Особенности состояния зерновых культур в регионах европейской части России и Сибири в июне 2021 г. по данным дистанционного мониторинга

К. А. Трошко^{1,2}, П. В. Денисов¹, Е. А. Лупян¹, Д. Е. Плотников¹, В. А. Толпин¹

¹ *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия*
E-mail: evgeny@d902.iki.rssi.ru

² *Институт географии РАН, Москва, 119017, Россия*
E-mail: k.a.troshko@igras.ru

В работе представлены результаты анализа состояния зерновых сельскохозяйственных культур в субъектах европейской части России и Сибири в июне 2021 г. Отмечается, что в большинстве районов южной части европейской территории России озимые культуры развивались лучше среднеевропейской нормы, что, вероятно, позволит получить урожай озимых зерновых больший, чем в среднем за последние 5 лет. Яровые культуры на территории России в текущем сезоне развиваются неравномерно. В целом хорошее их состояние наблюдается в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, на юге Центрального и юго-западе Приволжского, а также на юге Сибирского федеральных округов. Некоторые проблемы в развитии яровых культур, связанные с повышенными температурами и недостатком осадков, отмечаются в поясе, затрагивающем северные районы Центрального, большую часть районов Приволжского и Уральского, юго-западные районы Сибирского федеральных округов. Приводятся оценки потенциальной урожайности яровых зерновых культур для некоторых «проблемных» субъектов.

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

Одобрена к печати: 05.07.2021

DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-325-331

Озимые культуры

В ходе дистанционного наблюдения за развитием озимых культур с начала осенней посевной кампании 2020 г. на юге европейской части России отмечались проблемы с их развитием из-за масштабной осенней засухи (Лупян и др., 2021; Середа и др., 2020).

Рис. 1. Посевы озимых, детектированные по спутниковым данным MODIS: а — 23.04.2021; б — 04.06.2021

Согласно картам озимых культур, детектированных по спутниковым данным MODIS (англ. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) (Плотников и др., 2008, 2017), проблемы с озимыми на юге Центрального и на севере Южного федеральных округов (ФО) сохранялись и весной 2021 г. (рис. 1а, см. с. 325), однако, судя по карте, сформированной к началу июня, ситуация с данными культурами к этому времени во многом улучшилась (рис. 1б).

Рис. 2. Отклонение площади детектированных в начале июня 2021 г. озимых от средней площади озимых, детектированных в 2016–2020 гг.

Рис. 3. Разница максимальных значений NDVI озимых, достигнутых к 26-й неделе 2021 г. (28 июня – 4 июля), и среднееголетних максимумов

Рис. 4. Связь максимальных значений NDVI озимых и урожайности озимой пшеницы в хозяйствах всех категорий (<https://www.fedstat.ru/>) в некоторых субъектах Российской Федерации в 2002–2020 гг. и прогнозные значения урожайности на 2021 г. (на пересечении зелёной пунктирной линии тренда и красной вертикальной линии)

В целом можно отметить, что площади озимых, детектированных по данным спутниковых наблюдений в июне 2021 г. в регионах с традиционно наибольшим вкладом в валовый

сбор озимых зерновых культур, в основном (за исключением нескольких субъектов) сопоставимы или даже превышают усреднённые за последние 5 лет площади, детектированные аналогичным образом (рис. 2, см. с. 326).

Исходя из сезонной динамики NDVI (*англ.* Normalized Difference Vegetation Index — нормализованный разностный вегетационный индекс) можно сказать, что в рассматриваемых субъектах озимые культуры уже прошли фазу пика вегетации, при этом в подавляющем количестве районов Южного, северо-запада Северо-Кавказского, юго-запада Приволжского и юга Центрального ФО пиковые значения индекса превышали среднемноголетние максимальные значения (рис. 3, см. с. 326).

Ранее, например в работах (Береза и др., 2015; Денисов и др., 2021; Клещенко, Савицкая, 2011; Кукуль и др., 2012), неоднократно отмечалась высокая положительная корреляция между максимальными значениями NDVI и урожайностью озимых зерновых культур, в частности основной из них с точки зрения и посевной площади, и валового сбора — озимой пшеницы. На основе достаточно тесной связи этих показателей для некоторых субъектов (занимающих первое — третье места по среднему за последние 5 лет валовому сбору озимой пшеницы в Южном, Северо-Кавказском, Центральном и Приволжском ФО) рассчитаны значения потенциальной урожайности озимой пшеницы в 2021 г. (рис. 4, см. с. 326).

В целом можно предположить, что сформированный урожай озимых культур в большинстве субъектов, приведённых на рис. 2 и 3, будет превышать средний за последние 5 лет.

Яровые культуры

Согласно информации Минсельхоза России о ходе сезонных полевых работ (<https://mcx.gov.ru/>), яровой сев на территории страны начался в апреле и ещё продолжался в начале июля 2021 г., однако основная его часть (100 % от плана) уже была выполнена во второй декаде июня.

