

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)
ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ (ВНИИСХМ)

**АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА:
КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИСКИ И АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ
ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РЕГИОНОВ**

В. Н. Павлова

Регионы с наибольшими посевными площадями пшеницы

№	Субъект РФ (республика, край, область)	Посевная площадь, тыс. га	Урожай- ность, ц/га (с посев. пл.)
яровая пшеница (40% валового сбора)			
1	Алтайский	1734	14,8
2	Омская	1417	15,0
3	Оренбургская	1173	7,9
4	Новосибирская	935	18,9
5	Челябинская	872	11,5
9	Татарстан	427	25,4
озимая пшеница (60% валового сбора)			
1	Ростовская	2846	38,4
2	Ставропольский	1796	35,2
3	Краснодарский	1584	58,9
4	Волгоградская	1420	27,1
5	Саратовская	1085	24,2
7	Курская	455	51,1

(средние значения за 2018-2022 гг.)

ВАЛОВЫЕ СБОРЫ В РОССИИ (млн т)

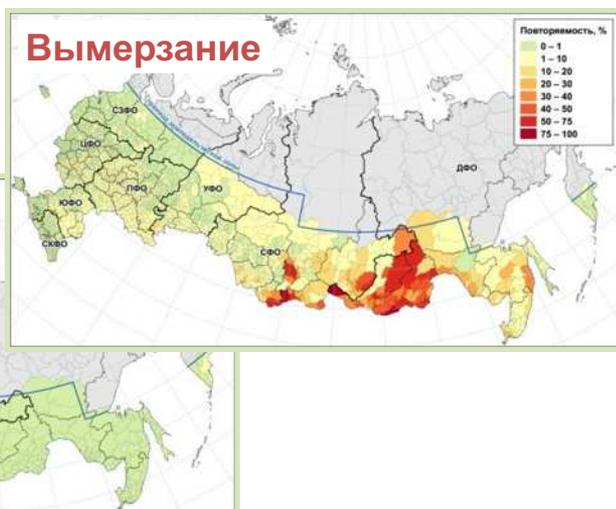
2010-2023 гг.



Материалы подготовлены по данным Росстата

ПОВТОРЯЕМОСТЬ ОПАСНЫХ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

по данным ежедневных наблюдений 3000 МС
за период 1984-2018 гг.



Опасные агрометеорологические явления в период вегетации с/х культур

Засушливые явления:

- засуха атмосферная
- суховей
- засуха почвенная
- сильная пыльная (песчаная) буря
- продолжительный бездождный период
- сильная жара
- аномально жаркая погода

Другие опасные явления:

- сильный ливень
- продолжительный сильный дождь
- переувлажнение почвы
- аномально влажная погода
- очень сильный ветер
- ураганный ветер
- крупный град
- вымерзание
- выпревание
- заморозок
- ледяная корка

МЕТОДОЛОГИЯ. Имитационная система «Климат-Почва-Урожай» (КПУ)

База данных

- метеорологические данные (месяц, декада, сутки)
- сценарии изменений климата в XXI веке
- водно-физические и агрохимические характеристики почвы



Моделирование с 1976 по 2023 г.

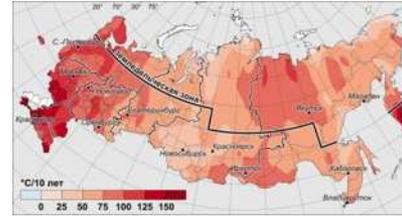
Элементы агротехнологий

- внесение удобрений
- поливы
- сорта

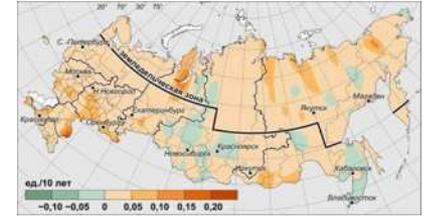
Неклиматические факторы

- концентрации CO₂
- окультуренность почвы

сумма температур >10 °C,
°C/10 лет



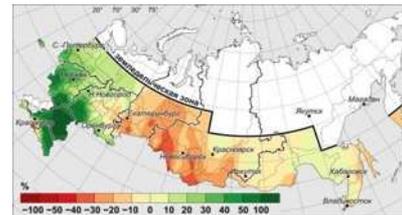
индекс сухости Будыко,
ед./10 лет



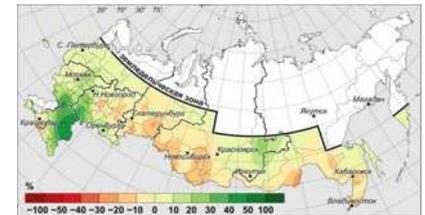
оценки линейных трендов, в ед./10 лет,
за 1976-2023 гг.



