

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра метеорологии и климатологии

**Оценка биоклиматического потенциала Саратовской области
в условиях меняющегося климата**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 215 группы

направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Салманова Мурада Абдурахмановича

Научный руководитель,
доцент, к.г.н.

Е. И. Ормели

Зав.кафедрой,
к.г.н., доцент

М.Ю.Червяков

Саратов 2025

Введение. В рамках третьего оценочного доклада Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, и на основании рассчитанных прогностических климатических моделей отмечается, что в будущем нарастание потепления останется аналогичным современным тенденциям, при этом ожидается рост повторяемости и интенсивности опасных метеорологических явлений. Разработанная Министерством с/х РФ долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 г. позволит поддерживать на высоком уровне продовольственную безопасность страны за счет обеспечения населения продуктами питания, сохранить финансовое состояние сельскохозяйственных товаропроизводителей и позиции на международном рынке зерна. Мониторинг агроклиматических условий и продуктивности сельскохозяйственных культур на региональном уровне является главной задачей при информационно-аналитическом обеспечении адаптации сельского хозяйства страны к наблюдаемому и прогнозируемому изменению климата.

Ведущее звено в экономическом секторе Саратовской области принадлежит сельскому хозяйству, на долю которого приходится порядка 20% валового регионального продукта. Регион является одним из основных поставщиков сельскохозяйственной продукции как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Расширение и стабилизация зернового производства **актуальная** задача на сегодня, направленная в первую очередь на корректное применение природно-климатических ресурсов территории в целях рационального, научно-обоснованного размещения разных групп зерновых культур в пределах региона.

Цель работы оценить биоклиматический потенциал и степень его использования зерновыми культурами на территории Саратовской области в условиях меняющегося климата.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- Оценить природные ресурсы региона с позиции развития зернового комплекса;

- Проанализировать тепло- и влагообеспеченность территории;
- Рассчитать биоклиматический потенциал различных районов области;
- Определить естественную биологическую продуктивность пахотных земель в лесостепной, степной и полупустынной природно-климатических зонах.

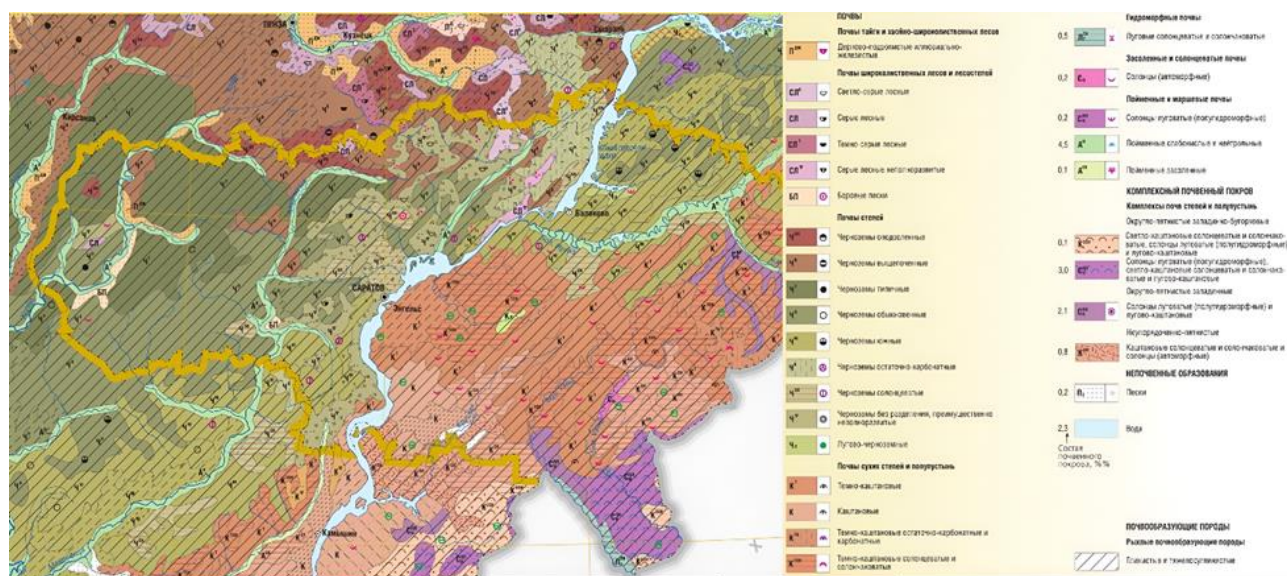
Анализ агроклиматических изменений проводился по данным наблюдений среднесуточных значений температуры воздуха и месячной суммы осадков, взятых с официальных серверов «ВНИИГМИ МЦД» и «Погода и климат» по пяти метеорологическим станциям (м/с), расположенным в разных природно-климатических зонах Саратовской области за период с 1991 по 2020 гг. (м/с Хвалынский, Балашов, Саратов, Ершов, Александров Гай). Оценка продуктивности зерновых культур в регионе проводилась по официальным данным Росстата за период с 2012 по 2023 гг. в Хвалынском, Балашовском, Саратовском, Ершовском, Александрово-Гайском муниципальных районах.

