

**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»

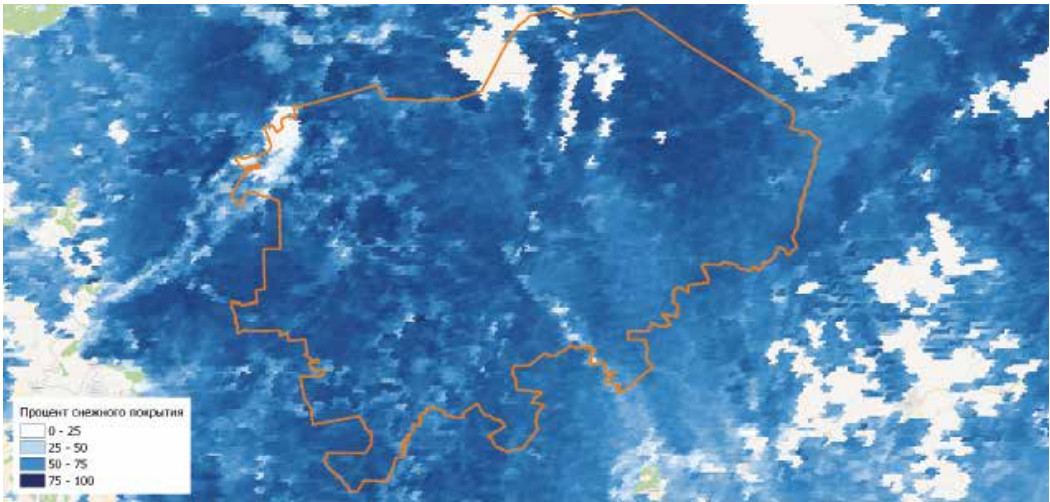


Рис. 2. Покрытие территории Новониколаевского р-на Волгоградской обл. данными MOD10/MYD10 на 2 февраля 2016 г.

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 съемочных 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

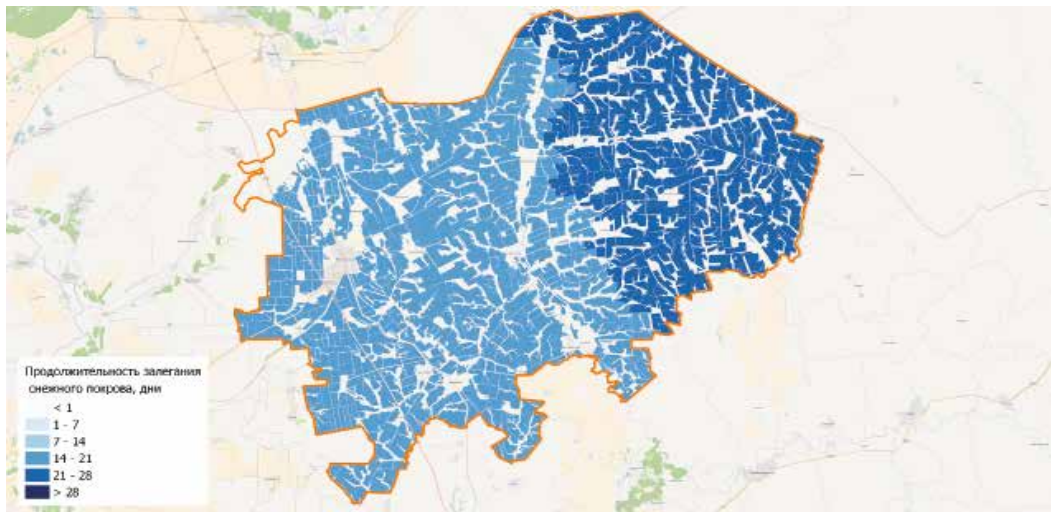


Рис. 3. Продолжительность залегания снега в течение февраля 2016 г. на территории Новониколаевского района

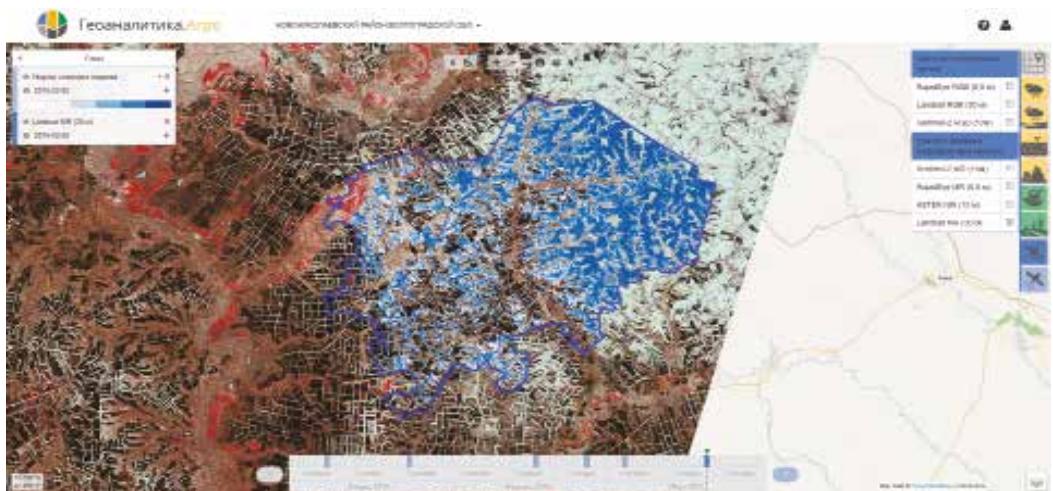


Рис. 4. Отображение индекса NDSI в интерфейсе «Геоаналитика.Агро»

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.