаточно для определения точных критериев отнесения NDVI к одной из трех категорий, но можно найти общие тенденции изменений NDVI в течение вегетационного периода. Анализ полученных результатов показал, что чем выше

уровень земледелия в хозяйстве, тем больше изменяются значения NDVI за вегетационный период (больше разница между минимумом и максимумом). Это стало критерием, по которому можно отнести хозяйство к одной из трех категорий на момент окончания вегетационного периода, оценивая уровень земледелия по фактической урожайности. По этому признаку можно классифицировать гораздо больше хозяйств и определять другие критерии для оперативной классификации состояния посевов в течение всего вегетационного периода. По этому принципу были протестированы спутниковые данные с КА Terra за большой период — с 2001 по 2011 год.

Для создания карт оценки состояния посевов используются:

- тематические продукты MOD09GQ и MOD09GA или MYD09GQ и MYD09GA с КА серии EOS, содержащие информацию об отражающей способности поверхности Земли в необходимых для расчета NDVI спектральных каналах, служебную информацию об участках, закрытых облачностью или аэрозолями;
- схемы полей внутрихозяйственного землеустройства с реперными точками;
- маски неиспользуемых земель.

На основе архива спутниковых данных MOD09 и данных о месте положения рабочих участков полей составим множество съёмов. Съём представляет из себя единичное измеренное значение NDVI в реперной точке участка:

$$T = \{(ndvi, id, doy, year)\},$$

где *ndvi* — измеренное значение NDVI;
id — номер рабочего участка, на котором произведено данное измерение;
doy — день, когда было произведено данное измерение;
year — год, когда произведено данное измерение.

Определим $S(id, year)$ подмножество T следующим образом:

$$S(id, year) \subset T, \\ S(id, year) = \{s \in T \mid s.id=id; s.year=year\},$$

где *s.id* — номер рабочего участка, на котором произведено измерение *s*;
s.year — год, когда было произведено измерение *s*.

Зададим функцию *dif*, определяющую разницу между максимальным и минимальными значениями индекса вегетации на одном рабочем участке за вегетационный период:

$$dif(id, year) = \max(S(id, year).ndvi) - \min(S(id, year).ndvi),$$

где $S(id, year).ndvi$ — множество значений NDVI на рабочем участке с идентификационным номером *id* в год *year*;

min, *max* — соответственно минимальное и максимальное значение в множестве.

Строим три множества характерных значений NDVI за вегетационный период:

$$F(year) = \{t \in T \mid t.year = year; dif(t.id, year) \in Bad\},$$

$$F(year) = \{t \in T \mid t.year = year; dif(t.id, year) \in Normal\},$$

$$F(year) = \{t \in T \mid t.year = year; dif(t.id, year) \in Good\},$$

$$\text{где } Bad = (0,07; 0,375),$$

$$Normal = (0,375; 0,57),$$

$$Good = (0,57; 0,875)$$

Bad, *Normal*, *Good* — эмпирически подобранные интервалы, позволяющие оценить состояние рабочего участка по окончании вегетационного периода.

Множества характерных значений NDVI за все вегетационные периоды объединяются в одно множество для каждой категории земледелия:

$$F_b = \bigcup_{t=2001}^{2011} F_b(t),$$

$$F_n = \bigcup_{t=2001}^{2011} F_n(t),$$

$$F_g = \bigcup_{t=2001}^{2011} F_g(t),$$

На основе трех множеств характерных значений строятся граничные значения NDVI, по которым можно определить состояние посевов в любой день вегетационного периода, а не после его окончания.

Далее на основе спутниковых данных MOD09 строится изображение значений NDVI для всей гранулы, накладываются маски облачности и маски неиспользуемых земель (облачные территории и неиспользуемые земли не учитываются в построении карты). Затем при помощи полученных ранее граничных значений NDVI все оставшиеся точки снимка окрашиваются соответствующим цветом (зеленым, если значение в этой точке попало в интервал, соответствующий хорошему состоянию посевов, желтый — удовлетворительному, красный — плохому). В условных обозначениях указывается процентное соотношение каждой градации оценки состояния посевов. Добавляются векторные слои рек и водоемов, административные границы районов и названия некоторых населенных пунктов (рис. 3).

Алгоритм оценки состояния посевов зерновых культур по спутниковым данным позволяет реализовать пространственно-временной мониторинг состояния посевов как на региональном уровне, так и на уровне отдельных полей. Накопленная информация оценки состояния посевов отражает динамику роста и развития

сельскохозяйственных культур в течение всего периода вегетации.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ ПО ДАННЫМ ДЗЗ И НАЗЕМНЫЕ МАРШРУТНЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Алгоритм оценки состояния посевов по спутниковым данным позволяет проводить оценку на уровне региона, района и отдельного хозяйства, где оценивается состояние посевов на каждом отдельном поле. Карты оценки посевов создаются на каждую безоблачную дату съема. В табл. 3 приведены результаты оценки состояния посевов по данным ДЗЗ и данным наземных агрометеорологических маршрутных обследований.

Наземные агрометеорологические маршрутные обследования в Новосибирской области проводились в среднем на 150–200 полях в 24 (из 30) административных районах. Оценка состояния посевов по данным ДЗЗ построена таким образом, что на территории, соответствующей объекту «пашня», каждый пиксель спутникового раstra оценивается на пригодность к одной из трех градаций. Тем не менее, процентное соотношение градаций оценки состояния посевов по Новосибирской области в 2012 году по наземным и спутниковым данным практически совпадает. В 2013, 2014, 2015 годах оценка состояния посевов зерновых культур по наземным агрометеорологическим обследованиям полей в хозяйствах и спутниковым данным несколько отличаются: по данным ДЗЗ ниже процент хорошего состояния посевов. Фактическая урожайность зерновых яровых (пшеница, овес, ячмень) в 2013, 2014 и 2015 годах составила соответственно 16, 12 и 14 ц/га — это низкая урожайность даже для климатических условий Сибири. То есть оценка состояния посевов по данным

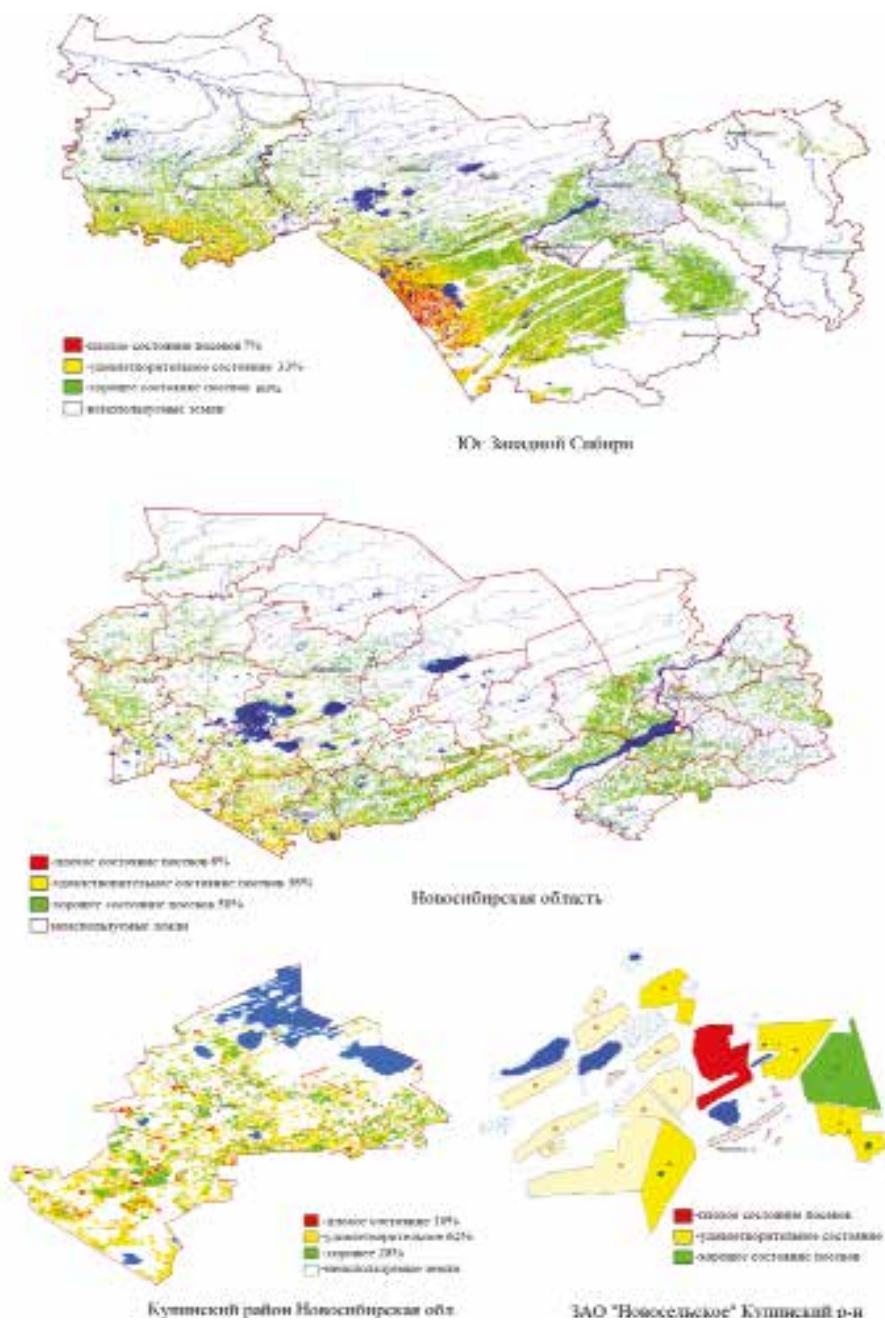


Рис. 3. Карты оценки состояния посевов за 22.06.2015 г. разных уровней детализации: регион, область, район, хозяйство

Оценка состояния посевов, %	2012		2013		2014		2015	
	Наземные обслед.	Данные ДЗЗ	Наземные обслед.	Данные ДЗЗ	Наземные обслед.	Данные ДЗЗ	Наземные обслед.	Данные ДЗЗ
Хорошее	26	24	75	67	56	30	57	40
Удовлетворительное	57	54	24	30	37	65	34	55
Плохое	17	22	1	3	11	5	9	5

Табл. 3. Наземные маршрутные агрометеорологические обследования полей и оценка посевов по данным ДЗЗ в Новосибирской обл.

ДЗЗ не противоречит статистической урожайности зерновых культур.

Конечными продуктами технологии мониторинга состояния посевов являются прогноз урожайности на отдельных полях в хозяйствах, административных районах, областях и карты-схемы оценки состояния посевов (регион, область, административные районы и отдельные хозяйства).

ВЫВОДЫ

Интеграция спутниковых измерений спектральных параметров сельскохозяйственных культур, метеорологических данных, статистической урожайности и космических изображений в единую геоинформационную систему позволила создать технологию оперативного мониторинга состояния посевов на юге Западной Сибири. Использование технологии мониторинга и прогнозирования урожайности зерновых культур позволяет перейти от точечных агрометеорологических наземных обследований полей к площадному мониторингу с детализацией до отдельного поля в течение всего периода вегетации сельскохозяйственных культур.

