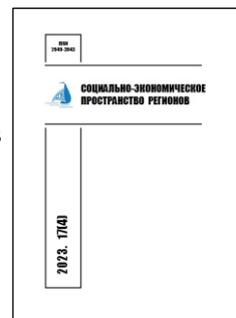


© 2023 Сочинский государственный университет



Издается в Российской Федерации с 2007 г.
Социально-экономическое пространство регионов
Все права защищены
ISSN: 2949-3943
2023. 17(4): 235-242

www.vestnik.sutr.ru



УДК 536.5(470.62)

Взаимосвязь климата и экономики Краснодарского края: регрессионный анализ и адаптация

Татьяна Ильинична Литвинова^{а, *}, Юлия Олеговна Рябчикова^а,
Наталья Николаевна Грибок^а

^а Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Краснодарский филиал, г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. В контексте современных климатических изменений, статья посвящена исследованию взаимосвязей между климатическими параметрами и экономическими факторами с акцентом на Краснодарском крае. Регион обладает выдающимися климатическими условиями и значительным потенциалом в сельскохозяйственном секторе. Совокупность этих факторов представляет интерес к проведению исследования. Авторы изучают изменение климатических и экономических показателей в Краснодарском крае за период с 2000 по 2021 годы и приводят их сравнительный анализ. Исследование направлено на проверку гипотезы о существовании статистически значимой корреляции между климатическими показателями (среднегодовая температура, среднегодовое количество осадков) и экономическими показателями (ВРП на душу населения, прибыль от сельскохозяйственной продукции). В качестве методов исследования авторы используют корреляционный анализ с целью выявления связей между показателями и определения их качества, а также регрессионный анализ для выявления пропорциональных зависимостей и дальнейшей оценки воздействия климатических факторов на экономику региона. Зависимым фактором выступает урожайность сельскохозяйственных культур трех категорий (зерновые и зернобобовые, сахарная свёкла, подсолнечник), а независимыми – выделенные авторами климатические и экономические индикаторы Краснодарского края. В результате проведенного исследования делается вывод о характере влияния климата на производство сельскохозяйственных продуктов в регионе.

Ключевые слова: изменение климата, сельское хозяйство, экономические факторы, Краснодарский край, статистическая корреляция, климатические параметры, регрессионный анализ, ВРП на душу населения, прибыль от сельскохозяйственной продукции, устойчивое развитие.

1. Введение

В наше время, в контексте неизбежных изменений климата на всей планете, исследование взаимосвязей между климатическими показателями и экономическими факторами становятся важной и актуальной задачей. Особое внимание привлекает Краснодарский край, обладающий уникальными климатическими условиями и огромным потенциалом в аграрном секторе. Здесь производят широкий ассортимент сельскохозяйственных продуктов, включая зерновые и зернобобовые, сахарную свёклу, подсолнечник. Также данный регион занимает лидирующее место в России по производству

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: loblitvinova@mail.ru (Т.И. Литвинова)

пшеницы, что делает его ключевым игроком в обеспечении продовольствием всей страны (РОССТАТ). Именно поэтому Краснодарский край представляет собой идеальную территорию для проведения исследований по оценке взаимосвязи между климатическими параметрами и экономическими индикаторами. Этот анализ поможет понять, как изменение климата влияет на сельское хозяйство и экономику региона, а также какие адаптационные меры могут быть предприняты для устойчивого развития.

Цель нашего исследования заключается в проверке следующей гипотезы: существует статистически значимая взаимосвязь между климатическими показателями, такими как среднегодовая температура, среднегодовое количество осадков, и экономическими факторами, включая ВРП на душу населения и прибыли с сельскохозяйственной продукции в Краснодарском крае. Для проверки этой гипотезы мы проведем регрессионный анализ, который позволит выявить корреляционную зависимость и оценить влияние климата на экономику региона.

Научная новизна заключается в использовании авторами статистического алгоритма оценки взаимосвязи климата и экономики Краснодарского края. Выведена формула для прогнозирования экономико-климатических показателей и рассчитана ее статистическая значимость.