Научная новизна работы настоящего исследования заключается в комплексной оценке биоклиматического потенциала территории Саратовской области с учетом пространственной дифференциации природных условий и современных климатических тенденций. В работе впервые проведён сравнительный анализ степени использования биоклиматического потенциала различными зерновыми культурами в разрезе муниципальных районов области, что позволило выявить зоны с наибольшим и наименьшим уровнем реализации агроклиматических ресурсов.

Положения, выносимые на защиту:

- Отмечается современное региональное потепление климата: выявлена тенденция повышения приземной температуры воздуха на территории региона за последние 30 лет (1991-2020 гг.). Наибольшая скорость роста температуры отмечается в зимний период, что способствует смещению дат переходов средней суточной температуры воздуха через пределы 0, 5, 10, 15 °С весной на более ранние сроки, осенью – на более поздние.

- Почвы региона представляют собой основное условие для эффективного ведения сельского хозяйства (рис. 1, табл. 1). Особенности почвенных ресурсов напрямую влияют на качество и количество сельскохозяйственной продукции.



Черноземы — самые плодородные почвы, которые составляют значительную часть территории области (примерно 50-60%).

Каштановые почвы — распространены на юге области, в том числе в районах, граничащих с Казахстаном. Эти почвы обладают меньшей водоудерживающей способностью по сравнению с черноземами.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика чернозёмов и каштановых почв

Параметр	Чернозёмы	Каштановые почвы
Цвет	Тёмно-серый, почти чёрный	Светло-коричневый, каштановый
Гумус (органическое вещество)	Высокое содержание (5–10%)	Умеренное (2–4%)
Плодородие	Очень высокое	Среднее
Климатическая зона	Лесостепь, умеренно влажная	Степь и полупустыня, засушливая зона
Структура	Гранулометрически сбалансированная, рыхлая	Более плотная, может быть слитая
Влагоудержание	Хорошее	Умеренное
Кислотность (рН)	Близка к нейтральной	Часто слабощелочная
Подходит для	Всех зерновых, особенно пшеницы и ячменя	Засухоустойчивых культур (просо, ячмень)
Реакция на удобрения	Высокая эффективность	Требуется корректировка доз удобрений

В табл. 2 приведены осредненные оценки агроклиматических условий по данным метеостанций региона за период с 1991 по 2020 гг., где отмечается широкий диапазон их изменения.

