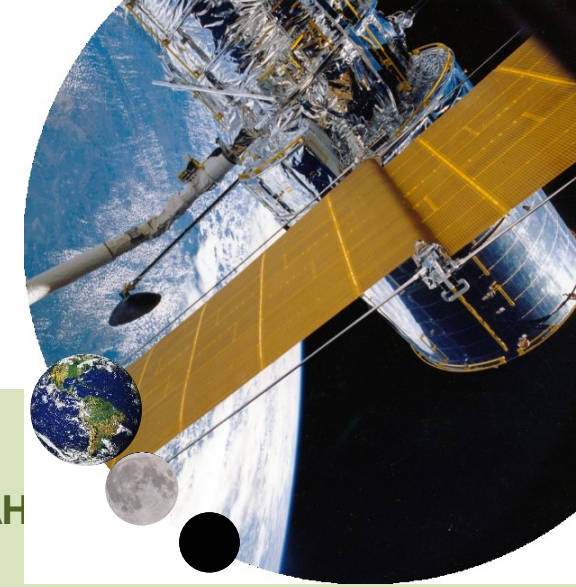
Всероссийский НИИ
сельскохозяйственной метеорологии

2026



ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАН
ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»

Оценка вклада агрометеорологических и спутниковых предикторов в изменение формирования ожидаемой урожайности зерновых культур за декаду

А.Д. Клещенко, О.В. Савицкая
ФГБУ «ВНИИСХМ», г. Обнинск

Основные разделы доклада

Метод вклада агрометеорологических и спутниковых предикторов в изменение формирования ожидаемой урожайности зерновых культур за декаду

01	02	03	04
Исходные данные	**Карты и диаграммы**	**Междекадные изменения**	**Вклад факторов**
Методы обработки входной информации и её хранения.	Карты распределения и диаграммы динамики спутниковых и метеорологических параметров по районам в течение вегетационного периода.	Оценка разностей агрометеорологических, спутниковых параметров и ожидаемой урожайности озимой пшеницы: текущая декада относительно предыдущей.	Ежедекадная количественная оценка вклада каждой группы показателей в ожидаемую урожайность.

ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Спутниковые индексы: NDVI, VCI, VCNI

VIIRS, 375 м - ФГБУ «НИЦ «Планета»; MODIS, 250 м - ИКИ РАН, сервис ВЕГА-Science

$$NDVI = \frac{ИК - К}{ИК + К} \qquad VCI_i = \frac{100 * (NDVI_i - NDVI_{min})}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \qquad VCNI_i = \frac{NDVI_i - NDVI_{сред}}{NDVI_{сред}}$$

Метеорологические данные

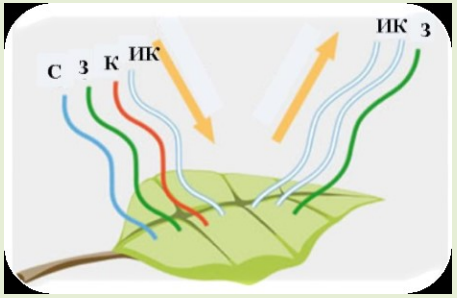
Декадные значения по наблюдениям на гидрометеорологических станциях Росгидромета

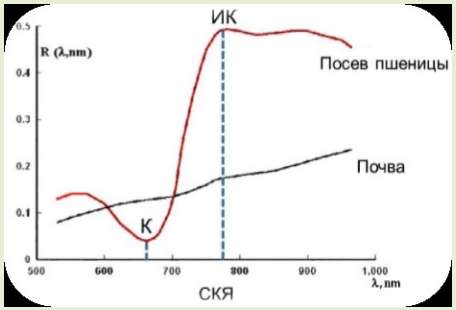
- Температура воздуха
- Отклонение температуры от нормы
- Осадки, мм
- Осадки, % от нормы
- ГТК
- Дефицит влажности воздуха
- Запасы влаги: 0–20, 0–50, 0–100 см

Статистика урожайности

Средняя районная урожайность озимой пшеницы (Росстат), ряды с 2012 г. по 2026 г.

Физические основы





ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС



БАЗА ДАННЫХ

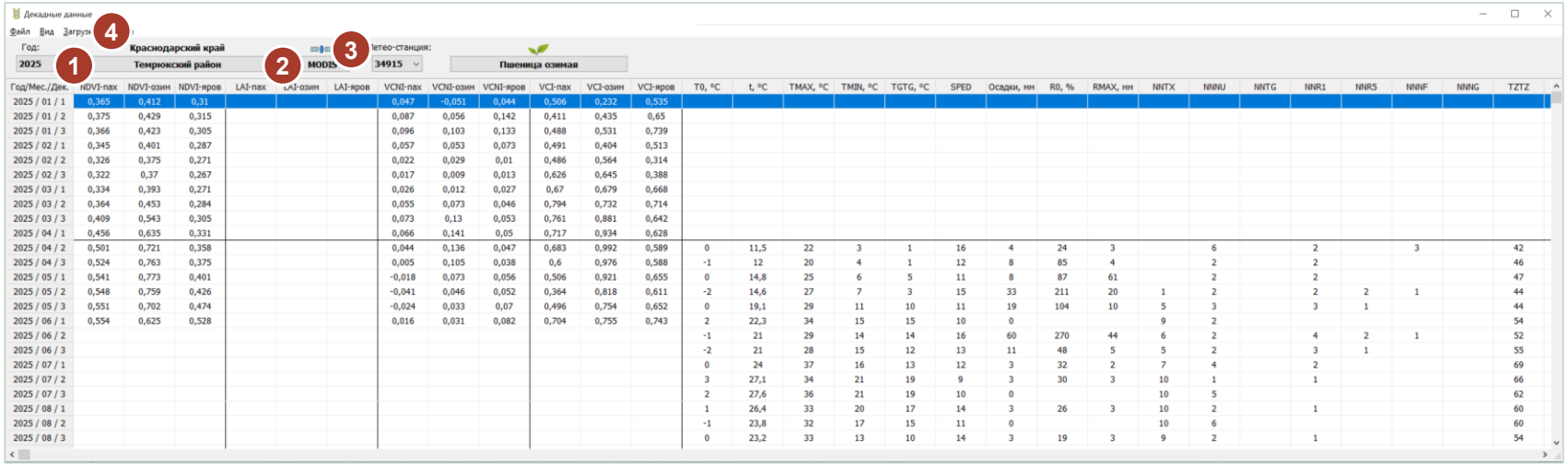
12 мес.
Загрузка данных за весь календарный год

2012–2026
Многолетние ряды данных за 15 лет

интерполяция
Метод обратных взвешенных квадратов расстояний

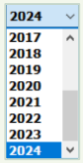
Окно «Декадные данные»: все показатели района по декадам в одной таблице