Технология мониторинга состояния посевов востребована агрометеорологическими службами ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» на территории Омской, Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края, для областных и районных органов государственной

власти, руководителей агрохолдингов, а также для страховых компаний, возмещающих ущерб сельхозпроизводителям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барталев С. А., Лулян Е. А., Нейштадт И. А., Щербенко Е. В. Разработка методов мониторинга пахотных земель России по данным спутниковых наблюдений радиометром Modis. М. ИКИ РАН, 2007, 222 с.
2. Виноградов Б. В. Преобразованная Земля. М. Мысль, 1981, 295 с.
3. Williams J. R. The Erosion-Productivity Impact Calculator (EPIC). Technical Reference. US Department of Agriculture. 1997.
4. Брыксин В. М. Применение адаптированной модели биопродуктивности EPIC и космоснимков MODIS для прогнозирования урожайности зерновых культур на территории Западной Сибири. // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии, 2007. — т. 5, вып. 1, с. 20–26.
5. Клещенко А. Д., Вирченко О. В., Савицкая О. В. Спутниковый мониторинг состояния и продуктивности посевов зерновых культур // Труды ВНИИСХМ, 2013. Вып. 38. с. 54–70.
6. Терехов А. Г., Витковская И. С., Батырбаева М. Ж., Спивак Л. Ф. Принципы агроландшафтного районирования пахотных земель Северного Казахстана по данным LANDSAT и MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. — т. 7. № 3. с. 292–304.

С. А. Антонов (Ставропольский НИИСХ)

В 2005 г. окончил Ставропольский государственный университет по специальности «Информатик-географ». В настоящее время — заведующий лабораторией ГИС-технологий ФГБНУ «Ставропольский НИИСХ». Кандидат географических наук.

Опыт использования космических технологий для нужд сельского хозяйства Ставропольского края

Ставропольский край является одним из ведущих сельскохозяйственных регионов России. Площадь края — 66,2 тыс. кв. км, из которых 87% приходится на сельскохозяйственные угодья (5,8 млн га).

В структуре сельскохозяйственных угодий преобладает пашня — 4 млн га (69%), сенокосы и пастбища занимают около 1,75 млн га (30%) и менее 1% — многолетние насаждения. В сельском хозяйстве Ставропольского края доминирует зерновое направление, которое обеспечивает производство 9% зерна от общероссийского объема [1].

Сельское хозяйство Ставрополя довольно остро отреагировало на кризисные явления, последовавшие за распадом СССР и аграрной реформой 1994-2001 гг. Однако за последние 10 лет в крае отмечается повышение эффективности сельскохозяйственного производства в связи с его перевооружением, благоприятными тенденциями изменения климата и более широким внедрением современных достижений науки и техники. Информационные технологии, в частности, географические информационные системы (ГИС) и космические технологии, позволяют повысить эффективность сельскохозяйственного производства.

Первые работы по использованию космической съемки для нужд сельского хозяйства края были проведены в 1978 году на базе Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства РАН (Ставропольский НИИСХ) совместно с Институтом космических исследований РАН (ИКИ РАН). Основная задача состояла в проведении мониторинга повреждений посевов болезнями и вредителями с использованием данных космической съемки. Данная программа продлилась один год и была свернута, поскольку на тот момент развитие космических технологий не позволяло эффективно их использовать.

В начале 2000-х годов в крае отмечалось активное развитие ГИС, проводилась подготовка специалистов в области геоинформатики. Важным этапом стало появление в 2005 году сервиса Google Maps, который содержит огромный массив спутниковых данных высокого разрешения. Широкая доступность системы глобального позиционирования GPS также позволила повысить эффективность научных исследований в области сельского хозяйства в Ставропольском крае.

Однако использование подобных сервисов ограничивалось тем, что они предоставляли информацию видимой части спектра, а для повышения эффективности использования космических технологий необходимо анализировать также участки невидимой зоны спектра путем создания синтезированных изображений.

Появление в 1997 году космической программы Earth Observing System (EOS) Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства США (NASA) явилось ключевым моментом в области длительного изучения поверхности материков, океанов, биосферы и атмосферы. Особый интерес для сельского хозяйства представляют данные со спутников Landsat 7 и Landsat 8, Terra (MODIS), которые позволяют оперативно проводить наблюдения за территорией с разным пространственным (от 15 до 250 м) и временным разрешением (1–16 дней).

В 2014 году на базе Ставропольский НИИСХ совместно с ИКИ РАН был создан многоуровневый тестовый полигон для проекта SIGMA «Стимулирование инноваций в области глобального мониторинга сельского хозяйства и его воздействия на окружающую среду в поддержку GEOGLAM», который представляет собой глобальное партнерство научных институтов, ведущих работы в области спутникового мониторинга сельского хозяйства. В задачи полигона входят:

- картографирование и оценка пахотных земель;
- распознавание сельскохозяйственных культур;
- мониторинг наступления фенологических фаз растений;
- прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур.

В настоящее время в Ставропольском крае идет активное внедрение космических

технологий на двух основных территориальных уровнях.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Впервые под эгидой Министерства сельского хозяйства Ставропольского края работы по использованию космических технологий начались в 2012 году.

В настоящее время ведется разработка программы поэтапного внедрения современных ГИС и данных космической съемки для нужд сельскохозяйственного производства. Основная задача этих работ состоит в сборе объективной информации о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, соблюдении севооборотов и мониторинге состояния посевов.

Уточнение границ и площадей сельскохозяйственных угодий является первичной задачей при внедрении космических технологий в сельскохозяйственное производство, поскольку именно эта информация служит географически координированной основой для дальнейших работ. В результате геоинформационного анализа пахотных земель в крае установлено превышение площади пашни на 200 тыс. га в сравнении с декларированной.

Следует отметить, что выявление нецелевого использования земель для сельскохозяйственного производства приводит к развитию процессов водной эрозии. Ярким примером подобной ситуации является распашка склоновых земель. Особенно негативно такие явления сказываются на землях засушливых восточных районов края, на которых преобладают каштановые почвы с низким плодородием, а они наиболее чувствительны к поверхностному смыву.

В Ставропольском НИИСХ в настоящее время проводятся работы по использованию космической съемки для мониторинга раз-

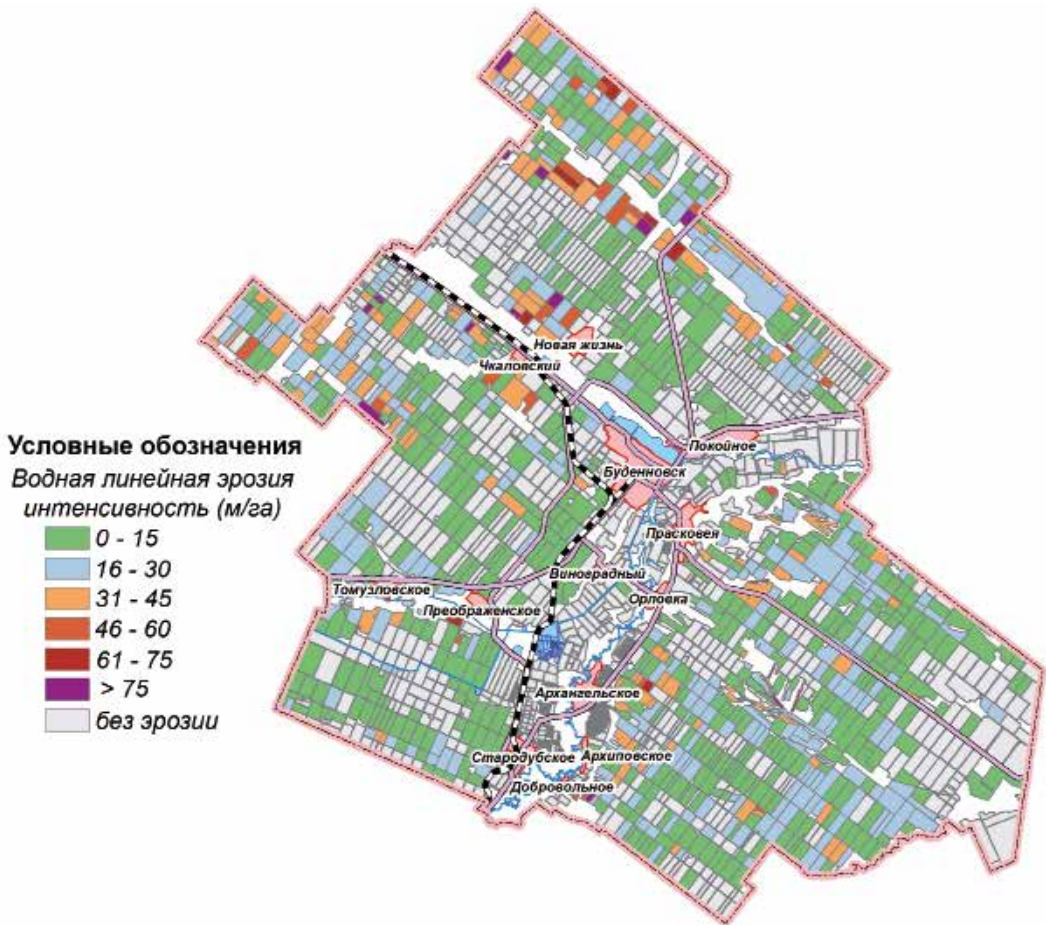


Рис. 1. Карта пространственного распределения линейной водной эрозии по территории Буденновского района Ставропольского края (восточный район)

вития линейной водной эрозии на пахотных землях. Были проведены анализ и сравнение развития эрозионных процессов на востоке (засушливая зона, каштановые почвы) и западе края (зона достаточного увлажнения, черноземные почвы). Установлено, что на территории отдельных восточных районов края суммарная длина линейных водных эрозионных размывов на пашне превышает 2,5 тыс. км (10 м/га), при этом для западных районов этот показатель

значительно ниже — 600 км (4 м/га) (рис. 1).

Важным направлением является проведение работ не только по выявлению, но и по предупреждению развития эрозионных процессов. Для этого на базе радарных данных SRTM проведен морфометрический анализ пахотных земель, с целью выявить потенциально опасные эрозионные участки (рис. 2). Результаты исследования доказывают

эффективность использования космических технологий для мониторинга эрозионных процессов [2].

Другой важнейшей задачей является прогнозирование урожайности зерновых с разной степенью заблаговременности. Основу прогноза составляют данные об агроклиматических условиях возделывания сельскохозяйственных культур в текущем

году и автоматический поиск года-аналога. В дальнейшем это позволяет анализировать критические периоды развития зерновых культур, что непосредственно влияет на прогноз урожая в текущем году. Данная возможность реализована в информационно-аналитической системе «Агроклиматический потенциал Ставропольского края», разработанной в Ставропольском

