

## Особенности развития зерновых культур в России в 2022 году по данным дистанционного мониторинга

К. А. Трошко<sup>1,2</sup>, П. В. Денисов<sup>1</sup>, Е. А. Дунаева<sup>3</sup>,  
Е. А. Лупян<sup>1</sup>, Д. Е. Плотников<sup>1</sup>, В. А. Толпин<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup> *Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма*  
*Симферополь, 295043, Россия*  
*E-mail: water\_crimea@hotmail.com*

Представлены результаты анализа состояния озимых и яровых зерновых культур в России в 2022 г. совместно со статистическими данными об урожайности этих групп культур за предыдущие годы. Анализ базируется на картах порайонных отклонений максимальных значений нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI (*англ.* Normalized Difference Vegetation Index) озимых и яровых культур от среднемноголетних максимумов и максимумов отдельных лет, формируемых в системе спутникового мониторинга «Вега». Показано, что во всех федеральных округах — лидерах по производству озимых зерновых потенциальная урожайность этой группы культур в 2022 г. по спутниковым данным оценивается на уровне рекордной. По яровым зерновым культурам получена более разнородная картина: в одних федеральных округах (например, в Центральном, Приволжском и Уральском) по данным спутниковых наблюдений продуктивность этой группы культур оценивается на уровне, близком к рекорду, в других (Сибирском, Северо-Кавказском, Южном) — на уровне, близком к среднему за последние пять лет или ниже него.

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

Одобрена к печати: 15.12.2022

DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-6-301-307

По данным Минсельхоза России, на 7 декабря 2022 г. в целом по стране намолочено 157,7 млн т зерновых и зернобобовых культур (<https://zerno.ru/node/19602>), что значительно превышает рекордные урожаи 2017 г. (135,5 млн т) и 2020 г. (133,4 млн т) (<https://www.fedstat.ru/>). В статье обсуждается вопрос соответствия результатов спутниковых наблюдений озимых и яровых культур предварительным итогам уборочной кампании 2022 г.

### Озимые культуры

На *рис. 1* (см. с. 302) представлены карты порайонных отклонений максимальных значений нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI (*англ.* Normalized Difference Vegetation Index) озимых культур 2022 г. от среднемноголетних максимумов и максимумов последних пяти лет.

Ранее отмечалось (Денисов и др., 2020; Трошко и др., 2021, 2022), что максимальные значения NDVI ( $NDVI_{max}$ ) озимых имеют высокую положительную корреляцию с урожайностью озимых зерновых культур. Учитывая наличие такой связи, приведённые на *рис. 1* карты совместно с исторической информацией об урожайности могут быть использованы для заблаговременной (в зависимости от региона — от второй половины мая до второй половины июня) оценки потенциальной урожайности озимых зерновых в районах и субъектах страны в анализируемом году.

