

Развитие сельскохозяйственных культур в России в 2024 году на основе данных дистанционного мониторинга

К. А. Трошко^{1,3}, П. В. Денисов^{1,4}, Е. А. Дунаева²,
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 *Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма*
Симферополь, 295043, Россия
E-mail: water_crimea@hotmail.com

³ *Институт географии РАН, Москва, 119017, Россия*
E-mail: troshkoka@yandex.ru

⁴ *ООО «Институт космических исследований Земли», Москва, 121205, Россия*
E-mail: denisov_pv@inbox.ru

Представлены результаты анализа по данным спутниковых наблюдений состояния озимых и яровых сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2024 г. Дана оценка влияния метеорологических условий на формирование урожая зерновых и зернобобовых культур. Проведено сопоставление развития озимых и яровых культур по сравнению с нормой за последние пять лет, показателями 2023 и 2022 г. На основе аналитических данных сделаны выводы о прогнозной урожайности озимых и яровых культур. Так, урожайность озимых культур на европейской территории России оценивается на уровне более низком или сопоставимом по сравнению со средним за последние пять лет. Ожидаемая продуктивность яровых культур по спутниковым данным оценивается на более низком уровне по сравнению со средним за 2019–2023 гг. в южных районах европейской части России, на более высоком — в восточной части Приволжского федерального округа, в Уральском и Сибирском федеральных округах, на сопоставимом — в Центральном федеральном округе и западной части Приволжского федерального округа.

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

Одобрена к печати: 30.08.2024

DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-4-308-315

Озимые культуры

Метеорологические условия вегетационного сезона 2023–2024 гг. существенно отличались от среднемноголетних показателей как по температуре, так и по осадкам не только в абсолютных значениях, но и в пространственно-временном распределении (рис. 1, см. с. 309). В течение периода вегетации озимых культур ситуация менялась разнонаправленно, что оказывало влияние на состояние посевов. Вследствие этого пересматривались прогнозные оценки их продуктивности.

Так, например, в конце ноября 2023 г. эксперты обозначали риски развития озимых в отдельных районах Приволжского федерального округа (ПФО) и на востоке Ставропольского края ввиду недостатка влаги (<https://www.agroinvestor.ru/markets/news/41406-eksperty-vyuavili-riski-dlya-razvitiya-ozimyxh-v-privolzhe/>). В начале декабря 2023 г. Росгидромет оценивал состояние озимых как очень хорошее; этого же мнения придерживались и некоторые аналитические агентства. В том числе отмечалось, что из-за выпадения осадков улучшилась ситуация на востоке Ставропольского края (<https://www.agroinvestor.ru/markets/news/41524-ikar-v-2024-godu-urozhay-pshenitsy-mozhet-sostavit-pochti-92-mln-tonn/>).

По состоянию на декабрь 2023 г. в целом по стране состояние 96 % озимых оценивалось Министерством сельского хозяйства России как хорошее и удовлетворительное (<https://www.agroinvestor.ru/markets/news/41842-agrarii-otsenili-sostoyanie-ozimyxh-posevov/>). В первой де-

каде марта Гидрометцентр России оценивал состояние озимых как удовлетворительное, при этом на юге Центрального федерального округа (ЦФО) и в ряде регионов ПФО отмечалось наличие такого неблагоприятного фактора, как ледяная корка (<https://xn--e1alid.xn--p1ai/journal/publication/3976>). В апреле эксперты прогнозировали снижение валового сбора зерна из-за засухи в южных регионах России (<https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/42228-ikarponizil-prognoz-urozhaya-zerna/>). Из-за майских заморозков, в результате которых на территории десяти регионов (<https://tass.ru/proisshestiya/21036127>) был объявлен режим чрезвычайной ситуации, повреждения озимых посевов отмечались на площади почти в 30 %, что также послужило причиной снижения прогноза валового сбора зерновых культур (<https://www.interfax.ru/russia/966175>).

