

Наблюдение развития озимых культур в России осенью 2018 года на основе данных дистанционного мониторинга

П. В. Денисов¹, Ю. С. Крашенинникова², Е. А. Лупян², А. С. Мартыанов¹,
Д. Е. Плотников², И. И. Середина¹, В. А. Толпин², К. А. Трошко^{1,3}

¹ Аналитический центр Минсельхоза России, Москва, 115035, Россия
E-mail: p.denisov@mcxas.ru

² Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия
E-mail: evgeny@d902.iki.rssi.ru

³ Институт географии РАН, Москва, 119017, Россия
E-mail: k.a.troshko@igras.ru

В работе приведены результаты анализа состояния посевов озимых сельскохозяйственных культур в России осенью 2018 г. Отмечается, что состояние озимых культур в осенний период, оценённое на основе отклонения их развития от среднепогодных сценариев (норм), может достаточно слабо коррелировать с окончательными результатами их развития в следующем сезоне (урожаем). Поэтому для оценки состояния озимых культур в осенний период и перспектив их развития следует проводить комплексный анализ ситуации, выясняя причины отклонения развития озимых культур от среднепогодного «нормального» хода, характерного для конкретной территории. Для проведения анализа использовалась карта земель, занятых возшедшими озимыми осенью 2018 г. (данные получены за период с начала сева озимых до 10 декабря 2018 г.). В целом в 2018 г. площади возшедших озимых, которые были детектированы по спутниковым данным, примерно на 1,7 % превышают аналогичные площади осени 2017 г. Отмечается, что в юго-восточных районах Ростовской области и в Ставропольском крае детектировано значительно меньше возшедших озимых по сравнению с 2017 г. Обращается внимание, что по данным модели NSCER в регионах, расположенных севернее Ростова-на-Дону, во второй половине ноября наблюдалось заметно меньше влаги в почве, чем в 2017 г. Это может объяснить тот факт, что с октября по ноябрь 2018 г. в большинстве муниципальных районов южных субъектов европейской части России (Краснодарский, Ставропольский края, Волгоградская, Ростовская, Саратовская области, Республики Адыгея и Крым) обнаруживалось существенное положительное отклонение вегетационного индекса возшедших озимых культур от «нормальных» значений, в то время как к северу от них озимые культуры развивались преимущественно в соответствии с «нормой» или несколько ниже неё. В работе также детально рассмотрено развитие озимых культур в Республике Крым и Ставропольском крае, которое существенно отличается от наблюдавшегося осенью 2017 г. Отмечается, что при оценках урожая 2019 г. следует учитывать, что во многих районах южных регионов европейской части России значительная часть посеянных озимых, вероятно, не взошла. Это может повысить риск гибели озимых зимой. Также всю осень в большей части регионов наблюдалось существенно меньшее количество осадков, чем их среднепогодные значения. Это также может повысить риск гибели озимых. В то же время следует учитывать, что возшедшие озимые находятся в основном в нормальном состоянии, некоторые проблемы в конце ноября – начале декабря наблюдались лишь в поясе регионов севернее Ростовской области.

Ключевые слова: мониторинг посевов, спутниковые системы наблюдения Земли, дистанционное зондирование

Одобрена к печати: 26.12.2018
DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-7-272-280

В настоящей работе приведены результаты анализа состояния посевов озимых сельскохозяйственных культур в России в осенний период 2018 г. Следует отметить, что состояние озимых культур осенью может достаточно слабо коррелировать с окончательными результатами их развития в следующем сезоне (урожаем). Это связано с тем, что на данном этапе развития озимых практически невозможно оценить все факторы, которые в конечном итоге будут влиять на их урожай в будущем (условия перезимовки, развития в весенний период, возникновение различных неблагоприятных погодных условий и т.д.). Поэтому методы, основанные на сравнении развития озимых культур со среднепогодной нормой (Толпин и др., 2014),

которые дают достаточно хорошие результаты при анализе состояния и перспектив развития озимых в весенний период (см., например, во многом подтвердившиеся оценки, выполненные в сезоны 2016–2018 гг. (Лупян и др., 2016, 2017, 2018)), при анализе состояния культур в осенний период могут давать достаточно противоречивые результаты. Этот обсуждаемый факт, в частности, хорошо иллюстрирует *рис. 1*, на котором приведены карты отклонения от среднеголетних норм NDVI на землях, занятых озимыми культурами, находящимися в достаточно хорошем состоянии (взошедшими на момент проведения анализа). На *рис. 1а–в* приведены примеры осеннего состояния озимых, которые в конечном итоге дали высокие урожаи, а иногда и рекордные. На *рис. 1г–е* показаны примеры состояния озимых, которые в результате дали довольно низкие урожаи (информация об урожае приводится по данным Росстата (<http://www.gks.ru/>)). В целом из *рис. 1* хорошо видно, что нет однозначной связи между состоянием озимых осенью, оценённым по отклонению их развития от среднеголе-летнего графика, и их урожаем.