отклонения показателей продуктивности, %, в 2023 г. относительно 2018-2022 гг.



климатически обусловленная урожайность яровой пшеницы



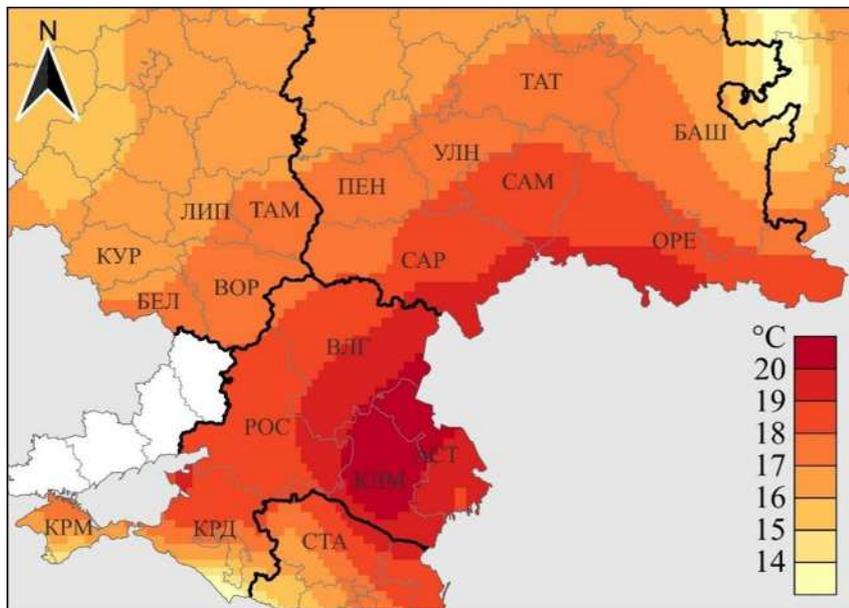
биоклиматический потенциал (БКП)

Изменение показателей термического режима за вегетационный период пшеницы в климатический период 1991-2020 гг. относительно 1961-1990 гг.

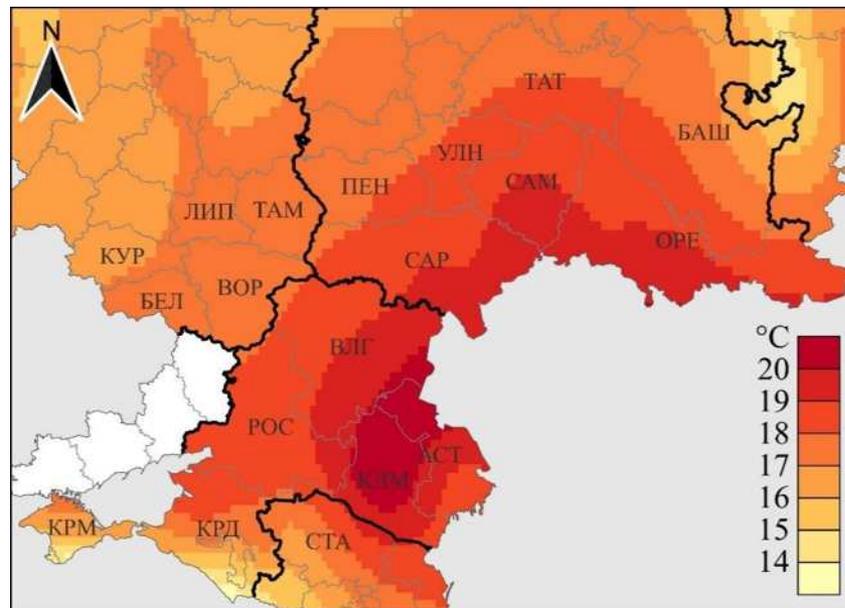
Регион	Средняя темп-ра воздуха (Т), °С		Сумма темп-р, °С, выше		Вегетационный период			
	январь	июль	5 °С	10 °С	яровая пшеница		озимая пшеница	
					дата всходов, сут.	дата уборки, сут.	дата всходов, сут.	дата уборки, сут.
ЦФО, юг	2,7	1,5	250	230	-5	-7	-5	-6
ПФО, юг	2,5	0,9	210	180	-3	-5	-3	-5
ЮФО	1,3	1,2	250	240	-7	-5	-6	-4