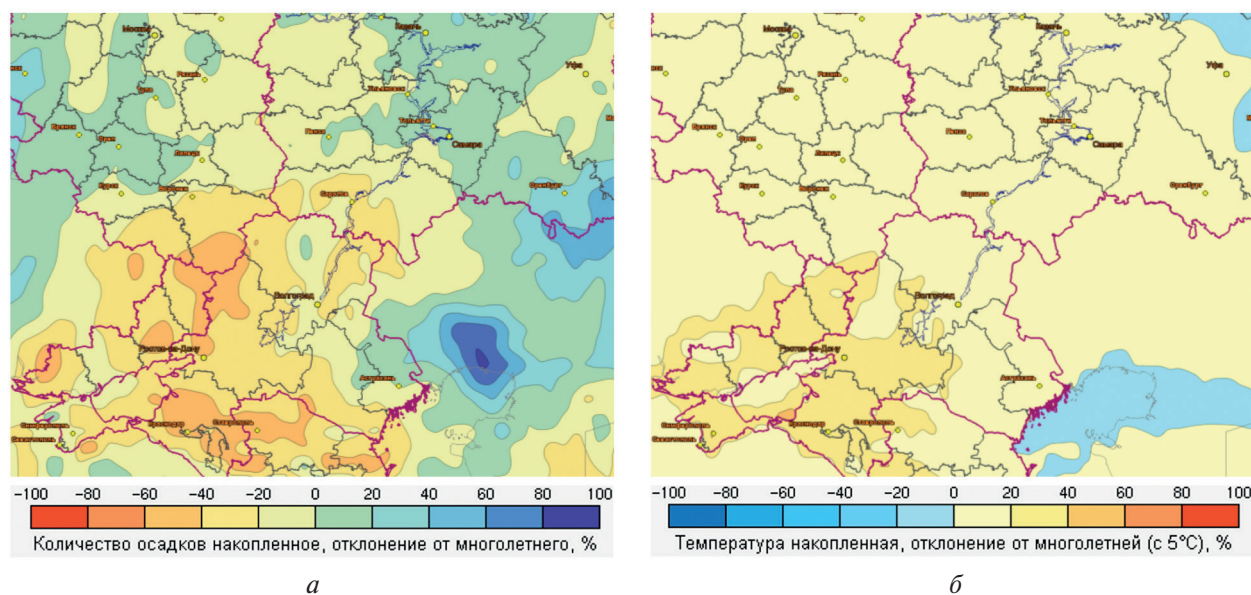


Рис. 1. Карты отклонения: а — накопленного количества осадков; б — накопленной температуры воздуха выше 5 °С от среднееголетних значений (в %) на 15 июня 2024 г.

Проблемы в развитии озимых в южной части европейской территории России, связанные с весенней засухой, а также с майскими заморозками, были зафиксированы также по данным спутниковых наблюдений, что отражено в публикациях (Трошко и др., 2024; http://pro-vega.ru/press/2024_07_01_wincrops.pdf).

Максимальные значения NDVI (англ. Normalized Difference Vegetation Index) озимых, коррелирующие с урожайностью озимой пшеницы (Трошко и др., 2021, 2022, 2023), в регионах, традиционно лидирующих по валовому сбору этой культуры, в 2024 г. были достигнуты в промежутке между первой половиной мая (например, в Республике Крым) и первой половиной июня (Республика Татарстан). На рис. 2 (см. с. 310) показаны порайонные отклонения этих значений от максимумов, усреднённых за последние пять лет (2019–2023), а также от показателей 2023 и 2022 г.

Согласно картам, приведённым на рис. 2, можно сделать следующие выводы:

- в сравнении с урожайностью, усреднённой за последние пять лет (2019–2023), в 2024 г. более низкая урожайность прогнозировалась по данным спутниковых наблюдений в южных районах ЦФО, юго-западных районах ПФО, в Южном федеральном округе (ЮФО) — в северных районах и в Республике Крым, на территории новых регионов (показаны на рис. 2а красным цветом). В отдельных районах, окрашенных в зелёный цвет, значительная часть из которых расположена в Оренбургской обл., урожайность оценивалась на более высоком, чем в среднем за последние пять лет уровне; в остальных районах, выделенных серым цветом, — на близком к среднему за 2019–2023 гг. уровне;

- по сравнению с 2023 г. в текущем году более низкая урожайность по спутниковым данным прогнозировалась в некоторых юго-западных районах ПФО, во многих южных районах ЦФО, в ЮФО — в северных районах, а также в Республике Крым, в новых регионах и в отдельных районах Ставропольского края (районы, выделенные красным цветом на рис. 2б). В районах, выделенных на этом же рисунке зелёным цветом (сконцентрированы в основном в ПФО), урожайность оценивалась на уровне, превышающем показатели 2023 г., а в оставшихся районах (серого цвета) — на сопоставимом с 2023 г. уровне.
- урожайность озимой пшеницы в 2024 г. в большинстве районов (отмечены на рис. 2в красным цветом) оценивалась по спутниковым данным на уровне, более низком по сравнению с 2022 г., который стал рекордным по валовому сбору и урожайности озимой пшеницы в большинстве регионов страны. В то же время в отдельных районах (выделены на рис. 2в серым цветом), в том числе в большинстве районов Краснодарского края, урожайность оценивалась на сопоставимом с 2022 г. уровне.