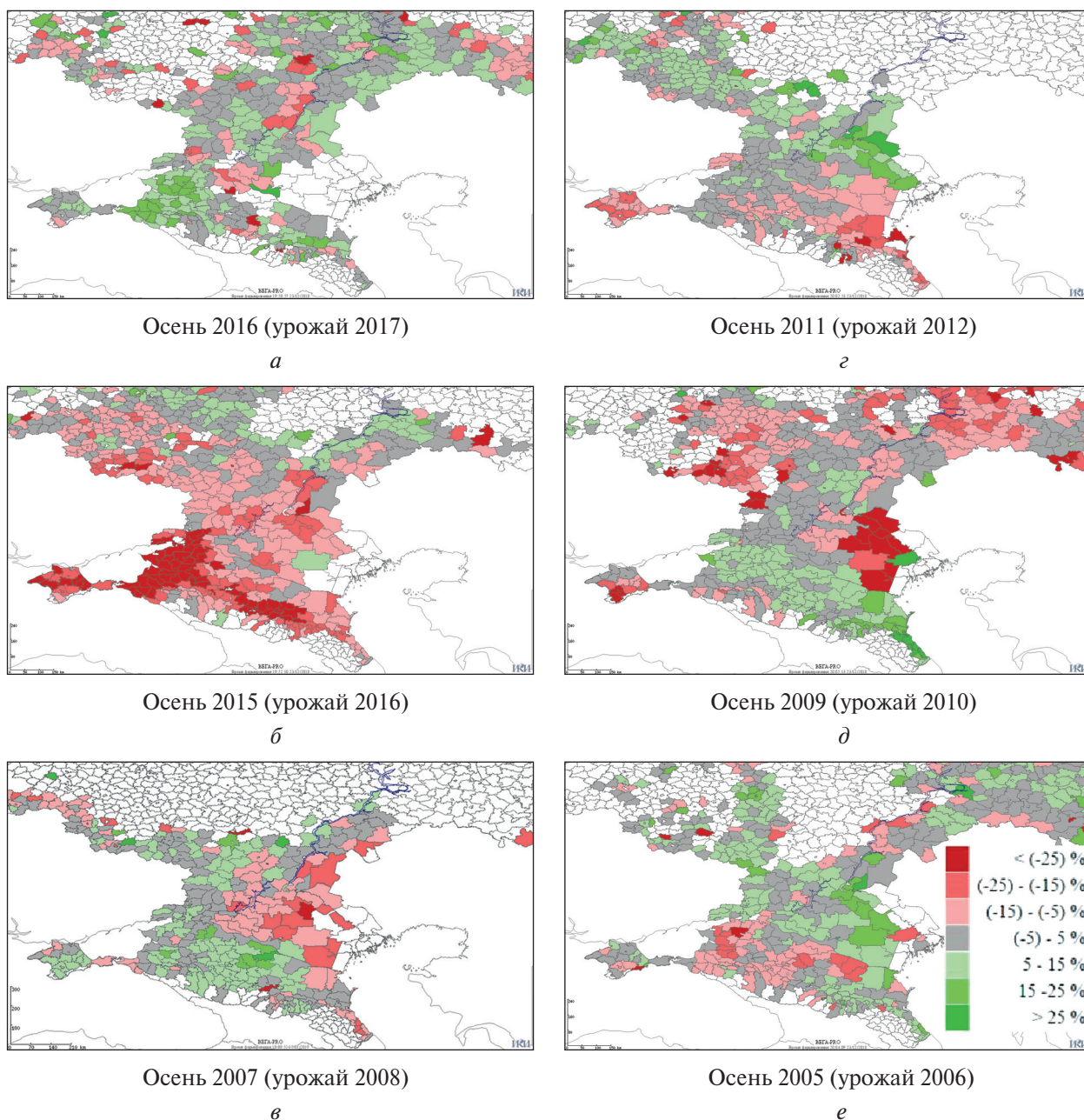
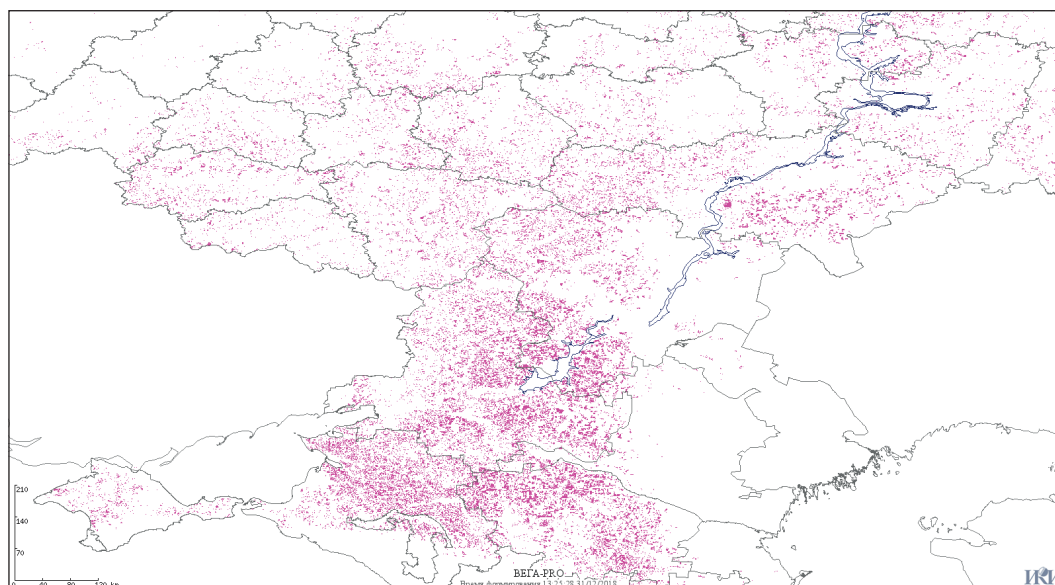
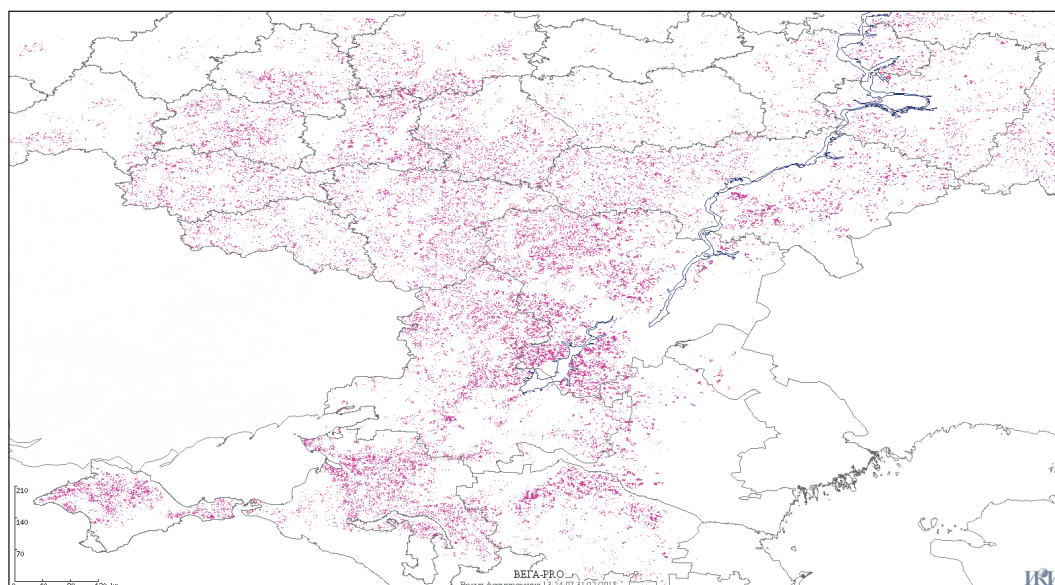