Таблица 2 – Агроклиматические условия вегетационного периода зерновых культур по данным метеостанций Саратовской области (составлено автором)

Метеостанция	Пределы температуры воздуха, 10°С		N _T ≥ 10°С, сут.	T _{ср} , °С	R, мм	ΣT ≥ 10°С	ГТК		
	весной	осенью					май	июнь	июль
Правобережье									
Хвалынский	22 IV	14 X	174	19,7	104	2940	0,65	0,63	0,50
Балашов	27 IV	2 X	159	19,3	152	2866	1,11	0,79	0,90
Саратов	20 IV	8 X	170	19,7	133	3000	0,74	0,80	0,70
Левобережье (Заволжье)									
Ершов	10 IV	15 X	188	20,4	96	3018	0,70	0,49	0,41
Александров Гай	6 IV	19 X	196	22,0	70	3243	0,41	0,30	0,25
Примечание. N _T ≥ 10°С– продолжительность вегетационного периода, T _{ср} – средняя температура воздуха за вегетационный период, R – сумма осадков за вегетационный период, ΣT ≥ 10°С– сумма активных температур воздуха, ГТК – гидротермический коэффициент Селянинова									

Климатические условия правобережных районов области менее континентальны по отношению к левобережным. Нарастание теплообеспеченности наблюдается с северо-запада региона на юго-восток. Для Балашова характерна наименьшая средняя многолетняя продолжительность периода с температурами воздуха выше 10°C – 159 дней. Оптимальные температурно-влажностные условия в совокупности с плодородным почвенным составом способствуют значительному увеличению удельного веса пшеницы в Балашовском районе.

Условия распределения агроклиматических параметров на метеостанции Хвалы́нск приближены к Саратову. Район характеризуется длинным периодом активной вегетации (174 дня), повышенной теплообеспеченностью (2940°C) и дефицитом осадков (104 мм).

В Заволжских районах региона (Ершов и Александров Гай) наблюдается очень длинный период активной вегетации более 180 дней. Для данной полосы характерно возделывание требовательных к теплу позднеспелых сортов сельскохозяйственных культур. Многолетняя сумма осадков за вегетационный период составила в Ершове 96 мм, в Александровом Гае 70 мм. Теплообеспеченность превысила отметку в 3000°C. В Александровом Гае отмечаются исключительно засушливые условия с ежегодно повторяющимися засухами средней и сильной интенсивности, а засоленные почвы слабо пригодны для земледелия и требуют проведения дополнительных сельскохозяйственных мероприятий (глубокая вспашка, внесение органических и минеральных удобрений).

По сочетанию сумм активных температур с распределением природных зон и распределением определенных типов культурной растительности целесообразно выделить следующих общих агроклиматических поясов: холодного, умеренного, теплого и жаркого (табл. 3).

Таблица 3 – Классификация климата по теплообеспеченности растений (по Д.И.Шашко)

Подпояс	Пояс	$\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$	Экологические типы возделываемых культур
1	2	3	4
Холодный пояс $< 1200^{\circ}\text{C}$			
Очень холодный $< 400^{\circ}\text{C}$	Культур закрытого грунта и скороспелой овощной зелени в грунте	0-400	Овощные культуры под стеклом и скороспелая овощная зелень в грунте
Холодный $400-1200^{\circ}\text{C}$	Ранних овощных культур с коротким вегетационным периодом и пониженными требованиями к теплу	400-800 800-1200	Редис, салат, шпинат, лук на перо, картофель яровизированный с неполным созреванием
	То же, но с большими возможностями их возделывания	800-1200	То же культуры, но с большими возможностями их возделывания
Умеренный пояс $1200-4000^{\circ}\text{C}$			
Умеренно- холодный $1200-2200^{\circ}\text{C}$	Ранних культур умеренного пояса	1200-1600	Серые хлеба, озимая пшеница, зернобобовые ранних сортов
	Среднеранних культур умеренного пояса	1600-2200	Средние и поздние сорта пшеницы, зернобобовых, сахарная свекла, картофель, лен
Умеренный $2200-4000^{\circ}\text{C}$	Культур средней спелости умеренного пояса	2200-2800	Кукуруза на зерно, подсолнечник на семена, соя, рис, бахчевые
	Среднепоздних культур умеренного пояса	2800-3400	То же, более поздних сортов
	Поздних культур умеренного пояса	3400-4000	Поздние сорта кукурузы, риса
Теплый пояс $4000-8000^{\circ}\text{C}$			
Умеренно- теплый $> 4000^{\circ}\text{C}$	Однолетних теплолюбивых культур с длинным вегетационным периодом	4000-5200	Хлопчатник (средние сорта), два урожая за год культур умеренного пояса
	То же, но с большими возможностями повторных посевов	5200-6400	То же
	То же, но с еще большими возможностями повторных посевов	6400-8000	То же
Жаркий пояс $> 8000^{\circ}\text{C}$			

