

DOI 10.35694/YARCX.2019.47.3.006



## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА АГРАРНЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ (НА ПРИМЕРЕ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

В.В. Жолудева

к.п.н., доцент, доцент кафедры электрификации  
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

*Сельское хозяйство,  
потепление,  
урожайность,  
среднегодовая  
температура*

*Agriculture, warming,  
productivity, average  
annual temperature*

Климат нашей планеты не является постоянным, он подвержен определённым изменениям. Об этом свидетельствуют материалы метеорологических наблюдений, проводимых во всех районах земного шара [1, 2]. В настоящее время происходит глобальное потепление климата.

Изменения климата оказывают воздействие на здоровье людей, экономику и общество в целом. В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с влиянием климатических изменений, а именно, повышения средней температуры воздуха и среднегодового количества выпавших осадков, на аграрный сектор Ярославской области.

Статистическую базу исследования составили данные Федеральной службы государственной статистики и территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ярославской области, а также online данные GISMETEO.

### **Мониторинг погодно-климатических условий на территории Ярославской области**

Глобальное потепление климата, как отмечают учёные, с 70-х годов XX века ускорилось [3]. В ходе исследования был проведён мониторинг погодно-климатических условий на территории Ярославской области и проанализированы статистические данные с 1922 года по настоящее время. В первую очередь изучались средние месячные и среднегодовые температуры воздуха в Ярославской области.

Надо отметить, что самая низкая среднегодовая температура воздуха на территории региона наблюдалась в 1941 году (составила 0,7°C). В основном среднегодовая температура до 2006 года колебалась в пределах от 3 до 4°C. И, начиная с 2006 года, наблюдался рост среднегодовой температуры примерно на 2°C. Самый высокий показатель был зарегистрирован в 2008 и 2015 годах, где среднегодовая температура превысила 6°C и составила соответственно 6,3 и 6,2°C [4].

Кроме того, проведённый анализ позволил сделать вывод, что зимы стали значительно теплее. За исследуемый период с 2008 по 2017 гг. средняя температура в январе не опускалась ниже -10°C. Самый холодный январь был в 1940 году (средняя температура составила -21,6°C), в 1942 году январская температура была -20,9°C.

Февральская температура с 1922 года по 2008 год практически не менялась и находилась в пределах от  $-10^{\circ}$  до  $-14^{\circ}\text{C}$ . В декабре среднемесячная температура с 2008 года стала значительно выше по сравнению с температурами прошлого столетия (в среднем она повысилась примерно на  $6^{\circ}\text{C}$ ).

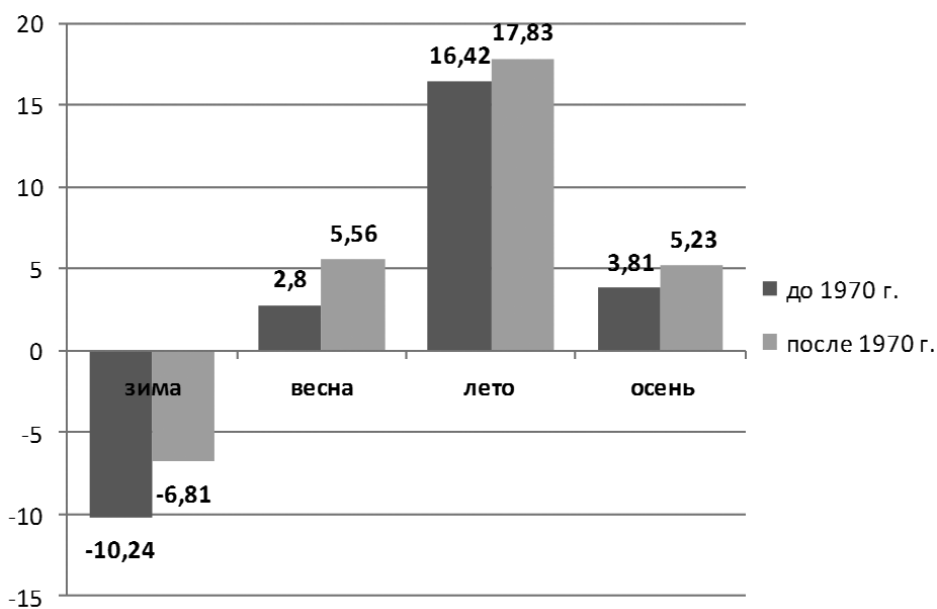
Среднемесячная температура марта в последние 10 лет составляет около  $0^{\circ}\text{C}$ . В предшествующие годы мартовские температуры принимали отрицательные значения.

