

Особенности развития сельскохозяйственных культур в первой половине лета 2022 года на основе данных дистанционного мониторинга

К. А. Трошко^{1,2}, П. В. Денисов¹, Е. А. Дунаева³,
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

³ *Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма*
Симферополь, 295453, Россия
E-mail: water_crimea@hotmail.com

Представлены результаты анализа состояния сельскохозяйственных культур в Российской Федерации на первую декаду июля 2022 г. В большинстве регионов европейской территории России пройдены максимальные значения вегетационного индекса NDVI озимых и значения NDVI во многих из них превышали среднегодовалные максимумы. Согласно анализу данных дистанционного зондирования Земли, значения прогнозной урожайности озимой пшеницы будут выше среднегодовалной в большинстве регионов. Сложившиеся метеорологические условия весны 2022 г. обусловили отставание развития яровых культур от среднегодовалной нормы в значительном количестве субъектов европейской территории РФ. Максимумы значений NDVI яровых культур в большинстве субъектов европейской и азиатской частей РФ ещё не достигнуты. Однако на 1-ю декаду июля в ряде субъектов (в основном на юге Центрального и Приволжского федеральных округов и на севере Южного) значения индекса NDVI превышали среднегодовалные максимумы, что свидетельствует о потенциально более высокой продуктивности яровых культур в этих регионах, чем в среднем за последние годы. При сохранении благоприятных погодных условий в этих субъектах может быть получена урожайность яровых культур, превышающая среднегодовалные значения.

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

Одобрена к печати: 14.07.2022

DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-3-302-311

Согласно данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, общая посевная площадь в 2022 г. достигла 81,3 млн га, что на 1 млн га больше, чем в 2021 г. Из них озимыми культурами занято 19 млн га, яровыми — 53,6 млн га (<https://specagro.ru/news/202204/obschaya-posevnaaya-ploschad-v-rossii-v-2022-godu-dostigla-813-mln-ga>).

Озимые культуры. Ранее (Трошко и др., 2022) было отмечено, что на картах озимых культур площадь посевов, детектированных к 3-й декаде марта по данным спутникового мониторинга, могла не включать посевы, развитие которых началось в данный период. Однако к концу мая количество распознанных озимых (детектированных аналогичным образом (Плотников и др., 2008, 2017)) значительно возросло, особенно на юге европейской части России (рис. 1, см. с. 303).

К началу первой декады июля 2022 г. в большинстве регионов европейской территории России пройдены максимальные значения вегетационного индекса NDVI (*англ.* Normalized Difference Vegetation Index — нормализованный разностный вегетационный индекс) озимых. Карта порайонных отклонений максимальных значений индекса 2022 г. от среднегодовалных максимумов приведена на рис. 2 (см. с. 303).

На *рис. 2* видно, что в большинстве районов максимальные значения индекса превышали среднемноголетние максимумы. Как показывает опыт (Денисов и др., 2020; Трошко и др., 2021), максимальные значения NDVI озимых имеют высокую положительную корреляцию с урожайностью озимых зерновых культур, и в частности основной из них — озимой пшеницы (*рис. 3*, см. с. 304).