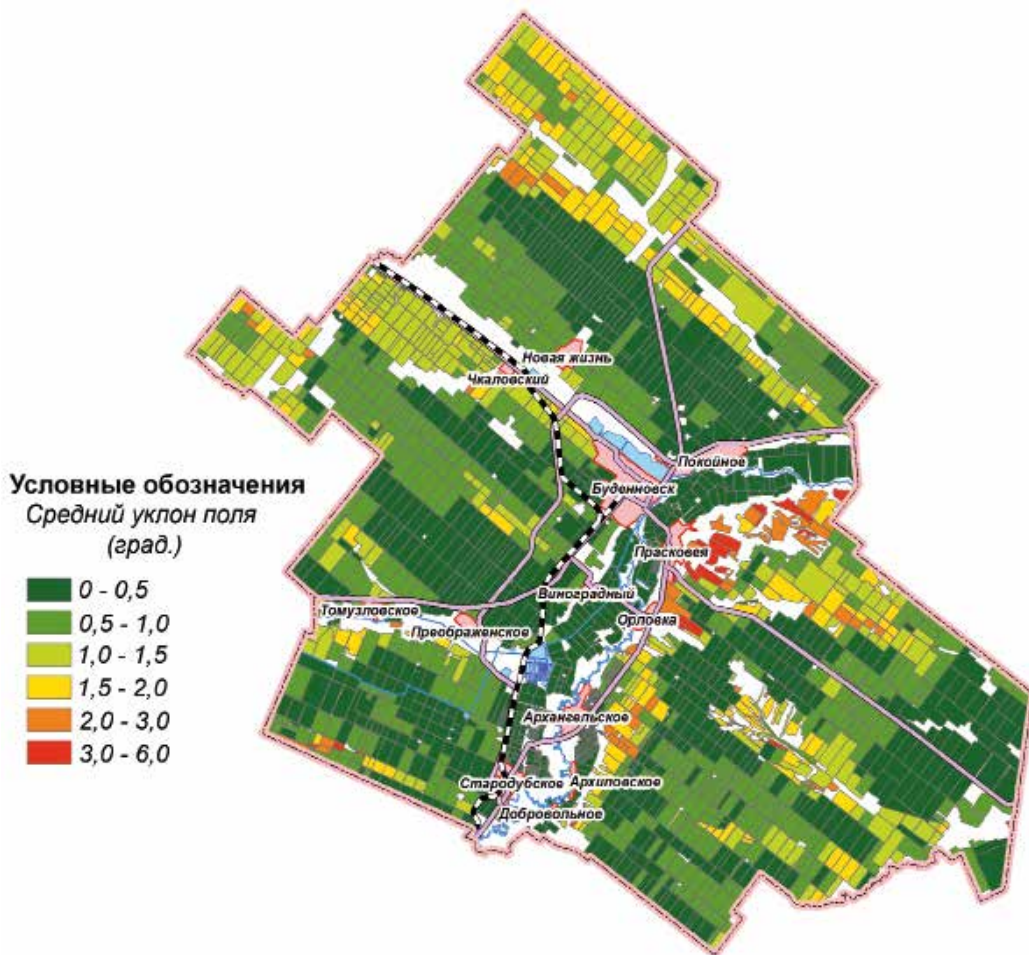


Рис. 2. Карта пространственного распределения уклона пахотных земель по территории Буденновского района Ставропольского края (восточный район)

Год	Время прогноза	Прогнозируемый урожай, ц/га	Фактический урожай, ц/га
2012	Март	менее 25	22
2013	Май	30–32	31
2014	Апрель	37–40	40
2015	Май	38–41	42

Табл. 1. Прогноз урожая озимой пшеницы в Ставропольском крае по годам

НИИСХ в 2012 году [3]. Использование космических снимков, а в частности расчет и анализ вегетационных индексов, позволяет дополнить и повысить точность прогноза. Как показали исследования ученых института, максимальная точность прогноза урожайности озимой пшеницы достигается на этапе колошения за 1,5 месяца до уборки [4].

Прогнозированием урожайности озимой пшеницы в крае НИИСХ занимается в течение последних нескольких лет, при этом точность прогноза достаточно высокая и составляет ± 2 ц/га в среднем по краю (табл. 1).

На основе данных космической съемки проведен анализ вегетации в 2016 году. В результате урожайность озимых зерновых в среднем по краю прогнозируется на уровне 42 ц/га (рис. 3).

В Ставропольском крае часто отмечаются неблагоприятные явления для возделывания сельскохозяйственных культур, такие, как засухи, пыльные бури, суховеи, ливни, повреждение посевов болезнями и вредителями. Использование космической съемки позволяет точно оценивать площадь повреждения посевов с целью оказания адресной помощи пострадавшим хозяйствам (рис. 4).

ЛОКАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

В Ставропольском крае с каждым годом все активнее используются космические технологии для решения конкретных задач производства. Среди всех

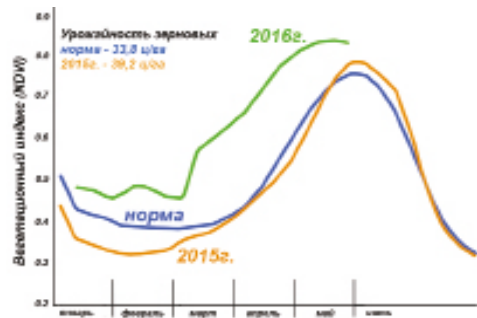


Рис. 3. Ход вегетации озимых зерновых в Ставропольском крае (многолетняя норма, 2015 и 2016 гг.)

возможных направлений преобладают следующие:

- мониторинг положения техники — реализуется на основе GPS или ГЛОНАСС, позволяет осуществлять всесторонний контроль за использованием техники, рассчитывать время и объем работы, эффективно планировать затраты и создавать календарь работ;
- дифференцированное внесение удобрений, средств защиты, контроль уборки урожая и т. д.;
- картирование объемов собранного урожая с каждого конкретного поля;
- мониторинг за состоянием посевов посредством предоставления тематических карт распределения вегетационного индекса, используя данные со спутников Landsat 7 и Landsat 8. Реализован в виде отдельного модуля к комплексной системе ведения сельскохозяйственного производства. Основным ограничением в применении

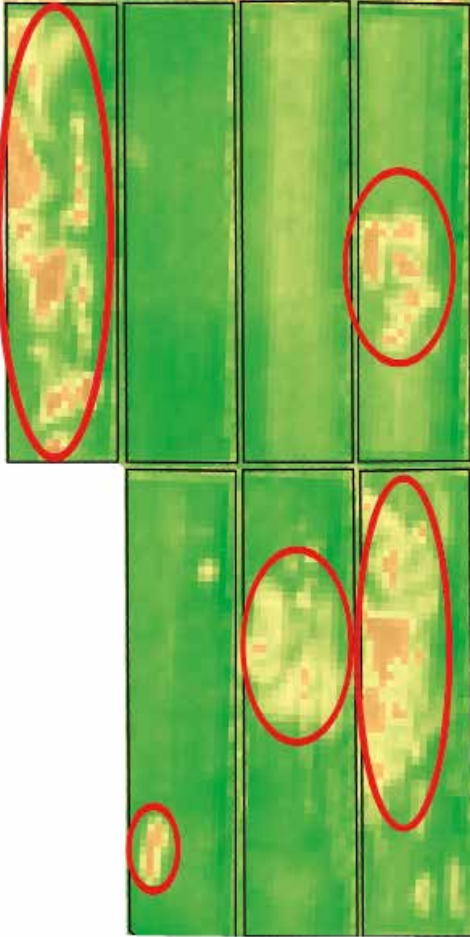


Рис. 4. Повреждение посевов кукурузы саранчой на полях хозяйства Ипатовского района Ставропольского края (август 2015 г.)

подобных систем является отсутствие возможности пространственного анализа вегетационного индекса для его использования в модели урожайности.

Представленные направления являются элементами систем точного земледелия и в той или иной степени реализованы только в отдельных крупных хозяйствах,

поскольку их внедрение требует значительного финансирования.

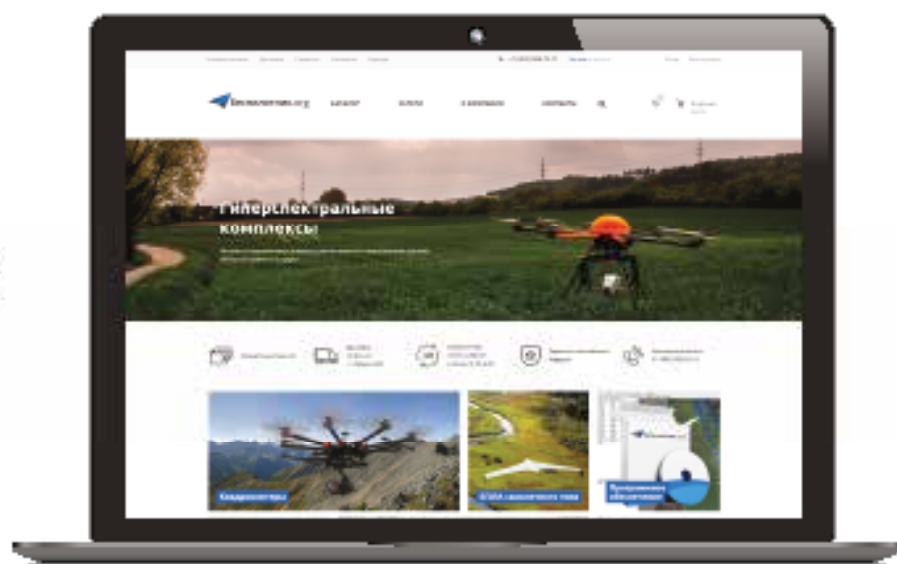
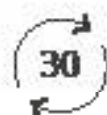
Ранее основные трудности внедрения современных космических технологий в сельскохозяйственное производство края были связаны с высокой стоимостью данных космической съемки. В настоящее время эта проблема решается за счет появления все большего количества бесплатных космических снимков, предоставляемых максимально оперативно.

Основная задача эффективного внедрения данных космической съемки состоит в изменении отношения аграриев края к современным технологиям путем демонстрации их возможностей для сельскохозяйственного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография /В. В. Кулинцев, Е. И. Годунова, Л. И. Желнакова и др. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного университета, 2013. – 520 с.
2. Антонов С. А. Использование современных информационных технологий для выявления и оценки процессов линейной водной эрозии //Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. – 2015. - №7 – С. 7-12.
3. Антонов С. А., Желнакова Л. И., Петин О. В. Сетевая информационно-аналитическая система «Агроклиматический потенциал Ставропольского края» // Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. – 2011. - № 2-3 – С. 16-23.
4. Сторчак И. Г., Ерошенко Ф. В. Использование NDVI для оценки продуктивности озимой пшеницы в Ставропольском крае // Земледелие. — 2014. — №7, — С. 12-15

Беспилотник.org



**ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
БПЛА, комплектующие и аксессуары**



КУПИТЬ

bespilotnik.org

Е. Н. Горбачева (компания «Совзонд»)

В 2008 г. окончила географический факультет Белорусского государственного университета. После окончания университета работала научным сотрудником в УП «Космоаэрогеология» (Минск, Беларусь). В настоящее время — ведущий специалист по тематической обработке данных ДЗЗ компании «Совзонд».

А. С. Скачкова (компания «Совзонд»)

В 2012 г. окончила географический факультет Белорусского государственного университета по специальности «Геоинформационные системы». В настоящее время — специалист по тематической обработке данных ДЗЗ компании «Совзонд», аспирант географического факультета БГУ.

«Геоаналитика.Агро»: данные дистанционного зондирования Земли как источник агрометеорологической информации

ВВЕДЕНИЕ

Информация об условиях произрастания сельскохозяйственных культур стратегически важна при принятии решений в области сельского хозяйства. Весной метеорологические условия определяют сроки сева яровых и состояние озимых культур после схода снега. В период роста и вызревания сельскохозяйственных культур актуальная метеорологическая информация позволяет определять сроки наступления и продолжительность стадий вегетации сельскохозяйственных культур, оценивать агрометеорологические условия, формирующие урожайность на определенных периодах, а также помогает предупреждать последствия неблагоприятных погодных явлений. Осенью метеорологические параметры определяют условия уборки урожая и сева озимых. Перезимовка озимых культур и многолетних трав напрямую зависит от таких метеорологических характеристик, как температура воздуха и почвы, наличие, глубина, сроки установления и схода снежного покрова.

Среди метеорологических факторов, влияющих на урожай сельскохозяйственных культур, наибольшее значение имеют осадки,

поскольку они служат основным источником запасов почвенной влаги. Информация о суммах осадков и температурном режиме позволяет оценивать засушливость того или иного периода, условия произрастания отдельных культур по стадиям вегетации. Учет режима осадков необходим для обоснования мелиоративных мероприятий, технологии возделывания сельскохозяйственных растений, определения сроков и способов их уборки, оперативного реагирования на негативные природные процессы.