На рис. 5а (см. с. 328) приведена карта порайонных отклонений от многолетней нормы значений вегетационного индекса посевов яровых культур в конце июня — начале июля 2021 г.

В целом яровые культуры благоприятно, даже лучше, чем в среднем за последние годы, развиваются в Южном и Северо-Кавказском ФО, на юге Центрального и в некоторых районах юго-запада Приволжского ФО, а также в большей части районов юга Сибирского ФО. В то же время приблизительно в половине районов обширного пояса, тянувшегося с севера Центрального ФО через большинство районов Приволжского и юга Уральского ФО вплоть до юго-западной части Сибирского ФО, наблюдаются явные проблемы в развитии яровых культур, наиболее острые — от Республики Татарстан до Курганской обл. Сложившаяся ситуация, вероятно, связана с образовавшимися здесь засушливыми условиями, вызванными повышенной температурой и недостатком осадков (рис. 5б и в).

Ниже на примере Республики Татарстан и Оренбургской обл. рассматривается связь максимальных значений NDVI яровых и урожайности яровых зерновых и зернобобовых культур за последние годы (рис. 6).

Как видно на рис. 6 (см. с. 329), рассматриваемые показатели достаточно тесно связаны друг с другом, что позволяет делать предположения об ожидаемой урожайности яровых зерновых и зернобобовых культур в этих регионах в 2021 г. Пиковые значения NDVI яровых культур 2021 г. в Республике Татарстан наиболее близки к значениям, наблюдавшимся в 2013 г. (тогда они находились на уровне 0,64), занимающем второе место после самого неурожайного за последние полтора десятилетия. В связи с этим в текущем году здесь также можно ожидать невысокие значения урожайности яровых зерновых и зернобобовых культур (на уровне 19–20 ц/га). В Оренбургской обл. максимальный NDVI яровых в текущем году также невелик и близок к значениям одного из самых неурожайных за последнее время годов — 2018 г. (в этот год пиковый NDVI яровых находился на уровне 0,49–0,5), когда средняя по области урожайность яровых зерновых и зернобобовых составила около 7 ц/га.

а

б

в

Рис. 5. Европейская часть России и Сибирь: а — отклонение значений NDVI яровых культур от многолетней нормы по состоянию на 26-ю неделю 2021 г. (28 июня – 4 июля); б — отклонение от многолетней нормы накопленной с начала года до 4 июля 2021 г. температуры (с 5 °C); в — отклонение от многолетней нормы накопленных с начала года до 4 июля 2021 г. осадков

Рис. 6. Связь максимальных значений NDVI яровых и урожайности яровых зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий (<https://www.fedstat.ru/>) в Республике Татарстан и Оренбургской обл. в 2007–2020 гг. и прогнозные значения урожайности на 2021 г. (на пересечении зелёной пунктирной линии тренда и красной вертикальной линии)

Говоря в целом о яровых культурах, можно отметить, что основная их часть в большинстве районов европейской территории России уже достигла или даже прошла пиковые значения индекса вегетации. Отклонение этих значений от нормальных в большинстве районов хорошо соотносится с рис. 5а, из которого можно сделать предварительные выводы о высокой продуктивности основных яровых культур в регионах юга, Северного Кавказа и южной части Центральной России, высокой и средней — в юго-западной части Поволжья, средней и пониженной — в северной части Центральной России и остальных частях Поволжья. В регионах Сибири к концу июня яровые культуры преимущественно ещё не достигли максимальных значений NDVI, однако уже сейчас можно предположить, что пониженные относительно средних показателей значения урожайности яровых зерновых и зернобобовых культур будут получены в регионах Западной Сибири.

Для анализа спутниковых данных при выполнении работы использовались возможности Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2019). Работа выполнена в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 01.20.0.2.00164).

Литература

1. Береза О. В., Страшная А. И., Лупян Е. А. О возможности прогнозирования урожайности озимой пшеницы в Среднем Поволжье на основе комплексирования наземных и спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 1. С. 18–30.
2. Денисов П. В., Середа И. И., Трошко К. А., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Толпин В. А. Возможности и опыт оперативного дистанционного мониторинга состояния озимых культур на территории России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 171–185. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-2-171-185.
3. Клещенко А. Д., Савицкая О. В. Технология ежегодной оценки урожайности зерновых культур по спутниковой и наземной агрометеорологической информации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 178–182.
4. Куссуль Н. Н., Кравченко А. Н., Скакун С. В., Адаменко Т. И., Шелестов А. Ю., Колотий А. В., Грипич Ю. А. Регрессионные модели оценки урожайности сельскохозяйственных культур по данным MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 95–107.
5. Лупян Е. А., Прошин А. А., Бурцев М. А., Кашицкий А. В., Балашов И. В., Барталев С. А., Константинова А. М., Кобец Д. А., Мазуров А. А., Марченков В. В., Матвеев А. М., Радченко М. В., Сычуглов И. Г., Толпин В. А., Уваров И. А. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 151–170. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170.