Рис. 1. Карты отклонения от среднеголетних значений NDVI на землях, занятых озимыми культурами, находящимися в хорошем состоянии (взошедшими) в различные годы (на примере 47-й недели)



а



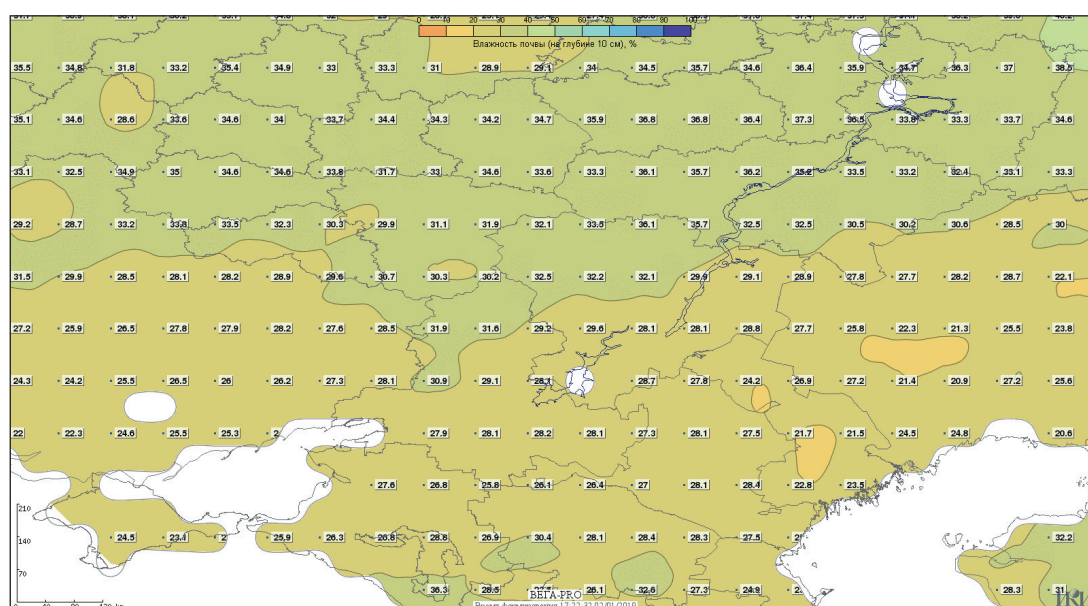
б

Рис. 2. Карты озимых культур, взошедших осенью 2017 (а) и осенью 2018 г. (б)