КАРТЫ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ

Метеорологические станции ведут регулярные наблюдения за давлением, температурой, влажностью воздуха, осадками, облачностью, направлением и силой ветра. Однако в связи с невысокой плотностью расположения существующих метеостанций для создания карт метеорологических и агрометеорологических параметров используется экстраполяция и интерполяция данных. Что касается таких параметров, как температура и влажность воздуха, использование перечисленных способов

наряду с информацией о высотах местности зачастую обосновано. Применение же методов интерполяции данных при создании карт распределения осадков не позволяет получить актуальную и достоверную информацию, что обусловлено чрезвычайно неравномерным распределением осадков по земной поверхности. При интерполяции сумм осадков ошибка резко возрастает по мере удаления от осадкомера, поэтому для правильного суждения об условиях увлажнения сельскохозяйственных полей целесообразно проводить измерение сумм осадков в каждом отдельном хозяйстве.

В связи с разреженной сетью метеостанций поиск источников пространственной информации о распространении осадков, их интенсивности и фазовом состоянии (жидком, твердом и смешанном) является актуальной задачей.

ГЕОАНАЛИТИКА.АГРО

В сервисе «Геоаналитика.Агро» реализованы алгоритмы обработки и анализа пространственной информации (данные с сети метеостанций, космическая съемка, цифровые модели рельефа). Они позволяют получать оперативную информацию из доступных информационных массивов и отображать ее наглядно, а следовательно, предоставлять пользователям сведения, необходимые для понимания актуальной ситуации на полях и своевременного реагирования. Мы постоянно работаем над поиском источников оперативной и детальной метеоинформации и разработкой новых алгоритмов ее обработки, анализа и предоставления пользователям.

Категория продуктов «Агрометеорологические условия» предназначена для осуществления мониторинга метеоусловий, оказывающих существенное влияние на развитие растений и формирование

урожая сельскохозяйственных культур.

Для получения карт температуры и влажности воздуха, давления и осадков в сервисе «Геоаналитика.Агро» используется метеоинформация, поступающая с международной сети метеостанций. Для расчета норм метеорологических показателей — архивы метеоданных NOAA, обработанные путем фильтрации ошибочных значений и заполнения пропусков в суточных данных. Карты температуры воздуха представляют собой изолинии температур, полученные путем интерполяции значений тех или иных метеопараметров (среднее, минимальное, максимальное, абсолютный минимум и максимум), рассчитанных для сети метеостанций.

Для создания карт распределения осадков в условиях разреженной сети метеостанций целесообразно привлечение дополнительных источников данных метеорологической информации, например данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полученных с использованием микроволновых сенсоров. Оптико-электронные сенсоры, выполняющие съемку в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах, могут быть использованы для создания карт распространения снежного покрова.

Основными продуктами сервиса «Геоаналитика.Агро», предоставляющими информацию о распределении осадков, являются карты сумм осадков (за сутки, декаду, месяц) и карты снежного покрова (распространение и продолжительность залегания).

КАРТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ

В сервисе «Геоаналитика.Агро» присутствуют два набора данных, характеризующих распределение осадков. Это срочные наблюдения метеостанций с аккумуляцией за сутки, декаду и месяц, а также данные, рассчитанные по глобальному

мультисенсорному продукту IMERG (Integrated Multi-satellite Retrievals for Global Precipitation Measurement). Данные IMERG содержат информацию об интенсивности, количестве выпадающих осадков, а также о соотношении в них твердой и жидкой фаз. Такие материалы позволяют существенно повысить информативность карт распределения осадков. Результирующий продукт, генерируемый сервисом «Геоаналитика.Агро» по данным IMERG, — карты сумм выпавших осадков за сутки, декаду, месяц с пространственным разрешением 5 км (рис. 1).

IMERG — данные об интенсивности, количестве и фазовом состоянии осадков, созданные в рамках проекта Global Precipitation Measurement NASA в сотрудничестве с JAXA. Рассчитываются на основе спутниковых наблюдений в микроволновом и инфракрасном диапазонах. Данные IMERG калибруются по спутниковым и наземным наблюдениям. Результаты наблюдений в режиме реального времени генерируются раз в 30 мин., начиная с полночи каждого дня и представляют собой интенсивность осадков в мм/ч. Также каждые 30 мин. аккумулируются продукты за 3 часа,

1, 3 и 7 суток, представляющие собой сумму осадков, выпавших за соответствующий временной интервал.

Назначение карт распределения осадков:

- оценка влагообеспеченности культур по декадам, месяцам, стадиям вегетации, вегетационному периоду в целом;
- оценка условий увлажнения в период уборки урожая;
- определение засушливых периодов и их продолжительности.

КАРТЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Сервис «Геоаналитика.Агро» предоставляет доступ к следующим оперативным данным о снежном покрове: карты распространения снежного покрова по суткам, декадам и месяцам; карты продолжительности залегания снежного покрова по декадам и месяцам.

Оптико-электронные съемочные системы, осуществляющие съемку в видимом, ближнем инфракрасном, среднем инфракрасном диапазонах длин волн, такие, как MODIS и Landsat, могут быть использованы при создании карт распространения снежного



Рис. 1. Отображение слоя осадков в интерфейсе «Геоаналитика.Агро»

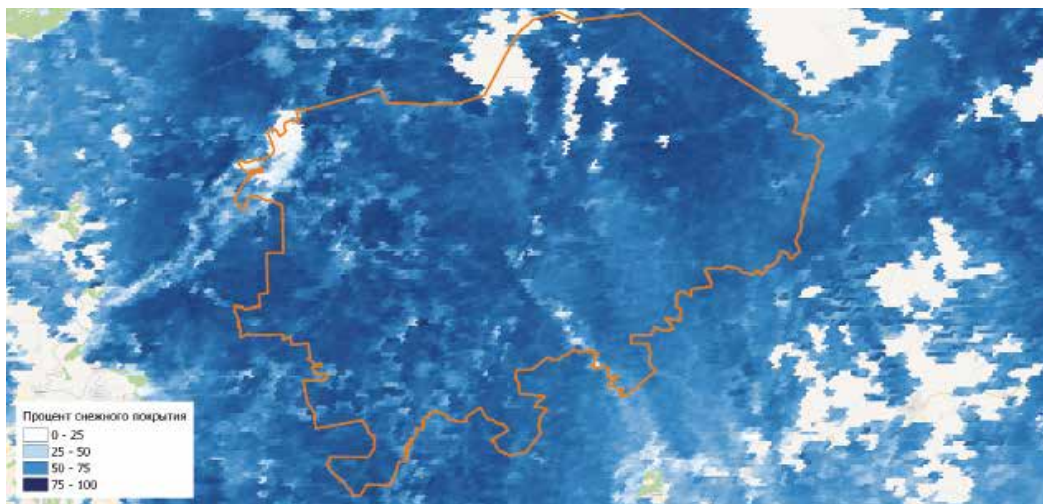


Рис. 2. Покрытие территории Новониколаевского р-на Волгоградской обл. данными MOD10/MYD10 на 2 февраля 2016 г.

покрова. Однако облачность и низкое временное разрешение (Landsat) не позволяют генерировать сплошную маску снежного покрова ежедневно только на основании этих данных (рис. 2).

В качестве исходных данных при создании карт снежного покрова используется продукт снежного покрова MOD10/MYD10 (500 м) и ежедневные мультисенсорные данные IMS, представляющие собой набор данных о распространении снежного и ледового покрова National Ice Center's Interactive Multisensor Snow and Ice Mapping System (IMS) с пространственным разрешением 1 км. Данные IMS используются для заполнения пропусков в ежедневных данных продукта MODIS.

Результирующие карты снежного покрова, генерируемые сервисом «Геоаналитика.Агро»:

- маски снежного покрова с пространственным разрешением 500 м в пределах региона интереса;
- процент покрытия поля снегом (расчет по сетке полей);
- карты продолжительности залегания снежного покрова, генерируемые из ежедневной

маски снежного покрова как сумма дней, в которые территория была покрыта снегом в течение декады и месяца (рис. 3).

Карты покрытия территории снегом предоставляются по суткам, декадам и месяцам, карты продолжительности залегания снежного покрова — по декадам и месяцам.

Мультисенсорные данные IMS (Interactive Multisensor Snow and Ice Mapping System) — результат анализа данных, полученных с большого числа сенсоров, в том числе съёмочных систем MODIS Terra и Aqua, Suomi-NPP, радарных Sentinel-1A, Radarsat-2, микроволновых сенсоров SSM/I, SSMIS, метеорологической информации, поступающей с наземных станций. Использование большого количества сенсоров, снимающих земную поверхность в различное время и под разными углами в течение суток, а также наземных метеоданных позволяет создавать непрерывные ежедневные карты распространения снежного покрова с разрешением 1, 4 и 24 км.

Дополнительным источником данных более высокого пространственного разрешения о распространении снежного покрова

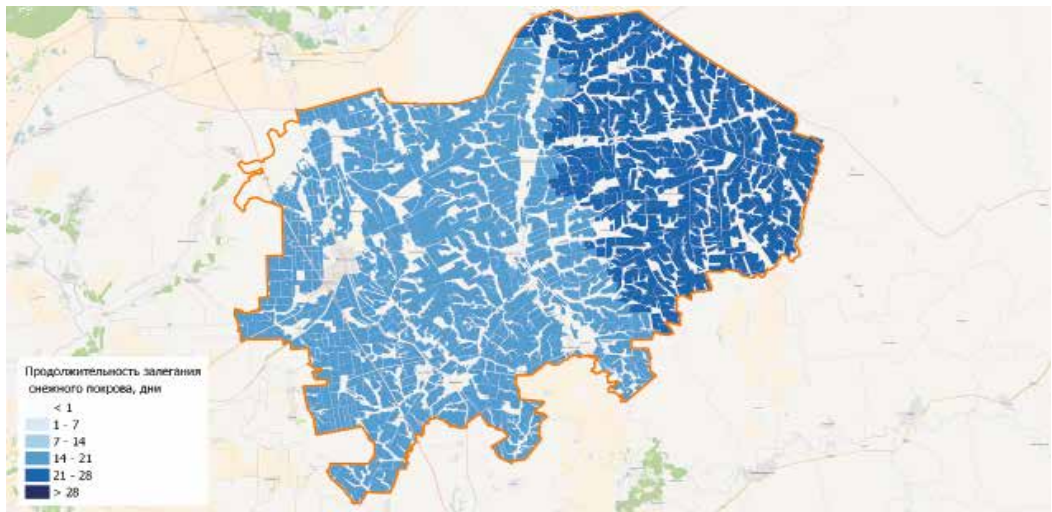


Рис. 3. Продолжительность залегания снега в течение февраля 2016 г. на территории Новокولاевского района

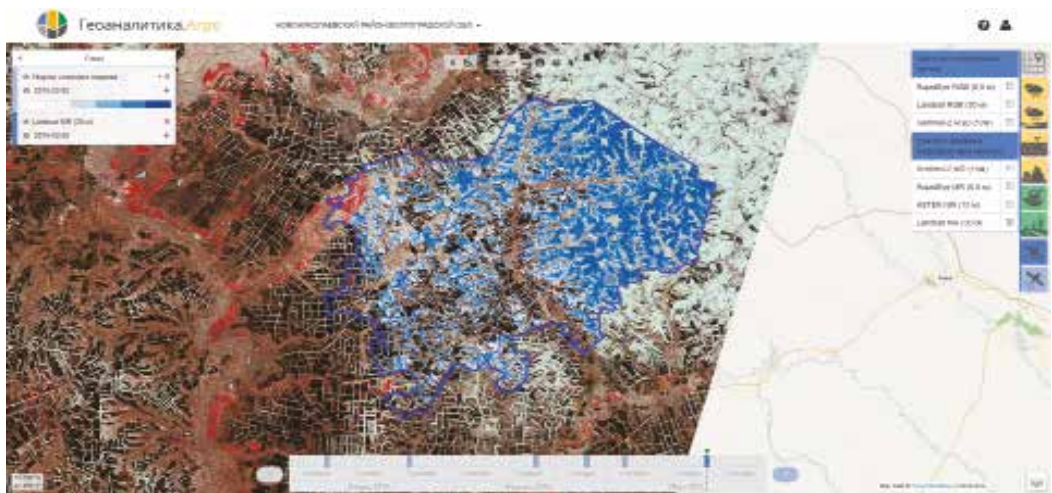


Рис. 4. Отображение индекса NDSI в интерфейсе «Геоаналитика.Агро»

в сервисе «Геоаналитика.Агро» являются индексные изображения NDSI, получаемые по атмосферно скорректированным снимкам Landsat и Sentinel-2 с пространственным разрешением 30 и 10 м соответственно (рис. 4.)

