Наблюдение развития озимых культур в южных регионах России весной 2020 г. на основе данных дистанционного мониторинга

Е. А. Лупян¹, П. В. Денисов¹, И. И. Середа²,
К. А. Трошко^{1,3}, Д. Е. Плотников¹, В. А. Толпин¹

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

² *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова*
Москва, 119991, Россия
E-mail: iisereda@mail.ru

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

В работе представлены результаты дистанционной оценки состояния озимых культур на юге Европейской части России весной 2020 г. Отмечается, что погодные условия сезона 2019–2020 гг. достаточно уникальны, и вследствие тёплой бесснежной зимы активное весеннее развитие озимых культур в южных регионах началось на несколько недель раньше, чем в среднем за последние годы. Так как этот фактор значительно затрудняет анализ состояния посевов, в работе был применён инструмент нормирования данных NDVI и метеорологических показателей по сумме накопленных активных температур. Это позволило оценить состояние озимых культур на юге Европейской части России с учётом сезонных особенностей года. Установлено, что, несмотря на повышенные значения индекса NDVI, озимые культуры во многих районах Краснодарского и Ставропольского краёв, Республики Крым и юга Ростовской обл. на самом деле развиваются близко к многолетней норме. При этом отмечается, что в некоторых районах Республики Крым, Краснодарского края и Ростовской обл. озимые в первой половине апреля 2020 г. развиваются несколько хуже, чем в аналогичные периоды 2018 и 2019 гг. Показано, что существуют риски неблагоприятного развития озимых вследствие недостатка осадков и нехватки запасов продуктивной влаги в почве. В дальнейшем развитие озимых культур в южных регионах России будет сильно зависеть от наличия осадков.

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

Одобрена к печати: 18.04.2020

DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-2-285-291

В зимний период 2019–2020 гг. на территории Европейской части России сложились особые погодные условия: после засушливой осени последовала тёплая и бесснежная зима. Это привело к тому, что на юге России озимые культуры находились в состоянии вегетации в течение всего этого периода, а к весне запаса продуктивной влаги в почве осталось недостаточно для их дальнейшего развития (<https://www.agroinvestor.ru/>). В связи с этим спутниковый мониторинг состояния озимых сельскохозяйственных культур представляет особый интерес.

К началу февраля 2020 г. индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index — нормализованный разностный вегетационный индекс) озимых культур в большинстве южных субъектов достиг более высоких значений, чем в среднем за последние годы, а возобновление активного развития посевов (ввиду более раннего накопления активных температур) началось здесь на несколько недель раньше. Влияние раннего развития озимых культур на значения индекса NDVI можно наблюдать и в первой половине апреля: в подавляющем большинстве районов южных субъектов вегетационный индекс превышает значения многолетней нормы более чем на 25 % (рис. 1, 2а, см. с. 286).

Однако необходимо отметить, что более высокие значения NDVI не всегда характеризуют лучшее состояние и развитие посевов. Они, в частности, могут быть связаны именно со сдвигом сезона на более ранние сроки.

Рис. 1. Осреднённый по районам вегетационный индекс NDVI озимых культур по состоянию на 15-ю неделю (первая половина апреля) 2018, 2019 и 2020 гг.

Рис. 2. Отклонение NDVI озимых в процентах от среднемноголетней нормы по состоянию на 15-ю неделю 2020 г. (6–12 апреля): а — до и б — после нормировки по накопленной температуре

Для оценки состояния посевов с учётом сдвига сезона в конкретном году в сервисах семейства «Вега» (Лупян и др., 2011, 2019; Толпин и др., 2014) реализованы инструменты, позволяющие нормировать временную динамику значений индекса NDVI (и различных других показателей) с учётом временного хода накопленных активных температур в различные годы. Например, при нормировке по среднемноголетнему ходу накопленной активной температуры временные шкалы разных лет преобразуются так, чтобы в каждой точке преобразованной шкалы накопленная активная температура анализируемого года равнялась накопленной активной среднемноголетней температуре. Это позволяет сравнивать различные параметры, зафиксированные в анализируемом году (например, NDVI), не со значениями в календарные даты разных лет или их усреднениями, а в даты, в которые наблюдались одинаковые значения накопленных активных температур. Таким образом во многом нивелируются особенности хода температуры в различные вегетационные сезоны. Используя такую перенормировку, можно, в частности, получать информацию об отклонении текущих значений NDVI от среднемноголетних нормальных значений, из которых исключены особенности конкретного вегетационного сезона (его отставание или опережение). Это позволяет анализировать информацию об отклонениях от «норм» на сопоставимых стадиях развития растений и представляет более объективную информацию о состоянии посевов.

Наглядным примером обсуждаемых возможностей может служить ситуация, представленная на рис. 2. Сравнивая результаты, получаемые на основе перенормированных (см. рис. 2а) и перенормированных (см. рис. 2б) на ход накопленных активных температур данных, можно сделать вывод, что, несмотря на повышенные значения индекса NDVI, ози-

мые культуры во многих районах Республики Крым, Краснодарского и Ставропольского краёв и Ростовской обл. на самом деле развиваются близко к многолетней норме. Детально ситуацию можно проанализировать, используя графики временного хода значений NDVI, осреднённых по землям, занятым озимыми в конкретных районах, и осреднённых для этих районов метеопараметров (рис. 3).

