

Особенности развития озимых и яровых культур на европейской территории России в сезоне 2019–2020 гг.

П. В. Денисов^{1,2}, И. И. Середа¹, К. А. Трошко^{1,3},
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 космических исследований Земли, Москва, 121205, Россия*
E-mail: org@iki-z.ru

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

В работе представлены основные итоги дистанционного мониторинга озимых и яровых культур России сезона 2019–2020 гг., проводившегося с использованием сервисов семейства «Вега». Мониторинг состояния культур выполнялся на основе метеорологических параметров, а также карт расположения посевов и значений вегетационного индекса NDVI, полученных по данным дистанционного зондирования Земли. В работе отмечается, что вследствие уникальной погодной обстановки для европейской части России урожайность озимых культур в южных регионах ожидается ниже среднееголетних значений; в то же время можно предположить, что в центральных регионах и в Поволжье её значения будут достаточно высокими. Также указаны регионы с наиболее и наименее благоприятной ситуацией развития культур. Сделаны предположения об ожидаемой урожайности пшеницы озимой в регионах с высокими положительными отклонениями NDVI от среднееголетних показателей.

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

Одобрена к печати: 04.09.2020
DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-306-311

В сельскохозяйственном сезоне 2020 г. на европейской территории России наблюдается достаточно уникальная ситуация, когда урожайность зерновых культур в центральном регионе существенно превосходит урожайность в южных регионах. В настоящей работе приведён анализ возникшей ситуации с использованием спутникового мониторинга, проводимого с помощью инструментов и возможностей сервисов семейства «Вега» (Лупян и др., 2011, 2019). Он основывался, прежде всего, на сопоставлении максимальных сезонных значений NDVI (Normalized Difference Vegetation Index — нормализованный разностный вегетационный индекс) для озимых и яровых культур в 2020 г. относительно среднееголетних показателей в регионах России с развитым растениеводством. Подобные подходы уже использовались авторами в различных работах и показали достаточную эффективность (Лупян и др., 2017, 2018, 2020; Толпин и др., 2014).

Озимые культуры. В сезоне 2019–2020 гг. сложилась уникальная ситуация для развития озимых культур. На территории Юга России засушливая осень 2019 г. и тёплая бесснежная зима привели к тому, что запасов продуктивной влаги было недостаточно для их дальнейшего эффективного развития. Негативное воздействие оказывали также периодические весенние заморозки в Республике Крым, Ставропольском и Краснодарском краях, Ростовской обл. Обильные осадки в мае оказали положительный эффект на состояние озимых культур, однако они были недостаточно своевременными, а часть регионов (Ставропольский край, Республика Калмыкия, Астраханская обл.) обошли стороной. В то же время для большей части Центрального и Приволжского федеральных округов майские осадки стали значительным положительным фактором для развития культур. В сочетании с благоприятной температурой это создало хорошие условия для формирования высокой продуктивности посевов.

Таким образом, в сезоне 2019–2020 гг. в обычно лидирующих по урожайности южных регионах России условия оказались менее благоприятными для развития озимых культур, в то время как урожайность в более северных регионах ожидается существенно выше среднееголетних значений.

Результаты обработки спутниковой информации подтверждают данные факты. На *рис. 1* можно отметить области с наиболее и наименее благоприятным развитием озимых культур.

