

Библиографический список

1. Ashwani Pareek, Om Parkash Dhankher, Christine H Foyer, Mitigating the impact of climate change on plant productivity and ecosystem sustainability // Journal of Experimental Botany, Volume 71, Issue 2, 7 January 2020, Pages 451–456. DOI: 10.1093/jxb/erz518.

2. Raza, Ali et al. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review // Plants (Basel, Switzerland) vol. 8, 234. 30 Jan. 2019, doi:10.3390/plants8020034

3. Сенников В.А. Практикум по агрометеорологии / Сенников В.А., Ларин Л.Г., Белолобцев А.И., Коровина Л.Н. - М.: КолосС, 2013. - 215 с.

4. Шеин Е.В., Болотов А.Г., Мазиров М.А., Мартынов А.И. Моделирование теплового режима почвы по амплитуде температуры приземного воздуха // Земледелие. – 2017. – № 7. – С. 26-28.

5. Шеин Е.В., Болотов А.Г., Мазиров М.А., Мартынов А.И. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.

УДК 633.111.1:528.835

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОМОЩИ ЭМПИРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВЗАИМОСВЯЗИ С NDVI

Ананьев Александр Андреевич, аспирант факультета агрономии и биотехнологии кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ananey_987@mail.ru

Аннотация: В производственном опыте предприятия ООО «Агат» рассмотрено применение эмпирической зависимости урожайности и NDVI для прогнозирования сбора урожая озимой пшеницы по разным предшественникам в условиях юго-востока Ростовской области.

Ключевые слова: NDVI, озимая пшеница, прогнозирование урожайности.

Введение. Спутниковый дистанционный мониторинг сельскохозяйственных угодий приобретает все большее значение в современной практике растениеводства. Этому способствует, как появление в открытом доступе новых материалов ДЗЗ (дистанционного зондирования Земли), так и популяризация использования таких данных. Вегетационные индексы, цифровые модели рельефа и другие возможности дистанционного мониторинга становятся инструментами не только научного сообщества, но и агрономов в передовых сельскохозяйственных организациях России и мира. [1,2]

При помощи ДЗЗ решается большое количество задач, одной из которых является прогнозирование развития и урожайности сельскохозяйственных

культур. Для Российской Федерации одной из ведущих культур является озимая пшеница, площади которой превышают 15 млн. га, из которых более 1,5 млн. расположены на территории Ростовской области. Точные и своевременные прогнозы урожайности этой культуры имеют решающее значение в принятии организационных решений не только в масштабах страны, но и для единичного сельхозпроизводителя.[3,4]

Целью данной работы явилась на примере предприятия ООО «Агат» рассмотреть возможность прогнозирования урожайности озимой пшеницы по вегетационному индексу NDVI, полученному по материалам спутниковой съемки.

Материалы и методика исследований. Исследование проводилось на производственных полях ООО «Агат», расположенных на юго-востоке Ростовской области в весенне-летний период 2019 года. Озимая пшеница в 2019 году выращивалась после 3-х различных предшественников: пар чистый, люцерна (4 лет пользования), пастбище (не менее 25-ти лет). Почва опытного участка представлена каштановыми слабосмытыми слабосолонцеватыми тяжелосуглинистыми почвами на лессовидных суглинках. Система обработки почвы по предшественникам отличалась временем проведения вспашки глубиной 23 см на люцерне и пастбище. Остальные технологические операции совпадали по всем предшественникам.

Метеорологические условия вегетационного сезона озимой пшеницы 2019 были благоприятными для развития озимой пшеницы. Достаточно засушливое лето 2018 года пагубно сказалось на развитии озимой пшеницы до ухода в зимовку, однако количество осадков в апреле и мае 2019 помогло посевам выйти из стресса и благополучно закончить развитие. Сумма активных температур за летне-осенний период 2018 года (01.08.18-30.10.18) составила 1769 °С, сумма осадков за этот же период – 53,5 мм, ГТК – 0,30. Сумма активных температур за весенне-летний период 2019 года (08.04.19- 31.07.2019) составила 2327 °С, сумма осадков за этот же период – 275,9, ГТК – 1,19.

Для прогнозирования урожайности использовалось среднее значение индекса NDVI, полученного по результатам спутниковой съемки группировки Sentinel, поставляемый онлайн-сервисом для эффективного земледелия Exactfarming и эмпирические формулы зависимости урожайности озимой пшеницы и индекса NDVI, полученные по данным центра точного земледелия РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева . [5]

Результаты и обсуждение. Для прогнозирования использовался период со II декады апреля по III декаду мая, когда культура находится в фазах кущение – выход в трубку (ВВСН: 21-39), а корреляция NDVI и урожайности максимальна. За этот период получено 10 безоблачных спутниковых снимков, по которым производился расчет среднего NDVI и урожайности (таблица). Для периода 21.04.19-03.05.19 использовалась формула 1 (для фазы кущения); для периода 08.05.2019-28.05.2019 – формула 2 (для фазы выхода в трубку).