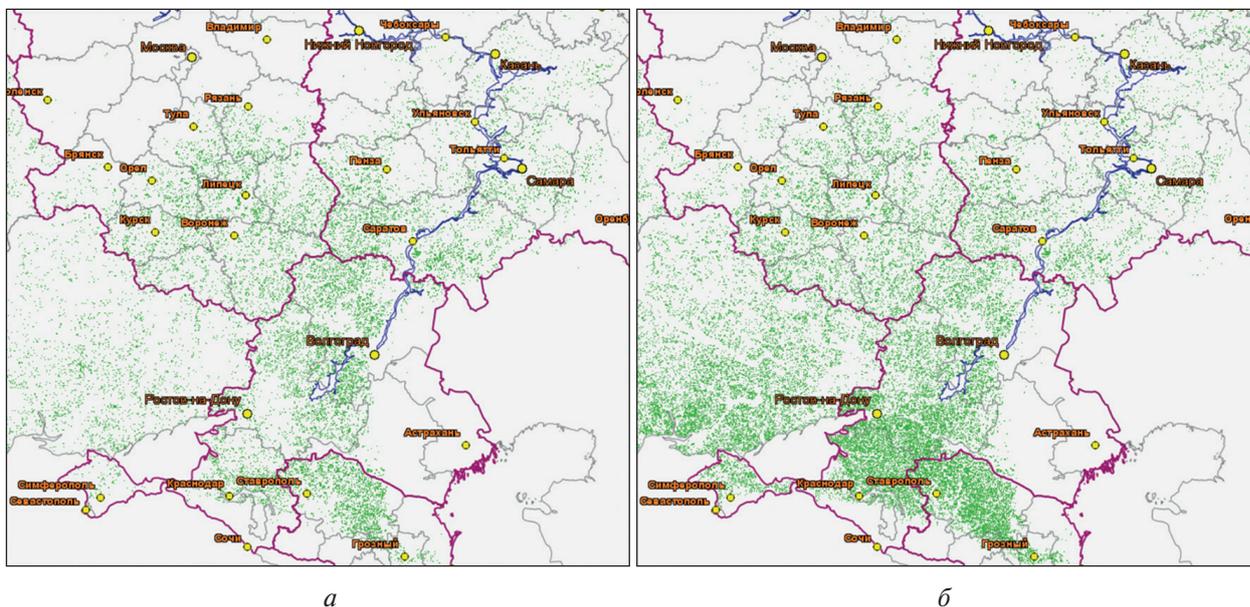


Рис. 1. Посевы озимых, детектированные по спутниковым данным:
a — 29 марта 2022 г.; *б* — 26 мая 2022 г.

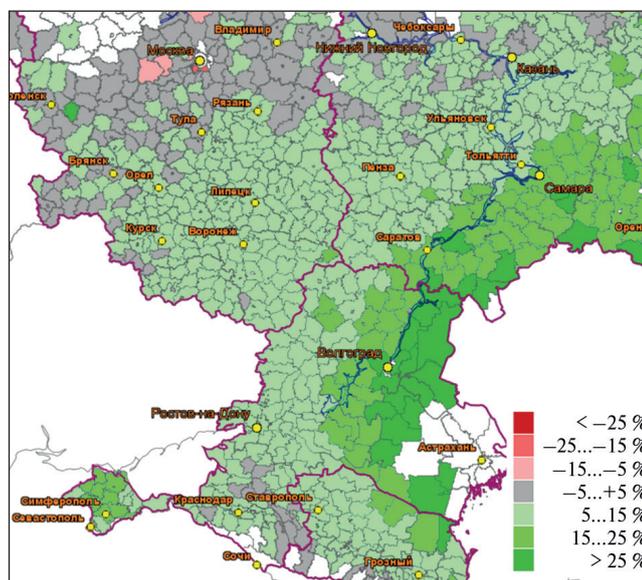


Рис. 2. Разница максимальных значений NDVI озимых, достигнутых к 26-й неделе 2022 г. (27 июня – 3 июля), и среднемноголетних максимумов

Таким образом, можно предположить, что в большинстве регионов, представленных на *рис. 2*, урожайность озимой пшеницы будет выше среднемноголетней.

В *таблице* приведена сводная информация об урожайности озимой пшеницы за последние 5 лет в регионах — лидерах по валовому сбору этой культуры, а также прогнозные значения урожайности на 2022 г., полученные по данным спутниковых наблюдений.