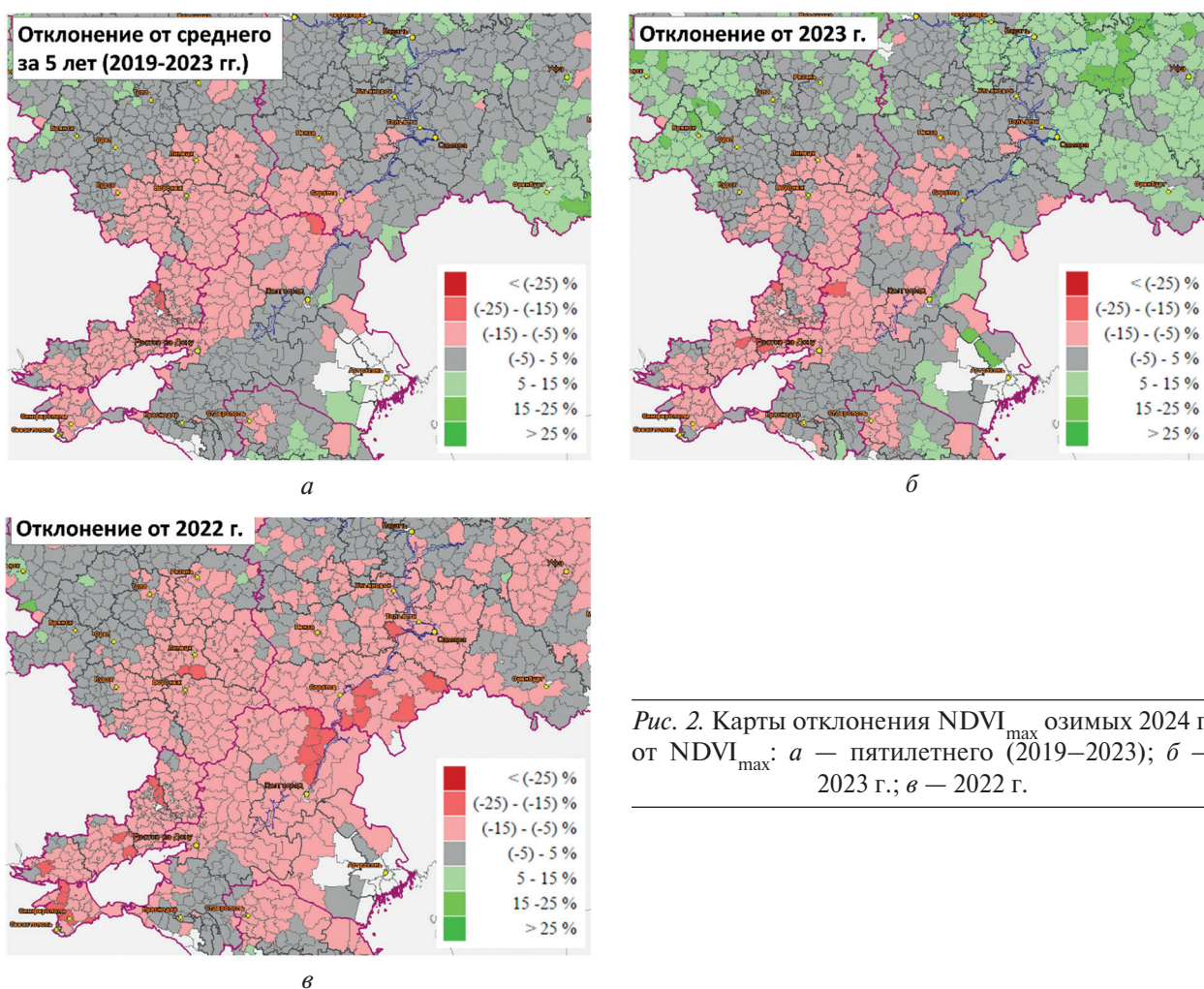


Рис. 2. Карты отклонения $NDVI_{max}$ озимых 2024 г. от $NDVI_{max}$: а — пятилетнего (2019–2023); б — 2023 г.; в — 2022 г.