6. Лупян Е. А., Середя И. И., Денисов П. В., Трошко К. А., Плотников Д. Е., Толпин В. А. Дистанционный мониторинг состояния озимых культур зимой 2020–2021 гг. на европейской территории России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 1. С. 165–172. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-1-165-172.
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. Плотников Д. Е., Барталев С. А., Лупян Е. А., Толпин В. А. Оценка точности выявления посевов озимых культур в весенне-летний период вегетации по данным прибора MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 4. С. 132–145. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-4-132-145.
9. Середя И. И., Денисов П. В., Трошко К. А., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Толпин В. А. Уникальные условия развития озимых культур, наблюдаемые по данным спутникового мониторинга на Европейской территории России в октябре 2020 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 304–310. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-5-304-310.

The state of grain crops in the European part of Russia and Siberia in June 2021 based on remote sensing data

К. А. Troshko^{1,2}, P. V. Denisov¹, E. A. Loupian¹, D. E. Plotnikov¹, V. A. Tolpin¹

¹Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia
E-mail: evgeny@d902.iki.rssi.ru

²Institute of Geography RAS, Moscow 119017, Russia
E-mail: k.a.troshko@igras.ru

The paper presents the results of an analysis of the state of grain crops in the European part of Russia and Siberia in June 2021. It is noted that winter crops developed better than the average long-term norm in most areas of the southern part of the European territory of Russia, which will probably make it possible to obtain a yield of winter cereals greater than the average for the last 5 years. Spring crops are developing unevenly in the current season on the territory of Russia. In general, its good condition is observed in the Southern and North Caucasian Federal Districts, in the south of the Central and south-west of the Volga Federal Districts, as well as in the south of the Siberian Federal District. Some problems in the development of spring crops associated with high temperatures and a lack of precipitation are noted in the belt covering the northern regions of the Central Federal District, most of the regions of the Volga and Ural Federal Districts, and the southwestern regions of the Siberian Federal District. Estimates of the potential yield of spring grain crops for some «problem» regions are given.

Keywords: crops monitoring, winter crops, spring crops, Earth observation satellite systems, remote sensing

Accepted: 05.07.2021

DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-325-331

References

1. Bereza O. V., Strashnaya A. I., Loupian E. A., On the possibility to predict the yield of winter wheat in the Middle Volga region on the basis of integration of land and satellite data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 1, pp. 18–30 (in Russian).
2. Denisov P. V., Sereda I. I., Troshko K. A., Loupian E. A., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Opportunities and experience of operational remote monitoring of winter crops condition in Russia, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, No. 2, pp. 171–185 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-2-171-185.

3. Kleshchenko A. D., Savitskaya O. V., Technology of decade estimation of grain crops yield on satellite and ground-based agrometeorological information, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, Vol. 8, No. 1, pp. 178–182 (in Russian).
4. Kussul N. N., Kravchenko A. N., Skakun S. V., Adamenko T. I., Shelestov A. Yu., Kolotii A. V., Gri-pich Yu. A., Crop Yield Forecasting Regression Models based on MODIS data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9, No. 1, pp. 95–107 (in Russian).
5. Loupian E. A., Proshin A. A., Burtsev M. A., Kashnitskii A. V., Balashov I. V., Bartalev S. A., Konstantino-va A. M., Kobets D. A., Mazurov A. A., Marchenkov V. V., Matveev A. M., Radchenko M. V., Sychu-gov I. G., Tolpin V. A., Uvarov I. A., Experience of development and operation of the IKI-Monitoring cen-ter for collective use of systems for archiving, processing and analyzing satellite data, *Sovremennye prob-lemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019, Vol. 16, No. 3, pp. 151–170 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170.
6. Loupian E. A., Sereda I. I., Denisov P. V., Troshko K. A., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Remote monitoring of winter crops condition in the winter of 2020/2021 in the European territory of Russia, *Sovremennye prob-lemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, No. 1, pp. 165–172 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-1-165-172.
7. Plotnikov D. E., Bartalev S. A., Loupian E. A., Method of detection of summer-autumn seedlings of win-ter crops according to the MODIS radiometer, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2008, Vol. 5, No. 2, pp. 322–330 (in Russian).
8. Plotnikov D. E., Bartalev S. A., Loupian E. A., Tolpin V. A., Accuracy assessment for winter crops mapping in spring-summer growing season with MODIS data, *Sovremennye problemy distan-tsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2017, Vol. 14, No. 4, pp. 132–145 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-4-132-145.
9. Sereda I. I., Denisov P. V., Loupian E. A., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Troshko K. A., The unique situa-tion of winter crops development observed from remote sensing data in the European territory of Russia in October 2020, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, No. 5, pp. 304–310 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-5-304-310.