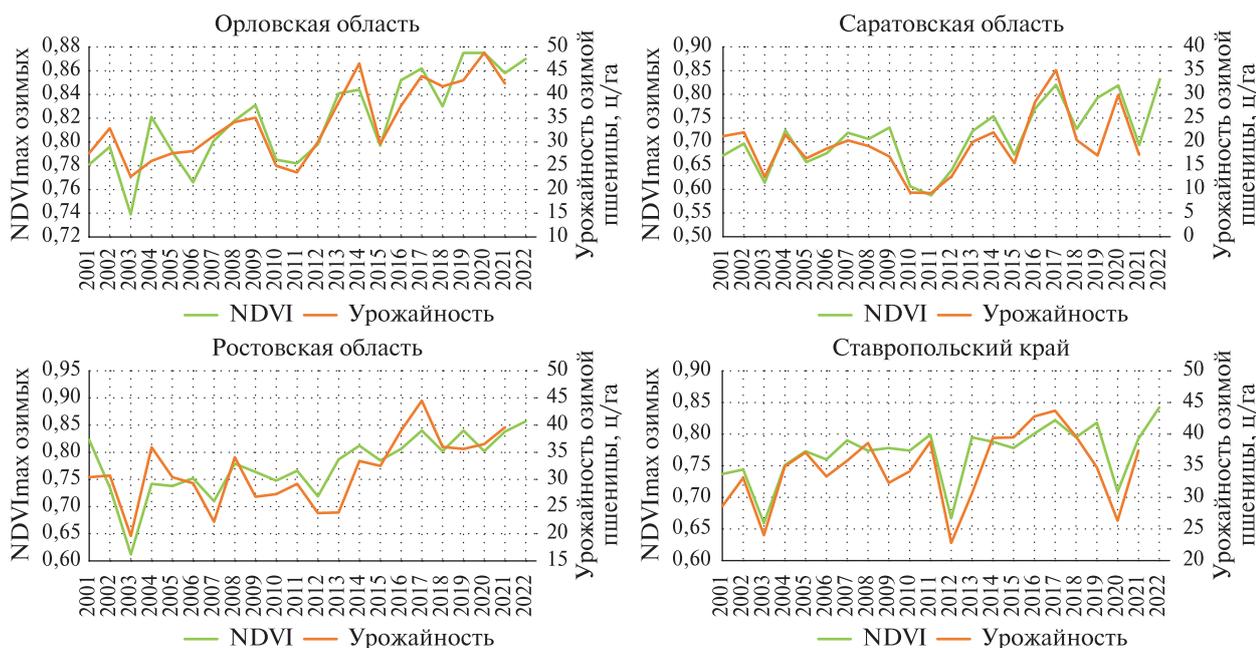


Рис. 3. Связь максимальных значений NDVI озимых и урожайности озимой пшеницы в хозяйствах всех категорий (<https://www.fedstat.ru>) в некоторых субъектах Российской Федерации в 2001–2021 гг.

Фактическая урожайность озимой пшеницы в хозяйствах всех категорий в 2017–2021 гг. (<https://www.fedstat.ru/>) и прогнозная урожайность в 2022 г., определённая по спутниковым данным

Субъект Российской Федерации	Урожайность озимой пшеницы в хозяйствах всех категорий						Ожидаемое место 2022 г. по урожайности озимой пшеницы начиная с 2017 г.
	Фактическая					Ожидаемая	
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.		
Белгородская обл.	52,4	44,6	48,6	54,0	45,0	48,6	3
Воронежская обл.	45,6	35,5	36,6	44,7	29,5	38,5	3
Курская обл.	53,3	45,1	49,5	56,9	43,8	46,6	4
Липецкая обл.	44,9	42,9	42,1	55,4	37,7	45,6	2
Орловская обл.	43,9	41,7	43,0	48,8	42,3	44,3	2
Рязанская обл.	41,7	31,8	32,4	45,1	32,8	38,6	3
Тамбовская обл.	44,9	35,3	31,4	48,8	31,1	40,1	3
Тульская обл.	37,2	39,0	33,9	43,4	38,8	39,3	2
Краснодарский край	62,1	61,6	59,7	47,8	60,0	58,3	5
Волгоградская обл.	32,9	23,3	24,5	28,7	25,9	30,0	2
Ростовская обл.	44,5	36,0	35,6	36,5	39,6	39,1	3
Ставропольский край	43,7	39,6	34,7	26,3	37,4	43,0	2
Республика Татарстан	36,7	28,9	29,4	42,2	16,1	34,8	3
Пензенская обл.	41,5	29,4	23,4	43,8	26,1	35,8	3
Самарская обл.	35,7	25,3	20,5	37,1	20,5	33,2	3
Саратовская обл.	35,1	20,4	17,1	29,9	17,3	29,9	2
Ульяновская обл.	32,2	23,7	17,7	37,5	19,1	28,0	3

Приведённые в *таблице* значения позволяют сделать следующие выводы:

- в субъектах Центрального и Приволжского федеральных округов (ФО) ожидаемая урожайность озимой пшеницы 2022 г. оценивается преимущественно выше уровней 2018, 2019 и 2021 гг., но несколько ниже, чем в 2017 и 2020 гг.;

- в субъектах Южного ФО возможная урожайность озимой пшеницы, определённая по данным спутниковых наблюдений, находится на более низком уровне, чем урожайность 2017 г., и в среднем наиболее близка к показателям 2021 г.;
- в Северо-Кавказском ФО, представленном Ставропольским краем, потенциальная урожайность озимой пшеницы может достигнуть уровня, близкого к рекордному уровню 2017 г.

Полученные по данным спутниковых наблюдений оценки потенциальной продуктивности озимой пшеницы в целом согласуются с оценками экспертного сообщества, согласно которым урожай озимых оценивается как хороший (<https://www.agroinvestor.ru/markets/news/38355-v-rossii-sobran-pervyu-million-tonn-zerna-novogo-urozhaya>).