Полученные на основе спутниковых данных выводы подтверждают предварительные итоги уборочной кампании, приведённые для некоторых регионов на портале Зерно.ру (<https://zerno.ru/node/26772>). Так, например, в Краснодарском крае урожайность озимой пшеницы по итогам уборки 99 % площадей, занятых этой культурой в 2024 г., составила 64,7 ц/га (в 2022 г. урожайность составила 66,4 ц/га) (<https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>). В Белгородской обл. в 2024 г., по предварительным сведениям, получена урожайность 38,8 ц/га, при этом за последние пять лет она варьировала от 45 до 58,7 ц/га (<https://www.fedstat.ru/>, <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>).

Яровые культуры

Яровые культуры на европейской территории России в анализируемом году также развивались неравномерно: выделялись зоны как с близкими значениями, так и с отрицательными или положительными отклонениями максимумов индекса вегетации относительно усреднённой картины за последние пять лет (рис. 3). При этом ранее отмечалось (Трошко и др., 2021), что $NDVI_{max}$ яровых коррелирует с урожайностью яровых зерновых и зернобобовых культур во многих регионах (при высокой доле этой группы культур в структуре ярового сева).

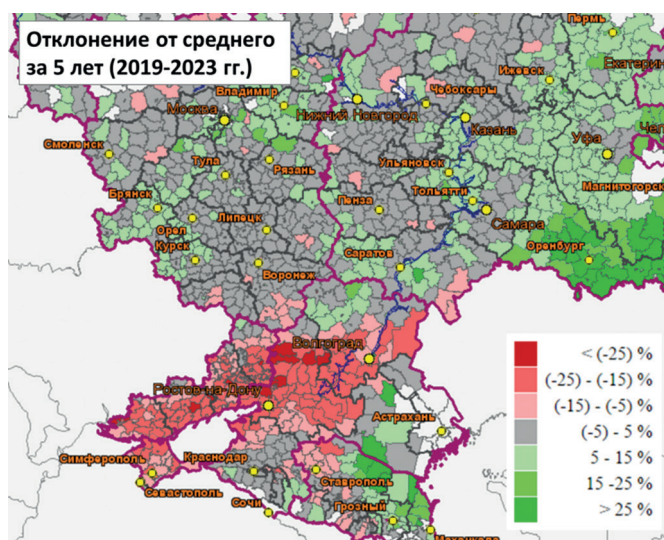


Рис. 3. Европейская часть России. Карта отклонения $NDVI_{max}$ яровых 2024 г. от пятилетнего (2019–2023) $NDVI_{max}$

Как видно из рис. 3, отрицательное отклонение (районы красного цвета) наблюдалось преимущественно на юге европейской территории России (в основном в районах ЮФО, на территории новых регионов, в отдельных районах Северо-Кавказского федерального округа); следовательно, в этих районах урожайность яровых зерновых и зернобобовых оценивалась по спутниковым данным на уровне ниже среднего за последние пять лет. Одной из основных причин этого, как и в случае с озимыми культурами, стали засушливые условия. Так, например, существенное иссушение почвы, в том числе под посевами яровых культур, отмечалось в Волгоградской обл. по результатам обследований, проведённых Росагрохимслужбой (https://rosah.ru/press-service/novosti/2024/iyun/21.06_v_volgogradskoi_oblasti_otsenivaut_zapasy_vlagi_pochvy_na_polyah/). В Ростовской обл., согласно предварительным итогам уборочной кампании (<https://zerno.ru/node/26772>), урожайность всей группы зерновых и зернобобовых вследствие двух режимов чрезвычайной ситуации (весенние заморозки и почвенная засуха) в 2024 г. снизилась на 15 % по отношению к среднему показателю за предыдущие пять лет (снижение урожайности и озимых, и яровых зерновых и зернобобовых в этом регионе в сравнении со средней за 2019–2023 гг. прогнозировалось также по спутниковым данным, см. рис. 2а и 3).