Спутниковые индексы (NDVI, VCNI, VCI) | Метеорологические параметры



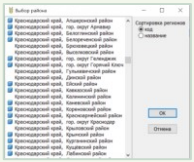
Год/Мес./Дек.	NDVI-пах	NDVI-озим	NDVI-яров	LAI-пах	LAI-озим	LAI-яров	VCNI-пах	VCNI-озим	VCNI-яров	VCI-пах	VCI-озим	VCI-яров	T0, °C	t, °C	TMAX, °C	TMIN, °C	TGTG, °C	SPED	Осадки, мм	R0, %	RMAX, мм	NNTX	NNNU	NNTG	NNR1	NNR5	NNNF	NNNG	TZTZ
2025 / 01 / 1	0,365	0,412	0,31				0,047	-0,051	0,044	0,506	0,232	0,535																	
2025 / 01 / 2	0,375	0,429	0,315				0,087	0,056	0,142	0,411	0,435	0,65																	
2025 / 01 / 3	0,366	0,423	0,305				0,096	0,103	0,133	0,488	0,531	0,739																	
2025 / 02 / 1	0,345	0,401	0,287				0,057	0,053	0,073	0,491	0,404	0,513																	
2025 / 02 / 2	0,326	0,375	0,271				0,022	0,029	0,01	0,486	0,564	0,314																	
2025 / 02 / 3	0,322	0,37	0,267				0,017	0,009	0,013	0,626	0,645	0,388																	
2025 / 03 / 1	0,334	0,393	0,271				0,026	0,012	0,027	0,67	0,679	0,668																	
2025 / 03 / 2	0,364	0,453	0,284				0,055	0,073	0,046	0,794	0,732	0,714																	
2025 / 03 / 3	0,409	0,543	0,305				0,073	0,13	0,053	0,761	0,881	0,642																	
2025 / 04 / 1	0,456	0,635	0,331				0,066	0,141	0,05	0,717	0,934	0,628																	
2025 / 04 / 2	0,501	0,721	0,358				0,044	0,136	0,047	0,683	0,992	0,589	0	11,5	22	3	1	16	4	24	3		6		2		3		42
2025 / 04 / 3	0,524	0,763	0,375				0,005	0,105	0,038	0,6	0,976	0,588	-1	12	20	4	1	12	8	85	4		2		2				46
2025 / 05 / 1	0,541	0,773	0,401				-0,018	0,073	0,056	0,506	0,921	0,655	0	14,8	25	6	5	11	8	87	61		2		2				47
2025 / 05 / 2	0,548	0,759	0,426				-0,041	0,046	0,052	0,364	0,818	0,611	-2	14,6	27	7	3	15	33	211	20	1	2		2	2	1		44
2025 / 05 / 3	0,551	0,702	0,474				-0,024	0,033	0,07	0,496	0,754	0,652	0	19,1	29	11	10	11	19	104	10	5	3		3	1			44
2025 / 06 / 1	0,554	0,625	0,528				0,016	0,031	0,082	0,704	0,755	0,743	2	22,3	34	15	15	10	0			9	2						54
2025 / 06 / 2													-1	21	29	14	14	16	60	270	44	6	2		4	2	1		52
2025 / 06 / 3													-2	21	28	15	12	13	11	48	5	5	2		3	1			55
2025 / 07 / 1													0	24	37	16	13	12	3	32	2	7	4		2				69
2025 / 07 / 2													3	27,1	34	21	19	9	3	30	3	10	1		1				66
2025 / 07 / 3													2	27,6	36	21	19	10	0			10	5						62
2025 / 08 / 1													1	26,4	33	20	17	14	3	26	3	10	2		1				60
2025 / 08 / 2													-1	23,8	32	17	15	11	0			10	6						60
2025 / 08 / 3													0	23,2	33	13	10	14	3	19	3	9	2		1				54

1



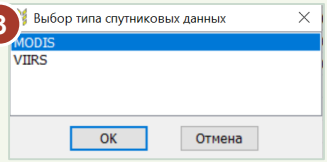
Выбор года

2



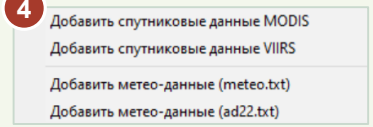
Выбор района

3



Тип спутниковых данных

4



Загрузка MODIS, VIIRS, метео

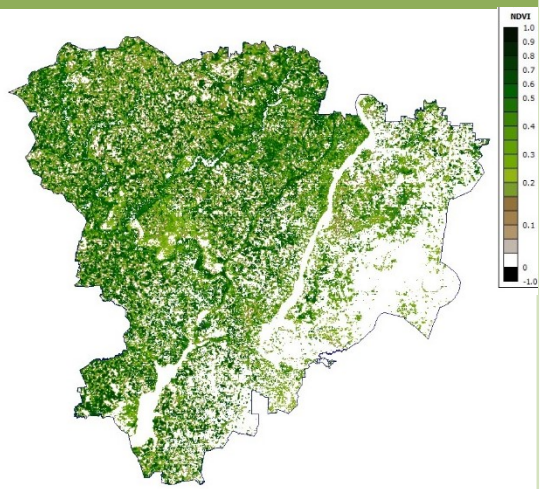
Спутниковые индексы состояния посевов

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ · VIIRS, 375 М · 2026

Волгоградская область· III декада мая 2026 г.

NDVI

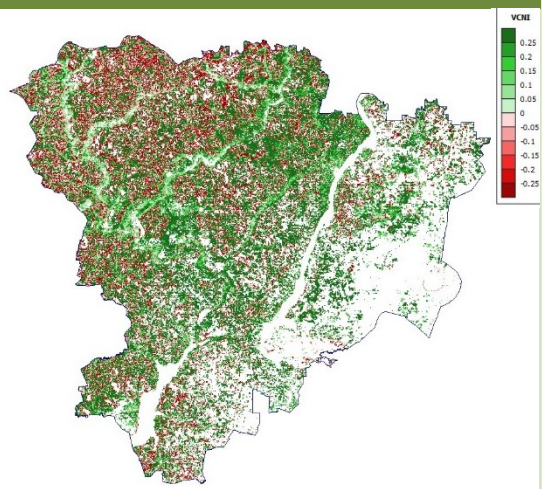
Нормализованный разностный вегетационный индекс