Яровые культуры. Сложившиеся метеорологические условия весеннего периода 2022 г. были более прохладными, чем среднееголетние, и обусловили отставание развития яровых культур от среднееголетней нормы в значительном количестве субъектов европейской части России, что видно на графиках хода NDVI яровых и накопленной температуры (рис. 4).

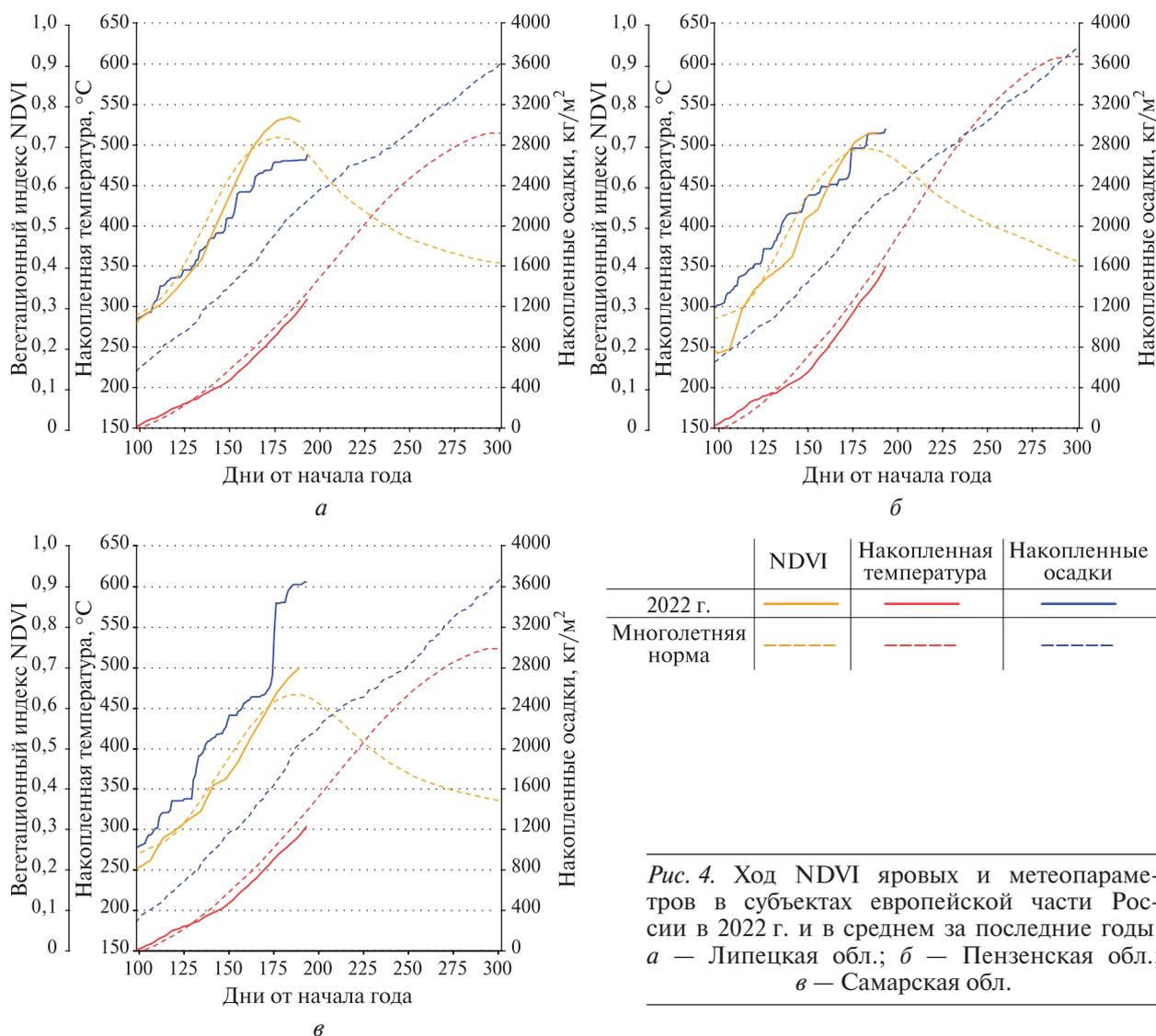


Рис. 4. Ход NDVI яровых и метеопараметров в субъектах европейской части России в 2022 г. и в среднем за последние годы: а — Липецкая обл.; б — Пензенская обл.; в — Самарская обл.