2. Материалы и методы

В качестве материалов используются официальные отчеты и документы государственных и региональных органов власти Российской Федерации и Краснодарского края, а также данные Европейского центра среднестатистических прогнозов погоды (Росгидрометцентр, 2023; РОССТАТ; ФГИС ЕМИСС; ECMWF; Intergovernmental Panel..., 2021; KRД.RU, 2023; National Aeronautics..., 2023; World Bank, 2019), а также публикации по теме исследования (Fischer et al., 2005; Lobell, Burke, 2010; Rosenzweig, Hillel, 2008; Smith, Johnson, 2018).

Методами исследования выступают сравнительный, аналитический и статистический методы, в том числе проводится корреляционно-регрессионный анализ.

3. Обсуждение

Для начала рассмотрим климатические показатели Краснодарского края с 2000 по 2021 годы в [Таблице 1](#).

Таблица 1. Климатические показатели Краснодарского края с 2000 по 2021 годы

Год	Средняя температура, °С	Среднее количество осадков, мм	Изменение температуры, °С	Изменения среднего количества осадков, мм
2000	12,1	690,5	-0,9	-139,9
2001	12,7	860,8	0,6	170,3
2002	12,1	687,4	-0,6	-173,4
2003	11,5	617,5	-0,6	-69,9
2004	12,4	815,2	0,9	197,7
2005	12,8	587	0,4	-228,2
2006	11,8	635,7	-1	48,7
2007	13,4	638,8	1,6	3,1
2008	12,3	568,8	-1,1	-70
2009	12,9	702,6	0,6	133,8
2010	14	687,4	1,1	-15,2
2011	11,3	690,5	-2,7	3,1
2012	12,9	504,9	1,6	-185,6
2013	13,4	571,8	0,5	66,9
2014	12,9	708,7	-0,5	136,9
2015	13,5	593,1	0,6	-115,6
2016	13,1	681,3	-0,4	88,2
2017	13,4	544,5	0,3	-136,8

Год	Средняя температура, °С	Среднее количество осадков, мм	Изменение температуры, °С	Изменения среднего количества осадков, мм
2018	13,8	568,8	0,4	24,3
2019	13,5	523,2	-0,3	-45,6
2020	13,7	392,4	0,2	-130,8
2021	12,9	787,8	-0,8	395,4

Составлено по данным: [ECMWF](#)

По данным [Таблицы 1](#) мы видим, что самая минимальная среднегодовая температура была 11,3 °С в 2011 году, а самая максимальная – 14 °С. Сильного варьирования по годам не замечено, идет примерное увеличение и уменьшение температуры на 0,8 °С. Что касается среднегодового количества осадков, то самый минимальный результат – 392,4 мм наблюдался в 2020 году, а максимальный – 860,8. Идет сильное варьирование по годам. Анализ данных показал некоторую стабильность среднегодовой температуры с небольшими колебаниями на протяжении 22 лет. В то время как среднегодовое количество осадков сильно варьируется с годами, что может быть признаком непредсказуемости климатических условий в Краснодарском крае. Эти данные являются одними из ключевых для эффективного изучения взаимодействия климата и экономики.

Для того чтобы установить наличие связи между урожайностью сельскохозяйственных культур и среднегодовым количеством осадков, а также среднегодовой температурой, был проведен корреляционный анализ, результаты которого представлены в [Таблице 2](#).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции урожайности с/х культур со среднегодовым количеством осадков и со среднегодовой температурой

Урожайность по виду с/х культур	Среднегодовое количество осадков	Среднегодовая температура
Зерновые и зернобобовые	-0,194	0,459
Сахарная свекла	-0,160	0,317
Подсолнечник	-0,394	0,424

Составлено авторами

Согласно данным [Таблицы 2](#), между урожайностью и среднегодовой температурой существует прямая связь (корреляция положительна), а между урожайностью и среднегодовым количеством осадков – обратная (корреляция отрицательна). Что говорит о том, что при увеличении среднегодовой температуры увеличивается урожайность с/х культур, в то время как при увеличении среднегодового количества осадков урожайность, напротив, снижается. При этом полученные коэффициенты корреляции свидетельствуют о слабом характере связи, за исключением подсолнечника – его урожайность в большей мере зависит от климатических факторов, чем у других культур.