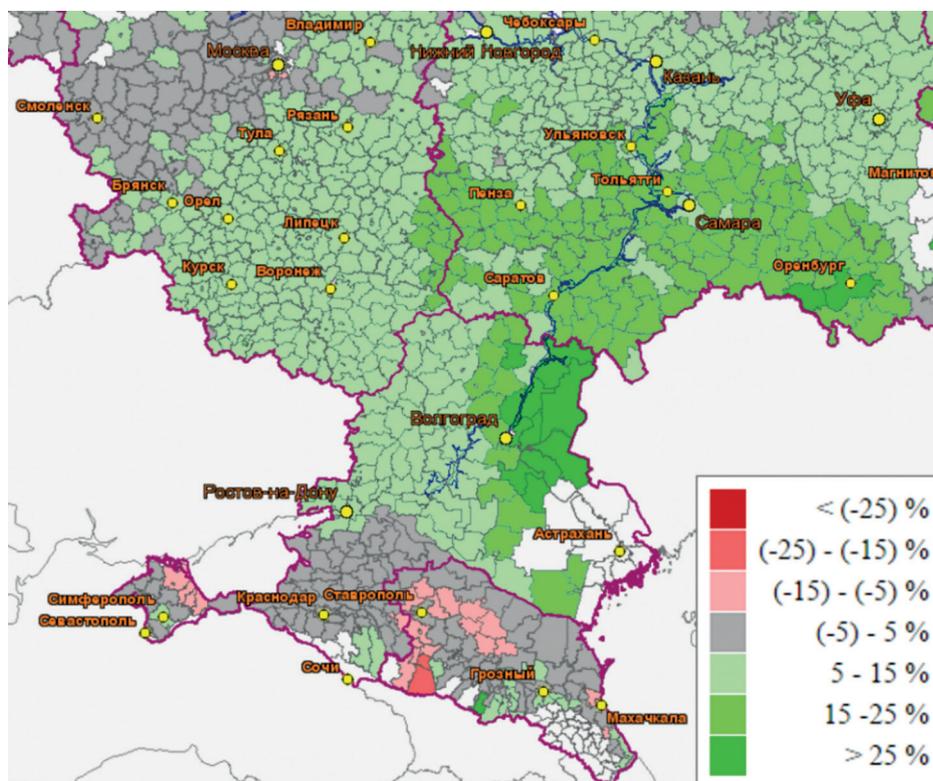


Рис. 1. Порайонная разница максимальных значений вегетационного индекса NDVI 2020 г. и среднееголетних максимумов для озимых культур европейской части России

Максимальные значения NDVI озимых культур (интегрированные по районам или регионам) часто показывают достаточно высокую корреляцию с их урожайностью. Поэтому на основе отклонений максимальных сезонных значений NDVI от среднееголетних показателей можно говорить о возможной продуктивности посевов озимых. Среди озимых культур для расчёта подобной зависимости можно выделить пшеницу, поскольку она преобладает в структуре озимого сева в Российской Федерации (в 2019 г. она занимала практически 90 % от всей площади озимых) (<https://fedstat.ru/>).

Наличие связи между максимальными сезонными значениями NDVI и урожайностью пшеницы озимой продемонстрировано на *рис. 2* (см. с. 308) на примере Белгородской и Воронежской областей, Ставропольского и Краснодарского краёв.

Этот сезон характеризуется максимальными за последние годы значениями NDVI в Белгородской и Воронежской областях, в связи с чем здесь можно ожидать и максимальных значений урожайности, что в настоящее время подтверждается оперативной информацией: согласно данным Департамента агропромышленного комплекса области, на 2 августа 2020 г. урожайность озимой пшеницы составляла 56,3 ц/га (<https://www.belapk.ru/operativnaya-informaciya/>).

На примере Ставропольского края можно заметить, что в 2020 г. наблюдаются крайне низкие максимальные значения NDVI озимых культур. Подобные значения отмечались только в годы с невысокими показателями урожайности, что подтверждает неблагоприятную ситуацию для развития озимых в Ставропольском крае.