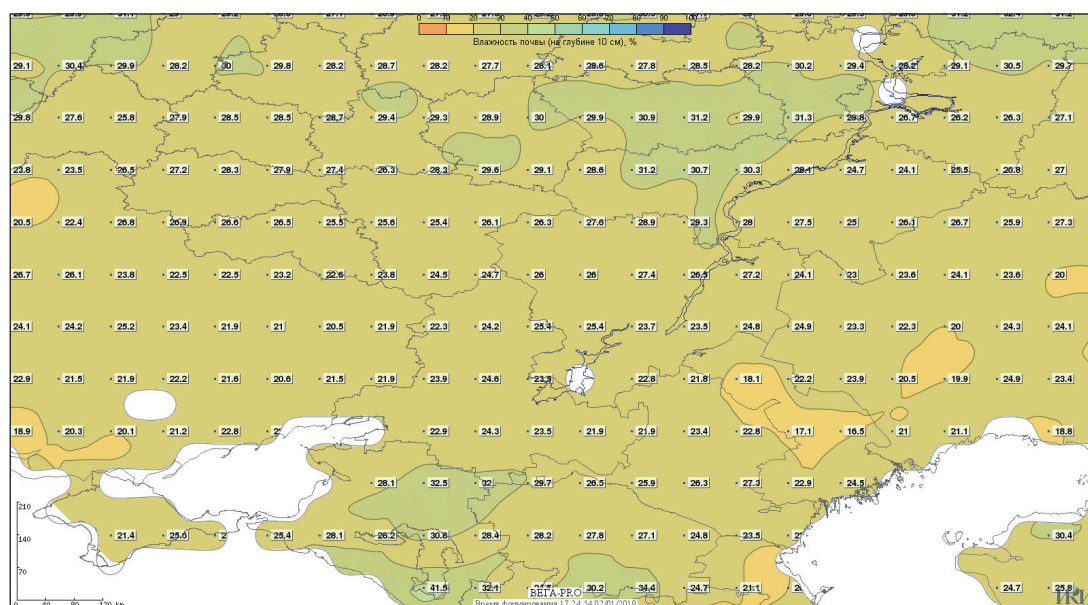
Поэтому для оценки состояния озимых культур в осенний период и перспектив их развития следует проводить комплексный анализ ситуации, выясняя причины отклонения развития озимых культур от среднемноголетнего «нормального» хода развития, характерного для конкретной территории. Необходимость проведения именно комплексного анализа отмечалась, в частности, в исследовании (Страшная и др., 2014). В настоящей работе мы продемонстрируем возможность такого анализа на примере оценки ситуации развития озимых культур на европейской территории России осенью 2018 г.

Для проведения анализа использовалась карта земель, занятых взошедшими озимыми осенью 2018 г. (данные получены за период с начала сева озимых до 10 декабря 2018 г.), сформированная на основе технологии, описанной в работе (Плотников и др., 2008). Сравнение полученной карты с картой для осени 2017 г. приведено на рис. 2. В целом в 2018 г. площади взошедших озимых, которые были детектированы по спутниковым данным, примерно на 1,7% превышают аналогичные площади осени 2017 г., что согласуется с прогнозами Минсельхоза России. В то же время следует отметить, что в юго-восточных районах

Ростовской области и в Ставропольском крае детектировано значительно меньше взошедших озимых по сравнению с 2017 г. Это, как будет показано ниже, может определяться существенным отклонением от среднемноголетних значений количества осадков. Следует также отметить, что по данным модели NCEP (рис. 3) в регионах, расположенных севернее Ростова-на-Дону, во второй половине ноября наблюдалось заметно меньше влаги в почве по сравнению с 2017 г. Этим можно объяснить не очень активное развитие озимых в данных регионах в период наблюдений с октября по ноябрь 2018 г. (рис. 4, см. с. 276). За этот же период в большинстве муниципальных районов южных субъектов европейской части России (Краснодарский, Ставропольский края, Волгоградская, Ростовская, Саратовская области, Республики Адыгея и Крым) наблюдалось существенное положительное отклонение вегетационного индекса взошедших озимых культур от «нормальных» значений, в то время как к северу от них озимые развивались преимущественно в соответствии с «нормой» или несколько ниже неё.



а



б

Рис. 3. Распределение влаги в почве на уровне 10 см (в процентах): а — 15.11.2017; б — 15.11.2018