Положительное отклонение максимальных значений вегетационного индекса яровых 2024 г. относительно средних значений за последние пять лет (районы показаны зелёным цветом на рис. 3) и, следовательно, более высокие возможные показатели урожайности, прогнозировались по спутниковым данным преимущественно в восточной части ПФО. В остальных районах европейской части России (обозначены серым цветом), расположенных в основном в западной части ПФО, в ЦФО и в Краснодарском крае, $NDVI_{max}$ яровых текущего года и, как следствие, прогнозные значения урожайности яровых зерновых и зернобобовых находились на сопоставимом уровне со средними показателями за последние пять лет.

При этом отметим, что в некоторых регионах европейской части России во второй половине лета наблюдались неблагоприятные погодные условия, затрудняющие проведение уборки как озимых, так и яровых культур. В некоторых случаях эти условия стали причиной гибели посевов. Так, например, в Республике Башкортостан продолжительные дожди (см. графики хода накопленных осадков за 2024 г. и среднемноголетний на *рис. 4* с 27-й недели года) вызвали переувлажнение почвы, что привело к гибели культур (в основном зерновых и зернобобовых) на площади 120,5 тыс. га (<https://ufa.rbc.ru/ufa/23/08/2024/66c82b399a794730f6be67d7>). В результате неблагоприятных погодных условий, сложившихся во время проведения уборочных работ, итоговая урожайность сельскохозяйственных культур в ряде регионов может оказаться ниже прогнозируемой по спутниковым данным на момент достижения культурами пика вегетации.

Картина, наблюдавшаяся по спутниковым данным в 2024 г. относительно средней за последние пять лет ситуации с яровыми культурами в Азиатской части России, приведена на *рис. 5*.

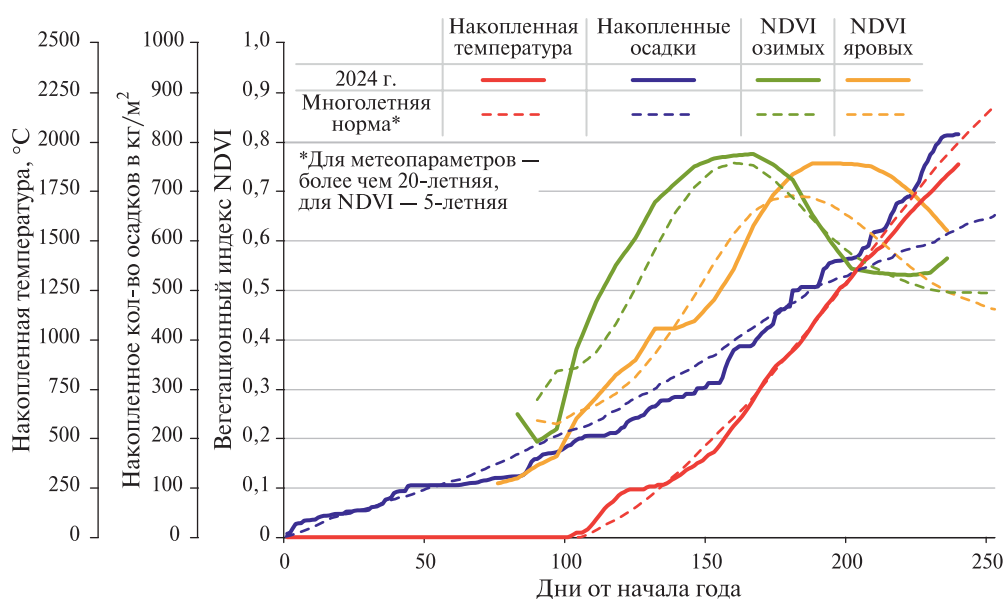


Рис. 4. Республика Башкортостан. Графики хода метеопараметров и NDVI озимых и яровых культур за 2024 г. и среднемноголетние