За счет регионального потепления климата и увеличения суммы активных температур воздуха за вегетационный период до $3000-3500^{\circ}\text{C}$, в Саратовской области расширилось разнообразие возделываемых культур: появилась хлебная культура сорго, озимый ячмень, соя; расширилось разнообразие масличных культур, помимо подсолнечника возделывается лен кудряш, сафлор, рыжик; в последние годы широко распространено

возделывание грецкого ореха; из косточковых культур распространены персики и абрикосы.

В табл. 4 приведены значения средней и максимальной урожайности (ц/га) основных возделываемых сельскохозяйственных культур на территории региона за период с 2012 по 2020 гг.

Таблица 4 – Средняя многолетняя урожайность разных групп сельскохозяйственных культур в Саратовской области, ц/га (составлено автором)

Культура	Средняя по области	Правобережье	Левобережье	Максимальная урожайность
Пшеница озимая	22,2	24,2	19,7	41,9
Пшеница яровая	12,3	14,0	9,0	22,9
Ячмень озимый	19,1	19,1	-	23,8
Ячмень яровой	11,4	13,6	8,4	22,6
Рожь озимая	22,2	26,0	14,6	59,5
Тритикале озимая	20,5	20,5	-	49,4
Овес	15,2	18,2	9,2	48,5
Просо	13,6	16,4	7,9	37,7
Кукуруза на зерно	29,4	32,5	23,2	72,0
Сорго	13,1	16,7	8,2	46,1
Гречиха	6,2	6,7	4,2	10,8
Горох	10,3	10,3		26,7
Соя	7,6	7,1	8,8	15,6
Подсолнечник	11,6	12,7	9,3	22,0
Рыжик	7,0	7,5	6,0	13,2
Лен кудряш	7,8	8,7	4,4	18,8
Семечковые	152,4	150,4	155,2	256,0
Косточковые	92,6	101,0	81,4	163,1
Орехоплодные	21,1	22,5	17,0	44,8
Ягодные	59,7	67,8	49,0	205,0
Виноградные	191,8	205,5	173,5	316,7

Зерновые культуры высеваются во всех районах области, за исключением Александрово-Гайского района – из-за климатических условий и почвенного состава они возделываются здесь не ежегодно.

За счет недостатка осадков и частой повторяемости засушливо-суховейных явлений значения урожайности в Заволжских районах значительно снижены по всем зерновым культурам (за исключением сои) в сравнении с

Правобережьем региона (табл. 3): средняя урожайность озимой пшеницы ниже на 4,5 ц/га, яровой – на 5,0 ц/га, проса – в 2 раза.

Лидирующие позиции по возделыванию высокоурожайных культур занимает Балашовский муниципальный район. Средняя урожайность озимой ржи составила 43,8 ц/га, максимальная урожайность – 59,5 ц/га (2020 г.), средняя урожайность озимой пшеницы – 32,2 ц/га, максимальная урожайность – 41,9 ц/га (2017 г.), средняя урожайность яровой пшеницы – 14,6 ц/га, максимальная урожайность – 22,9 ц/га (2018 г.), средняя урожайность овса – 34,2 ц/га, максимальная урожайность – 48,5 ц/га (2020 г.), средняя урожайность проса – 28,0 ц/га, максимальная урожайность – 37,7 ц/га (2017 г.),