Далее выполним многофакторный регрессионный анализ. Он позволяет определить пропорциональную взаимосвязь между показателями и использовать ее результаты для прогнозирования значений зависимого показателя (урожайность) на основе независимых (среднегодовое количество осадков и среднегодовая температура). Результаты регрессионного анализа приведены в [Таблице 3](#).

Исходя из вышеупомянутых данных, можно сделать следующие выводы:

1. Связь урожайности с совокупностью климатических факторов по шкале Чеддока умеренная, о чем свидетельствует R, находящийся в промежутке 0,3–0,5.
2. На основании полученного коэффициента детерминации можно утверждать, что в 21 % случаев урожайность зерновых и зернобобовых зависит от среднегодовой температуры и среднегодового количества осадков, для сахарной свеклы и подсолнечника это значение составит 10 % и 25 % соответственно.
3. Построенные регрессионные модели позволяют спрогнозировать урожайность с/х культуры от среднегодовой температуры, однако вероятность ошибки составит от 69 до 85 %.

Таблица 3. Регрессионный анализ зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от совокупности климатических факторов

Наименование с/х культуры	Множественный коэффициент корреляции (R)	Коэффициент детерминации (R ²)	Регрессионная модель	P-значение уравнения
Зерновые и зернобобовые	0,46	0,21	$N_{\text{урож}} = 4,68 \times T - 10,98^{(*)}$	0,75
Сахарная свекла	0,32	0,1	$N_{\text{урож}} = 40,43 \times T - 89,11$	0,85
Подсолнечник	0,5	0,25	$N_{\text{урож}} = 1,6 \times T + 6,26$	0,69
(*) Где, $N_{\text{урож}}$ – урожайность с/х культуры, T – среднегодовая температура				

Составлено авторами

Следовательно, корреляционно-регрессионный анализ показал, что зависимость урожайности с/х культур от климатических факторов есть, но она недостаточно сильная, а потому прогноз изменения урожайности от среднегодовой температуры не имеет статистической значимости. Это может быть связано с тем, что на урожайность оказывают влияние и такие факторы, как удобрения и агрохимия, техника и оборудование, методы и практики возделывания почвы, а роль климата оценивается от 10 до 25 %.

Вышеуказанные данные помогли нам установить зависимость климата от урожайности. Теперь нам необходимо провести следующий анализ, чтобы определить, какая взаимосвязь между урожайностью и экономическими показателями (Таблица 4). Это даст возможность подробнее рассмотреть зависимость климата от экономики и, следовательно, проверить нашу гипотезу.

Таблица 4. Экономические показатели Краснодарского края с 2000 по 2021 годы

Год	ВРП на душу населения	Изменение ВРП	Прибыль с продукции с/х	Изменение прибыли
2000	26 713,90	7 446,20	46 699,30	14 932,40
2001	34 912,40	8 198,50	60 106,40	13 407,10
2002	42 477,60	7 565,20	63 363,90	3 257,50
2003	48 572,80	6 095,20	66 824,60	3 460,70
2004	61 291,70	12 718,90	88 088,00	21 263,40
2005	72 794,10	11 502,40	97 106,20	9 018,20
2006	94 244,00	21 449,90	111 248,70	14 142,50
2007	125 700,40	31 456,40	128 007,50	16 758,80
2008	155 103,60	29 403,20	166 498,40	38 490,90
2009	165 555,10	10 451,50	158 684,90	-7 813,50
2010	196 914,30	31 359,20	184 082,50	25 397,60
2011	236 750,60	39 836,30	220 628,60	36 546,10
2012	274 995,70	38 245,10	213 646,20	-6 982,40
2013	309 837,70	34 842,00	229 951,00	16 304,80
2014	328 771,20	18 933,50	266 662,60	36 711,60
2015	352 601,20	23 830,00	340 566,90	73 904,30
2016	407 239,70	54 638,50	370 761,80	30 194,90
2017	433 626,90	26 387,20	364 025,80	-6 736,00
2018	444 364,10	10 737,20	382 468,00	18 442,20
2019	453 882,00	9 517,90	417 200,60	34 732,60
2020	460 720,20	6 838,20	432 962,70	15 762,10
2021	562 900,00	102 179,80	556 249,20	123 286,50