Рис. 3. Изменения параметров для Каневского района Краснодарского края. Зелёные кривые — ход NDVI, красные — накопленная температура, синие — накопленные осадки; сплошные линии — 2020 г., пунктирные — среднемноголетние значения: а — до и б — после нормировки по накопленной температуре

На рис. 3а видно, что в 2020 г. значения NDVI озимых в Каневском районе с начала года по середину апреля превышали среднемноголетние значения преимущественно более чем на 25 % (в некоторых случаях — на 45 %), однако после нормировки по среднемноголетней накопленной температуре (см. рис. 3б) становится очевидным, что значения NDVI озимых в первой половине апреля 2020 г. близки к «нормальным» значениям NDVI, характерным для соответствующей суммы активных температур. При этом нельзя не заметить, что с момента начала роста NDVI в 2020 г. темпы этого роста (о котором можно судить по наклону графика) были медленнее, чем обычно при схожей сумме активных температур; вероятно, причиной этого стала нехватка запасов продуктивной влаги в почве и недостаток осадков, о котором можно судить по отсутствию роста кривой накопленных осадков.

При использовании описанного подхода видно, что ситуация с состоянием озимых в первой половине апреля 2020 г. во многих южных районах близка (а в некоторых районах — видимо хуже) к состоянию озимых культур в 2019 и 2018 гг. в сопоставимые моменты их развития (рис. 4 и 5, см. с. 288).

Как показано на рис. 4б и г (после компенсации влияния сдвига сезона), в ряде районов Краснодарского края, Республики Крым и Ростовской обл. озимые в середине апреля 2020 г. развиваются хуже, чем в два предыдущих года. Среди них — рассмотренный ранее Каневской район Краснодарского края (см. рис. 5).

На рис. 5а видно, что в середине апреля 2020 г. NDVI озимых в рассматриваемом районе несколько превышает значения, наблюдавшиеся в этот же период 2018 г., и практически совпадает со значениями 2019 г. Однако после нормировки на среднемноголетнюю накопленную температуру становится понятно, что ситуация в этом году здесь складывается несколько хуже, чем в предыдущие два года.

Вероятно, некоторые проблемы с развитием озимых культур в первой половине весны 2020 г. во многих южных районах связаны с дефицитом влаги (рис. 6, 7, см. с. 289).

Рис. 4. Отклонение NDVI озимых в процентах от значений 2019 г. (а, б) и 2018 г. (в, г) по состоянию на 15-ю неделю 2020 г.: а, в — до нормировки по накопленной температуре 2019 и 2018 гг. соответственно и б, г — после неё

Рис. 5. Изменения параметров для Каневского района Краснодарского края. Зелёные кривые — ход NDVI, красные — накопленная температура, синие — накопленные осадки; сплошные линии — 2020 г., штриховые — 2019 г., штрихпунктирные — 2018 г., точечные — среднееголетние значения: а — до нормировки по среднееголетней накопленной температуре и б — после неё

Рис. 6. Влажность почвы (в процентах) на глубине 0–10 см в середине апреля 2018, 2019 и 2020 гг.

Рис. 7. Декадный гидротермический коэффициент (ГТК), 12.04.2020

Рис. 8. Отклонение количества накопленных осадков (в процентах) от многолетней нормы по состоянию на 12.04.2020

Как видно на *рис. 6*, за последние три года в середине апреля именно 2020 г. наблюдается минимальная влажность почвы в большинстве районов Ставропольского и Краснодарского краёв, Республики Крым и юга Ростовской обл. Кроме того, о засушливости свидетельствует обширная область со значениями декадного гидротермического коэффициента (ГТК) меньше 0,6 на *рис. 7*. Ситуация дополнительно усугубляется недостаточным количеством осадков (*рис. 8*, см. с. 289).

Исходя из анализа развития озимых культур на юге Европейской части России весной 2020 г. можно сделать следующие выводы:

- с учётом сдвига вегетационного сезона на более ранний срок во многих районах Республики Крым, Краснодарского края и Ростовской обл. развитие озимых близко (а в некоторых районах — несколько хуже) к ситуации 2019 и 2018 гг., несмотря на более раннее возобновление здесь активной весенней вегетации. В большинстве районов остальных южных субъектов развитие озимых несколько лучше ситуации 2019 и 2018 гг.;
- во многих южных субъектах существуют риски неблагоприятного развития озимых культур ввиду дефицита влаги. Дальнейшее их развитие будет сильно зависеть от наличия осадков.

Для анализа спутниковых данных при подготовке сообщения использовалась система «Вега-Science», входящая в состав Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2019), развиваемая и поддерживаемая 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., 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. 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.

Analysis of winter crops development in the southern regions of Russia in spring 2020 based on remote monitoring

**E. A. Loupian¹, P. V. Denisov¹, I. I. Sereda²,
K. A. Troshko^{1,3}, D. E. Plotnikov¹, V. A. Tolpin¹**

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

² Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia
E-mail: iisereda@mail.ru

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

The paper presents the results of remote assessing the state of winter crops in the southern regions of the European part of Russia in spring 2020. It is noted that the weather conditions of the 2019–2020

season are quite unique: due to the warm snowless winter, the active spring development of winter crops began several weeks earlier than the average in recent years. Since this factor made it much more difficult to analyze the state of crops, we used a tool for normalizing NDVI data and meteorological indicators for the sum of accumulated active temperatures. This allowed us to assess the state of winter crops in the south of the European part of Russia, taking into account the seasonal specifics of the year. We have found that despite the increased values of the NDVI index, winter crops in many areas of the Republic of Crimea, Krasnodar and Stavropol territories and Rostov region are actually developing close to the long-term rate. In some areas of the Republic of Crimea, Krasnodar territory and Rostov region the development of winter crops in April 2020 is slightly worse than the situation in 2018 and 2019. Some risks of unfavorable winter crops development exist caused by a lack of precipitation and reserves of productive moisture in the soil. In the future, the development of winter crops in the southern regions of Russia will strongly depend on the availability of precipitation.

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

Accepted: 18.04.2020

DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-2-285-291

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., 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. 51–170.
3. 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.