Наиболее информативен в период активной вегетации

VCNI

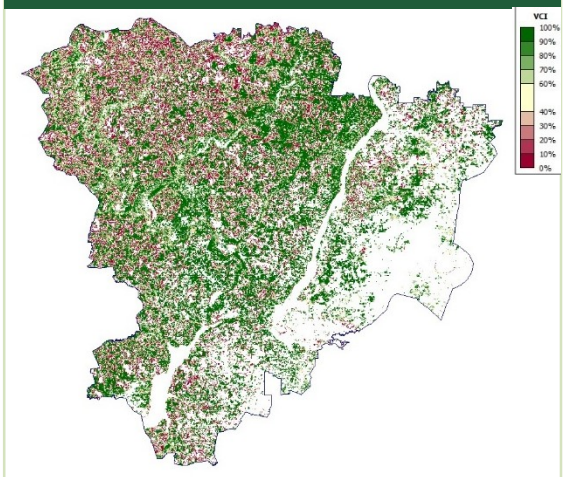
Отклонение NDVI от среднего



Выявляет аномалии развития: красным - посевы хуже обычного для этого периода

VCI

Индекс состояния растительности

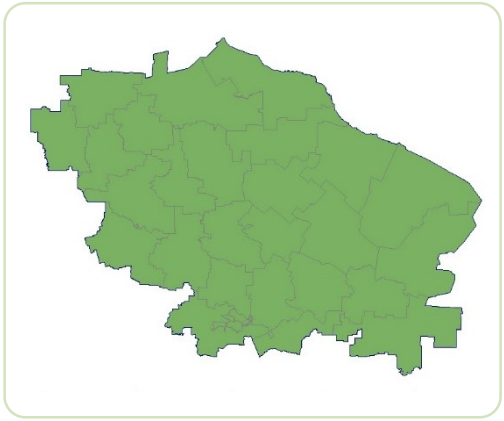
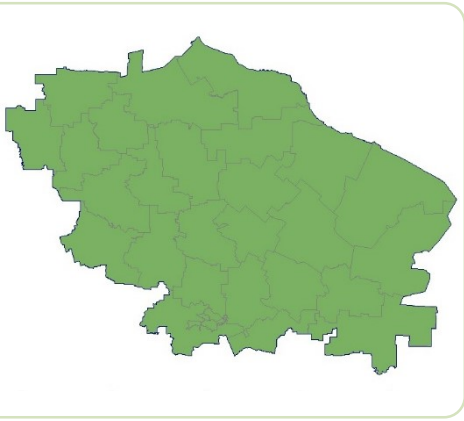
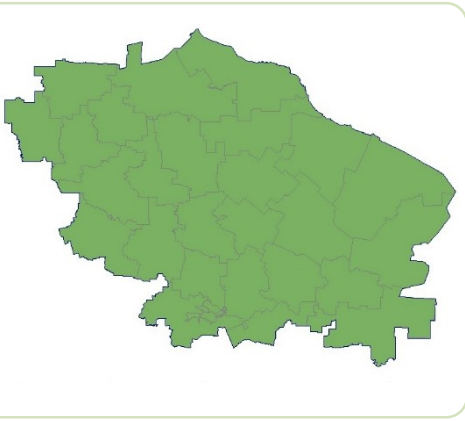
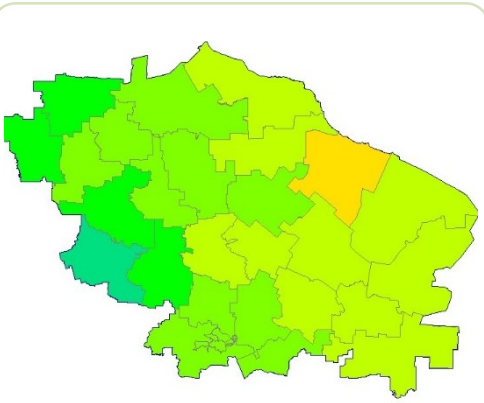
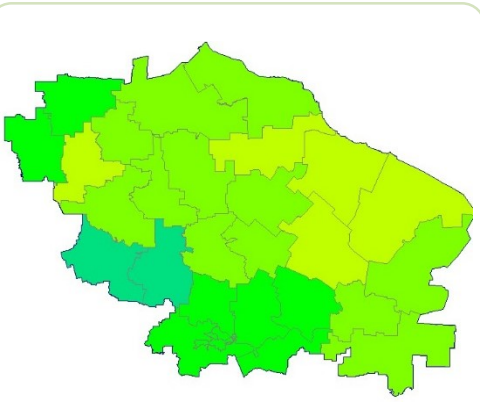
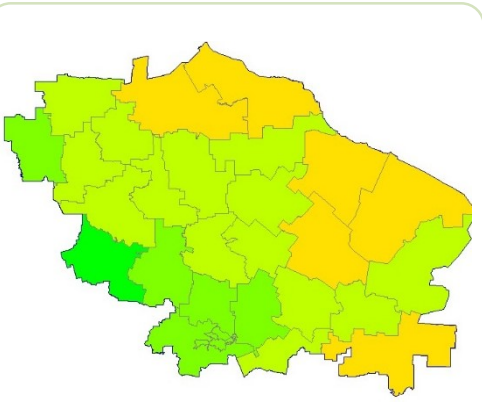


Положение NDVI между многолетними минимумом и максимумом, %: низкие значения - признак стресса

Участки с пониженными значениями индексов указывают на стрессовые условия для посевов

УСЛОВИЯ УВЛАЖНЕНИЯ

Ставропольский край· II декада мая — I декада июня 2026 г.

	1 II декада мая	2 III декада мая	3 I декада июня
ГТК Селянинова			
Запасы влаги слой 0–20 см, мм			

ГТК

< 0,4 | 0,4–0,7 | > 0,7

Запасы влаги, мм

< 10 | 10–20 | 20–30 | 30–40 | 40–50 | 50–60 | 60–70 | 70–80 | 80–90 | > 90

Наземные наблюдения сети Росгидромета · расчёт по районам

МЕТОДЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ СПУТНИКОВОЙ И НАЗЕМНОЙ ИНФОРМАЦИИ

ВХОД — Спутниковые индексы NDVI, VCI, VCNI; Метеорологические параметры

1 Регрессионный анализ + 2 Метод главных компонент

Модели зависимости средней районной урожайности озимой пшеницы от спутниковых и метеорологических параметров

линейные связи

Применяется вместе с регрессией: устраняет мультиколлинеарность - взаимозависимость исходных переменных

вместе с регрессией

3 Нейронная сеть

Обучается на наблюдаемых примерах и воспроизводит сложные нелинейные связи урожайности с параметрами