Несмотря на то, что максимумы NDVI яровых в районах центральной полосы европейской части России преимущественно ещё не достигнуты (см. сплошные оранжевые кривые на рис. 4), в ряде субъектов (в основном на юге Центрального и Приволжского, на севере Южного ФО) значения индекса, наблюдавшиеся в начале июля 2022 г., уже превышали

среднемноголетние максимумы (рис. 5). Это говорит о потенциально более высокой продуктивности яровых культур в данных регионах, чем в среднем за последние годы (так, в работе (Трошко и др., 2021) показано наличие высокой положительной корреляции максимальных значений NDVI яровых с урожайностью группы яровых зерновых и зернобобовых культур). При этом зона повышенных значений индекса в указанных районах хорошо соотносится со значениями гидротермического коэффициента, характеризующего условия тепло- и влагообеспеченности территории (рис. 6).

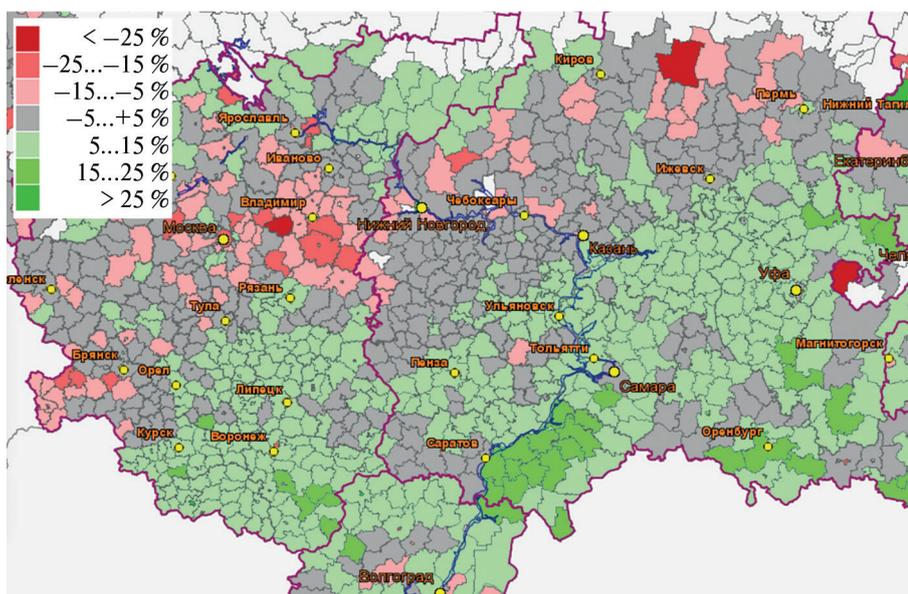


Рис. 5. Разница максимальных значений NDVI яровых, достигнутых к 26-й неделе 2022 г. (27 июня – 3 июля), и среднемноголетних максимумов в Центральном и Приволжском ФО

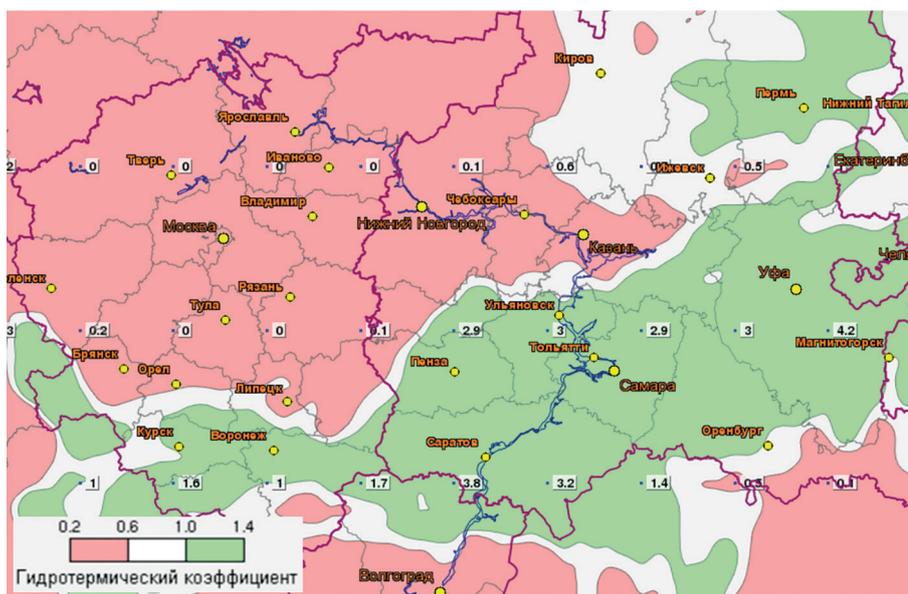


Рис. 6. Гидротермический коэффициент за декаду в Центральном и Приволжском ФО по состоянию на 03.07.2022

В прочих районах (на севере Центрального и Приволжского, юге Южного и в Северо-Кавказском ФО) значения NDVI яровых культур, наблюдавшиеся в начале июля 2022 г., находились на сопоставимом уровне со среднемноголетними максимумами или были несколько ниже них (см. рис. 5, 7, см. с. 307).