Составлено по данным: ФГИС ЕМИСС

Из данной [Таблицы 4](#) мы видим, что за 22 года экономические показатели в основном все время растут, за исключением прибыли с сельскохозяйственной продукции. В 2009, 2012 и 2017 годах наблюдается их снижение. Проанализировав данные, можно прийти к выводу, что в целом экономические индикаторы имеют положительную тенденцию роста за исключением нескольких лет, что может быть связано с разными факторами, такими как климатические аномалии, изменение цен на мировом рынке и иные.

Далее проведем корреляционный анализ, чтобы определить связь между урожайностью сельскохозяйственных культур и экономическими показателями (ВРП на душу населения и прибыль с продукции с/х), и его результаты отражены в [Таблице 5](#).

Таблица 5. Коэффициенты корреляции урожайности с/х культур с ВРП на душу населения и прибылью от продукции сельского хозяйства

Урожайность по виду с/х культур	ВРП на душу населения	Прибыль с продукции сельского хозяйства
Зерновые и зернобобовые	0,836	0,828
Сахарная свекла	0,753	0,718
Подсолнечник	0,804	0,756

Составлено авторами

Полученные коэффициенты свидетельствуют о прямой зависимости между экономическими показателями и урожайностью, а также о сильном характере связи. Больше всего на ВРП на душу населения и прибыль с продукции с/х влияет урожайность зерновых и зернобобовых.

В ходе анализа мы обнаружили, что значение коэффициента корреляции аграрного сектора в Краснодарском крае составляет – 0,987, а значит, благосостояние населения региона во многом зависит от уровня развития сельского хозяйства. Это логично, так как аграрный сектор сильно влияет на доходы населения и экономическое благосостояние региона.

Далее в нашем исследовании необходимо провести регрессионный анализ зависимости урожайности с/х культур от ВРП на душу населения и прибылью с продукции сельского хозяйства, это нужно для целостности данных. Результаты представлены в [Таблице 6](#).

Таблица 6. Регрессионный анализ зависимости урожайности с/х культур от ВРП на душу населения и прибылью с продукции сельского хозяйства.

Наименование с/х культуры	Множественный коэффициент корреляции (R)	Коэффициент детерминации (R ²)	Регрессионная модель	P-значение уравнения
Зерновые и зернобобовые	0,84	0,7	$N_{\text{урож}} = 3,4 \cdot 10^{-5} \cdot \text{GRP} + 37,79^{(*)}$	$4,5 \cdot 10^{-14}$
Сахарная свекла	0,77	0,59	$N_{\text{урож}} = 0,1 \cdot 10^{-2} \cdot \text{GRP} + 302,73$	$2,6 \cdot 10^{-9}$
Подсолнечник	0,84	0,7	$N_{\text{урож}} = 4,8 \cdot 10^{-5} \cdot \text{GRP} + 17,33$	$6,4 \cdot 10^{-14}$

(*) Где, $N_{\text{урож}}$ – урожайность с/х культуры, GRP – ВРП на душу населения

Составлено авторами

В соответствии с полученными данными сделаем следующие выводы:

1. Связь урожайности с совокупностью экономических показателей по шкале Чеддока высокая, о чем свидетельствует R, находящийся в промежутке 0,7–0,9.

2. Коэффициент детерминации R² указывает на то, что модель объясняет влияние ВРП на душу населения и прибыли с продукции сельского хозяйства на урожайность зерновых и зернобобовых, сахарной свеклы и подсолнечника в 70 %, 59 %, 70 % случаев соответственно.

3. Маленькое P-значение уравнения подтверждает высокую достоверность спрогнозированных данных.