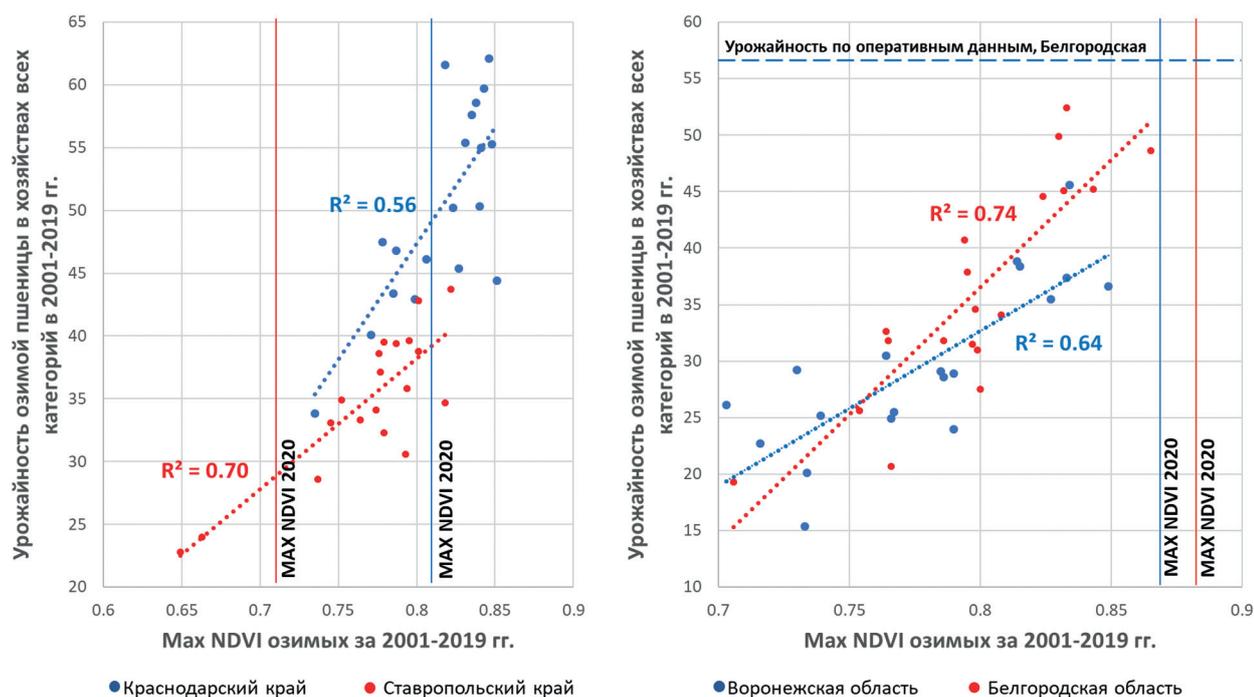


Рис. 2. Связь максимальных сезонных значений NDVI озимых культур и урожайности озимой пшеницы в хозяйствах всех категорий (<https://fedstat.ru/>) для регионов с менее благоприятным (слева) и более благоприятным (справа) развитием посевов

В Краснодарском крае ситуация складывается немного лучше, чем в Ставрополье, однако в целом по региону также не следует ожидать превышения значений урожайности относительно среднееголетней нормы (см. рис. 2).

Сопоставление урожайности озимой пшеницы на основе значений NDVI для 2020 г. и среднееголетних показателей

Регион	NDVI _{max} в 2020 г.	Оценка урожайности в 2020 г., ц/га	NDVI _{max} среднееголетний	Урожайность среднееголетняя, ц/га (https://fedstat.ru/)
Белгородская обл.	0,879	54,4	0,798	36,0
Липецкая обл.	0,885	45,8	0,798	33,3
Орловская обл.	0,877	44,8	0,809	32,9
Тамбовская обл.	0,893	43,1	0,791	28,5
Пензенская обл.	0,883	42,1	0,761	21,5
Воронежская обл.	0,866	41,7	0,778	29,6
Тульская обл.	0,875	38,1	0,810	28,4
Самарская обл.	0,846	30,4	0,732	19,5
Саратовская обл.	0,818	28,9	0,703	18,9

Учитывая наличие достаточно тесной связи между максимальными сезонными значениями NDVI озимых и урожайностью озимой пшеницы, значения вегетационного индекса можно использовать для первичной оценки продуктивности этой культуры в текущем сезоне. В таблице приведены такие оценки для некоторых субъектов, в которых наблюдаются максимальные положительные отклонения NDVI от среднееголетних показателей. Предполагается, что в этих регионах урожайность может достичь крайне высоких значений. Однако проведение комплексного анализа точности представленных результатов будет возможно только после получения данных официальной статистики об урожайности 2020 г.