Таблица

Прогнозные и фактические значения урожайности и урожая озимой пшеницы в зависимости от предшественника и отклонение прогноза от фактических значений в абсолютных и относительных единицах

| Предшественник/ Дата снимка | 21.04 | 23.04 | 26.04 | 28.04 | 03.05 | 08.05 | 11.05 | 16.05 | 28.05 |
|-----------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | NDVI | | | | | | | | |
| Пастбище | 0,71 | 0,69 | 0,73 | 0,71 | 0,66 | 0,74 | 0,8 | 0,78 | 0,76 |
| Люцерна | 0,63 | 0,64 | 0,67 | 0,66 | 0,62 | 0,71 | 0,77 | 0,75 | 0,73 |
| Пар | 0,42 | 0,43 | 0,47 | 0,48 | 0,49 | 0,6 | 0,69 | 0,66 | 0,6 |
| | Урожайность, т/га (прогноз) | | | | | | | | |
| Пастбище | 5,24 | 4,99 | 5,49 | 5,24 | 4,62 | 5,27 | 6,37 | 6,00 | 5,64 |
| Люцерна | 4,24 | 4,37 | 4,74 | 4,62 | 4,12 | 4,72 | 5,82 | 5,45 | 5,08 |
| Пар | 1,62 | 1,74 | 2,24 | 2,37 | 2,49 | 2,69 | 4,35 | 3,79 | 2,69 |
| | Урожай, т (прогноз) | | | | | | | | |
| Пастбище (13,9 га) | 72,8 | 69,4 | 76,3 | 72,8 | 64,2 | 73,2 | 88,6 | 83,4 | 78,3 |
| Люцерна (8,1 га) | 34,4 | 35,4 | 38,4 | 37,4 | 33,3 | 38,2 | 47,1 | 44,2 | 41,2 |
| Пар (39,5 га) | 63,9 | 68,8 | 88,6 | 93,5 | 98,4 | 106,3 | 171,7 | 149,9 | 106,3 |
| Итого | 171,1 | 173,6 | 203,3 | 203,7 | 195,9 | 217,7 | 307,4 | 277,5 | 225,8 |
| | Урожайность, т/га (факт) | | | | | | | | |
| Пастбище | 4,29 | | | | | | | | |
| Люцерна | 3,79 | | | | | | | | |
| Пар | 3,34 | | | | | | | | |
| | Урожай, т (факт) | | | | | | | | |
| Пастбище (13,9 га) | 59,6 | | | | | | | | |
| Люцерна (8,1 га) | 30,7 | | | | | | | | |
| Пар (39,5 га) | 131,9 | | | | | | | | |
| Итого | 222,2 | | | | | | | | |
| | Отклонение прогноза урожайности от факта, т/га | | | | | | | | |
| Пастбище | 0,96 | 0,71 | 1,21 | 0,96 | 0,33 | 0,98 | 2,09 | 1,72 | 1,35 |
| Люцерна | 0,45 | 0,57 | 0,95 | 0,82 | 0,32 | 0,92 | 2,03 | 1,66 | 1,29 |
| Пар | -1,72 | -1,60 | -1,10 | -0,97 | -0,85 | -0,65 | 1,01 | 0,45 | -0,65 |
| | Отклонение прогноза урожайности от факта, % | | | | | | | | |
| Пастбище | 22,3 | 16,5 | 28,1 | 22,3 | 7,7 | 22,9 | 48,7 | 40,1 | 31,5 |
| Люцерна | 11,8 | 15,1 | 25,0 | 21,7 | 8,5 | 24,3 | 53,4 | 43,7 | 34,0 |
| Пар | -51,6 | -47,8 | -32,9 | -29,1 | -25,4 | -19,4 | 30,1 | 13,6 | -19,4 |
| | Отклонение прогноза урожая от факта, т | | | | | | | | |
| Пастбище | 13,3 | 9,8 | 16,8 | 13,3 | 4,6 | 13,6 | 29,0 | 23,9 | 18,8 |
| Люцерна | 3,6 | 4,6 | 7,7 | 6,7 | 2,6 | 7,5 | 16,4 | 13,4 | 10,5 |
| Пар | -68,0 | -63,1 | -43,4 | -38,4 | -33,5 | -25,7 | 39,8 | 18,0 | -25,7 |
| Итого | -51,1 | -48,7 | -18,9 | -18,5 | -26,3 | -4,5 | 85,2 | 55,3 | 3,6 |
| | Отклонение прогноза урожая от факта, % | | | | | | | | |
| Пастбище | 22,3 | 16,5 | 28,1 | 22,3 | 7,7 | 22,9 | 48,7 | 40,1 | 31,5 |
| Люцерна | 11,8 | 15,1 | 25,0 | 21,7 | 8,5 | 24,3 | 53,4 | 43,7 | 34,0 |
| Пар | -51,6 | -47,8 | -32,9 | -29,1 | -25,4 | -19,4 | 30,1 | 13,6 | -19,4 |
| Итого | -23,0 | -21,9 | -8,5 | -8,3 | -11,8 | -2,0 | 38,3 | 24,9 | 1,6 |

Из таблицы видно, что для посевов пшеницы характерен рост NDVI к моменту развития флагового листа и медленное понижение в процессе перехода к следующим фазам. Однако на дату 03.05.19 можно заметить снижение значений вегетационного индекса, вследствие проведения гербицидной обработки – подавления развития сорной растительности и незначительного угнетения культуры.