Средняя температура воздуха вегетационного периода яровой пшеницы

1961-1990



1991-2020



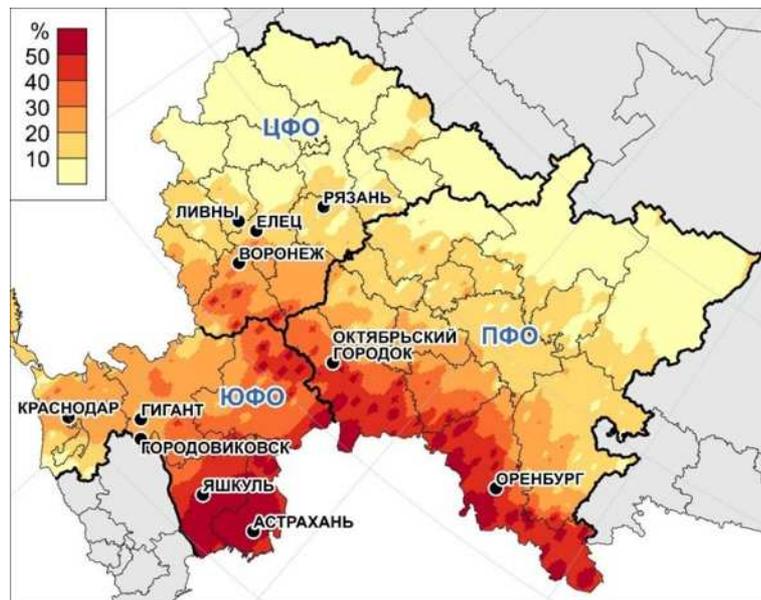
ОАЯ «ЗАСУХА АТМОСФЕРНАЯ»

Расчётный период: 1984-2018 гг.

Характеристики ОАЯ по отдельным метеостанциям

Метеостанция	Повторяемость, %	Продолжительность, сут.	
		средняя	макс. / год
Оренбург	69	50	111 / 2014
Астрахань	66	52	102 / 2010
Октябрьский городок	49	50	81 / 2014
Краснодар	37	43	73 / 2018
Воронеж	31	37	51 / 2014
Гигант	31	40	63 / 2014
Рязань	12	46	65 / 2010

Повторяемость ОАЯ (доля лет с событием, %)