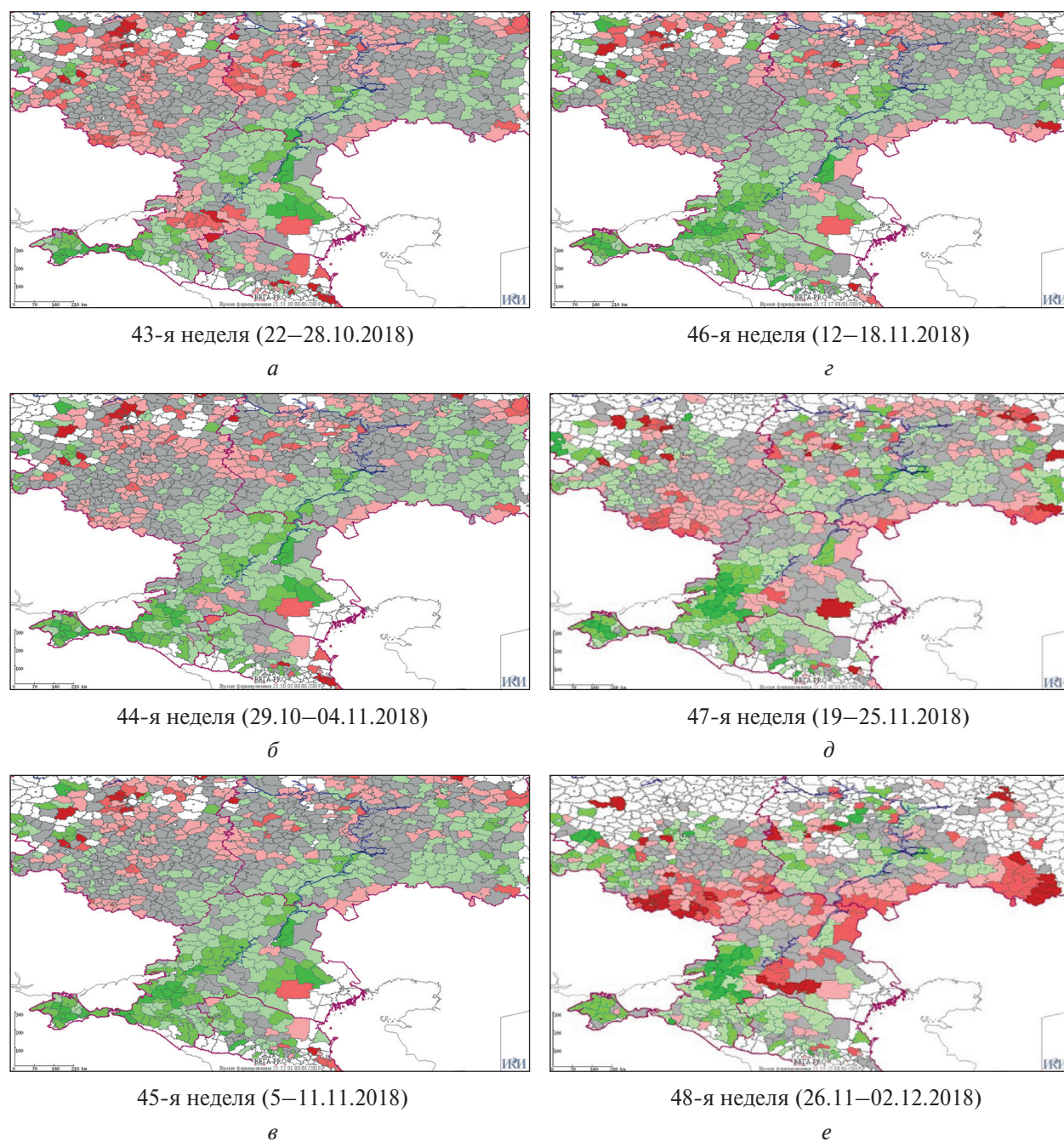


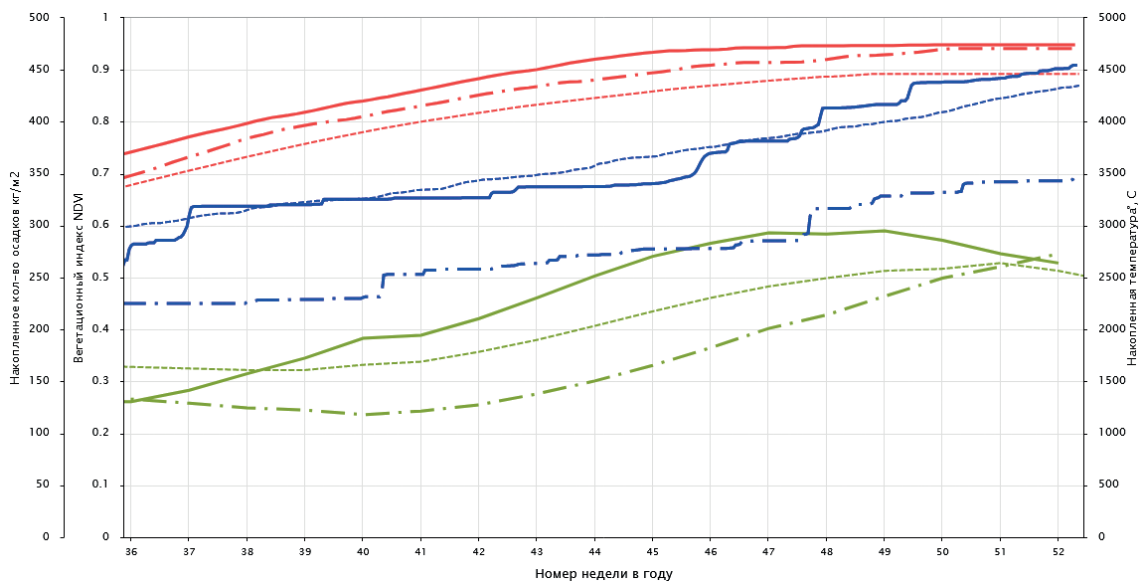
Рис. 4. Карты отклонения NDVI посевов озимых культур от многолетней «нормы» за 43–48-ю недели 2018 г. Легенда соответствует легенде на рис. 1

Более детально ситуация в отдельных регионах может быть оценена на основе анализа информации по ним. Ниже мы рассмотрим такие оценки для Республики Крым и Ставропольского края, в которых положение существенно отличается от 2017 г.