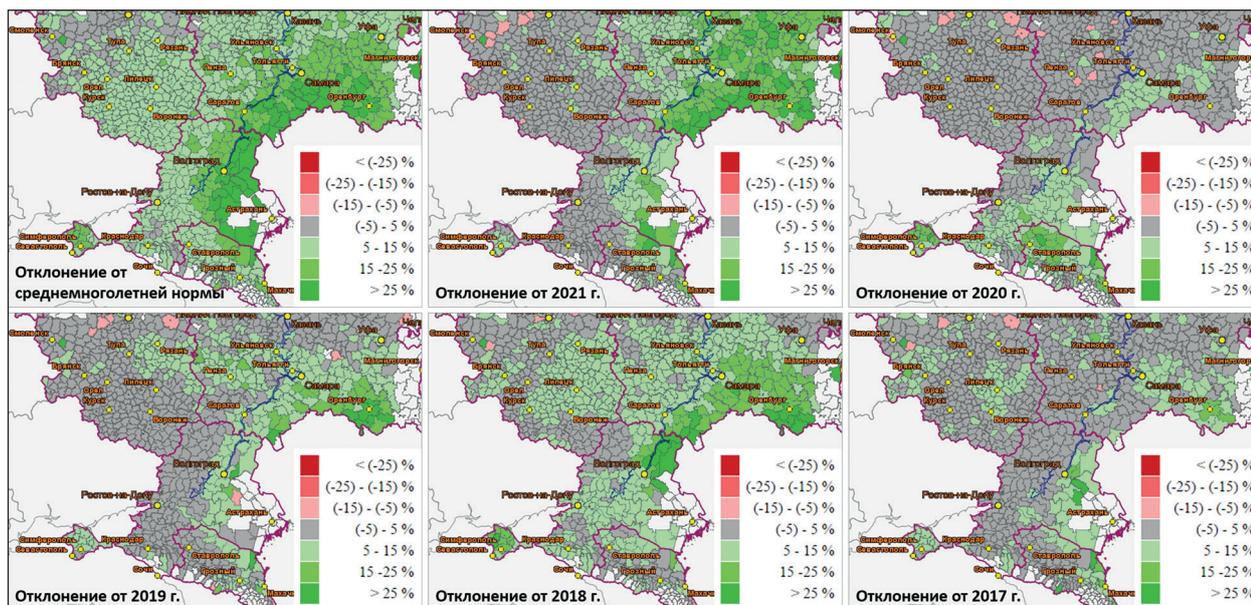


Рис. 1. Порайонные отклонения  $NDVI_{max}$  озимых культур 2022 г. от среднеемноголетних значений и значений  $NDVI_{max}$  2017–2021 гг.

Ниже представлена информация о средней урожайности озимых зерновых культур в хозяйствах всех категорий (рис. 2) в федеральных округах — лидерах по валовому сбору этой группы культур.

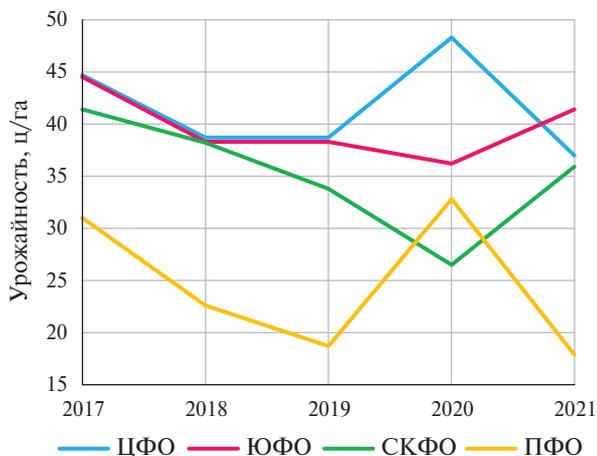


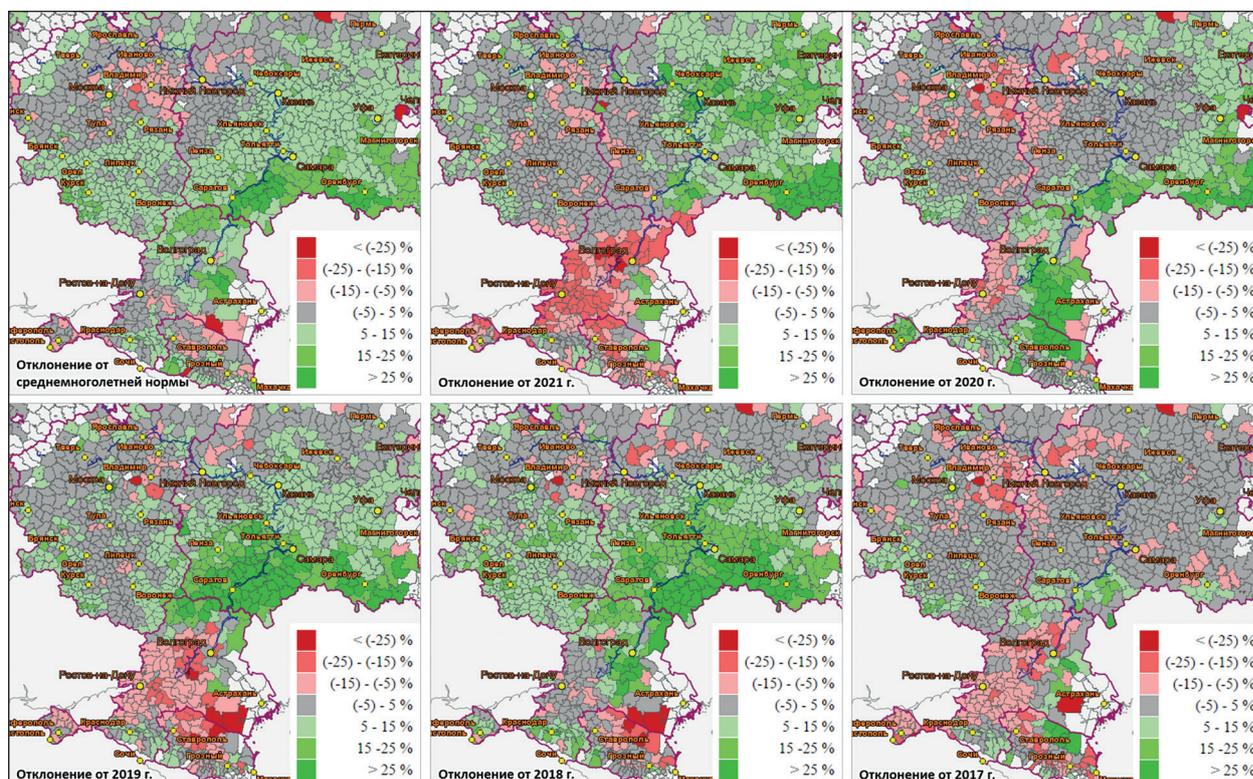
Рис. 2. Урожайность озимых зерновых культур в хозяйствах всех категорий по федеральным округам (<https://www.fedstat.ru/>)