Среднемесячные температуры в летние и осенние месяцы с 1922 по 2017 годы практически не менялись. Наибольшая летняя температура была зафиксирована в июле 2010 года ( $24,4^{\circ}\text{C}$ ), наименьшая – в июне 1963 года ( $12^{\circ}\text{C}$ ).

Также были определены средние температуры по временам года и проведён сравнительный анализ, результаты которого представлены на рисунке 1.

Полученные результаты показывают, что в последние 50 лет в Ярославской области средняя температура во всех сезонах повысилась, все времена года стали значительно теплее. Так, зимы потеплели примерно на  $3,5^{\circ}\text{C}$ , весной средняя температура выросла в 2 раза. Летние и осенние температуры, пусть незначительно, но повысились (примерно на  $1,5^{\circ}\text{C}$ ).

Кроме средних температур воздуха были исследованы среднегодовые суммы выпавших осадков. Это связано с тем, что на основе корре-



Источник: Составлено автором

Рисунок 1 – Средние сезонные температуры воздуха в Ярославской области, градусы

ляционного анализа установлена обратная сильная связь между среднегодовой температурой воздуха и количеством выпавших осадков в Ярославской области. Коэффициент корреляции составил  $r_{xy} = -0,78$ , коэффициент детерминации –  $0,61$ .

Результаты проведённого анализа месячных и годовых сумм выпавших осадков в Ярославской области в период с 2008 по 2017 годы представлены на рисунке 2 [4].

Следует отметить, что незначительное увеличение осадков в основном происходит за счёт роста количества осадков весной и в начале лета.

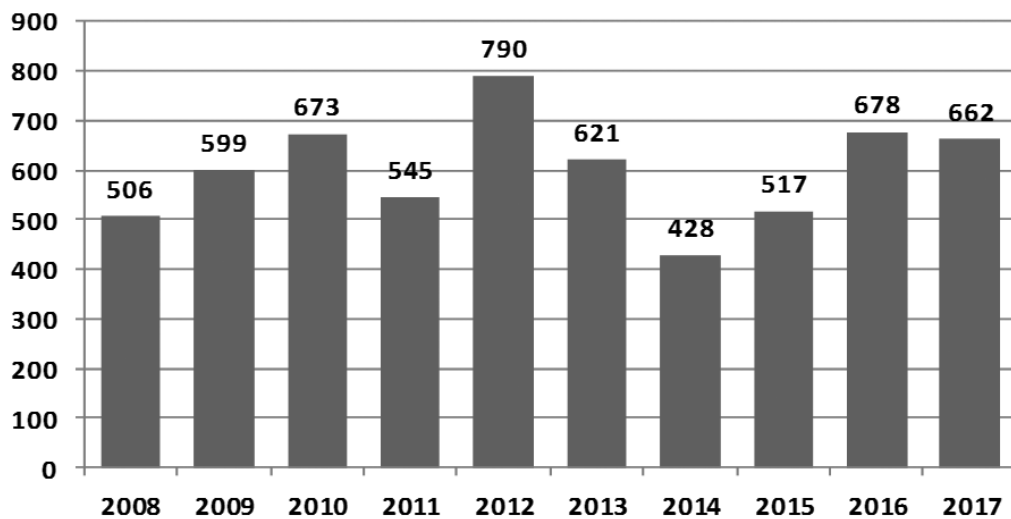
Таким образом, было установлено, что на территории Ярославской области наблюдается рост

среднегодовой и среднемесячной температуры воздуха.

Изучение влияния изменения природно-климатических факторов на сельское хозяйство

На наш взгляд, наибольшее влияние на изменение климата испытывает аграрный сектор экономики. Это объясняется тем, что развитие сельского хозяйства напрямую зависит от природно-климатических условий [5].