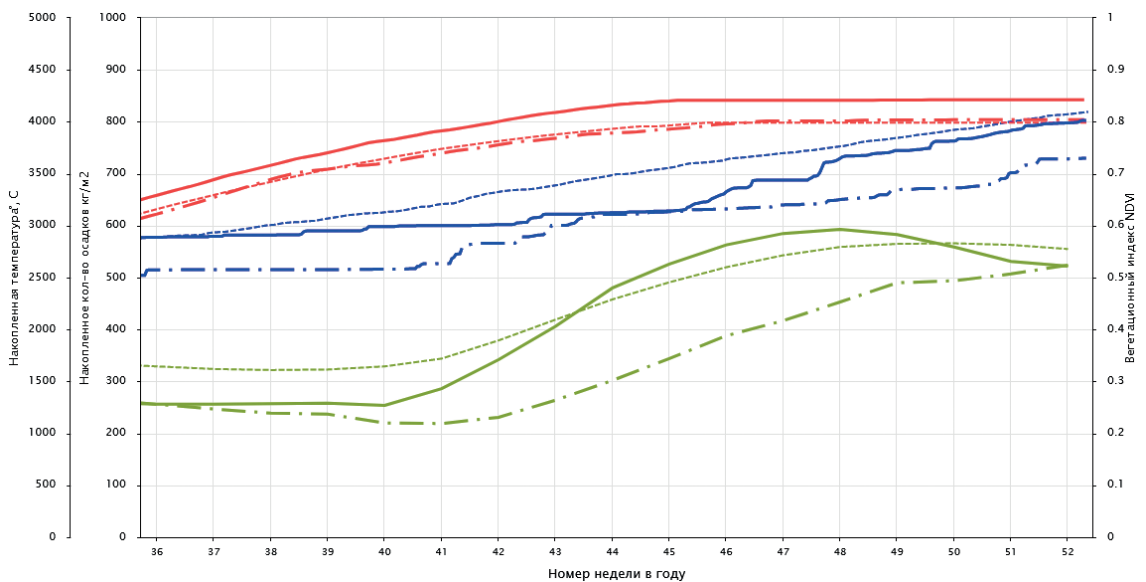
Как видно на графиках, представленных на рис. 5а (см. с. 277), в Республике Крым развитие озимых шло с опережением среднеемноголетних значений на 2–3 нед. Индекс NDVI достиг пиковых значений в период 19–25 ноября. При этом они были на 20–25 % выше среднеемноголетней нормы. В рассматриваемый период для региона также наблюдались немного повышенные значения накопленных температур и осадков. Ранее развитие посевов подтверждается Министерством сельского хозяйства Республики Крым (<http://nia-krum.ru/news/economy/7222.html>). Вероятно, озимые культуры в осенний период достигли более поздних стадий развития, чем обычно. В то же время в конце ноября развитие озимых замед-

лилось, о чём может свидетельствовать понижение уровня NDVI на землях, занятых озимыми культурами.

Как уже обсуждалось выше, в Ставропольском крае в 2018 г. было детектировано существенно меньше земель, занятых озимыми культурами, чем в 2017 г. Это может свидетельствовать о том, что часть посевов не взошла или находится в угнетённом состоянии. В то же время на детектированных участках посевы развивались несколько лучше среднеемноголетнего графика и существенно лучше, чем в 2017 г., несмотря на то, что в начале их развития количество осадков и влаги в почве было меньше среднеемноголетних значений. Однако в период роста прошли осадки, что, видимо, позволило NDVI детектированных посевов превысить среднеемноголетний осенний пик. В конце ноября метеопараметры фактически вышли на среднеемноголетние значения и, судя по графику NDVI, вегетация озимых начала замедляться. Это может способствовать хорошим условиям перезимовки.



а



б

Рис. 5. Ход NDVI и метеорологических параметров на сельскохозяйственных угодьях, занятых озимыми культурами: а — Республика Крым; б — Ставропольский край. Зелёные линии — NDVI, красные — накопленные температуры, синие — накопленные осадки. Сплошные линии — данные 2018 г., штрихпунктирные — данные 2017 г., пунктирные — среднеемноголетние данные

В заключение отметим, что при оценках урожая 2019 г. следует учитывать, что имеется значительное число районов в южных регионах европейской части России, в которых существенная часть посеянных озимых, вероятно, не взошла. Это может повысить риск гибели озимых зимой. Также всю осень во многих регионах наблюдалось существенно меньшее количество осадков, чем их среднемноголетние значения. Это также может повысить риск гибели озимых. В то же время следует учитывать, что взошедшие озимые находятся в основном в нормальном состоянии, некоторые проблемы в конце ноября – начале декабря наблюдались лишь в поясе регионов севернее Ростовской области (см. рис. 4).