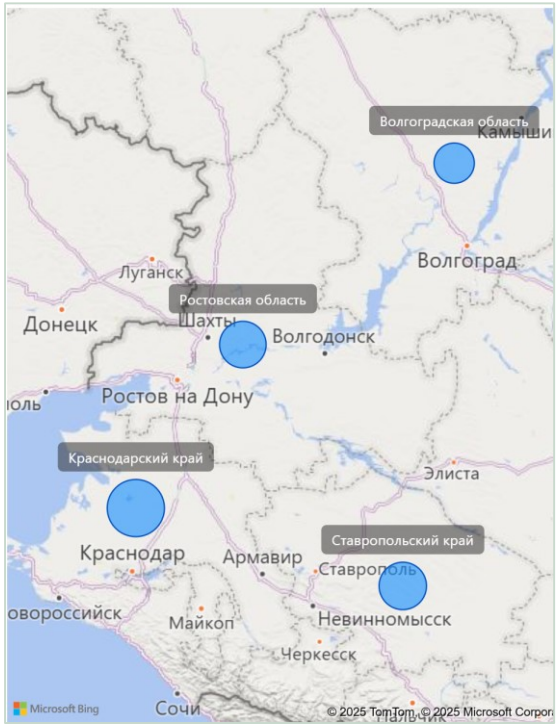
нелинейные связи

РЕЗУЛЬТАТ ожидаемая средняя районная урожайность озимой пшеницы

ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, 2025 Г.

Расчёт на II декаду мая в сравнении с фактической урожайностью

Субъекты расчёта



Точность расчёта для Северо-Кавказского УГМС

2,9 %
относительная ошибка

1,0 ц/га
абсолютная ошибка

Ожидаемая и фактическая урожайность по районам, ц/га

Муниципальный район	Ожидаемая урожайность	Фактическая урожайность	Абсолютная ошибка
Абинский	55,5	49,8	5,7
Азовский район	40,0	47,4	-7,4
Аксайский район	38,7	43,5	-4,8
Александровский	34,0	31,1	2,9
Алексеевский	32,7	32,1	0,6
Андроповский	30,0	25,9	4,1
Апанасенковский	42,1	37,0	5,1
Арзгирский	28,4	22,4	6,0
Багаевский район	40,2	46,4	-6,2
Белоглинский	57,6	56,8	0,8
Белокалитвинский район	32,2	33,7	-1,5
Белореченский	48,6	45,7	2,9
Благодарненский	35,0	27,8	7,2
Боковский район	35,2	35,1	0,1
Брюховецкий	64,1	59,9	4,2
Буденновский	36,0	29,7	6,3
Быковский	20,8	18,5	2,3
Верхнедонской район	33,1	34,9	-1,8
Веселовский район	40,9	45,1	-4,2
Волгодонской район	31,0	36,3	-5,3
Выселковский	65,6	62,0	3,6
Георгиевский	35,9	33,4	2,5
Городищенский	22,6	22,8	-0,2
Грачёвский	39,5	33,4	6,1
Гулькевичский	71,3	65,4	5,9
Даниловский	30,4	28,3	2,1
Динской	67,2	60,3	6,9
Дубовский	26,1	23,4	2,7
Дубовский район	36,0	34,5	1,5
Егорлыкский район	45,7	47,6	-1,9
Ейский	55,3	55,3	0,0
Еланский	39,6	39,6	0,0
Жирновский	30,0	27,9	2,1

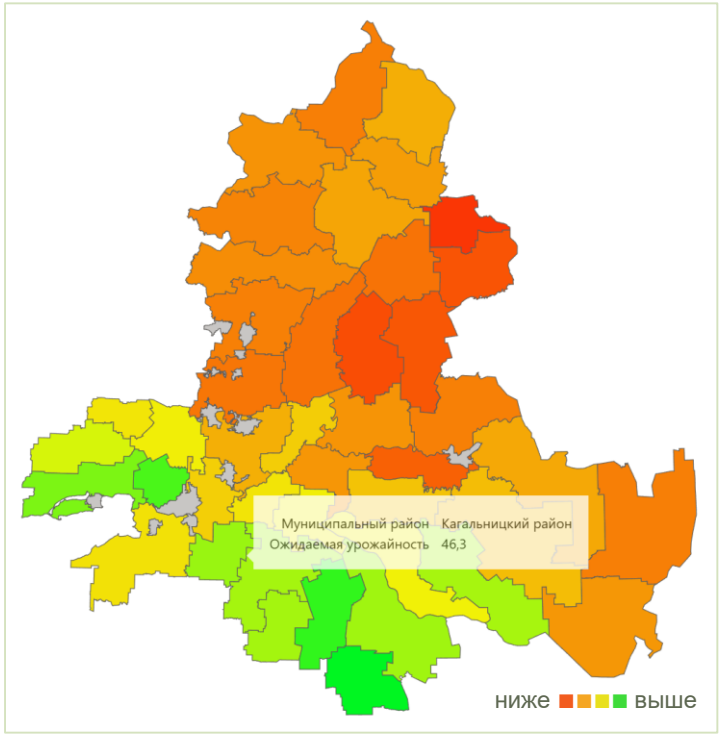
Средняя по субъекту, ц/га



ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ, 2025 Г.

Ростовская область · озимая пшеница · расчёт на II декаду мая в сравнении с фактической урожайностью

Ожидаемая урожайность по районам



Точность расчёта по области

−4,8 %
относительная ошибка

−2,1 ц/га
абсолютная ошибка

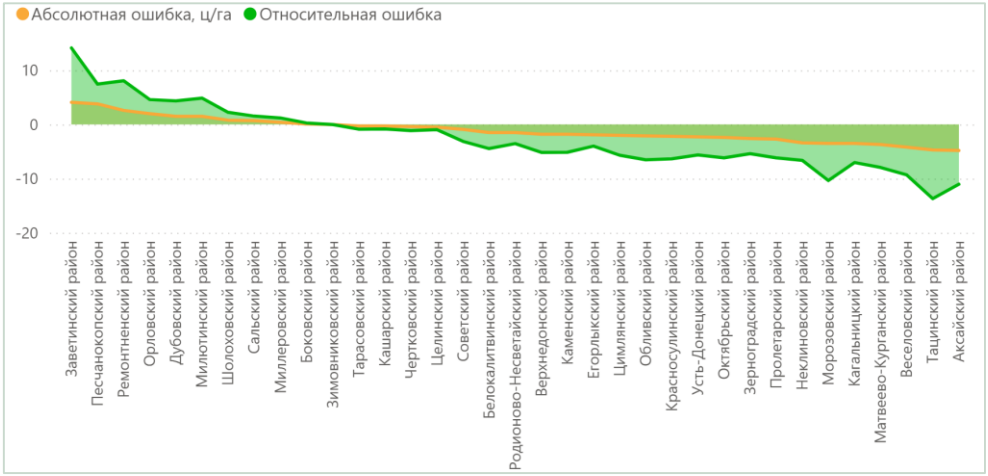
Ожидаемая и фактическая урожайность по районам, ц/га