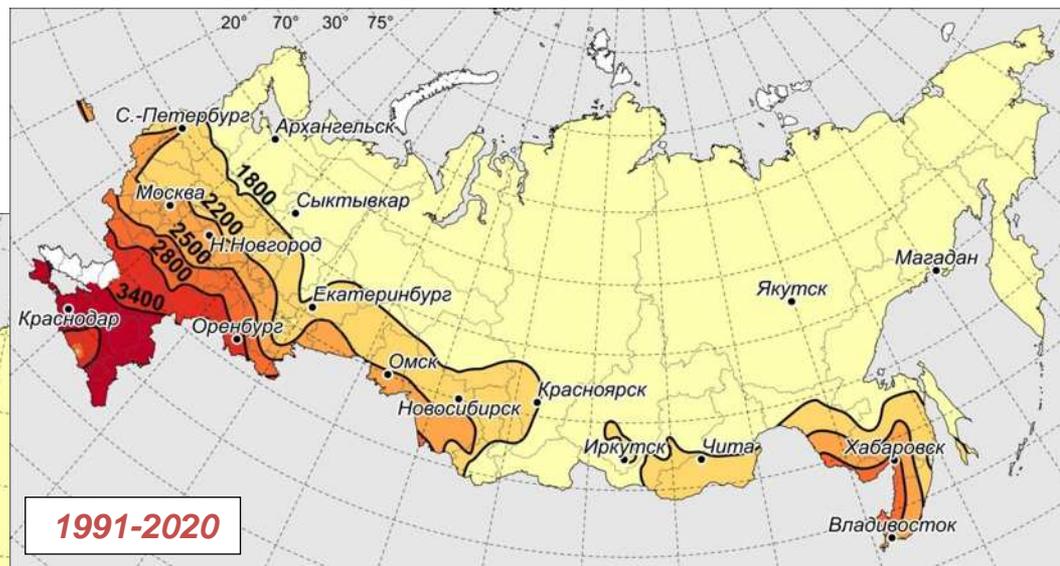
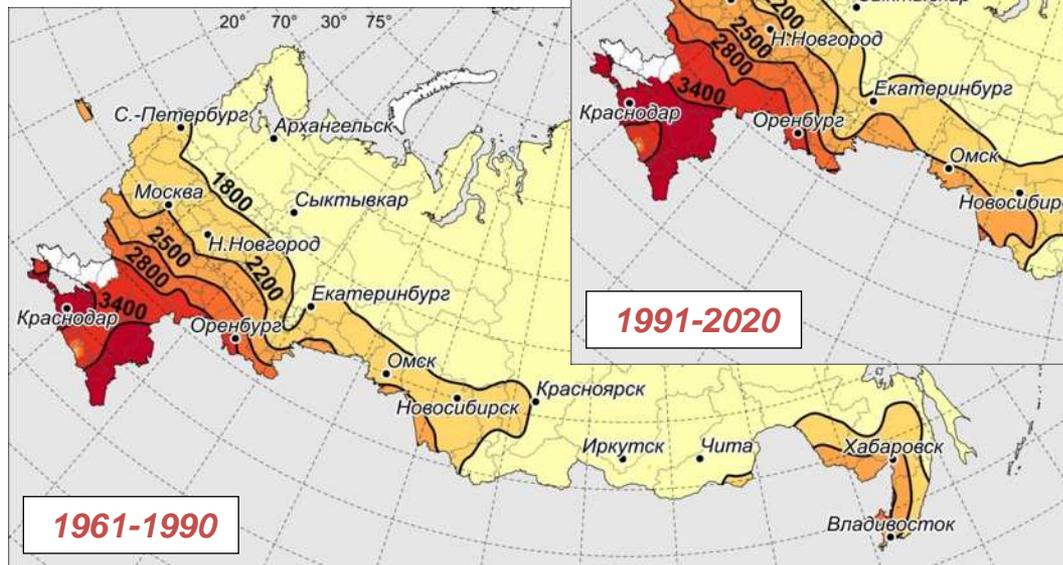
Год	Число дней с ОАЯ по декадам															Продолжительность ОАЯ, сут.
	май			июнь			июль			август			сентябрь			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
2009	0	0	0	0	0	0	9	10	11	3	0	0	0	0	0	33
2010	0	0	2	10	10	10	5	10	11	10	8	0	0	0	0	76
2011	0	0	0	0	3	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	43
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	2	10	11	10	0	0	10	10	11	10	7	0	0	0	0	81
2015	0	0	10	10	10	1	0	0	7	10	10	2	0	0	0	60
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	10	11	10	0	0	49
2017	0	0	0	0	0	0	0	2	11	10	10	8	0	0	0	41
2018	0	0	0	0	5	10	10	5	0	1	10	11	10	0	0	62

Число дней с ОАЯ по декадам и его продолжительность за период 2009-2018 гг.

МС Октябрьский городок (Саратовская область)

ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Сумма температур
выше 10 °С, °С



Сумма температур выше 10 °С, °С	Культура
1800	яровая пшеница (п), подсолнечник на зерно (р), сахарная свекла для переработки на сахар (р)
2200	кукуруза на зерно (р), фасоль (р), просо (п)
2500	подсолнечник (п) на зерно, рис (р)
2800	кукуруза на зерно (с), кукуруза (п) в фазе молочно-восковой спелости, сорго (р)
3400	soя (п), сорго (п)