Сопоставляя сведения об отклонениях  $NDVI_{max}$  озимых 2022 г. от максимумов  $NDVI$  предыдущих лет (см. рис. 1) с данными об урожайности озимых зерновых культур в эти годы (см. рис. 2), можно заметить, что в большинстве районов субъектов Южного федерального округа (ЮФО), Центрального (ЦФО), Приволжского (ПФО), Северо-Кавказского (СКФО) федеральных округов  $NDVI_{max}$  озимых превышал среднеемноголетние максимумы, превышал или был сопоставим с максимумами наиболее урожайных за последнее пятилетие периодов (в ЮФО и СКФО — 2017 г., в ЦФО и ПФО — 2020 г.).

Таким образом, можно сказать, что данные спутниковых наблюдений подтверждают сообщения о достижении рекордного урожая зерновых и зернобобовых культур в России в 2022 г. в части озимых зерновых культур. Заметим при этом, что озимые зерновые культуры за период 2017–2021 гг. занимали в среднем ~37 % от посевной площади всех зерновых и зернобобовых культур в России, при этом их вклад в валовой сбор зерновых и зернобобовых находился на уровне ~49 % (<https://www.fedstat.ru/>).

## Яровые культуры

Картина состояния яровых культур под урожай 2022 г. по данным дистанционного мониторинга более разнородна по сравнению с озимыми культурами. На *рис. 3* и *4* (см. с. 304) представлены карты порайонных отклонений максимальных значений NDVI яровых культур от среднемноголетних максимумов и максимумов последних пяти лет для европейской и азиатской частей России соответственно.



*Рис. 3.* Порайонные отклонения  $NDVI_{max}$  яровых культур 2022 г. от среднемноголетних значений и значений  $NDVI_{max}$  последних 5 лет (европейская часть России)

Максимальные значения NDVI яровых культур имеют тесную связь с урожайностью яровых зерновых и зернобобовых культур (Трошко и др., 2021) во многих субъектах Российской Федерации (при значительной доле этой группы культур в площади яровых). Таким образом, как и в случае с озимыми культурами, приведённые на *рис. 3* и *4* карты могут быть использованы для предварительной оценки урожайности яровых зерновых и зернобобовых.

На *рис. 5* (см. с. 304) приведена информация о валовом сборе и урожайности яровых зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий в 2017–2021 гг. по федеральным округам.

Как видно на *рис. 5a*, наибольший вклад в валовой сбор яровых зерновых и зернобобовых вносят ЦФО, СФО, ПФО, более низкий — ЮФО, УФО и СКФО, самый низкий — ДФО и СЗФО. Из-за наименьшего вклада СЗФО и ДФО в валовой сбор анализируемой группы культур указанные федеральные округа ниже рассматриваться не будут.

Сопоставляя сведения об отклонениях  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. от максимумов NDVI предыдущих лет (см. *рис. 3* и *4*) с данными об урожайности яровых зерновых и зернобобовых в эти годы (см. *рис. 5*), можно сформулировать следующие выводы по федеральным округам.