Муниципальный район	Ожидаемая урожайность	Фактическая урожайность	Абсолютная ошибка
Азовский район	40,0	47,4	-7,4
Аксайский район	38,7	43,5	-4,8
Багаевский район	40,2	46,4	-6,2
Белокалитвинский район	32,2	33,7	-1,5
Боковский район	35,2	35,1	0,1
Верхнедонской район	33,1	34,9	-1,8
Веселовский район	40,9	45,1	-4,2
Волгодонской район	31,0	36,3	-5,3
Дубовский район	36,0	34,5	1,5
Егорлыкский район	45,7	47,6	-1,9
Заветинский район	33,1	29,0	4,1
Зерноградский район	45,6	48,2	-2,6
Зимовниковский район	37,5	37,5	0,0

Абсолютная ошибка

- ожидаемая ниже фактической
- ожидаемая выше или равна фактической

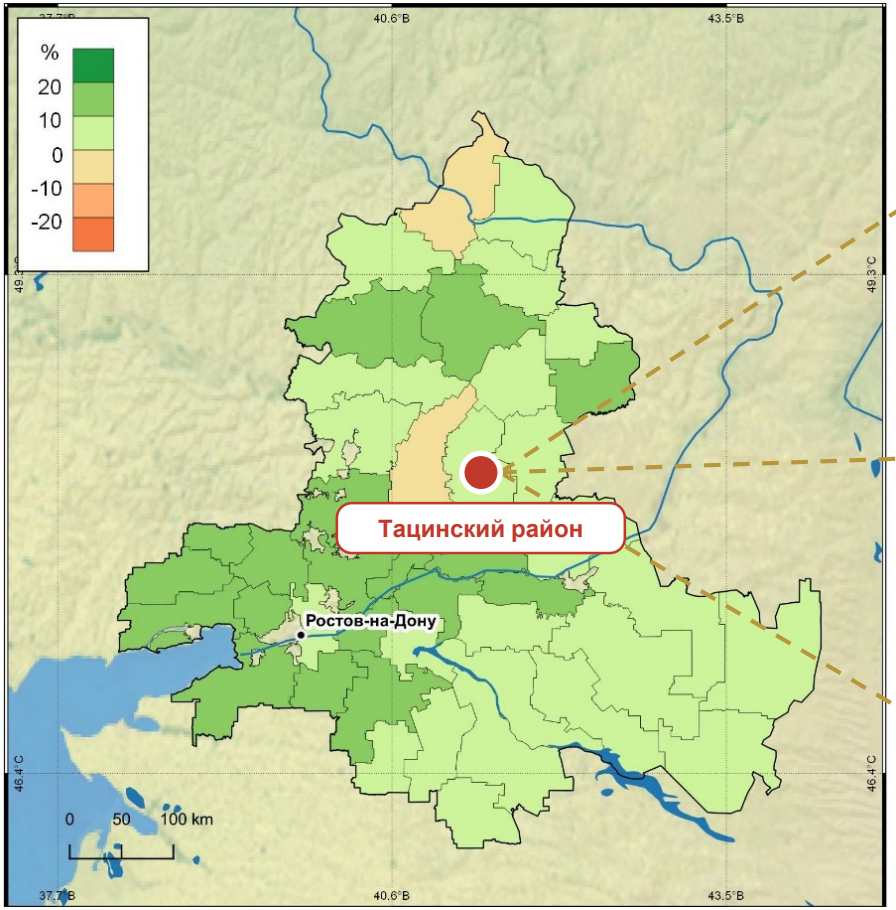
Ошибка расчёта по районам: абсолютная, ц/га, и относительная, %



МЕТОД ОЦЕНКИ ВКЛАДА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И СПУТНИКОВЫХ ПРЕДИКТОРОВ В ИЗМЕНЕНИЕ ОЖИДАЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ ЗА ДЕКАДУ

2026 год, Ожидаемая урожайность, % от средней за 5 лет

озимая пшеница · Ростовская область · I декада июня



Для выбранного района доступны

Аналитические диаграммы

Динамика спутниковых и наземных агрометеорологических параметров района за вегетационный период

Вклад декады

Количественная оценка вклада агрометеорологических условий текущей декады в ожидаемую урожайность

Опасные агрометеорологические явления

Оценка ОАЯ по району

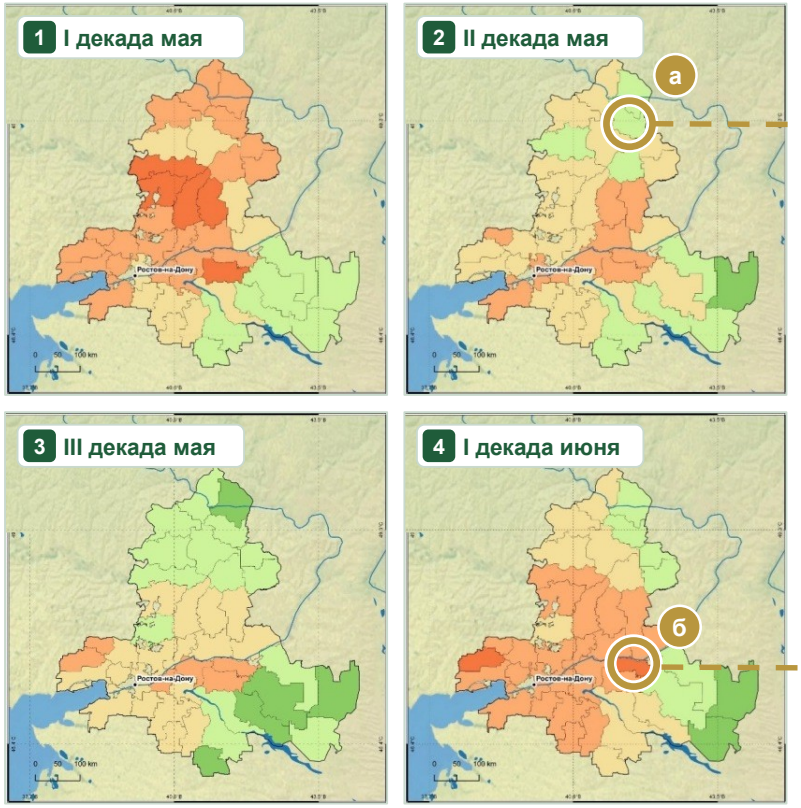
АНАЛИТИЧЕСКИЕ ДИАГРАММЫ

2025 год, Ожидаемая урожайность озимой пшеницы (%) по декадам относительно средней урожайности за последние 5 лет