Для анализа спутниковых данных при подготовке работы использовалась система Vega-Science (Лупян и др., 2011), входящая в состав центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2015), а также развиваемая и поддерживаемая в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 01.20.0.2.00164), и Модуль работы с данными ДЗЗ Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) (Козубенко и др., 2018), созданной и развиваемой Минсельхозом России.

Литература

1. Козубенко И. С., Бегляров Р. Р., Вандышева Н. М., Бабак В. А., Денисов П. В., Трошко К. А. Использование материалов дистанционного зондирования Земли в Единой федеральной информационной системе о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) // Материалы 2-й Всерос. научной конф. с международным участием «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве», Санкт-Петербург, 26–28 сент. 2018. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2018. С. 19–25.
2. Лупян Е. А., Савин И. Ю., Барталев С. А., Толпин В. А., Балашов И. В., Плотников Д. Е. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности («ВЕГА») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 190–198.
3. Лупян Е. А., Прошин А. А., Бурцев М. А., Балашов И. В., Барталев С. А., Ефремов В. Ю., Кашицкий А. В., Мазуров А. А., Матвеев А. М., Суднева О. А., Сычугов И. Г., Толпин В. А., Уваров И. А. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 263–284.
4. Лупян Е. А., Барталев С. А., Крашенинникова Ю. С. Наблюдение аномально раннего развития сельскохозяйственных культур в южных регионах России весной 2016 года на основе данных дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 2. С. 240–243. DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-2-240-243.
5. Лупян Е. А., Барталев С. А., Крашенинникова Ю. С., Плотников Д. Е., Толпин В. А. Наблюдение раннего развития озимых культур в южных регионах европейской части России весной 2017 года на основе данных дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 2. С. 268–272. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-2-268-272.
6. Лупян Е. А., Барталев С. А., Крашенинникова Ю. С., Плотников Д. Е., Толпин В. А., Уваров И. А. Анализ развития озимых культур в южных регионах европейской части России весной 2018 года на основе данных дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 272–276. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-272-276.
7. Плотников Д. Е., Барталев С. А., Лупян Е. А. Метод детектирования летне-осенних всходов озимых культур по данным радиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008. Вып. 5. Т. 2. С. 322–330.
8. Страшная А. И., Барталев С. А., Максименкова Т. А., Чуб О. В., Толпин В. А., Плотников Д. Е., Богомолова Н. А. Агрометеорологическая оценка состояния озимых зерновых культур в период прекращения вегетации с использованием наземных и спутниковых данных на примере Приволжского федерального округа // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2014. № 351. С. 85–107.
9. Толпин В. А., Лупян Е. А., Барталев С. А., Плотников Д. Е., Матвеев А. М. Возможности анализа состояния сельскохозяйственной растительности с использованием спутникового сервиса «ВЕГА» // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 7(306). С. 581–586.

Observation of winter crops development in Russia in autumn 2018 based on remote sensing data

P. V. Denisov¹, Yu. S. Krashennnikova², E. A. Loupian², A. S. Martyanov¹,
D. E. Plotnikov², I. I. Sereda¹, V. A. Tolpin², K. A. Troshko^{1,3}

¹ *Analytical Center of the Ministry of Agriculture of Russia, Moscow 115035, Russia*
E-mail: p.denisov@mcsac.ru

² *Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia*
E-mail: evgeny@d902.iki.rssi.ru

³ *Institute of Geography RAS, Moscow 119017, Russia*
E-mail: k.a.troshko@igras.ru

The paper shows the results of winter crop conditions analysis in Russia during the autumn 2018. It reveals that the winter crops conditions in the autumn period, estimated from the deviations of the average annual scenarios development (norms), could be rather weakly correlated with the final results of their development in the next season (harvest). Therefore, a comprehensive analysis of the situation is necessary to assess the state of winter crops during the autumn and the prospects for their development. It includes determining the deviation causes of winter crops development from the multi-year “normal” value for specific areas. The analysis is based on the use of a map of land occupied by standing winter crops during the autumn 2018 (data obtained from the beginning of winter sowing until December 10, 2018). In general, the areas of winter crops, which were detected by satellite data in 2018, are about 1.7 % higher than the areas of winter crops detected in autumn 2017. Compared to 2017, significantly less winter crops were detected in the southeastern territories of the Rostov and Stavropol Regions. The paper also highlighted the fact that the NCEP model shows a noticeable decrease in soil moisture in the regions located north of Rostov-on-Don, in the second half of November compared to 2017. This may explain the fact that from October to November 2018 in most of the southern regions of European Russia (Krasnodar, Stavropol, Volgograd, Rostov, Saratov, Adygea and Crimea regions), the dynamics of the development of winter crops demonstrated a significant positive vegetation index deviation in relation to «normal» values, while to the north from them winter crops developed in accordance with the “normal” values or slightly lower. The paper illustrates the condition of winter crops in the Crimea and Stavropol regions in detail. It differs significantly from the development observed in the autumn 2017. It should be taken into account that there is a significant number of areas in the southern regions of the European Russia in which a substantial part of the sown winter crops apparently did not grow. This may increase the risk of winter crops dying in winter. Also a substantially less amount of precipitation was observed during the autumn in a significant number of regions compared to multiyear mean value. It may also increase the risk of winter crops dying. At the same time, it should be borne in mind that standing winter crops are mostly in good condition. Some problems in late November and early December were observed only in the belt of regions north of the Rostov Region.