Назначение карт снежного покрова:

- определение сроков установления и схода

снежного покрова, анализ сроков установления и схода снежного покрова относительно средних многолетних сроков;

- определение продолжительности залегания снежного покрова;
- мониторинг негативных природных процессов, таких, как вымерзание посевов, раннее установление снежного покрова.

СКАЧИВАЙТЕ БЕСПЛАТНОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ



Удобно



Оперативно



Доступно

... Доступно в ...



+7 (495) 988-7511
geomatika.ru



Итоги 10-го Международного ГИС-форума

«Интеграция геопространства — будущее информационных технологий»



13–15 апреля 2016 г. прошел 10-й Международный ГИС-форум «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий», организованный компанией «Совзонд». Форум собрал более 350 представителей органов государственного, регионального и муниципального управления, коммерческих компаний, научных и образовательных организаций. География участников: Россия, Беларусь, Казахстан, Великобритания, Германия, Индия, Испания,

Китай, США, Франция. Юбилей форума в 2016 году совпал со знаменательным событием в истории — 55-летием со дня первого полета в космос Юрия Гагарина.

Впервые ГИС-форум проходил при официальной поддержке ГК «РОСКОСМОС».

Генеральный партнер форума — компания «Ростелеком» — крупнейший национальный оператор связи, единый разработчик и оператор «Электронного правительства».

Постоянный спонсор форума — компания DigitalGlobe. Также спонсорами выступили компании Planet Labs, UrtheCast, an Deimos Imaging, Cubert, АО «НК «Казахстан Гарыш Сапары», Astro Digital, ИТЦ «СКАНЭКС».

Информационную поддержку форуму оказали около 50 российских и зарубежных печатных и электронных СМИ, среди которых журналы «Геоматика» и «Геопрофи», интернет-порталы GIM International, GIS LOUNGE и многие другие.

Деловая программа юбилейного ГИС-форума включала в себя: пленарные заседания, круглые столы, мастер-классы, семинары, деловые встречи, выставку «Техника и ГИС-технологии», конкурс «Лучшие проекты в области ГИС и ДЗЗ».

На девяти пленарных заседаниях участниками были представлены более 60-ти докладов по самым актуальным темам геоинформатики. Особое внимание было уделено перспективам развития отрасли ГИС и ДЗЗ, вопросам импортозамещения и адаптации к конкуренции, национальным



космическим программам, хранению, обработке и использованию Big Data. Не остались без внимания вопросы использования аэросъемки в качестве дополнения к космической съемке. Много докладов было посвящено ГИС-практике в различных отраслях: градостроительстве, управлении недвижимостью, транспорте и связи, сельском, лесном и водном хозяйствах, нефтегазовой отрасли, экологии и природопользовании, управлении чрезвычайными ситуациями и безопасности.

Приветствуя гостей ГИС-форума, генеральный директор компании «Совзонд» Владимир Михайлов отметил, что прошедший со времени предыдущего форума год можно с уверенностью оценить положительно для всех направлений геоинформационной отрасли: развивается авиационная съемка с БПЛА, совершенст-

вуются геоинформационные системы, продолжается развертывание российской группировки спутников сверхвысокого разрешения серии «Ресурс-П».

13 апреля пленарное заседание на тему «Тренды. Вызовы. Перспективы» одноименным докладом открыл первый заместитель генерального директора компании «Совзонд» Михаил Болсуновский. В своем выступлении он обратил особое внимание на тенденции, связанные с получением, обработкой и использованием пространственных данных: высокая периодичность космической съемки и связанная с этим повышенная оперативность получения данных; диверсификация источников исходных данных (расширение списка компаний поставщиков космических снимков, аэросъемка, в том числе с БПЛА), новые виды данных (видеосъемка,

тепловизионная, гиперспектральная съемка и т. д.), расширение возможностей анализа данных и решаемых задач.

Была отмечена возрастающая потребность в данных как сервисе, причем одно из важнейших требований, предъявляемое к сервису, — скорость обработки любого объема информации. Участникам были представлены разработки компании в данной области. В рамках выступления состоялась презентация интернет-магазина Vesipilotnik.org, в котором можно, не теряя время на долгие поиски, выбирать и покупать профессиональные БПЛА, полезную нагрузку к ним, а также программное обеспечение для обработки данных авиасъемки.

О новинках отрасли ДЗЗ и ГИС, проблемах и возможностях в условиях экономического кризиса и тенденциях развития говорили и другие спикеры. Директор по стратегии компании [what3words](http://what3words.com) (Великобритания) Steven Ramage рассказал об уникальной системе для передачи местоположения. Главный аналитик НП «ГЛОНАСС» Андрей Ионин отметил проблемы, связанные с управлением и контролем за все возрастающим количеством БПЛА. Руководитель направления Департамента прикладных проектов МРФ «Северо-Запад» ПАО «Ростелеком» Георгий Кондрашов остановился на проблемах импортозамеще-



ния в геоинформационной отрасли. Заместитель начальника Управления автоматических космических комплексов и систем ГК «РОСКОСМОС» Валерий Заичко представил подробный доклад о российской группировке спутников ДЗЗ и проблемах, связанных с ее развитием, о коммерческом использовании данных, получаемых с российских спутников. Вице-президент Инновационного центра «Сколково» Алексей Беляков проанализировал международные стартап-проекты отрасли ДЗЗ, а директор по глобальным рынкам ООО «ИТЦ «СКАНЭКС» Андрей Шумаков ознакомил присутствующих с продуктами и сервисами, предлагаемыми его компанией.

В ходе пленарной сессии «Где рынок? Взгляд со стороны бизнеса и адаптация к конкуренции», посвященной группировкам спутников ДЗЗ и игрокам рынка, новым моделям геопространственного бизнеса, расширению сферы применения геоданных и сервисам на их основе, с докладами выступали: старший директор по развитию каналов продаж [DigitalGlobe](http://DigitalGlobe.com) (США) Maher Khoury; вице-президент по продажам в Европе и СНГ компании [Planet Labs](http://PlanetLabs.com) (США) John Alrichs; генеральный директор [Deimos Imaging, an UrtheCast Company](http://DeimosImaging.com) (Испания) Fabrizio Pirondini; соучредитель и вице-президент по развитию бизнеса компании [Astro Digital](http://AstroDigital.com) (США) Екатерина К. Ленгольд; директор по международному маркетингу компании [21AT](http://21AT.com) (Китай) Dr. Wei Sun; продакт-менеджер компании [Airbus D&S](http://AirbusD&S.com) — Geo (Франция-Германия) Laura Henrichs; заместитель начальника Управления автоматических космических комплексов и систем ГК «РОСКОСМОС» Валерий Заичко.

Национальным космическим программам (стратегиям развития, правовым нормам, межведомственному взаимодействию и национальным открытым данным) были посвящены выступления вице-президента



выявления изменений на основе автоматизированного и экспертного анализа разновременных космических снимков — World Evolution, релиз которого состоялся 1 июня 2016 г.

Параллельно с пленарными заседаниями специалисты компании «Совзонд» провели дискуссионную панель «Проблемы регионов», на которой обсуждались вопросы получения, хранения и структуризации данных космической съемки, мониторинга и рационального использования сельхозземель, мониторинга полигонов бытовых отходов, учета имущества муниципалитетов.

по космическим технологиям АО «НК «Казахстан Гарыш Сапары» (Казахстан) Айдына Аимбетова; начальника сектора АО «Российские космические системы» Оксаны Кушнырь; генерального директора ЗАО «Международные космические технологии» (Россия-Беларусь) Андрея Данеляна; генерального директора АО «НИИП центр «Природа» Владимира Седельникова; заместителя начальника Управления автоматических космических комплексов и систем ГК «РОСКОСМОС» Валерия Заичко; начальника отдела метрологического обеспечения геодезических измерений ФГУП «ВНИИФТРИ» Андрея Мазуркевича.



Пленарная сессия BIGDATA#GEO, посвященная вопросам хранения, обработки и использования «больших данных», объединила выступления: менеджера по продажам в России компании DigitalGlobe (США) Ильи Юдина; директора по продажам и работе с клиентами компании Planet Labs (США) Alex Bakir; исполнительного директора Yandex Data Factory Александра Хайтина; президента C-SIGMA (США) George Guy Thomas; директора по развитию HERE Maps Павла Козлова; генерального директора АО «Ракурс» Виктора Адрова. Инженер тематической обработки данных ДЗЗ компании «Совзонд» Тимофей Орлов рассказал о разработке нового продукта для

Во второй день форума, 14 апреля, состоялись четыре пленарных заседания. В ходе сессии «Дроны vs. космос: аэроальтернатива спутниковым данным» возможностям съемки с БПЛА были посвящены доклады директора по развитию бизнеса компании DigitalGlobe (США) Alberto Lopez; начальника отдела обработки камеральных данных ГК «Беспилотные системы» Натальи Воробьевой. О преимуществах лазерного сканирования говорил директор по науке и инновациям компании «Совзонд» Илья Рыльский. Руководитель отдела беспилотных систем «Совзонд» Максим Митин рассказал об универсальных

возможностях гиперспектральной съемки. Презентацию возможностей компании Cubert провел Rene Michels.

ГИС-практике в различных отраслях были посвящены три сессии. Своим опытом создания ГИС-сервисов для управления недвижимостью, градостроительной деятельностью и телекоммуникационными сетями поделились: начальник отдела проектов территориального развития Министерства промышленности и торговли РФ Дмитрий Жарков; генеральный директор компании Excel Geomatics (Индия) Rajesh Paul; ГИС-специалист ООО «Центр инновационных технологий» Александр Кочнев; руководитель отдела геомаркетинга компании «Совзонд» Григорий Голиков (рассказал об одном из новых направлений в деятельности компании — разработке геоинформационных сервисов для поиска недвижимости) и руководитель отдела системного анализа компании «Совзонд» Александр Рудов (представил программно-аналитический комплекс ГРАДИС, предназначенный для решения задач управления градостроительной деятельностью).

О том, как используются возможности спутниковой съемки и ГИС-технологии в сельском, лесном и водном хозяйствах, рассказывали: Станислав Федоров — начальник отдела дистанционного мониторинга использования лесов ФГБУ «Рослесинфорг»; Сергей Мышляков — руководитель отдела тематической обработки данных ДЗЗ «Совзонд», ознакомивший участников с возможностями радарных спутников Sentinel для решения задач сельского хозяйства; Александр Сальман — представитель компании CLS (Франция) в России; Ирина Клиточенко — программист ООО «Гелио-Пакс»; Илья Воронков — руководитель ИТ-проектов ЗАО «ИЦ ГЕОМИР»; Ольга Рухович — ведущий научный сотрудник ВНИИ Агрехимии.