Ростовская область

1 Карта ожидаемой урожайности расчёт каждую декаду

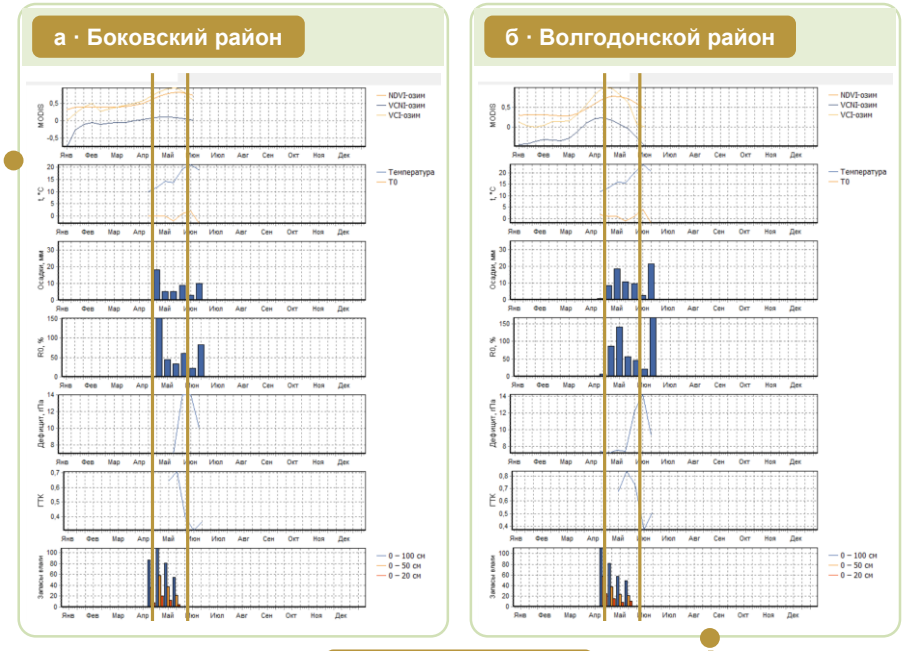
I мая — II мая — III мая — I июня



Отклонение, %

< −20 | −20…−10 | −10…0 | 0…10 | 10…20 | > 20

2 Графики по выбранным районам



период наблюдений

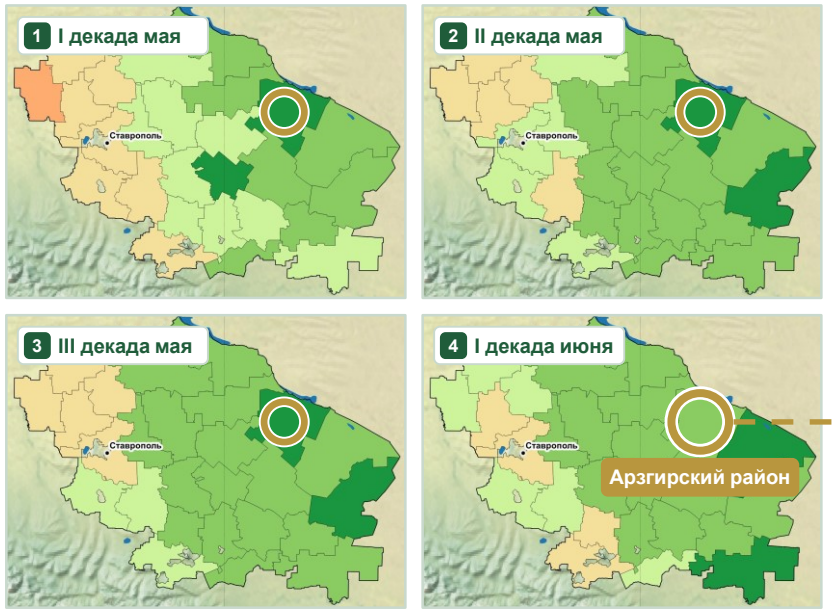
а — Боковский район, б — Волгодонской район

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ДИАГРАММЫ

2026 год, Ожидаемая урожайность озимой пшеницы (%) по декадам относительно средней урожайности за последние 5 лет
Ставропольский край

1 Карта ожидаемой урожайности расчёт каждую декаду

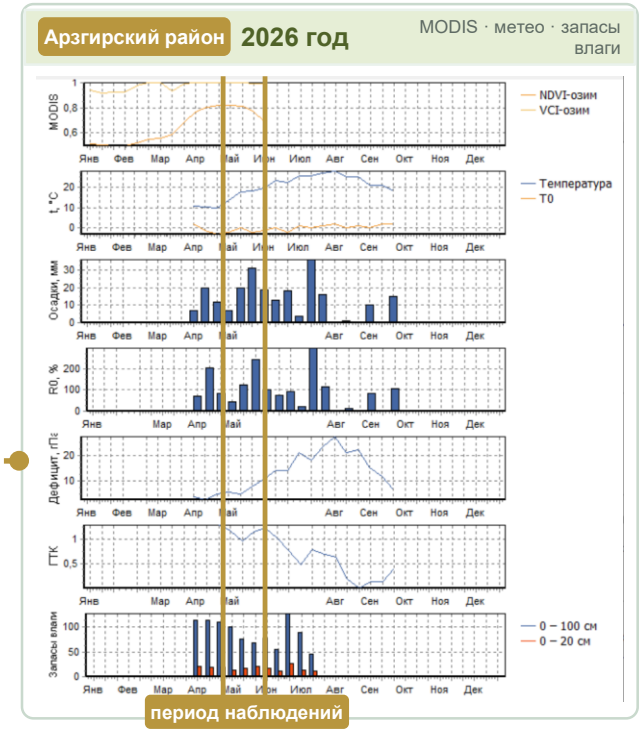
I мая — II мая — III мая — I июня



Отклонение, %

< −20 | −20…−10 | −10…0 | 0…10 | 10…20 | > 20

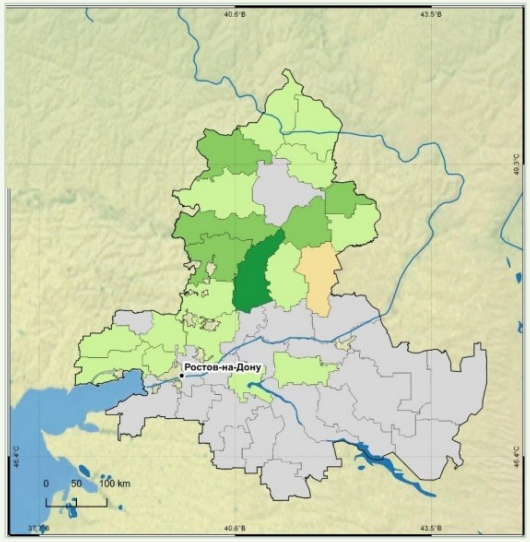
2 Графики по выбранному району



МЕЖДЕКАДНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОЖИДАЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ГТК, %