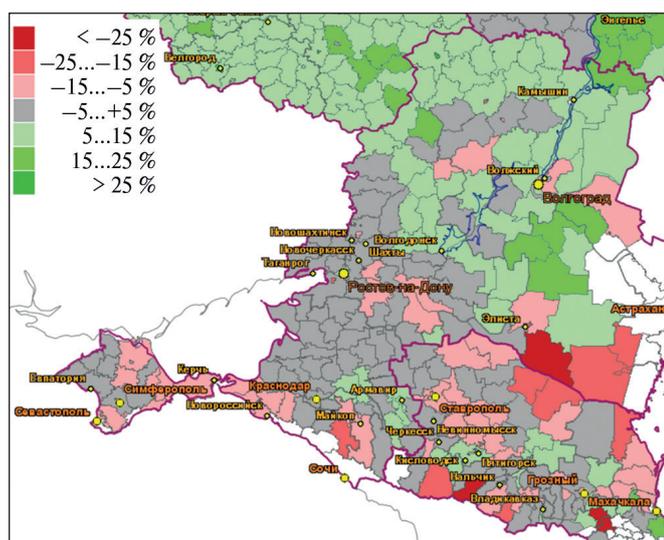


Рис. 7. Разница максимальных значений NDVI яровых, достигнутых к 26-й неделе 2022 г. (27 июня – 3 июля), и среднеголетних максимумов в Южном и Северо-Кавказском ФО

Для формулирования выводов о потенциальной продуктивности яровых культур в северных субъектах Центрального и Приволжского ФО требуется дальнейшее наблюдение за динамикой вегетации посевов. В субъектах Южного и Северо-Кавказского ФО максимальные значения NDVI яровых уже преимущественно пройдены, в связи с чем можно сделать предварительные выводы о близости потенциальной продуктивности яровых культур в большинстве районов этих регионов к среднеголетней. В отдельных районах юга европейской части России продуктивность яровых культур может оказаться более низкой, чем в среднем за последние годы. Например, в Джанкойском р-не Республики Крым максимальное значение NDVI яровых в 2022 г. не превышает среднеголетний максимум, что могло стать следствием повышенной температуры воздуха, недостатком и неравномерностью выпадения осадков (рис. 8).

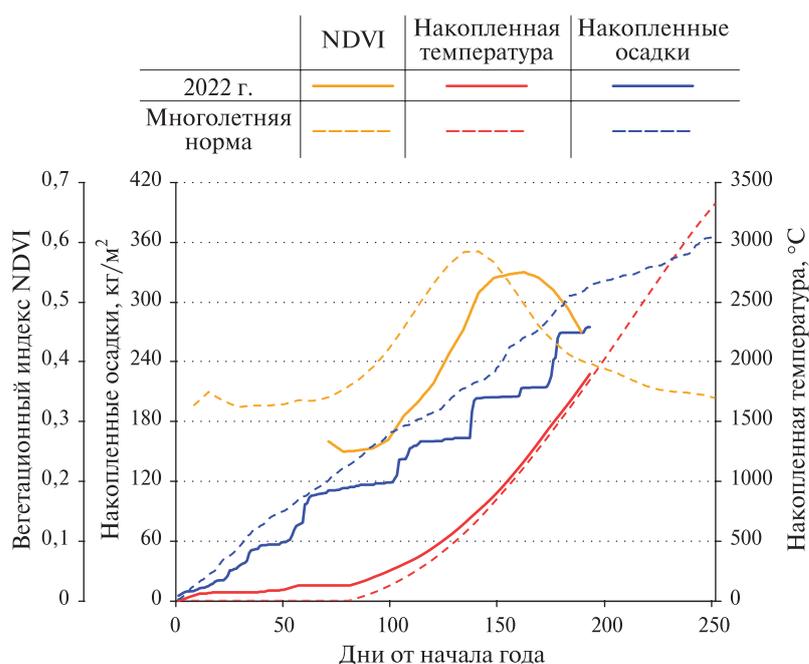


Рис. 8. Ход NDVI яровых и метеопараметров в Джанкойском р-не Республики Крым в 2022 г. и в среднем за последние годы

В азиатской части России яровые развиваются неравномерно (рис. 9).