4. Результаты

На основании собранных 22-летних данных климатических показателей и экономических факторов Краснодарского края и проведя многофакторные регрессионные анализы, можно сделать следующие выводы:

1. Климатические факторы, такие как среднегодовая температура и среднегодовое количество осадков, оказывают слабое влияние на урожайность сельскохозяйственных культур (10-25 %) что, в свою очередь, не имеют статистической значимости. Это указывает на относительную устойчивость аграрного сектора к изменениям климата.

2. Экономические факторы, включая ВРП на душу населения и прибыль с с/х продуктов, имеют сильно-значимую взаимосвязь с урожайностью (59-70 %). Это означает, что любые изменения в урожайности сильно отразятся на экономике региона.

5. Заключение

Таким образом, результаты нашего исследования показали слабую связь между климатом и экономикой, что приводит к отвержению гипотезы. Эта информация может служить для принятия решений о развитии и адаптации экономики Краснодарского края к изменениям климата. Также анализ выявил важные аспекты взаимосвязи между климатом, урожайностью и экономикой, которые послужат основой для дальнейших исследований и разработки стратегий развития региона.

Литература

ГАУ – Государственный аграрный университет. Научные публикации. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kubsau.ru/science/publications> (дата обращения: 17.09.2023).

РГУ, 2023 – Российский гидрометеорологический университет. Исследовательские публикации. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.meteorf.ru/research/publications> (дата обращения: 17.09.2023).

Росгидрометцентр, 2023 – Росгидрометцентр. Официальный сайт. 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.meteorf.ru> (дата обращения: 17.09.2023).

РОССТАТ – Официальный сайт федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 12.09.2023).

ФГИС ЕМИСС – Официальный сайт единой межведомственной информационно-статистической системы. [Электронный ресурс]. URL: <https://fedstat.ru> (дата обращения: 17.09.2023).

ECMWF – Официальный сайт европейского центра среднестатистических прогнозов погоды. [Электронный ресурс]. URL: <https://ecmwf.int> (дата обращения: 14.09.2023).

Fischer et al., 2005 – Fischer G., Shah M., Tubiello F.N., van Velhuizen H. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080 // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2005. 360(1463): 2067-2083.

Food and Agriculture..., 2016 – Food and Agriculture Organization (FAO). *Climate Change and Food Security: Risks and Responses*, 2016.

Intergovernmental Panel..., 2021 – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report*, 2021.

KRD.RU, 2023 – Официальный Интернет-портал администрации муниципального образования город Краснодар и городской Думы Краснодара. [Электронный ресурс]. URL: <https://krd.ru> (дата обращения: 17.09.2023).

Lobell, Burke, 2010 – Lobell D.B., Burke M.B. On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2010. 150(11): 1443-1452.

National Aeronautics..., 2023 – National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2023). *Climate Change and Global Warming*. [Электронный ресурс]. URL: <https://climate.nasa.gov> (дата обращения: 17.09.2023).

Rosenzweig, Hillel, 2008 – Rosenzweig C., Hillel D. *Climate Change and the Global Harvest: Potential Impacts of the Greenhouse Effect on Agriculture*. Oxford University Press, 2008.

Smith, Johnson, 2018 – Smith J.A., Johnson M.B. *Climate Change Impacts on Agriculture: A Review of the Evidence* // *Climatic Change*. 2018. 98(1): 41-73.

World Bank, 2019 – World Bank. *Turn Down the Heat: Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience*, 2019.