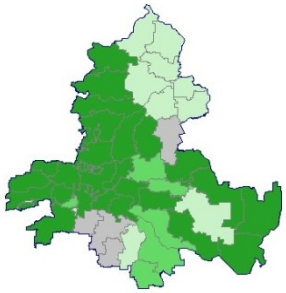
Ростовская область, 2025

1 II – I декада мая



ГТК

ГТК в основном вырос

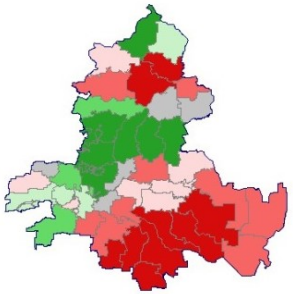


2 III – II декада мая

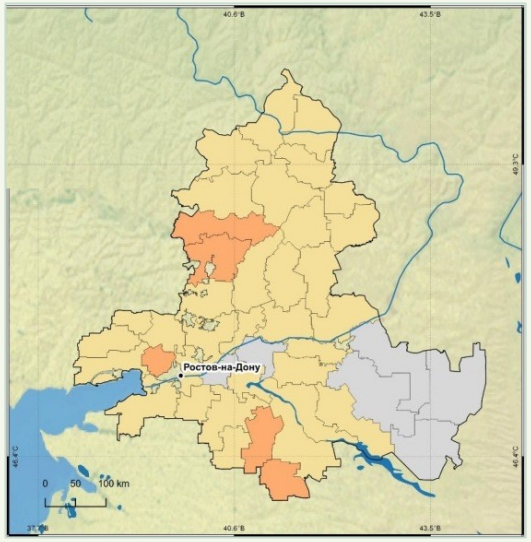


ГТК

Рост на севере и центре, снижение на юге

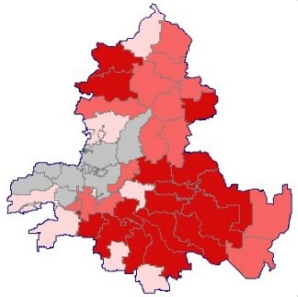


3 I июня – III мая



ГТК

ГТК в основном снизился



Урожайность, %

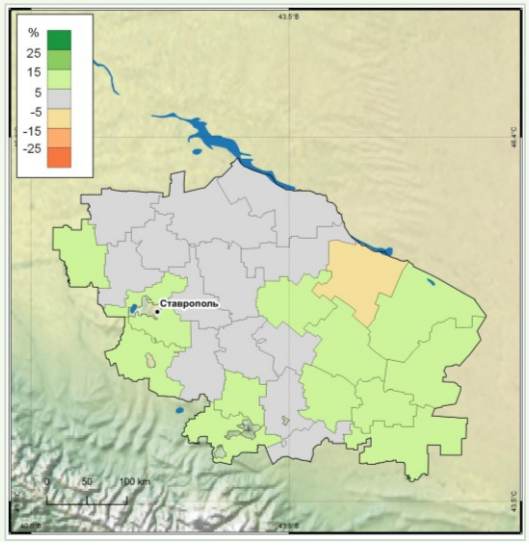
< −25	−25…−15	−15…−5	−5…5	5…15	15…25	> 25

ГТК: рост снижение

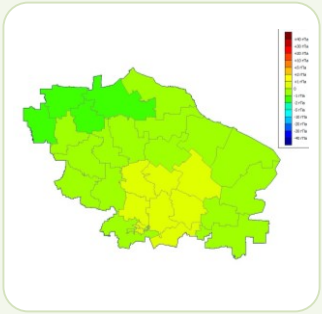
МЕЖДЕКАДНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОЖИДАЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ГТК, %