Keywords: crop monitoring, Earth observation satellite systems, remote sensing

Accepted: 26.12.2018

DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-7-272-280

References

1. Kozubenko I. S., Beglyarov R. R., Vandysheva N. M., Babak V. A., Denisov P. V., Troshko K. A., Ispol'zovanie materialov distantsionnogo zondirovaniya Zemli v Edinoi federal'noi informatsionnoi sisteme o zemlyakh sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya (The use of remote sensing data in the Integrated Federal Information System on Agricultural Lands (IFIS AL)), 2-ya Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya “Primenenie sredstv distantsionnogo zondirovaniya Zemli v sel'skom khozyaistve” (2nd All-Russia Scientific Conf. “The Use of Remote Sensing of the Earth in Agriculture”), Proc. Conf., Saint-Petersburg, Sept. 26–28, 2018, Saint-Petersburg: FGBNU AFI, 2018, pp. 19–25.
2. Loupian E. A., Savin I. Yu., Bartalev S. A., Tolpin V. A., Balashov I. V., Plotnikov D. E., Sputnikovyi servis monitoringa sostoyaniya rastitel'nosti “VEGA” (Satellite service for vegetation monitoring VEGA), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, Vol. 8, No. 1, pp. 190–198.

3. Loupian E. A., Proshin A. A., Burtsev M. A., Balashov I. V., Bartalev S. A., Efremov V. Yu., Kashnitskiy A. V., Mazurov A. A., Matveev A. M., Sudneva O. A., Sychugov I. G., Tolpin V. A., Uvarov I. A., Tsentr kollektivnogo pol'zovaniya sistemami arkhivatsii, obrabotki i analiza sputnikovykh dannykh IKI RAN dlya resheniya zadach izucheniya i monitoringa okruzhayushchei sredy (IKI center for collective use of satellite data archiving, processing and analysis systems aimed at solving the problems of environmental study and monitoring), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 5, pp. 263–284.
4. Loupian E. A., Bartalev S. A., Krasheninnikova Yu. S., Nablyudenie anomal'no rannego razvitiya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v yuzhnykh regionakh Rossii vesnoi 2016 goda na osnove dannykh distantsionnogo monitoringa (Observing an abnormally early development of crops in the southern regions of Russia in spring 2016 using remote monitoring data), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, Vol. 13, No. 2, pp. 240–243, DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-2-240-243.
5. Loupian E. A., Bartalev S. A., Krasheninnikova Yu. S., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Nablyudenie rannego razvitiya ozimyykh kul'tur v yuzhnykh regionakh evropeiskoi chasti Rossii vesnoi 2017 goda na osnove dannykh distantsionnogo monitoringa (Observation of early development of winter crops in spring 2017 in southern regions of Russia based on remote sensing data), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2017, Vol. 14, No. 2, pp. 268–272, DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-2-268-272.
6. Loupian E. A., Bartalev S. A., Krasheninnikova Yu. S., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Uvarov I. A., Analiz razvitiya ozimyykh kul'tur v yuzhnykh regionakh evropeiskoi chasti Rossii vesnoi 2018 goda na osnove dannykh distantsionnogo monitoringa (Analysis of winter crops development in the southern regions of the European part of Russia in spring of 2018 with use of remote monitoring), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2018, Vol. 15, No. 2, pp. 272–276, DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-272-276.
7. Plotnikov D. E., Bartalev S. A., Loupian E. A., Metod detektirovaniya letne-osennikh vskhodov ozimyykh kul'tur po dannym radiometra MODIS (Method of detecting the summer-autumn germination of winter crops according to the MODIS radiometer), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2008, Vol. 2, pp. 322–330.
8. Strashnaya A. I., Bartalev S. A., Maksimenkova T. A., Chub O. V., Tolpin V. A., Plotnikov D. E., Bogomolova N. A., Agrometeorologicheskaya otsenka sostoyaniya ozimyykh zernovykh kul'tur v period prekrashcheniya vegetatsii s ispol'zovaniem nazemnykh i sputnikovykh dannykh na primere Privolzhskogo federal'nogo okruga (Agrometeorological assessment of winter grain crops during the growing season termination using ground and satellite data on the example of Volga Federal district), *Trudy Gidrometeorologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo tsentra Rossiiskoi Federatsii*, 2014, No. 351, pp. 85–107.
9. Tolpin V. A., Loupian E. A., Bartalev S. A., Plotnikov D. E., Matveev A. M., Vozmozhnosti analiza sostoyaniya sel'skokhozyaistvennoi rastitel'nosti s ispol'zovaniem sputnikovogo servisa "VEGA" (Possibilities of agricultural vegetation condition analysis with the "VEGA" satellite service), *Optika atmosfery i okeana*, 2014, Vol. 27, No. 7(306), pp. 581–586.