В подавляющем количестве основных зернопроизводящих районов ЦФО  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. находился на сопоставимом уровне с показателями 2020 г. (в этот год в ЦФО получена максимальная за последние пять лет урожайность яровых зерновых и зернобобовых).

Лишь в отдельных районах  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. отклонялся в отрицательную или в положительную сторону от показателей 2020 г. Таким образом, согласно данным спутниковых наблюдений, в целом по ЦФО урожайность яровых зерновых и зернобобовых оценивается на уровне, близком к максимальному за последние пять лет.

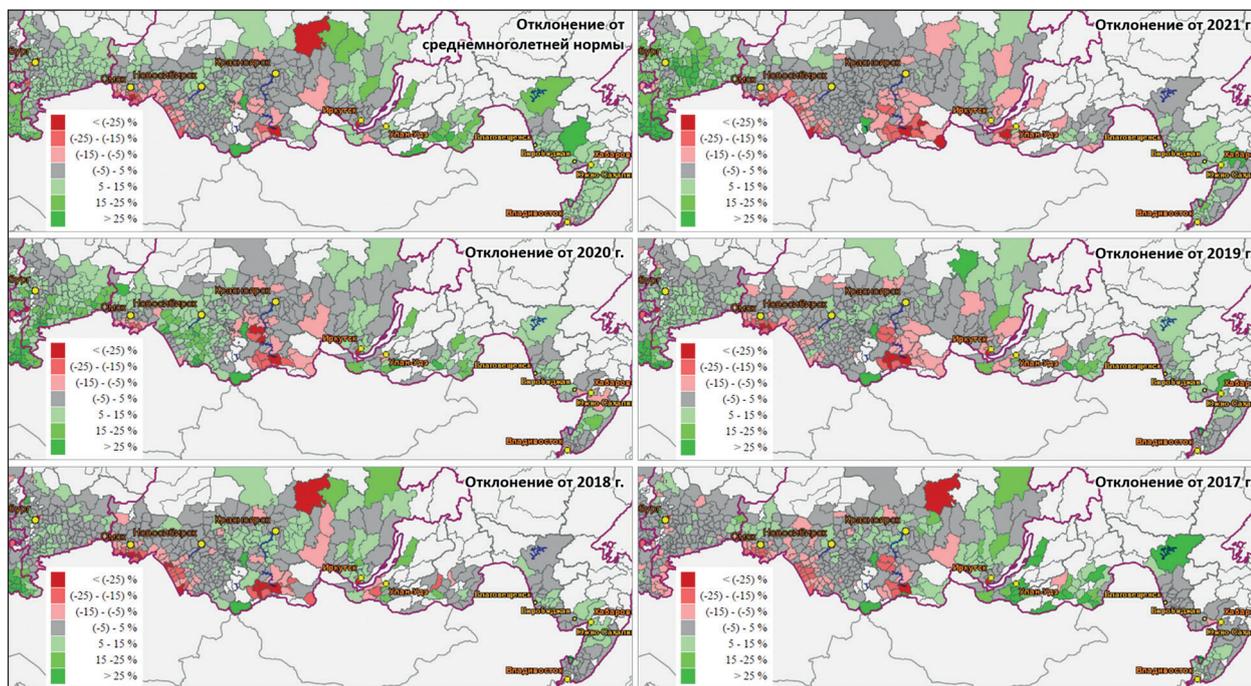
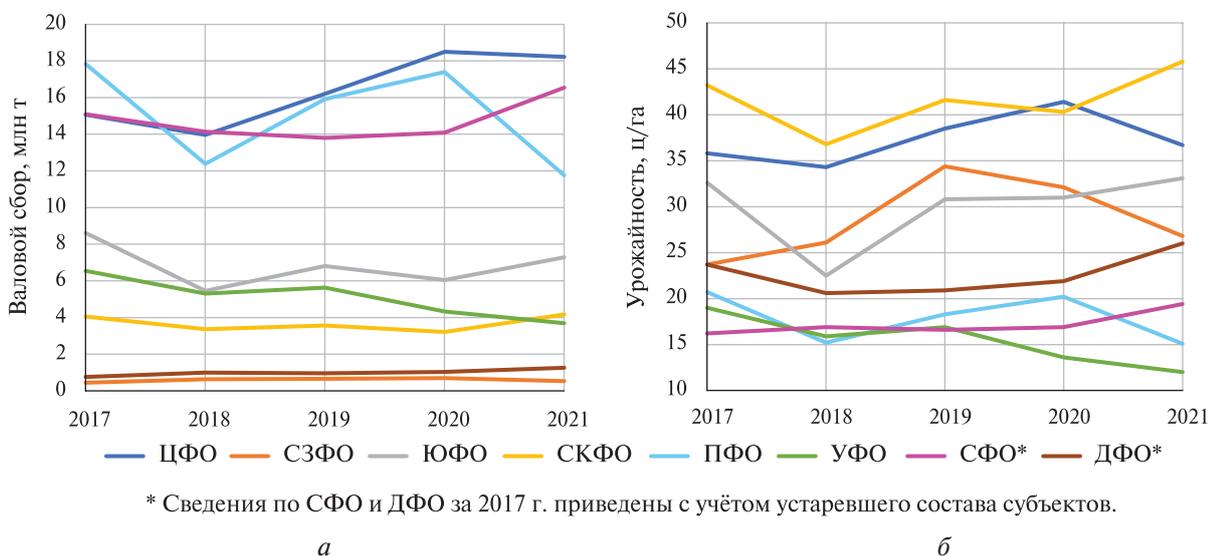