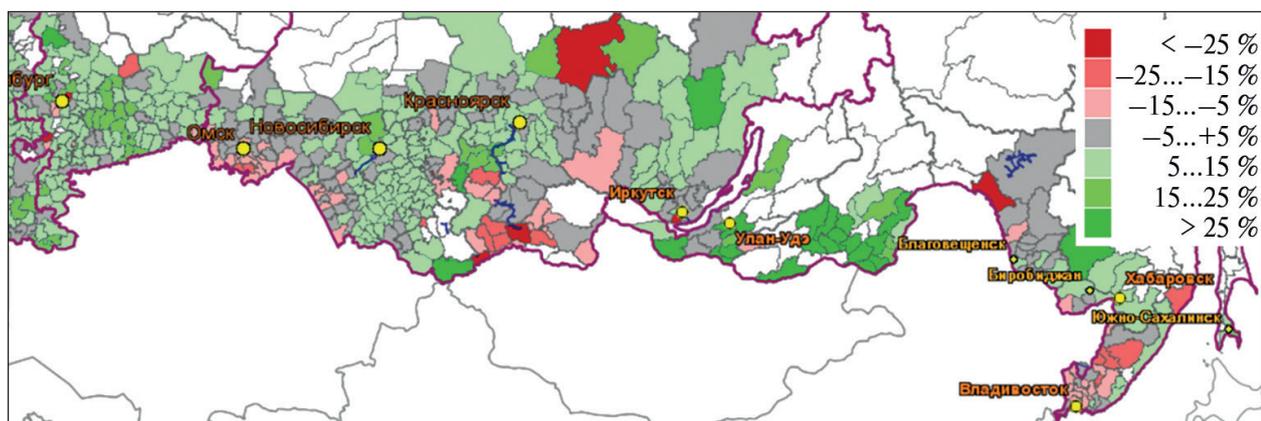


Рис. 9. Отклонение NDVI яровых по состоянию на 26-ю неделю 2022 г. (27 июня – 3 июля) от многолетней нормы на азиатской территории России

Отклонение состояния этой группы культур в положительную сторону относительно среднемноголетней нормы можно отметить, например, в большинстве районов Уральского и в центральной части Сибирского ФО. В некоторых районах западной части Сибирского ФО, напротив, отмечается отклонение состояния яровых в отрицательную сторону от среднемноголетних значений.

Как и в случае с наблюдением яровых культур на европейской территории России, максимальные значения NDVI яровых в азиатской её части ещё не достигнуты. Однако уже сейчас видно, что в некоторых регионах значения индекса несколько превышают среднемноголетние максимумы. Такая ситуация наблюдается, например, в Курганской и Тюменской областях (рис. 10).