References

- ECMWF** – Ofitsial'nyi sait evropeiskogo tsentra srednestatisticheskikh prognozov pogody [Official website of the European center for average weather forecasts]. [Electronic resource]. URL: <https://ecmwf.int> (date of access: 14.09.2023). [in Russian]
- FGIS EMISS** – Ofitsial'nyi sait edinoi mezhvedomstvennoi informatsionno-statisticheskoi sistemy [Official website of the unified interdepartmental information and statistical system]. [Electronic resource]. URL: <https://fedstat.ru> (date of access: 17.09.2023). [in Russian]
- Fischer et al., 2005** – Fischer, G., Shah, M., Tubiello, F.N., van Velhuizen, H. (2005). Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 360(1463): 2067–2083.
- Food and Agriculture..., 2016** – Food and Agriculture Organization (FAO). Climate Change and Food Security: Risks and Responses, 2016.
- GAU** – Gosudarstvennyi agrarnyi universitet. Nauchnye publikatsii [State Agrarian University. Scientific publications]. [Electronic resource]. URL: <https://www.kubsau.ru/science/publications> (date of access: 17.09.2023). [in Russian]
- Intergovernmental Panel..., 2021** – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report, 2021.
- KRD.RU, 2023** – Ofitsial'nyi Internet-portal administratsii munitsipal'nogo obrazovaniya gorod Krasnodar i gorodskoi Dumy Krasnodara [Official Internet portal of the administration of the municipal formation of the city of Krasnodar and the Krasnodar City Duma]. [Electronic resource]. URL: <https://krd.ru> (date of access: 17.09.2023). [in Russian]
- Lobell, Burke, 2010** – Lobell, D.B., Burke, M.B. (2010). On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 150(11): 1443–1452.
- National Aeronautics..., 2023** – National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2023). Climate Change and Global Warming. [Electronic resource]. URL: <https://climate.nasa.gov> (date of access: 17.09.2023).
- RGU, 2023** – Rossiiskii gidrometeorologicheskii universitet. Issledovatel'skie publikatsii [Russian Hydrometeorological University. Research publications]. [Electronic resource]. URL: <https://www.meteorf.ru/research/publications> (date of access: 17.09.2023). [in Russian]
- Rosenzweig, Hillel, 2008** – Rosenzweig, C., Hillel, D. (2008). Climate Change and the Global Harvest: Potential Impacts of the Greenhouse Effect on Agriculture. Oxford University Press.
- Rosgidromettsentr, 2023** – Rosgidromettsentr. Ofitsial'nyi sait [Roshydrometcenter. Official site]. 2023. [Electronic resource]. URL: <https://www.meteorf.ru> (date of access: 17.09.2023). [in Russian]
- ROSSTAT** – Ofitsial'nyi sait federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki [Official website of the Federal State Statistics Service]. [Electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (date of access: 12.09.2023). [in Russian]
- Smith, Johnson, 2018** – Smith, J.A., Johnson, M.B. (2018). Climate Change Impacts on Agriculture: A Review of the Evidence. *Climatic Change*. 98(1): 41–73.
- World Bank, 2019** – World Bank. Turn Down the Heat: Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience, 2019.

UDC 536.5(470.62)

The Relationship between the Climate and the Economy of the Krasnodar Krai: Regression Analysis and AdaptationTat'yana I. Litvinova ^{a,*}, Yuliya O. Ryabchikova ^a, Natal'ya N. Gribok ^a^a Financial University under the Government of the Russian Federation, Krasnodar branch, Krasnodar, Russian Federation

* Corresponding author

E-mail addresses: ioblitvinova@mail.ru (T.I. Litvinova)

Abstract

In the context of modern climate change, the article is devoted to the study of the interrelationships between climatic parameters and economic factors, with an emphasis on the Krasnodar Krai. The region has outstanding climatic conditions and significant potential in the agricultural sector. The combination of these factors is of interest to the study. The authors study the changes in climatic and economic indicators in the Krasnodar Krai for the period from 2000 to 2021 and provide their comparative analysis. The study aims to test the hypothesis that there is a statistically significant correlation between climatic indicators (average annual temperature, average annual precipitation) and economic indicators (GRP per capita, profit from agricultural products). As research methods, the authors use correlation analysis to identify relationships between indicators and determine their quality, as well as regression analysis to identify proportional dependencies and further assess the impact of climatic factors on the economy of the region. The dependent factor is the yield of crops of three categories (cereals and legumes, sugar beet, sunflower), and the climatic and economic indicators of the Krasnodar Krai highlighted by the authors are independent. As a result of the conducted research, a conclusion is drawn about the nature of the climate influence on the production of agricultural products in the region.

Keywords: climate change, agriculture, economic factors, Krasnodar Krai, statistical correlation, climatic parameters, regression analysis, GRP per capita, profit from agricultural products, sustainable development.