Следует отметить, что опыт проведения подобного анализа на основе сравнения наблюдаемых максимумов NDVI показывает, что достаточно достоверные оценки урожайности озимых культур могут осуществляться для европейских регионов России в период с середины мая по конец июня. При этом следует отметить, что данные дистанционного зондирования позволяют осуществлять мониторинг состояния посевов, начиная с появления всходов на полях, и на качественном уровне оценивать потенциал для формирования урожая.

Яровые культуры. В Центральном, Приволжском и Северо-Западном федеральных округах развитие яровых культур происходило с некоторой задержкой относительно средне-голетних наблюдений. Тем не менее обильные запасы почвенной влаги в июне – июле позволили обеспечить стабильное развитие посевов в большинстве основных растениеводческих регионов России. Можно отметить, что на территории европейской части России максимальные сезонные значения NDVI находились на уровне средне-голетних или даже выше. Это указывает на достаточно высокие ожидаемые значения урожайности яровых культур.

Менее благоприятно развивалась ситуация в регионах, в которых наблюдался наибольший дефицит осадков в весенне-летний период: в Ставропольском крае, Республике Крым, Калмыкии, Башкортостане (рис. 3).

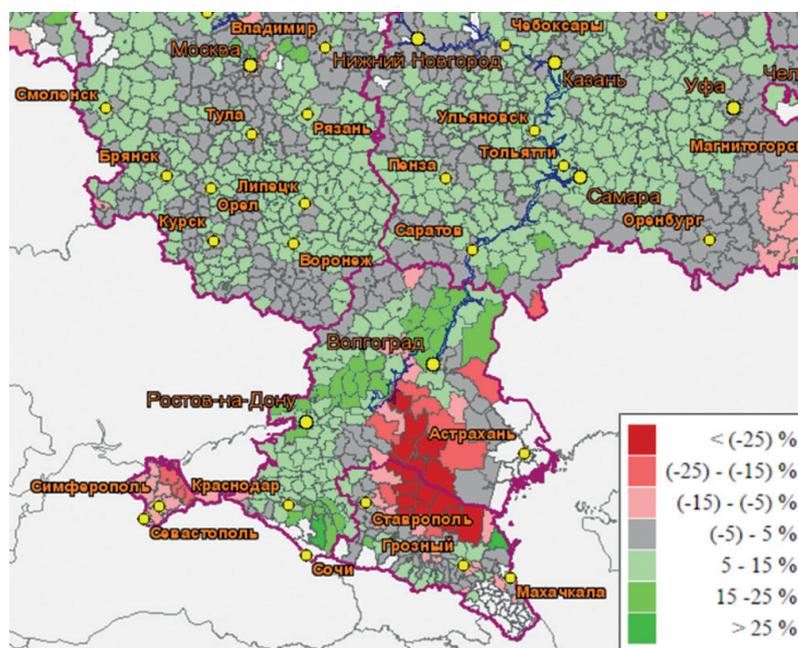


Рис. 3. Порайонная разница максимальных значений вегетационного индекса NDVI 2020 г. и среднеголетних максимумов для яровых культур для европейской части России

В целом по состоянию на конец августа 2020 г. можно сказать, что развитие и итоговое состояние озимых и яровых культур соответствует оценкам, сделанным в ранее выпущенных информационных материалах по этой теме (Лупян и др., 2020) (<http://pro-vega.ru/>). Дистанционный мониторинг позволил сделать следующие основные выводы о состоянии посевов в 2020 г.:

- урожайность озимых культур в южных регионах европейской территории России ожидается ниже среднеголетних значений;
- для центральных регионов европейской территории России и Поволжья (Белгородской, Липецкой, Орловской, Тамбовской, Пензенской, Воронежской, Тульской, Самарской и Саратовской областей) можно предположить, что значения урожайности озимых здесь будут существенно выше среднеголетних;
- в большей части районов европейской и азиатской территории России наблюдалась благоприятная ситуация с развитием яровых культур. Тем не менее в ряде регионов

отмечались чрезмерно засушливые условия. Наиболее неблагоприятное развитие яровых культур наблюдалось в Ставропольском крае, Республиках Крым, Калмыкия, Башкортостан, Челябинской, Тюменской, Курганской, Новосибирской областях и в Алтайском крае. Недостаток влаги в указанных регионах мог стать причиной значительного стресса растений, вплоть до их гибели.

Для анализа спутниковых данных при подготовке сообщения 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. 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.
2. Лупян Е. А., Барталев С. А., Крашенинникова Ю. С., Плотников Д. Е., Толпин В. А. Аномальное развитие яровых культур в регионах европейской части России в 2017 году // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 3. С. 324–329. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-3-324-329.
3. 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: 10.21046/2070-7401-2019-15-2-272-276.
4. 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.
5. Лупян Е. А., Денисов П. В., Серeda И. И., Трошко К. А., Плотников Д. Е., Толпин В. А. Наблюдение развития озимых культур в южных регионах России весной 2020 г. на основе данных дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 2. С. 285–291. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-2-285-291.
6. 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.

Development of winter and spring crops in European Russia in the season 2019–2020

P. V. Denisov^{1,2}, I. I. Sereda¹, K. A. Troshko^{1,3},
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 Space Research Institute for the Earth, Moscow 121205, Russia
E-mail: org@iki-z.ru

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

The paper presents the main results of remote monitoring of winter and spring crops in Russia in the season 2019–2020 using the VEGA services. The monitoring was conducted on the basis of meteorological indicators, maps of crops location and vegetation index NDVI values obtained from remote sensing data.

It is noted that due to unique weather conditions in the European part of Russia, the winter crop yield in the southern regions is expected to be lower than the average annual values, while in the Central and the Volga regions, it is presumed to reach quite high values. The regions with the most and least favorable conditions for the crop development are also indicated. Also, we show the expected yield of winter wheat in regions with high positive deviations of average annual NDVI values.

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

Accepted: 04.09.2020

DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-306-311

References

1. 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.
2. Loupian E. A., Bartalev S. A., Krashennnikova Yu. S., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Anomal'noe razvitiye yarovykh kul'tur v regionakh evropeiskoi chasti Rossii v 2017 godu (Abnormal development of spring crops in European Russia in 2017), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2017, Vol. 14, No. 3, pp. 324–329, DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-3-324-329.
3. Loupian E. A., Bartalev S. A., Krashennnikova Yu. S., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Uvarov I. A., Analiz razvitiya ozimykh 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: 10.21046/2070-7401-2019-15-2-272-276.
4. 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., Opyt ekspluatatsii i razvitiya tsentra kollektivnogo pol'zovaniya sistemami arkhivatsii, obrabotki i analiza sputnikovykh dannykh (TsKP "IKI-Monitoring") (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, DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170.
5. Loupian E. A., Denisov P. V., Sereda I. I., Troshko K. A., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Nablyudenie razvitiya ozimykh kul'tur v yuzhnykh regionakh Rossii vesnoi 2020 g. na osnove dannykh distantsionnogo monitoringa (Analysis of winter crops development in the southern regions of Russia in spring 2020 based on remote monitoring), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, No. 2, pp. 285–291, DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-2-285-291.
6. 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.