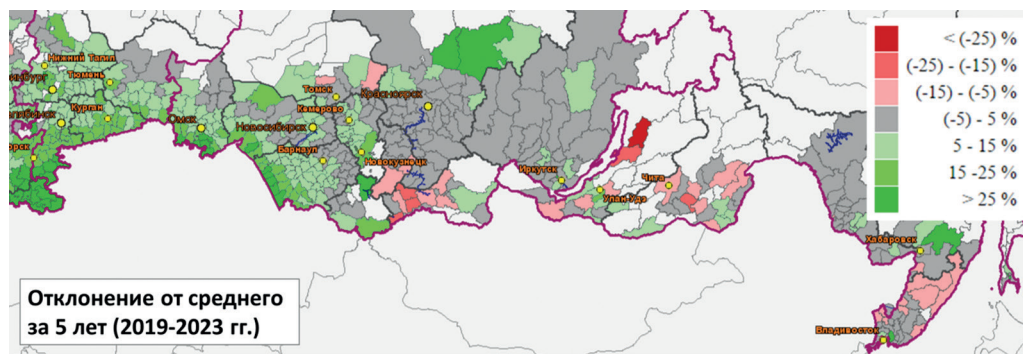


Рис. 5. Азиатская часть России. Карта отклонения $NDVI_{max}$ пахотных земель 2024 г. от пятилетнего (2019–2023) $NDVI_{max}$

Традиционно наибольший вклад в валовой сбор яровых зерновых и зернобобовых здесь вносят СФО и УФО. В обоих федеральных округах по спутниковым данным наблюдалось преимущественно положительное отклонение индекса вегетации от средних показателей

за 2019–2023 гг. либо близкие к ним значения. Соответствующие выводы можно сделать и о прогнозируемой по данным дистанционных наблюдений урожайности яровых зерновых и зернобобовых культур. Такая ситуация обусловлена сложившимися на рассматриваемой территории благоприятными погодными условиями, в частности, обилием осадков. Например, на *рис. 6* можно увидеть, что количество накопленных осадков на территории Новосибирской обл. в 2024 г. значительно превышало аналогичный показатель 2023 г., при этом накопленная температура, наоборот, находилась на более низком уровне.

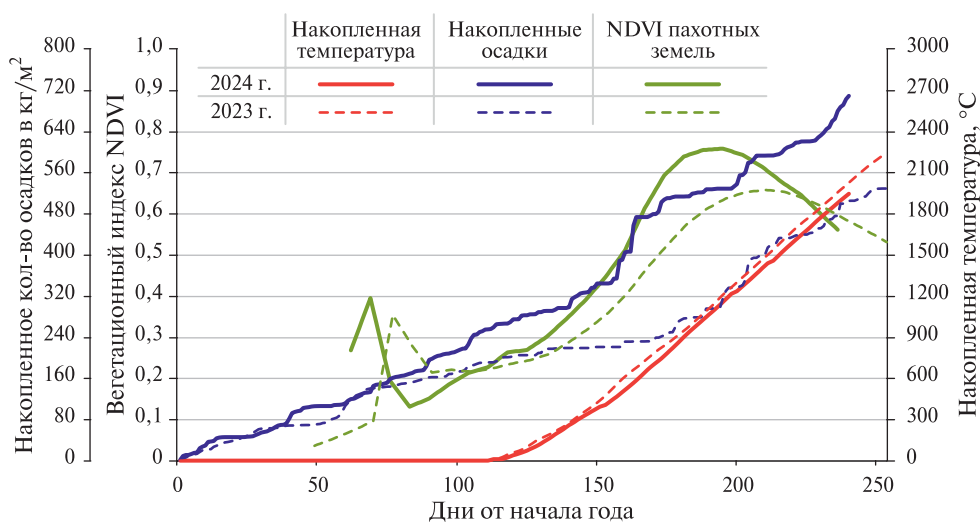


Рис. 6. Новосибирская обл. Графики хода метеопараметров и NDVI пахотных земель за 2024 и 2023 г.

Наблюдавшаяся по спутниковым данным картина подтверждается мнением региональных министерств сельского хозяйства, а также экспертного сообщества (<https://rg.ru/2024/08/29/reg-sibfo/sibirskim-agrariiam-neobhodimy-novye-vneshnie-rynki.html>, <https://expertsibdv.com/news/novosibirskaya-oblast-ozhidaet-uvlichenie-urozhaya-zernovykh-na-18-6-v-2024-godu/>): например, рекордный валовой сбор зерна ожидается в Омской обл., показатели, превышающие прошлогодние, — в Алтайском крае и Новосибирской обл. При этом отмечается, что с точки зрения посевных площадей яровых культур в СФО наблюдался недосев (т. е. ожидаемые высокие урожаи обусловлены не ростом посевных площадей, а именно высокой урожайностью культур).