Ставропольский край, 2026

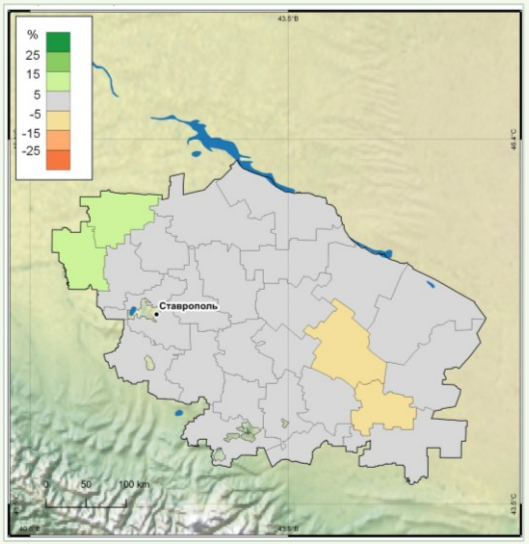
1 II − I декада мая



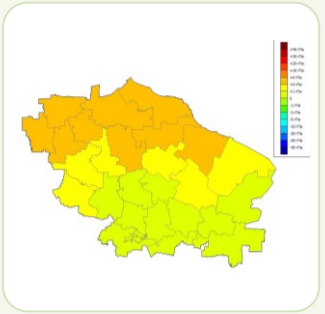
Дефицит влажности воздуха



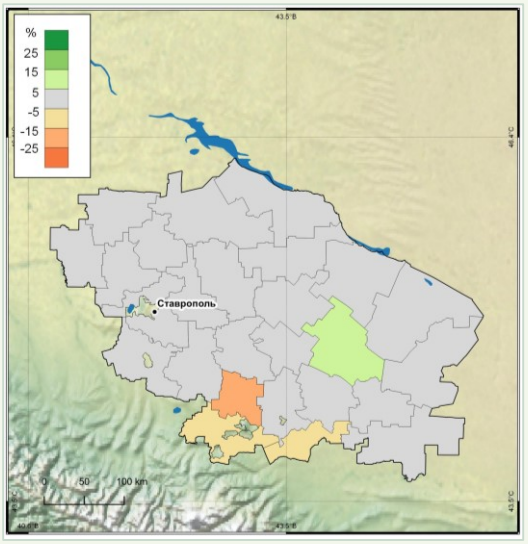
2 III − II декада мая



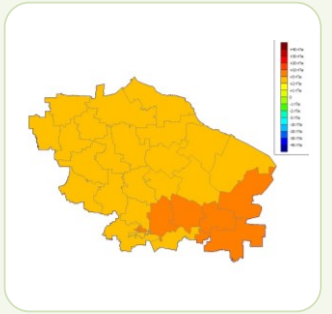
Дефицит влажности воздуха



3 I июня − III мая



Дефицит влажности воздуха



Урожайность, %

< −25 | −25…−15 | −15…−5 | −5…5 | 5…15 | 15…25 | > 25

Дефицит: снижение | рост

ВКЛАД ФАКТОРОВ ЗА ДЕКАДУ

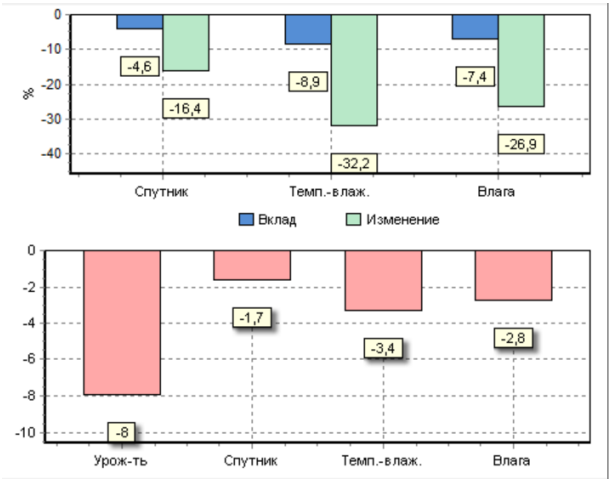
ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ · ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА · 2026

Снижение ожидаемой урожайности озимой пшеницы III декада мая относительно II декады мая 2026 г.

Все группы спутниковых и агрометеорологических показателей ухудшились

Кумылженский район
Волгоградская область

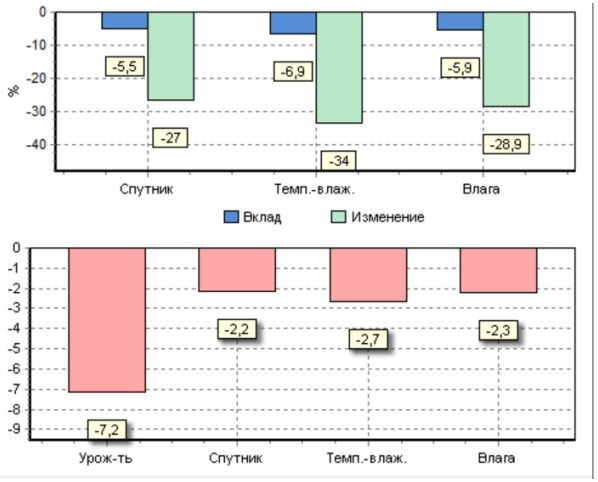
−8,0 ц/га
−20,9 %



Вверху — изменение и вклад групп факторов, %; внизу — вклад, ц/га

Серафимовичский район
Волгоградская область

−7,2 ц/га
−18,3 %



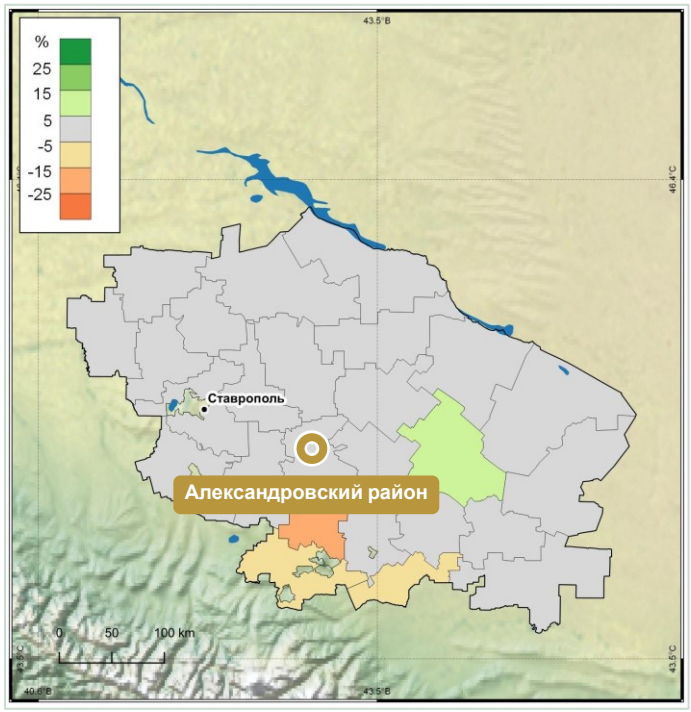
Вверху — изменение и вклад групп факторов, %; внизу — вклад, ц/га

Вывод. Условия ухудшились по всем группам показателей - спутниковому состоянию посевов, температурно-влажностному режиму и запасам почвенной влаги, - что и привело к снижению ожидаемой урожайности. Наибольший вклад - температурно-влажностные условия.

Вклад факторов в изменение ожидаемой урожайности

Ставропольский край · I декада июня относительно III декады мая 2026 г.

1 Изменение урожайности за декаду



2 Вклад групп факторов · Александровский район

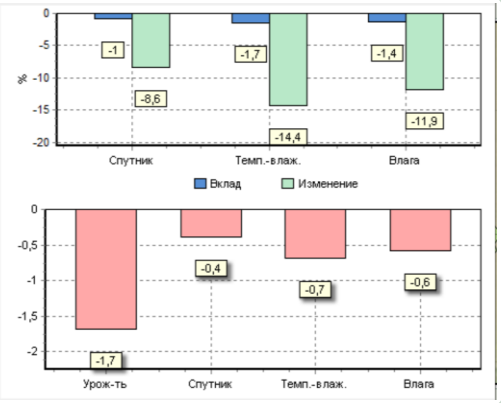
▼ −1,7 ц/га
−4,1 %
ожидаемая урожайность

−0,4 ц/га
Спутниковое состояние
−8,6 %

−0,7 ц/га
Темп.-влажн. условия
−14,4 %

−0,6 ц/га
Влага почвы
−11,9 %

	Тренд, %	Вклад, %	Вклад, ц/га
Прогноз. Урожайность	-4,1		
VCNI	-2		
VCI	-15,1		
Спутниковое состояние	-8,6	-1	-0,4
Дефицит х3 (-)	-22,2		
ГТК	-6,7		
Температ.-влажностн.	-14,4	-1,7	-0,7
ЗПВ в слое 0 – 100 см	-12,9		
ЗПВ в слое 0 – 50 см	-9,6		
ЗПВ в слое 0 – 20 см	-13,3		
Влага почвы	-11,9	-1,4	-0,6



Вывод. Все три группы факторов дали отрицательный вклад.

От данных к решениям: Метод позволяет

01

Динамика урожайности

Получать детализированную информацию о динамике формирования ожидаемой урожайности

02

Вклад декады

Ежедекадно представлять количественную оценку вклада агрометеорологических условий текущей декады в ожидаемую урожайность зерновых культур

03

Аномальные районы

Выявлять районы с аномальными условиями развития посевов

04

Рекомендации

Обеспечивает информационную основу для обоснованного планирования агротехнических мероприятий

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