Биоклиматический потенциал (БКП) является ключевым индикатором, который используется для оценки агроклиматических условий региона и его способности поддерживать сельскохозяйственное производство. Он определяется как способность территории обеспечивать определённую продуктивность сельскохозяйственных культур на основе сочетания климатических факторов, таких как температура, влажность и продолжительность вегетационного периода. Различия в климатических и агроклиматических характеристиках отдельных районов Саратовской области оказывают значительное влияние на урожайность зерновых культур. Биоклиматический потенциал разных муниципальных районов Саратовской области:

Данные табл. 5 включают показатели теплообеспеченности, влагообеспеченности, коэффициента роста (K_p), БКП и биологической продуктивности (B_k). Графическое представление позволяет наглядно сравнить значения биоклиматического потенциала по районам, отображая различия в теплообеспеченности, влагообеспеченности и других ключевых показателях.

Таблица 5 – Оценка биоклиматического потенциала Саратовской области
(по С.И. Пряхиной)

Оценка биоклиматического потенциала Природные зоны и метеостанции	Теплообеспеченность>10°С	Влагообеспеченность		Кр	БКП	Бк	Биологическая продуктивность
		Р	КУ				
ЛЕСОСТЕПЬ							
Ртищево	2460	500	0,33	0,83	2,0	112	средняя
Карабулак	2405	505	0,32	0,82	2,0	108	средняя
Петровск	2414	454	0,30	0,79	1,9	109	средняя
Хвалынский	2473	498	0,30	0,79	1,9	107	средняя
ЗАСУШЛИВАЯ ЧЕРНОЗЕМНАЯ СТЕПЬ							
Ростоши	2580	476	0,28	0,75	1,9	106	средняя
Аткарск	2595	485	0,28	0,75	1,9	107	средняя
Балашов	2628	481	0,28	0,75	2,0	108	средняя
Калининск	2643	451	0,26	0,70	1,8	102	средняя
Окт. Городок	2523	429	0,25	0,68	1,7	95	средняя
Сплавнуха	2659	445	0,24	0,66	1,7	96	средняя
Саратов, ЮВ	2747	451	0,23	0,64	1,8	97	средняя
Пугачев	2788	382	0,19	0,54	1,6	83	пониженная
СУХАЯ СТЕПЬ							
Перелюб	2733	369	0,19	0,54	1,5	81	пониженная
Маркс	2846	382	0,19	0,54	1,5	85	пониженная
Ершов	2800	362	0,17	0,47	1,3	73	пониженная
Орлов гай	2846	334	0,16	0,44	1,3	69	пониженная
Красный Кут	2899	350	0,16	0,44	1,3	70	пониженная
Озинки	2834	327	0,15	0,41	1,1	64	пониженная
ПОЛУПУСТЫНЯ							
Новоузенск	3007	307	0,13	0,36	1,1	60	низкая
Александров Гай	3096	312	0,13	0,36	1,1	61	низкая

Биоклиматический потенциал (БКП) отражает общий климатический потенциал региона для сельского хозяйства. Районы с более высокими значениями БКП, как Ртищево, Карабулак, Балашов (БКП около 2,0), демонстрируют средний уровень биологической продуктивности, что позволяет ожидать стабильные урожаи при правильном агротехническом подходе. В районах с низким БКП, таких как Пугачев, Ершов и Новоузенск (БКП менее 1,5), продуктивность значительно ниже, что связано с

недостаточной влагообеспеченностью и менее благоприятными температурными условиями для сельского хозяйства.