В целом по результатам спутниковых наблюдений состояния сельскохозяйственных культур в 2024 г. можно сделать следующие выводы:

- с точки зрения урожайности озимой пшеницы текущий год вряд ли станет рекордным: в подавляющем количестве районов европейской части России урожайность прогнозируется на уровне, сопоставимом или более низком по сравнению со средней за 2019–2023 гг.;
- по яровым зерновым и зернобобовым культурам наблюдается сильно неоднородная картина: в подавляющем количестве южных районов европейской части России урожайность оценивается на уровне ниже среднего за последние пять лет, в большинстве районов ЦФО и западной части ПФО — на сопоставимом уровне, в восточных районах ПФО, основных зернопроизводящих регионах УФО и СФО — на уровне, превышающем средний за период 2019–2023 гг.

Полученные по данным дистанционного мониторинга выводы в целом согласуются с информацией, которая приводится региональными министерствами сельского хозяйства и политиками в области агропромышленного комплекса.

Работа выполнена с использованием возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2019). Методы анализа данных, использованные в работе, развиваются в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8). Анализ данных проведён совместно специалистами Института космических исследований РАН (в рамках работ по теме «Мониторинг»), ООО «Институт космических исследований Земли», Института географии РАН (госзадание FMWS-2024-0009 № 1023032700199-9) и Научно-исследовательского института сельского хозяйства Крыма (госзадание № 122101300031-4).

Литература

1. Лупян Е. А., Прошин А. А., Бурицев М. А. и др. 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.
2. Трошко К. А., Денисов П. В., Лупян Е. А. и др. 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.
3. Трошко К. А., Денисов П. В., Дунаева Е. А. и др. Особенности развития сельскохозяйственных культур в первой половине лета 2022 года 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.
4. Трошко К. А., Денисов П. В., Дунаева Е. А. и др. Развитие сельскохозяйственных культур в России в июне 2023 года по данным спутниковых наблюдений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 3. С. 330–338. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-3-330-338.
5. Трошко К. А., Денисов П. В., Дунаева Е. А. и др. Развитие озимых сельскохозяйственных культур на юге европейской части России весной 2024 года на основе данных дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 2. С. 357–362. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-2-357-362.

Development of agricultural crops in Russia in 2024 based on remote sensing data

К. А. Troshko^{1,3}, P. V. Denisov^{1,4}, Ye. A. Dunaieva²,
E. A. Loupian¹, D. E. Plotnikov¹, V. A. Tolpin¹

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

² Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol 295043, Russia
E-mail: water_crimea@hotmail.com

³ Institute of Geography RAS, Moscow 119017, Russia
E-mail: troshkoka@yandex.ru

⁴ OOO Space Research Institute for the Earth, Moscow 121205, Russia
E-mail: denisov_pv@inbox.ru

The paper presents the results of the analysis of the state of winter and spring agricultural crops in the Russian Federation in 2024 based on satellite observations. The impact of meteorological conditions on the yield of grain and leguminous crops is assessed. A comparison of the development of winter and spring crops is made with the norm over the past 5 years and the indicators of 2023 and 2022. Based on the analytical data, conclusions are made about the predicted yield of winter and spring crops. Thus, the yield of winter crops in the European territory of Russia is estimated at a level lower

or comparable to the average over the past 5 years. The expected productivity of spring crops according to satellite data is estimated at a lower level compared to the average for 2019–2023 in the southern regions of the European part of Russia, at a higher level in the eastern part of the Volga Federal District, in the Ural Federal District and the Siberian Federal District, at a comparable level in the Central Federal District and the western part of the Volga Federal District.

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

Accepted: 30.08.2024

DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-4-308-315

References

1. Loupian E. A., Proshin A. A., Burtsev M. A. et al., 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.
2. Troshko K. A., Denisov P. V., Dunaeva E. A. et al., 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.
3. Troshko K. A., Denisov P. V., Dunaeva E. A. et al., Features of crops development in the first half of summer 2022 from 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.
4. Troshko K. A., Denisov P. V., Dunaeva E. A. et al., Development of agricultural crops in Russia in June 2023 based on remote sensing data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, Vol. 20, No. 3, pp. 330–338 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-3-330-338.
5. Troshko K. A., Denisov P. V., Dunaeva E. A. et al., Development of winter crops in the southern European part of Russia in spring 2024 based on remote sensing data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2024, Vol. 21, No. 2, pp. 357–362 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-2-357-362.