Рис. 4. Порайонные отклонения  $NDVI_{max}$  яровых культур 2022 г. от среднееголетних значений и значений  $NDVI_{max}$  последних 5 лет (азиатская часть России)



\* Сведения по СФО и ДФО за 2017 г. приведены с учётом устаревшего состава субъектов.

Рис. 5. Валовой сбор (а) и урожайность яровых зерновых и зернобобовых культур (б) в хозяйствах всех категорий по федеральным округам

В большинстве районов ПФО  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. находился на близком уровне с пиковыми значениям индекса 2017 и 2020 гг. (за последние пять лет в эти годы здесь была получена наибольшая урожайность яровых зерновых и зернобобовых). При этом в большинстве южных и восточных районов округа отмечается отклонение значений  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. в положительную сторону от значений 2020 г., а в Саратовской обл. — ещё и от значений

2017 г. Исходя из этого, по данным спутникового мониторинга потенциальная урожайность яровых зерновых и зернобобовых в ПФО (особенно в его южной и восточной частях) также оценивается на уровне, близком к рекордному за последнее пятилетие.

Во многих зернопроизводящих районах СФО  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. находился на уровне, близком к  $NDVI_{max}$  предшествующих лет. При этом значения вегетационного индекса существенно отклонялись в отрицательную сторону от значений всех предыдущих лет на юге Омской обл. и на западе Алтайского края. То есть по данным спутниковых наблюдений в СФО урожайность яровых зерновых и зернобобовых в целом оценивается на среднем за последние годы уровне, а в юго-западной части округа — на более низком уровне.

В значительном количестве районов Краснодарского края, Ростовской обл. и юга Волгоградской обл.  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. отклонялся в отрицательную сторону от  $NDVI_{max}$  2017, 2019, 2020 и 2021 гг. (годы, в которые в ЮФО наблюдались более высокие значения урожайности яровых зерновых и зернобобовых культур) и был в целом сопоставим с  $NDVI_{max}$  2018 г. (в этом году здесь наблюдалась минимальная за последние пять лет урожайность яровых зерновых и зернобобовых). В северной части Волгоградской обл.  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. отклонялся в положительную сторону от максимумов индекса 2017–2020 гг. и был близок к показателям 2021 г. В связи с этим по данным спутниковых наблюдений близкая к рекордной урожайность яровых зерновых и зернобобовых прогнозируется только в северной части ЮФО.

В большинстве районов УФО  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. был на сопоставимом уровне с  $NDVI_{max}$  рекордного за последние пять лет по урожайности 2017 г. Таким образом, в УФО потенциальная урожайность яровых зерновых и зернобобовых культур оценивается по спутниковым данным на уровне рекордной за последние годы.

Во многих районах СКФО  $NDVI_{max}$  яровых 2022 г. отклонялся от максимальных значений индекса предыдущих лет (в том числе 2021 и 2017 гг., в которые в среднем по округу была зафиксирована наибольшая урожайность яровых зерновых и зернобобовых) в отрицательную сторону. То есть по данным спутникового мониторинга урожайность яровых зерновых и зернобобовых в СКФО в 2022 г. оценивается не на самом высоком уровне.