По данным были рассчитаны отклонения фактических значений урожая и урожайности озимой пшеницы по различным предшественникам в абсолютных и относительных единицах.

Отклонение прогноза урожайности озимой пшеницы от фактических значений изменялось по разным вариантам предшественника и датам спутникового мониторинга от -1,72 до 2,09 т/га и -51,6 до 53,4 %.

По вариантам предшественника средние величины отклонений следующие: пастбище (0,74...1,55, т/га; 17,2...36,1, %), люцерна (0,55...1,43, т/га; 15,0...37,9, %), пар (-1,34...0,03 т/га; -40,1...0,29, %).

Отклонение прогноза валового сбора зерна озимой пшеницы составляет по разным вариантам и датам спутникового мониторинга от -51,1 до 85,2 т, -23,0...38,3, %, соответственно.

В связи с недостаточным количеством вариантов учета урожайности статистические данные по вариантам опыта (дата прогнозирования) не были приведены: стандартная ошибка 4-хкратно превышает среднее.

Выводы. Использование индекса NDVI для мониторинга и прогнозирования развития посевов озимой пшеницы обладает огромным потенциалом, однако существует ряд ограничений, которые не позволяют универсально использовать вегетационный индекс. Одним из таких ограничений для использования NDVI, как и для другой информации ДЗЗ является то, что мы не знаем конкретную причину изменения значений индекса. Вегетационный индекс сильно зависит от развития сорного компонента, почвы, освещенности, а также изменений в технологии возделывания.

Так, эмпирическая формула взаимосвязи урожайности озимой пшеницы с индексом NDVI в условиях интенсивной технологии возделывания на дерново-подзолистой почве, полученная по результатам опыта на полигоне центра точного земледелия РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, не может быть применена к отличающимся условиям Ростовской области и другой технологии возделывания. Сильные расхождения в прогнозных и фактических значениях урожайности это подтверждают. Следует отметить, что более благоприятные для озимой пшеницы условия развития, после предшественников – пастбище и люцерна уменьшают ошибку прогноза, так как значения NDVI в таких условиях приближается к тем значениям, в которых создавалась модель. Значимость влияния агроэкологических условий местности и технологии возделывания требует отдельного изучения.

Для условия юго-востока Ростовской области требуется разработка отдельной модели зависимости индекса NDVI и урожайности озимой пшеницы с учетом технологии возделывания, применяемой в хозяйстве.

Библиографический список

1. Шинкаренко, С.С., Малышко, Е.А. Технологии спутникового мониторинга состояния посевов / С.С. Шинкаренко, Е.А. Малышко // Научно-агрономический журнал. – 2019. – №1(104). – С. 17-20.
2. Basso, B. Liu, L. Seasonal crop yield forecast: Methods, applications, and accuracies / B. Basso, L. Liu // Advances in Agronomy. – 2019. – Vol. 154. – P. 201-255.
3. Железова, С.В., Березовский, Е.В. Использование прибора GreenSeeker® RT200 для мониторинга посевов озимой пшеницы при разных технологиях возделывания / С.В. Железова, Е.В. Березовский // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – №1. – С. 56-60.
4. Franch, B. Vermote, E.F. Remote sensing based yield monitoring: Application to winter wheat in United States and Ukraine / B. Franch, E.F. Vermote // Int J Appl Earth Obs Geoinformation. – 2019. – №76. – P. 112-127.
5. Ананьев, А.А. Применение оптических сенсоров и беспилотной аэрофотосъемки для мониторинга посевов в полевом опыте центра точного земледелия // А.А. Ананьев. – Выпускная квалификационная работа (ВКР). Москва, 2016. – 62 с.

УДК 633.111.1:528.835

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ПЕСЧАНОКОПСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Яловенко Ольга Владимировна, аспирант кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
olyayalovenko@gmail.com*

*Дронова Елена Александровна, доцент кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
edronova@rgau-msha.ru*

***Аннотация:** Проведена оценка современных тенденций изменения климата по данным наблюдений на территории Песчанокопского района Ростовской области и прилегающих территориях (административных районов Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев, а также Республики Калмыкии) за период с 1998 по 2017 гг.*

***Ключевые слова:** динамика изменений, средняя температура воздуха, сумма осадков, климатические показатели.*

По оценкам ученых Ростовская область входит в число российских регионов с наивысшим индексом погодно-климатического риска. Процесс опустынивания затронул уже более 5 млн гектаров земли в Ростовской области,