В контексте вышесказанного был проведён корреляционно-регрессионный анализ, позволяющий исследовать влияние среднегодовой температуры воздуха и среднегодового количества выпавших осадков на базовые показатели функционирования аграрного сектора, в частности



Источник: Составлено автором

Рисунок 2 – Среднегодовые суммы выпавших осадков, мм

на урожайность сельскохозяйственных культур. Растениеводство в Ярославской области в основном представлено зерновыми культурами, производством картофеля и овощей [6].

Результаты проведённого корреляционного анализа зависимости урожайности основных сельскохозяйственных культур от среднегодовой температуры воздуха и среднегодовой суммы

выпавших осадков, а также от совокупности этих двух природно-климатических факторов представлены в таблицах 1–3.

Парные коэффициенты корреляции между результативным признаком ( $y$ ) и факторными признаками ( $x_1, x_2, x_3$ ) показывают достаточно слабую связь, что свидетельствует о том, что увеличение температуры воздуха практически не

Таблица 1 – Корреляционная матрица зависимости урожайности зерновых культур ( $x_1$ ), картофеля ( $x_2$ ), овощей открытого грунта ( $x_3$ ) (ц/га) от среднегодовой температуры воздуха ( $y$ ) (°C, градусы)

	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$y$	1			
$x_1$	0,369	1		
$x_2$	0,278	0,639	1	
$x_3$	0,331	0,557	0,674	1

влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. В большей степени это влияние установлено для зерновых культур.

Аналогично было изучено влияние на урожайность сельскохозяйственных культур сум-

марного количества осадков, что представлено в таблице 2.

Установлена обратная связь, показывающая, что увеличение количества осадков снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Связь

Таблица 2 – Корреляционная матрица зависимости урожайности зерновых культур ( $x_1$ ), картофеля ( $x_2$ ), овощей открытого грунта ( $x_3$ ) (ц/га) от среднегодовой суммы выпавших осадков ( $y$ ) (мм)

	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$y$	1			
$x_1$	-0,405	1		
$x_2$	-0,204	0,639	1	
$x_3$	-0,136	0,557	0,674	1

Таблица 3 – Зависимость урожайности от совокупности природно-климатических факторов

Наименование сельскохозяйственных культур	Множественный коэффициент корреляции ( $R$ )	Коэффициент детерминации ( $R^2$ )
Зерновые	0,41	0,17
Картофель	0,28	0,08
Овощи	0,38	0,14

слабая, за исключением влияния осадков на урожайность зерновых культур.

Результаты проведённого корреляционно-регрессионного анализа позволяют сделать следующие выводы. Для зерновых культур, картофеля и овощей открытого грунта выполненные расчёты показали, что есть небольшое положительное влияние роста температуры воздуха и отрицательное – изменение количества выпавших осадков (табл. 1 и 2). Эти два фактора могут компенсировать друг друга, и рост урожайности в Ярославской области возможен за счёт других факторов (например, при изменении технологий и появлении новых сортов сельскохозяйственных культур) [7].

Наибольшее положительное влияние происходящих климатических изменений было отмечено

но для зерновых культур.

На основании полученных значений коэффициентов детерминации можно утверждать, что изменение урожайности зерновых в 17% случаев, картофеля в 8% и овощей открытого грунта в 14% случаев зависит от природно-климатических факторов.

Сопоставление множественного коэффициента корреляции со шкалой силы связи Чеддока показывает, что урожайность всех исследуемых сельскохозяйственных культур находится в слабой зависимости от совокупности климатических показателей, температуры воздуха и осадков.

На основе регрессионных моделей можно оценить ожидаемую урожайность основных сельскохозяйственных культур от изменения среднегодовой температуры [8].

Таблица 4 – Регрессионные модели зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от температуры воздуха

Наименование сельскохозяйственных культур	Регрессионная модель	Текущее значение, ц/га	Прогнозные значения	
			+0,5°C	+1,0°C
Зерновые	$y = 8,88 + 1,61x$	18,1	18,54	19,35
Картофель	$y = 85,25 + 11,87x$	142	156,47	162,41
Овощи	$y = 192,38 + 17,36x$	252	296,54	305,22

В целом по Ярославской области урожайность зерновых культур, картофеля и овощей открытого грунта будет расти с ростом средней температуры.