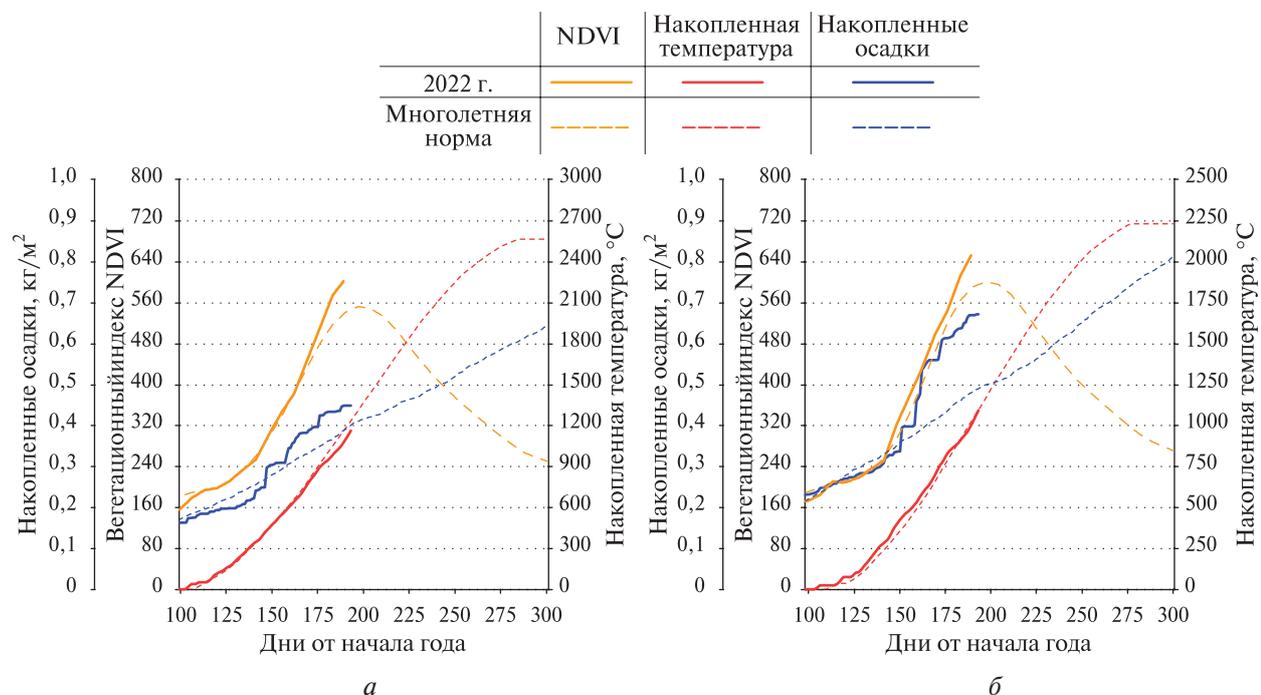


Рис. 10. Ход NDVI яровых и метеопараметров в субъектах Уральского ФО в 2022 г. и в среднем за последние годы: *a* – Курганская обл.; *б* – Тюменская обл.

При сохранении благоприятных погодных условий в этих субъектах может быть получена урожайность яровых культур, превышающая среднегодовые значения. Эти предварительные выводы хорошо соотносятся с оценками экспертов о том, что на Урале прогнозируется один из наибольших с 2016 г. урожай пшеницы (основной вклад в валовой сбор пшеницы здесь вносит яровая пшеница) (<https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/38373-analitiki-snova-povysili-prognoz-urozhaya-zerna/>).

Работа выполнялась 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 проведен совместно специалистами ИКИ РАН, Института географии РАН и Научно-исследовательским институтом сельского хозяйства Крыма в рамках работ по теме «Мониторинг» и по госзаданиям № АААА-А19-119022190168-8 и № 1021032425331-1. Результаты анализа также вошли в обучающие материалы, формируемые ИКИ РАН в рамках деятельности Научно-образовательного центра мирового уровня «Инновационные решения в АПК».

Литература

1. Денисов П. В., Серeda И. И., Трошко К. А., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Толпин В. А. 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. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Трошко К. А., Денисов П. В., Дунаева Е. А., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Толпин В. А. Особенности развития озимых сельскохозяйственных культур на юге европейской части России весной 2022 г. по данным дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 2. С. 261–267. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-2-261-267.

Features of crops development in the first half of summer 2022 from remote monitoring data

К. А. Трошко^{1,2}, П. В. Денисов¹, Е. А. Дуняева³,
Е. А. Лупиан¹, Д. Е. Плотников¹, В. А. Толпин¹

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

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

³ Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol 295453, Russia
E-mail: water_crimea@hotmail.com

The paper presents the results of remote assessment of the state of crops in the regions of Russia in first ten days of July 2022. It is noted that in most regions of the European territory of Russia, the maximum values of the NDVI vegetation index of winter crops have passed, and the NDVI values in many of them exceeded the average long-term maximums. From the analysis of remote sensing data, the values of the forecasted winter wheat yield are higher than the long-term average in most regions. Meteorological conditions in spring 2022 caused spring crops development to lag behind the long-term average in a significant number of regions of the European Russia. The maximum values of NDVI for spring crops in the European and Asian Russia have not been reached yet. However, as of the first decade of July, in a number of regions (mainly in the south of the Central and Volga regions and in the north of the Southern Federal District), NDVI exceeded the average long-term maximums indicating a potentially higher productivity of spring crops in these regions than on average in recent years. If weather conditions remain favorable, spring crop yields exceeding the average annual values may be obtained in these regions.

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

Accepted: 14.07.2022

DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-3-302-311

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., Bourtsev 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. Plotnikov D. E., Bartalev S. A., Loupian E. A., Method of detection of summer-autumn seedlings of winter crops according to the MODIS radiometer, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2008, Vol. 5, No. 2, pp. 322–330 (in Russian).
4. 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 distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2017, Vol. 14, No. 4, pp. 132–145 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-4-132-145.
5. 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.

6. Troshko K. A., Denisov P. V., Dunaeva E. A., Loupian E. A., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Development of winter crops in the south of European part of Russia in spring 2022 based on remote sensing data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2022, Vol. 19, No. 2, pp. 261–267 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-2-261-267.