Ввиду большого разнообразия условий выращивания яровых зерновых и зернобобовых культур в России сделать однозначный вывод о подтверждении данными спутниковых наблюдений сообщения о достижении рекордного урожая этой группы культур в 2022 г. затруднительно. Несмотря на то, что в одних районах (например, в Ростовской обл., на юге Омской обл. и др.) по данным спутниковых наблюдений потенциальная урожайность яровых зерновых и зернобобовых оценивается не на самом высоком за последние пять лет уровне, в других районах (например, в Саратовской, Курганской областях и др.) она, напротив, оценивается на уровне рекордной. Представляется целесообразным проведение более детального анализа ситуации с яровыми зерновыми и зернобобовыми культурами после публикации официальной статистической информации об урожайности за 2022 г.

Работа выполнена с использованием возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2019). Анализ данных проведён совместно специалистами Института космических исследований РАН, Института географии РАН и Научно-исследовательского института сельского хозяйства Крыма в рамках работ по теме «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8) и по госзаданиям № АААА-А19-119022190168-8 и 122101300031-4.

## Литература

1. Денисов П. В., Серeda И. И., Трошко К. А., Лупян Е. А., Толпин В. А., Плотников Д. Е. Особенности развития озимых и яровых культур на европейской территории России в сезоне 2019–2020 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 4. С. 306–311. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-306-311.
2. 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., Сычугов 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.
3. Трошко К. А., Денисов П. В., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Толпин В. А. Особенности состояния зерновых культур в регионах европейской части России и Сибири в июне 2021 г. по данным дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 3. С. 325–331. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-325-331.
  4. Трошко К. А., Денисов П. В., Дунаева Е. А., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Толпин В. А. Особенности развития сельскохозяйственных культур в первой половине лета 2022 г. на основе данных дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 3. С. 302–311. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-3-302-311.

## Features of grain crops development in Russia in 2022 based on remote sensing data

К. А. Troshko<sup>1,2</sup>, P. V. Denisov<sup>1</sup>, E. A. Dunaeva<sup>3</sup>,  
E. A. Loupian<sup>1</sup>, D. E. Plotnikov<sup>1</sup>, V. A. Tolpin<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup> Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol 295043, Russia  
E-mail: water\_crimea@hotmail.com

The paper presents the results of an analysis of the state of grain crops in Russia in 2022 together with statistical data on the yield of these crops for previous years. The analysis is based on different NDVI maps generated in the Vega satellite monitoring system. It is shown that in all federal districts — leaders in the production of winter grain crops, the potential yield of this crop group in 2022 is estimated at a record level, according to satellite data. For spring grain crops, a more heterogeneous situation is observed based on remote sensing data. The productivity of this crop group is estimated at a level close to the record in the Central, Volga and Ural Federal Districts. In other Federal Districts (Siberian, North Caucasian, Southern) the potential yield of spring grain crops is estimated at a level close to the average for the past five years or below it.

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

Accepted: 15.12.2022

DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-6-301-307

## References

1. Denisov P. V., Sereda I. I., Troshko K. A., Loupian E. A., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Development of winter and spring crops in European Russia in the season 2019–2020, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, No. 4, pp. 306–311 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-306-311.
2. Loupian E. A., Proshin A. A., Burtsev M. A., Kashnitskii A. V., Balashov I. V., Bartalev S. A., Konstantinova A. M., Kobets D. A., Mazurov A. A., Marchenkov V. V., Matveev A. M., Radchenko M. V., Sychugov I. G., Tolpin V. A., Uvarov I. A., Experience of development and operation of the IKI-Monitoring center for collective use of systems for archiving, processing and analyzing satellite data), *Sovremennye problemy 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.

3. Troshko K. A., Denisov P. V., Loupian E. A., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., The state of grain crops in the European part of Russia and Siberia in June 2021 based on remote sensing data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, No. 3, pp. 325–331 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-325-331.
4. Troshko K. A., Denisov P. V., Dunaeva E. A., Loupian E. A., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Features of the development of crops in the first half of the summer of 2022 based on remote monitoring data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2022, Vol. 19, No. 3, pp. 302–311 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-3-302-311.