Мониторингу природных и техногенных катастроф, смещений земной поверхности и сооружений в Москве, а также мониторингу состояния окружающей среды в Москве, обеспечению мониторинга импактных районов Арктической зоны РФ, использованию ГИС в системе штатного мониторинга МЧС и другим темам были посвящены доклады: начальника отдела АО «Российские космические системы» Виктора Шумейко; директора ГПБУ «Мосэкомониторинг» Полины Захаровой; ведущего специалиста по обработке радарных данных ДЗЗ компании «Совзонд» Юрия Кантемирова; заместителя начальника оперативного отдела ФКУ «НЦУКС» МЧС России Ярослава Алексеенко; председателя консорциума «Цифровая радиовещательная технологическая платформа» Андрея Брыксенкова; руководителя Департамента информационных технологий и связи ДИТ мэрии г. о. Тольятти Елены Балашовой; инженера ОАО «ТомскНИПИнефть» Владимира Гуляева; начальника сектора научно-технической информации АО «НИИП центр «Природа» Елены Бровко.

Параллельно пленарным заседаниям 13 апреля в соседних залах прошли:

- Семинары компании «Совзонд»: «Геоаналитика.Архив — центральное звено корпоративной геоинформационной инфраструктуры», «Веб-ГИС на базе GETMAP», «ArcGIS. Новое. Важное. Интересное».
- Круглый стол компании «Совзонд» «Веб-сервис “Геоаналитика.Агро” — инструмент поддержки принятия решений в аграрном секторе».
- Семинар компании DigitalGlobe «От снимка к геопространственной аналитике с помощью платформы GBDX от DigitalGlobe Inc.».
- Семинар Planet Labs «Программа сельскохозяйственного мониторинга Planet Labs».
- Семинар «ММК Групп» — «Технологическая



платформа для создания, сопровождения и использования геопространственных данных в промышленных масштабах.

- Мастер-классы «Совзонд»: «ENVI 5.3: Новые возможности обработки геопространственных данных» и «Обработка данных Sentinel-1A в программном комплексе SARscape 5.2».

Традиционно прошел ежегодный конкурс «Лучшие проекты в области ГИС и ДЗЗ» в трех номинациях. По результатам голосования участники форума были определены победители:

- Проект ООО «Газпром ВНИИГАЗ» «Оценка экономической эффективности использования данных ДЗЗ в системах маркшейдерско-геодезических наблюдений на месторождениях углеводородов» победил в номинации «Лучший отраслевой инновационный проект с использованием космических данных ДЗЗ».

- Проект ГУП «Мосгоргеотрест» «Космический радарный мониторинг смещений земной поверхности и сооружений на территории города Москвы в 2011–2015 гг.» выиграл в номинации «Разработка уникальных технологий в области ДЗЗ и ГИС».

- Проект АО «Северо-Кавказское аэрогеодезическое предприятие» «Обеспечение топографо-геодезическими и картографи-

ческими данными и материалами территории Республики Крым и города Севастополя» одержал победу в номинации «Лучший региональный инновационный проект с использованием космических данных ДЗЗ».

Помимо насыщенной деловой программы, для участников ГИС-форума 14 апреля был организован торжественный банкет, на котором выступила талантливая кавер-группа The Timers. Во время банкета первый



заместитель генерального директора компании «Совзонд» Михаил Болсуновский вручил памятные награды спонсорам мероприятия, победителям конкурса лучших проектов и, впервые, постоянным участникам ГИС-форума.



Пленарное заседание третьего дня ГИС-форума было посвящено науке, инновациям и открытым данным. С докладами выступили представители вузов (МИИГАиК, ГУЗ и др.) и научных организаций (ВНИИФТРИ, Почвенный институт им. В. В. Докучаева и др.). С презентациями докладов по заявленным темам можно ознакомиться на сайте ГИС-форума: <http://www.gisforum.ru/ru/#program>

В параллели с пленарным заседанием специалисты «Совзонд» провели мастер-класс «Маршрутизация в открытых ГИС» и семинар «Использование открытых данных OSM для создания ГИС».

Компания «Совзонд» благодарит участников за проявленный интерес к форуму и активное участие в его работе! Мы ждем встречи в 2017 году. Даты проведения ГИС-форум 2017 объявим совсем скоро – следите за нашими новостями.

Итоги III Международной конференции и выставки «Беспилотная авиация – 2016»

III международная конференция и выставка «Беспилотная авиация – 2016» проходила 21–22 апреля 2016 г. в Москве.



В мероприятии приняло участие рекордное число профессионалов рынка беспилотных авиационных систем (БАС) из России, Беларуси, Казахстана, Китая, Тайваня, Франции, Швейцарии, Австралии и других стран. В числе участников были представители федеральных органов власти, производители, разработчики и эксплуатанты беспилотных воздушных судов (БВС) и БАС, разработчики и поставщики ИТ-решений, представители научных и учебных учреждений, лизинговых и страховых компаний, отраслевых ассоциаций и средств массовой информации.

Первый день конференции открыла пленарная сессия, на которой обсуждались основные вопросы регулирования и развития рынка БАС, формирования воздушного законодательства Российской Федерации в области эксплуатации БАС, основные

тренды развития БПЛА гражданского назначения в России и мире, актуальные вопросы в области подготовки кадров для индустрии БАС, состояние и перспективы страхования в сфере беспилотной авиации.

На открытии конференции выступил генеральный директор Центра стратегических разработок в гражданской авиации (ЦСР ГА) Антон Корень. Он отметил, что в последние годы в России активно стала развиваться беспилотная авиация — новый сегмент транспортной отрасли. Международная конференция «Беспилотная авиация», которая с момента своего основания является крупнейшим мероприятием в данной области, — это важный инструмент для выработки решений по совершенствованию нормативно-правового регулирования.

Одним из ключевых мероприятий конференции стала стратегическая сессия, посвященная разработке предложений для развития индустрии БАС. Участники сессии сформулировали предложения по следующим направлениям:

- Инновационное технологическое развитие отрасли БВС, совместное технологическое развитие гражданских и военных БВС.
- Механизмы развития рынка БАС.
- Нормативно-правовое регулирование производства, сертификации, регистрации, применения БАС.
- Образование и кадры в области БАС.
- Международное сотрудничество в области разработки и применения БАС гражданского назначения.



Предложения, подготовленные экспертами по итогам стратегической сессии, войдут в рекомендации конференции и будут направлены в Федеральное Собрание Российской Федерации, Правительство Российской Федерации, а также в профильные федеральные органы исполнительной власти.

Во второй день конференции проходили тематические сессии по следующим темам:

- Актуальные вопросы, тренды и инновации в индустрии БАС.
- Современные и перспективные продукты, ИТ-решения, применяемые в индустрии БАС.
- Применение БАС в решении государственных задач и задач гражданского значения.

В течение двух дней работала выставка, на которой были представлены современные беспилотные авиационные комплексы, оборудование для их оснащения,

инновационные ИТ-решения для проектирования, производства и оснащения БАС.

Организатор мероприятия: Центр стратегических разработок в гражданской авиации.

Генеральный информационный партнер: газета «Транспорт России» — официальный печатный орган Министерства транспорта РФ.

Благодарим за информационную поддержку мероприятия журнал о геоинформатике и дистанционном зондировании Земли «Геоматика», который был особенно интересен участникам конференции.

IV международная конференция и выставка «Беспилотная авиация – 2017» пройдет в Москве с 20 по 21 апреля 2017 года. При ранней регистрации действуют специальные условия участия! Подробная информация на сайте: <http://aviacenter.org/>

ITES-2016

IV Международная конференция «Современные информационные технологии для научных исследований в области наук о Земле»



С 7 по 11 августа 2016 г. в Южно-Сахалинске пройдет IV Международная конференция «Современные информационные технологии для научных исследований в области наук о Земле», организованная Дальневосточным геологическим институтом ДВО РАН и другими организациями РАН.

Цель данной конференции состоит в привлечении на Сахалин ведущих исследователей и экспертов в области информационных технологий, прикладной математики, геоинформатики, геофизики, системного анализа из России и других стран для обмена знаниями, опытом и обсуждения возможностей сотрудничества.

В ходе конференции будет рассмотрен широкий круг вопросов:

- Современные информационные технологии для решения фундаментальных и прикладных задач геологии нефти и газа.
- Организация сетей сбора, хранения и обработки информации в области наук

о Земле. Разработка систем оперативного мониторинга природных объектов.

- Современные методы и технологии ДЗЗ из космоса. Сервисы оперативного доступа к спутниковым данным и системам их обработки. Методы анализа спутниковых данных. Дистанционные методы для геологии и геофизики.

- Инфраструктуры научных информационных ресурсов и систем. Технологии и опыт построения научных информационных инфраструктур для наук о Земле.

- Геоинформационное обеспечение научных и прикладных исследований в области наук о Земле. Инфраструктура пространственных данных. Проблемы интеграции пространственных данных, сервисов и приложений. Интеллектуальные ГИС и многие другие темы.

Конференция проводится при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций России и Гранта РФФИ № 16-07-20413.

Спонсоры конференции: Корпорация INTEL, Международная ассоциация генезиса рудных месторождений (IAGOD), Bio Science Incorporated (BSI).

Информационная поддержка: компания «Совзонд», ESRI CIS, ИТЦ «СКАНЭКС».

Подробная информация о конференции доступна на сайте: <http://sakhalin.fareastgeology.ru>

«Геоаналитика.Агро» — веб-сервис для поддержки принятия решений в сельском хозяйстве

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕРВИСА

- Поддержка оптических и радарных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).
- Автоматизированный импорт данных ДЗЗ по мере их поступления.
- Автоматическая обработка данных ДЗЗ, в том числе атмосферная коррекция, удаление облачности и теней.
- Автоматический расчет спектральных индексов для анализа состояния растительности.
- Оперативный мониторинг состояния и условий развития растительности с использованием данных ДЗЗ.
- Качественная оценка состояния растительности.
- Учет факторов окружающей среды (рельеф, климат, почвы).
- Автоматизированный импорт и оперативный анализ метеоданных.
- Расчет отклонения метеорологических параметров от многолетних норм.
- Интерактивные аналитические расчеты показателей мониторинга.
- Визуализация результатов в виде тематических карт, графиков, диаграмм.
- Необходимый функционал работы с пространственными данными: получение информации о координатах, измерение расстояний, масштабирование.
- Доступ через веб-интерфейс и API.