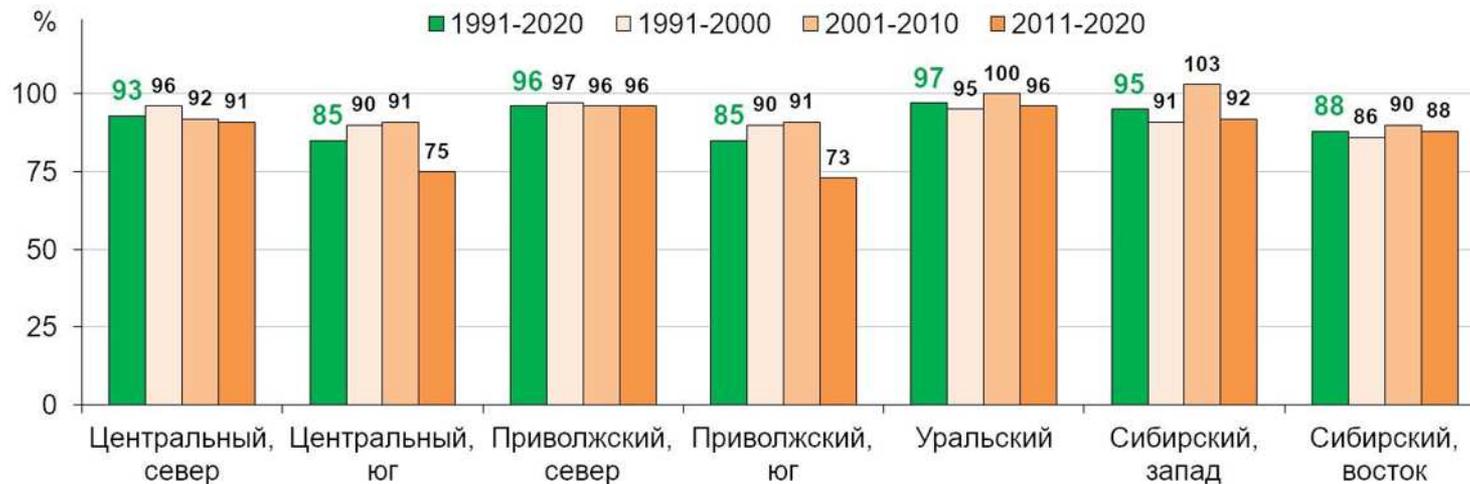
Изменение климатически обусловленной урожайности (КОУ) яровой пшеницы за 1991-2020 гг. относительно 1961-1990 гг. (Павлова, Карачёнова, 2023)

Самое значительное снижение КОУ отмечается на юге ЦФО и ПФО ($85 \pm 4,1$ и $85 \pm 5,9\%$).

Вариации изменения по отдельным десятилетиям в 80% случаев – в диапазоне $-10...+10\%$.

Доминирующая тенденция – отрицательная: слабая – в УФО, на севере ПФО и западе СФО; значимая – на юге ПФО и юге ЦФО.

Регион	Оценка КОУ, %, за период			
	1991-2020	1991-2000	2001-2010	2011-2020
ЦФО, юг	$85 \pm 4,1$	90	91	75
ПФО, юг	$85 \pm 5,9$	90	91	73
ЮФО	$91 \pm 4,3$	105	89	80



Расчёты выполнены в имитационной системе «Климат-Почва-Урожай»

Климатические риски недоборов урожайности яровой пшеницы в основных зернопроизводящих регионах (расчётный период: 1991-2020 г.)

Субъект РФ (край, область)	Климатический риск (R), %	Повторяемость засух (P), %	Биоклиматичес- кий потенциал, ц/га	Средняя урожайность, ц/га	Посевная площадь, тыс. га
Алтайский	16 – 20	20 – 25	64,3	10,5	2350
Оренбургская	26 – 60	30 – 70	52,0	7,9	1540
Омская	8 – 12	10 – 15	60,8	13,2	1440
Новосибирская	12 – 16	15 – 20	63,8	13,3	1160
Курганская	8 – 16	10 – 20	58,0	12,5	850
Челябинская	8 – 20	10 – 25	64,5	10,6	840
Саратовская	23 – 55	30 – 70	42,5	9,5	430

Оценка климатических рисков (R, %) при производстве зерновых культур

Климатический риск: $R = P \cdot V$

Вероятность ОЯ: $P = \frac{N_{cr}}{N} \cdot 100\%$

Уязвимость: $V = 1 - \frac{Y}{BCP}$

P – вероятность опасного явления, %; V – уязвимость производства зерновых культур, ед.; N_{cr} – число лет с опасным явлением за период; N – общее число лет периода; Y – средняя урожайность зерновой культуры, ц/га;

BCP – биоклиматический потенциал территории (БКП), ц/га.

ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННОЙ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ, ПРИВОЛЖСКОМ И ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГАХ В 21 ВЕКЕ

Расчёты выполнены в системе Климат-Почва-Урожай (ФГБУ «ВНИИСХМ») по данным региональной климатической модели (ФГБУ «ГГО»)

Федеральный округ РФ	Изменение урожайности (% от современного уровня) за период		
	2030-2039	2050-2059	2090-2099
Центральный ¹⁾	-11,7 ± 3,0	-15,8 ± 5,1	-32,9 ± 3,4
Приволжский	-5,7 ± 2,4	-6,7 ± 3,0	-21,5 ± 3,1
Южный	-9,9 ± 2,3	-8,2 ± 3,0	-2,6 ± 0,4
Общая оценка (с учётом посевных площадей)	-9,1 ± 2,3	-10,3 ± 3,2	-18,9 ± 2,8

¹⁾ Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая и Тамбовская области

Начавшаяся в середине 70-х годов прошлого столетия аридизация климата сохраняется и в 21 веке.

Следует ожидать дальнейшего ухудшения условий возделывания яровых зерновых колосовых культур в основных зернопроизводящих регионах Европейской территории России. Климатообусловленная урожайность указанных культур, по сравнению с текущим уровнем, может снизиться к середине текущего века на 10 %, а к его концу – снижение достигнет 19 %, если не будут приняты меры адаптации к изменению климата

Переход к влагосберегающей минимальной обработке почвы или её полному исключению с мульчированием поверхности поля технологии прямого посева, технологии нулевой обработки почвы, технологии разбросного поверхностного посева и др.

Создание травяных экосистем и насыщение севооборотов многолетними травами, служащими естественным защитным покровом степных ландшафтов.

Включение в севообороты бинарных (смешанных) посевов, одновременное выращивание на одном поле двух и более культур, убираемых в разное время и обеспечивающих с одного поля два урожая в год. **Например, черезрядные посевы (кукуруза и соя)**, а также весенний подсев сои в междурядья (при широкорядном посеве) озимой пшеницы.

Включение в севообороты разноразных посевов (смеси сортов) зерновых культур (по природному подобию) с целью повышения их устойчивости и объединения ценных хозяйственных признаков.

Уборка зерновых культур очёсывающими жатками с оставлением на поле практически не повреждённого стеблестоя (с выбранным зерном). Защищает почву от выдувания, чрезмерного испарения, накапливает снег, регулирует снеготаяние и способствует лучшему впитыванию влаги.

Использование скороспелых, засухоустойчивых и жаростойких сортов, способных формировать зерно за короткий период вегетации, противостоять болезням и конкурировать с сорняками.

Бинарные (смешанные) посевы

фото из открытых источников:

<https://glavagronom.ru/articles/tehnologiya-smeshannogo-poseva>



Бинарный (смешанный) агроценоз сои и кукурузы

Оренбургская область, Оренбургский район, июнь 2020 г.

Разнотравно-ковыльная степь в фазу цветения злаков



14:51 2/июнь/2020

* Гулянов Ю. А. Роль природоподобных технологий в формировании экологически сбалансированных агроландшафтов в постцелинных регионах степной зоны России.

1. Рост термических и снижение влажностных ресурсов в земледельческой зоне увеличивает риски падения климатически обусловленной урожайности зерновых культур в основных регионах их возделывания.
2. Мониторинг агроклиматических ресурсов и оценка климатических рисков являются необходимой основой научного планирования адаптации к изменению климата в сельском хозяйстве и последующей оценки её эффективности в масштабе макрорегиона, области, района.
3. Для снижения рисков возделывания зерновых культур в условиях наблюдаемых изменений современного климата эффективными адаптационными мероприятиями для сельхозпроизводителей могут являться:
 - увеличение и оптимизация доз минеральных удобрений,
 - возделывание новых засухоустойчивых стресс-толерантных сортов,
 - возделывание среднепоздних сортов для использования дополнительных тепловых ресурсов,
 - применение комплекса влагосберегающих технологий.

Перспективным для эффективного управления рисками является своевременное маневрирование площадями озимой и яровой пшеницы в зависимости от условий влагообеспеченности осени.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Павлова Вера Николаевна
(ФГБУ «ВНИИСХМ»)

e-mail: vnp2003@bk.ru