### Выводы

Как свидетельствуют проведённые исследования, рост средней температуры воздуха является положительным фактором для аграрного

сектора Ярославской области, так как урожайность сельскохозяйственных культур с ростом температуры воздуха будет повышаться.

На наш взгляд, эти тенденции необходимо учитывать при выборе определённых сортов сельскохозяйственных культур и подборе удобрений. От этих решений будет зависеть эффективность и производительность сельского хозяйства, а также продовольственная безопасность региона.

### Литература

1. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве [Текст] / под ред. А.Л. Иванова, В.И. Кирюшина. – М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2009. – С. 517.
2. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Electronic resource] / Core Writing Team, R.K. Pachauri

and L.A. Meyer (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland. – P. 151. – Режим доступа: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> (дата обращения: 16.07.2019).

3. Русакова, Ю.А. Климатическая политика Российской Федерации и решение проблем изменения глобального климата [Текст] / Ю.А. Русакова // Вестник МГИМО ун-та. – 2015. – № 1 (40). – С. 170–176.

4. Архивы погоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 20.01.2019).

5. Павлова, В.Н. Анализ и оценки влияния климатических условий последних десятилетий на урожайность зерновых культур в земледельческой зоне России [Текст] / В.Н. Павлова // Проблема экологического мониторинга и моделирования экосистем: сборник. – 2010. – Т. XXIII. – С. 215–230.

6. Ярославская область в цифрах. 2008–2018 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://yar.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/yar/ru/publications/official\\_publications/electronic\\_versions/](http://yar.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/yar/ru/publications/official_publications/electronic_versions/) (дата обращения: 25.01.2019).

7. Жолудева, В.В. Статистические методы оценки качества жизни населения регионов Центрального федерального округа [Текст] / В.В. Жолудева, Н.Ф. Мельниченко, Г.Е. Козлов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2015. – № 2. – С. 173–177.

8. Лопатинская, А.Ю. Прогнозная модель отдельных параметров аграрного производства в условиях изменения климата [Текст] / А.Ю. Лопатинская // Экономика и управление. – 2013. – № 2. – С. 172–177.

### References

1. Global'nye izmenenija klimata i prognoz riskov v sel'skom hozjajstve [Tekst] / pod red. A.L. Ivanova, V.I. Kiryushina. – M.: Rossijskaja akademija sel'skohozjajstvennyh nauk, 2009. – S. 517.

2. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Electronic resource] / Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland. – R. 151. – Rezhim dostupa: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> (data obrashhenija: 16.07.2019).

3. Rusakova, Yu.A. Klimaticheskaja politika Rossijskoj Federacii i reshenie problem izmenenija global'nogo klimata [Tekst] / Yu.A. Rusakova // Vestnik MGIMO un-ta. – 2015. – № 1 (40). – С. 170–176.

4. Arhivy pogody [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.pogodaiklimat.ru> (data obrashhenija: 20.01.2019).

5. Pavlova, V.N. Analiz i ocenki vlijanija klimaticheskikh uslovij poslednih desjatiletij na urozhajnost' zernovyh kul'tur v zemledel'cheskoj zone Rossii [Tekst] / V.N. Pavlova // Problema jekologicheskogo monitoringa i modelirovanija jekosistem: sbornik. – 2010. – Т. XXIII. – S. 215–230.

6. Jaroslavskaja oblast' v cifrah. 2008–2018 gg. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [http://yar.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/yar/ru/publications/official\\_publications/electronic\\_versions/](http://yar.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/yar/ru/publications/official_publications/electronic_versions/) (data obrashhenija: 25.01.2019).

7. Zholudeva, V.V. Statisticheskie metody ocenki kachestva zhizni naselenija regionov Central'nogo federal'nogo okruga [Tekst] / V.V. Zholudeva, N.F. Mel'nichenko, G.E. Kozlov // Jekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO. – 2015. – № 2. – S. 173–177.

8. Lopatinskaya, A.Yu. Prognoznaja model' otdel'nyh parametrov agrarnogo proizvodstva v uslovijah izmenenija klimata [Tekst] / A.Yu. Lopatinskaya // Jekonomika i upravlenie. – 2013. – № 2. – S. 172–177.