Рис. Картографический веб-интерфейс сервиса «Геоаналитика.Агро»

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ НАПОЛНЕНИЕ СЕРВИСА

ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ



Земельные угодья

Продукт	Описание	Назначение
Векторные границы рабочих (элементарных) участков, занятых посевами одной культуры	Обновление границ рабочих участков может быть выполнено по снимкам средней (10-50 м), высокого (1-10 м) и сверхвысокого пространственного разрешения (менее 1 м). Масштабы выполнения работ: 1:5 000–1: 100 000	Предоставление актуальной информации о местоположении, форме, размерах и конфигурации сельскохозяйственных полей. Сервис дает возможность создавать и обновлять границы полей (рабочих участков) сельскохозяйственных предприятий по космическим снимкам высокого и сверхвысокого пространственного разрешения

УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ



Агрометеорологические условия

Продукт	Описание	Назначение
Карты погоды	Температура и влажность воздуха, осадки, давление, построенные по оперативным метеоданным	Планирование агротехнологических работ и своевременное реагирование на негативные природные процессы
Карты термических условий произрастания	Карты температуры воздуха: среднее, минимальное, максимальное значения, абсолютный минимум и максимум, норма, отклонение от нормы, рассчитанные по суткам, декадам, месяцам	Оценка термических ресурсов вегетационного периода в целом, а также заданных интервалов, обнаружение аномалий температуры воздуха, отслеживание влияния на развитие растений неблагоприятных явлений погоды, оценка благоприятности агрометеорологических условий года
	Карты температуры земной поверхности ночью и днем по данным тепловой космической съемки	
Карты условий увлажнения	Карты влажности воздуха: средняя и минимальная относительная влажность воздуха по данным регулярных метеонаблюдений, рассчитанные за сутки, декаду, месяц	Обнаружение аномалий в количестве выпадающих осадков, влажности воздуха, оценка продолжительности засушливых периодов, а также периодов чрезмерного увлажнения, обеспеченности растений в течение всего вегетационного периода влагой, мониторинг отрицательных явлений, нарушающих нормальный ход формирования урожая, оценка благоприятности агрометеорологических условий года
	Карты осадков: слой со значениями сумм осадков, за тот или иной календарный период (сутки, декада, месяц), рассчитанный для сети метеостанций	
Карты снежного покрова	Маска и процент залегания снежного покрова: ежедневный продукт с пространственным разрешением 500 м, аккумулируется по декадам и месяцам	Мониторинг территориального распространения и продолжительности залегания снежного покрова. Мониторинг запасов влаги, необходимой для растений
	Карты продолжительности залегания снежного покрова генерируются из ежедневной маски снежного покрова как сумма дней, в которые территория была покрыта снегом. Продукт рассчитывается по декадам и месяцам	
	Нормализованный разностный снежный индекс (Normalized Difference snow Index NDSI) — покрытие территории снегом по данным ДЗЗ	

Продолжение таблицы >>


УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ		
Агрометеорологические условия		
Продукт	Описание	Назначение
 Карты условий освещенности	Карты потенциальной фотосинтетически активной радиации (ФАР), карты освещенности и экспозиции склонов рассчитываются по цифровым моделям рельефа (ЦМР) различного уровня детальности	Планирование и научно обоснованное ведение сельского хозяйства с учетом характеристик радиационного режима, а также влияния рельефа на распределение солнечной радиации



Рис. Отображение среднесуточной температуры воздуха в виде изолиний



Рис. Карта температуры земной поверхности, полученная по данным Landsat 8

Рельеф		
Продукт	Описание	Назначение
Карты абсолютных высот местности	ЦМР, где каждой ячейке соответствует значение абсолютного показателя высоты над уровнем моря. Региональному уровню соответствует ЦМР с шагом сетки от 30 м, локальному – 10 м и менее	ЦМР регионального уровня предназначены для определения общих особенностей рельефа местности, а также выявления зон потенциальной деградации земельных ресурсов. ЦМР локального уровня позволяют более отчетливо проследить геоморфологическую неоднородность внутри угодья и разработать оптимальную стратегию по его использованию
Карты крутизны склонов, горизонтальной и вертикальной расчлененности рельефа	Морфометрические показатели рельефа рассчитываются по ЦМР регионального и локального уровней и представляют собой растровые поверхности показателей крутизны склонов, горизонтальной и вертикальной расчлененности. Карты могут быть сгенерированы по ЦМР локального и регионального уровней от 30 м, локального – 10 м и менее	Оценка пригодности условий рельефа местности для того или иного типа землепользования, оценка направления вещественного стока, а также характер развития экзогенных процессов в целом

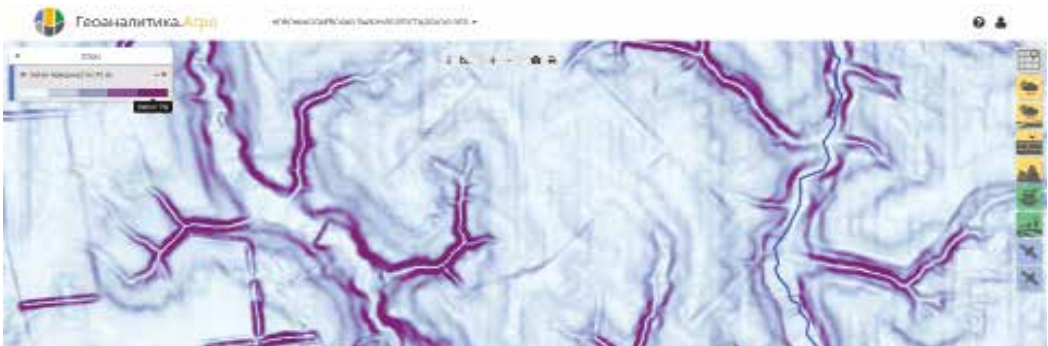


Рис. Карта уклонов поверхности, полученная с использованием ЦМР, построенной по данным спутниковой стереосъемки

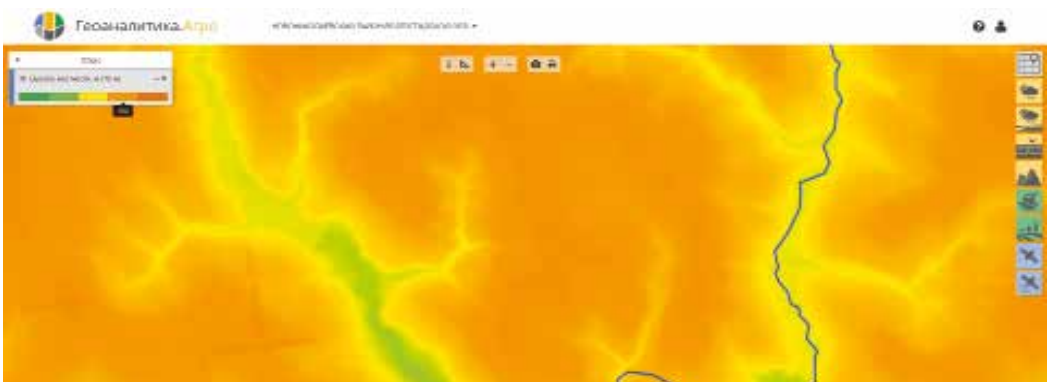



Рис. Карта абсолютных высот местности, построенная по данным спутниковой стереосъемки

Продолжение таблицы >>

УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ		
Почвы		
Продукт	Описание	Назначение
 Карты линейной эрозии и плоскостного смыва	Продукты линейной и плоскостной эрозии рассчитываются по ЦМР регионального и локального уровней. Пространственное разрешение продукта – 90 м и менее в зависимости от детальности исходной ЦМР	Планирование противозерозионных мероприятий, разработка рекомендаций по обработке почвы и внесению удобрений
Карты гидроморфности почвенного покрова	Карты гидроморфности почвенного покрова генерируются на основе анализа морфометрических характеристик рельефа с помощью расчета топографического индекса влажности по ЦМР. Пространственное разрешение продукта — 90 м и менее	Выделение участков потенциального переувлажнения и вымокания посевов

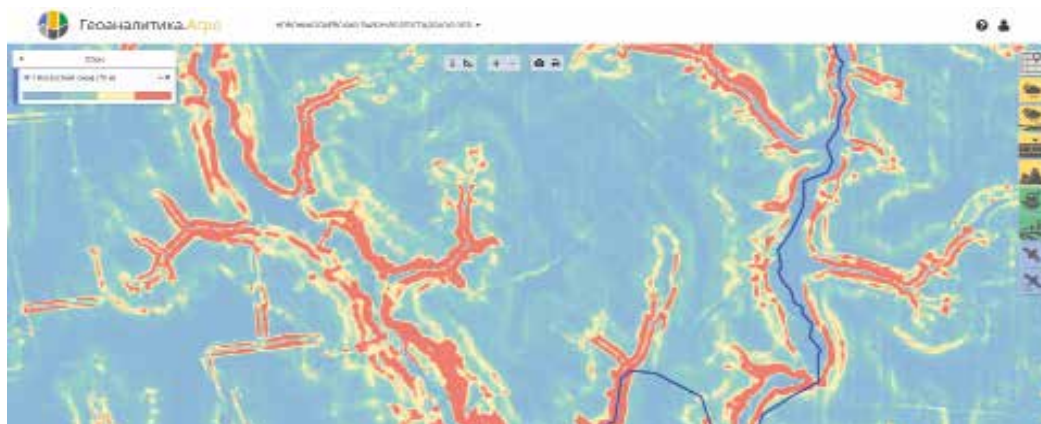


Рис. Карта плоскостного смыва почв, полученная с использованием ЦМР, построенной по данным спутниковой стереосъемки

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ


Оценка состояния растительности		
Продукт	Описание	Назначение
 Карты оценки интенсивности вегетации	Карты интенсивности вегетации (30 м) генерируется по данным съемочной системы Landsat 8 на основании красного, ближнего инфракрасного, среднего инфракрасного и теплового спектральных каналов снимка. Пространственное разрешение — 30 м. Временное разрешение — 16 дней	Оценка состояния растительности, зонирование поля по интенсивности вегетации
	Карты интенсивности вегетации (6,5 м) генерируется по данным съемочной системы RapidEye на основании красного, крайнего красного и ближнего инфракрасного спектральных каналов. Пространственное разрешение — 6,5 м. Временное разрешение — от 1 дня	



Рис. Карта оценки интенсивности вегетации озимой пшеницы, полученная с использованием данных RapidEye


Параметры роста растительности		
Продукт	Описание	Назначение
 <p>Карты прироста биомассы</p>	<p>Моделируемые биогеофизические данные общего прироста биомассы, выраженные в килограммах сухого вещества на гектар в день. Продукт характеризует темпы роста растительности на глобальном уровне, пространственное разрешение – 1000 м. Продукт предоставляется раз в 10 дней</p>	<p>Обнаружение проблемных зон состояния посевов в пределах всего хозяйства и каждого поля в отдельности, а также в качестве исходного параметра в моделях урожайности сельскохозяйственных культур</p>
<p>Карты оценки объема биомассы</p>	<p>Растровые изображения нормализованного относительного разностного индекса биомассы NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) и усовершенствованного вегетационного индекса (Enhanced Vegetation Index, EVI). Карты объема биомассы генерируются по данным Landsat 8, ASTER, Sentinel-2, RapidEye с пространственным разрешением 30, 15, 10 и 6,5 м соответственно</p>	<p>Качественная оценка объема биомассы растений на земной поверхности по данным ДЗЗ. Индекс EVI позволяет оценивать состояние растений как в условиях густого растительного покрова, так и в условиях разреженной растительности. Влияние почвы и атмосферы на значения данного индекса минимизировано</p>