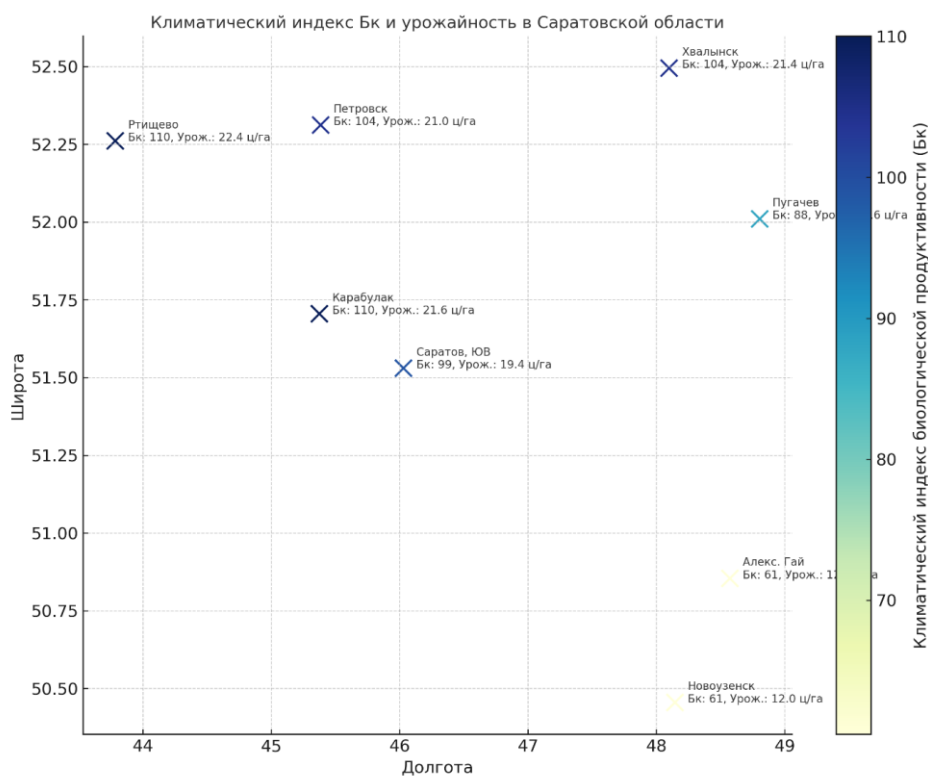


Рисунок 2 – Визуализация биоклиматического потенциала муниципальных районов Саратовской области

Заключение. Проведенный региональный агроклиматический мониторинг на территории Саратовской области может служить информационной базой для обеспечения долгосрочной стратегии развития зернового комплекса РФ.

Увеличение продолжительности вегетационного периода до 170 дней и более, в сочетании с ростом температуры воздуха и усилением степени засушливости приводят к необходимости выведения новых засухоустойчивых сортов возделываемых культур.

Балашовский муниципальный район занимает лидирующие позиции по продуктивности всех сельскохозяйственных культур, что в значительной

степени объясняется благоприятными гидротермическими и почвенными условиями территории.

При разработке стратегии проведения сельскохозяйственных работ необходимо учитывать региональное потепление климата:

- выбор оптимальных сроков сева;
- рациональное размещение зерновых культур согласно их типам (озимые, ранние яровые, поздние яровые; в полевые севообороты вводить культуры со смещенным периодом вегетации);
- в степной и полупустынных зонах широко вводить лесополосы для сохранения влажности в почве и защиты почв от эрозии.

Представленные относительные значения биоклиматического потенциала на территории Саратовской области позволили выделить ареалы средней (Хвалынский, Балашов, Саратов, БКП=1,8-2,0), пониженной (Ершов, БКП=1,3) и низкой (Александров Гай, БКП=1,1) биологической продуктивности.

Климатический индекс биологической продуктивности (B_k) по региону изменяется от 112 баллов на севере, до 60 – на юге территории.

Полученные автором результаты прошли апробацию на конференциях: «Системы контроля окружающей среды – 2022» (Севастополь, 2022 г.), «XIX Большой Географический Фестиваль – 2023» (Санкт-Петербург, 2023 г.) и опубликованы в научных трудах, индексируемые системой РИНЦ.