Рис. Карта прироста биомассы



Рис. Карта оценки объема биомассы NDVI

Продолжение таблицы >>


Параметры роста растительности		
Продукт	Описание	Назначение
 <p>Карты содержания азота в листьях растений</p>	<p>Растровые изображения нормализованного разностного зеленого вегетационного индекса (Green Normalized Difference Vegetation Index, GNDVI) — показателя фотосинтетической активности растительного покрова. Генерируются по данным Landsat и ASTER с пространственным разрешением 30 и 15 м соответственно</p>	<p>Обнаружение проблемных зон состояния посевов в пределах всего хозяйства и каждого поля в отдельности, а также в качестве исходного параметра в моделях урожайности сельскохозяйственных культур</p>
<p>Карты оценки объема биомассы</p>	<p>Карты содержания азота в листьях растений — растровые изображения нормализованного разностного Red Edge индекса (Normalized Difference Red Edge Index, NDRE), показателя фотосинтетической активности растительного покрова. Генерируются по данным Sentinel-2 и RapidEye с пространственным разрешением 10 и 6,5 м соответственно. Временное разрешение NDRE по данным Sentinel-2 — 10 дней, по данным RapidEye — до 1 дня</p>	<p>Индекс применим при оценке угнетенной и стареющей растительности. Эффективен при оценке содержания азота в листьях растений по мультиспектральным данным, у которых есть крайний красный и ближний инфракрасный спектральные каналы</p>
<p>Карты содержания хлорофилла в листьях растений</p>	<p>Карты содержания хлорофилла в листьях растений — растровые изображения относительного индекса хлорофилла (CIGreen) — показателя фотосинтетической активности растительного покрова. Генерируются по данным Landsat 8, ASTER, Sentinel-2 и RapidEye с пространственным разрешением 30, 15, 10 и 6,5 м соответственно. Временное разрешение определяется периодичностью используемой съемочной системы (1–16 дней)</p>	<p>Оценка содержания хлорофилла а и b в листьях растений по мультиспектральным данным ДЗЗ, в том числе по спутниковым данным, у которых отсутствует крайний красный канал</p>
	<p>Карты содержания хлорофилла в листьях растений MCARI/OSAVI — растровые изображения индекса хлорофилла MCARI/OSAVI (отношение Modified chlorophyll absorption ratio index к Optimized Soil Adjusted Vegetation Index) — показателя фотосинтетической активности растительного покрова. Генерируются по данным Sentinel-2 и RapidEye с пространственным разрешением 10 и 6,5 м соответственно. Временное разрешение определяется периодичностью используемой съемочной системы (1–10 дней)</p>	<p>Оценка содержания хлорофилла а и b в листьях растений с использованием космических снимков, имеющих крайний красный канал. Преимущество данного индекса — минимизация влияния подстилающей не вегетирующей поверхности на значение индекса</p>



Рис. Карта содержания азота в листьях растений GNDVI



Рис. Карта содержания хлорофилла в листьях растений

Продукт	Описание	Назначение
Карты интенсивности поглощения фотосинтетически активной радиации	Фотосинтетически активная радиация (ФАР) — часть коротковолновой или интегральной солнечной радиации в диапазоне длин волн 380–710 нм, имеющая наибольшее значение для физиологических процессов растений и оказывающая фотосинтетический и тепловой эффекты. Продукт FPAR (MODIS) имеет пространственное разрешение 1000 м и время обновления 4–8 дней	Обнаружение аномальных зон вегетации, оценка состояния и подверженности стрессу
Карты содержания влаги в почве и листьях растений	Карты содержания влаги в почве и листьях растений — растровые изображения нормализованного разностного водного индекса (Normalized difference Water index, NDWI). Для расчета индекса используются значения спектральной яркости в зеленом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра. Генерируются по данным ASTER и RapidEye с пространственным разрешением 15 и 6,5 м. Временное разрешение — до 1 суток	Оценка неоднородности степени увлажнения растительности и почв по данным ДЗЗ, у которых отсутствует средний инфракрасный канал
	Карты содержания влаги в почве и листьях — растровые изображения нормализованного разностного индекса влажности (Normalized difference moisture index, NDMI). Генерируются по данным Landsat 8 и Sentinel-2 с пространственным разрешением 30 и 10 м соответственно. Временное разрешение определяется периодичностью используемой съемочной системы: 16 дней для продуктов, полученных по данным Landsat 8 и 10 дней — для продуктов, полученных по данным Sentinel-2	Оценка неоднородности степени увлажнения растительности и почв по данным ДЗЗ, у которых есть средний инфракрасный канал. Данный индекс более чувствителен к содержанию влаги в почве и листьях растений по сравнению с индексом NDWI за счет использования среднего инфракрасного канала
Карты проективного покрытия растительности	Карты проективного покрытия растительности — растровые изображения индекса листовой поверхности (Leaf Area Index, LAI) — показателя, характеризующего площадь проективного покрытия почвы растительностью, а также способность растений поглощать солнечную радиацию, необходимую для формирования биомассы. Кроме того, данный индекс позволяет оценивать объем эвапотранспирации. Генерируется по данным MODIS с пространственным разрешением 1000 м, второй — по данным RapidEye с пространственным разрешением 6,5 м	Оценка состояния культур, а также в качестве входного параметра модели прогнозирования урожайности





Рис. Карта содержания влаги в почве и листьях растений (NDMI)



Рис. Карта проективного покрытия растительности (LAI по данным RapidEye)

Продолжение таблицы >>

КОСМИЧЕСКИЕ СНИМКИ		
Оптические космические снимки		
Продукт	Описание	Назначение
 Снимки Landsat 8	<p>Восьмой спутник ДЗЗ в рамках программы Landsat, поддерживаемой совместно Геологической службой США (USGS) и Национальным аэрокосмическим агентством (NASA). Landsat 8 осуществляет съемку, используя два набора сенсоров — Operational Land Imager (OLI) и Thermal InfraRed Sensor (TIRS) с пространственным разрешением 30–100 м в зависимости от диапазона съемки. Временное разрешение — 16 суток</p>	<p>Съемка земной поверхности в видимом, ближнем инфракрасном, среднем инфракрасном и тепловом диапазонах спектра. Снимки предназначены для изучения состояния и динамики изменения объектов земной поверхности (растительности, почвенного покрова и т. д.).</p>
Снимки RapidEye	<p>Группировка пяти мини-спутников, предназначенных для мониторинговых наблюдений за земной поверхностью с высоким пространственным разрешением. Съемка осуществляется в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне. Пространственное разрешение – 6,5 м. Периодичность съемки одного и того же района Земли — 24 ч.</p>	<p>Съемка земной поверхности в видимом диапазоне с высоким пространственным и временным разрешением. Крайний красный канал (690–730 нм), чувствительный к концентрации хлорофилла в растениях, оптимально подходит для осуществления сельскохозяйственного мониторинга</p>
Снимки Sentinel-2A	<p>Спутник Европейского космического агентства, оснащенный оптико-электронным мультиспектральным сенсором, который выполняет съемку в 13-ти спектральных каналах от видимого и ближнего инфракрасного до коротковолнового инфракрасного диапазонов спектра. Пространственное разрешение съемочной системы варьируется от 10 до 60 м в зависимости от спектрального диапазона. Периодичность съемки — 10 дней</p>	<p>Съемка земной поверхности в видимом, ближнем инфракрасном и среднем инфракрасном диапазонах спектра. Наличие трех дополнительных крайних красных спектральных каналов расширяет возможности анализа состояния и состава культур сельскохозяйственной растительности</p>
Снимки ASTER	<p>Съемочная система, предназначенная для мониторинга поверхности Земли, созданная совместно NASA и Министерством экономики, торговли и промышленности Японии. Ведет съемку с платформы Тегга в трех спектральных каналах видимого диапазона длин волн с пространственным разрешением 15 м; шести каналах среднего инфракрасного и пяти каналах теплового диапазона с пространственным разрешением 30 и 90 м соответственно. Периодичность съемки — 16 суток</p>	<p>Сбор данных об отражательной способности, температуре и рельефе земной поверхности. Мониторинг состояния посевов, темпов уборки урожая и т. д.</p>

Радарные космические снимки		
Продукт	Описание	Назначение
 Sentinel-1	<p>Радиолокационные космические снимки С-диапазона. Периодичность съемки — 7–14 суток</p>	<p>Всепогодный и круглосуточный мониторинг сельскохозяйственных угодий</p>

ЦЕНТР ОБУЧЕНИЯ КОМПАНИИ «СОВЗОНД»



Центр обучения компании «Совзонд» открыт в 2006 году. За это время обучение в Центре прошли более 800 специалистов из России и стран ближнего зарубежья, среди которых сотрудники НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы», ФГБУ «Рослесинфорг», Министерства сельского хозяйства РФ, Министерства природных ресурсов и экологии РФ, ГКНПЦ им. М. В. Хруничева, АО «НК «Казахстан Гарыш Сапары», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», АО «РКЦ «Прогресс», ТОО «Корпорация Казахмыс», МГУ, МИИГАиК и др.

Курсы проводят ведущие специалисты компании «Совзонд», участвующие в разработке и реализации проектов и имеющие большой опыт обработки космических снимков.

Обучающие курсы рассчитаны на специалистов разных уровней подготовки, работающих в области геоинформатики, картографии, ДЗЗ, геологии, природопользования, в сельском и лесном хозяйстве, кадастре и т. д. При выполнении практических упражнений используются данные со спутников WorldView-1,2, GeoEye-1, Pleiades, RapidEye, Cosmo-SkyMed-1,4, Radarsat и др.

По желанию заказчика может быть разработана специализированная программа обучения, адаптированная под решение конкретных задач, а также организовано выездное обучение.

КУРСЫ ОБУЧЕНИЯ:

- Работа в базовых модулях фотограмметрической системы INPHO.
- .. Использование программного комплекса ENVI для обработки и анализа данных ДЗЗ.
- Возможности языка программирования IDL. Дополнительные модули.
- .. Обработка радиолокационных съемок в дополнительных модулях ENVI SARscape.
- .. Инструменты и функциональность ArcGIS for Desktop.
- Комплексная обработка данных ДЗЗ в программных продуктах ENVI и ArcGIS for Desktop.
- Visual MODFLOW: практическое применение моделирования подземных вод и переноса загрязняющих веществ.

Дополнительная информация и запись на обучение:

Тел.: +7 (495) 642-8870, 988-7511, 988-7522. Факс: +7 (495) 988-7533. E-mail: software@sovzond.ru
Web-site: www.sovzond.ru

ПОДПИСКА на журнал «Геоматика» 2016

1. На почте в любом отделении связи.

Каталог агентства «Роспечать».

Полугодовой подписной индекс — 20609, цена — 435 р./2 номера.

2. По системе адресной подписки.

а) Заполните платежный документ (указав количество журналов, общую стоимость).

Стоимость 1 номера: 217 р. 50 к., периодичность выхода: 4 номера в год.

б) Отправьте копию квитанции об оплате:

по факсу: +7 (495) 988-7533;

по e-mail: geomatics@sovzond.ru;

по адресу: 115563, Москва, ул. Шипиловская, д. 28А, бизнес-центр «Милан», компания «Совзонд».

Подписка оформляется с ближайшего номера после поступления оплаты.

В стоимость подписки включена доставка журналов.

<p>ИЗВЕЩЕНИЕ</p>	<p>ООО «Компания СОВЗОНД» ИНН 7720568664 / КПП 772001001 Р/с № 40702810038120110056 Московский банк ОАО «Сбербанк России» г. Москва БИК 044525225 К/с № 30101810400000000225</p> <p>Ф.И.О. _____ Почтовый адрес _____ Организация _____ Тел. _____</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Название журнала</th> <th>Количество номеров</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Геоматика</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Плательщик</td> <td>Дата</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Название журнала	Количество номеров	Сумма	Геоматика			Плательщик	Дата	
Название журнала	Количество номеров	Сумма								
Геоматика										
Плательщик	Дата									
<p>Кассир</p>	<p>КВИТАНЦИЯ</p> <p>ООО «Компания СОВЗОНД» ИНН 7720568664 / КПП 772001001 Р/с № 40702810038120110056 Московский банк ОАО «Сбербанк России» г. Москва БИК 044525225 К/с № 30101810400000000225</p> <p>Ф.И.О. _____ Почтовый адрес _____ Организация _____ Тел. _____</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Название журнала</th> <th>Количество номеров</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Геоматика</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Плательщик</td> <td>Дата</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Кассир</p>	Название журнала	Количество номеров	Сумма	Геоматика			Плательщик	Дата	
Название журнала	Количество номеров	Сумма								
Геоматика										
Плательщик	Дата									



GETMAP

ГОТОВОЕ РЕШЕНИЕ

ДЛЯ РАЗВЕРТЫВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ
СОБСТВЕННОЙ ВЕБ-ГИС

