

УДК 631.1/551.582

ОЦЕНКА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АТМОСФЕРНЫХ ЗАСУХ И УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА

Немцев Сергей Николаевич, д-р с.-х. наук, директор Ульяновского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН.
433315, Ульяновская область, п. Тимирязевский, ул. Институтская, д.19.

E-mail: nemcev.1963@mail.ru

Шарипова Резеда Бариевна, канд. геогр. наук, ст. научный сотрудник отдела земледелия Ульяновского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН.

433315, Ульяновская область, п. Тимирязевский, ул. Институтская, д.19.

E-mail: rezedasharipova63@mail.ru

Ключевые слова: засуха, температура, осадки, коэффициент, климат.

Цель исследований – обосновать применение на территории Ульяновской области засухоустойчивых, пригодных к местным условиям, сортов и технологий их возделывания. Актуальность исследования обусловлена проблемой агрометеорологического мониторинга засухи и состояния сельскохозяйственных культур, поскольку для Ульяновской области весьма высока вероятность сильных и очень сильных засух, вызывающих в ряде случаев, катастрофическое снижение продуктивности сельскохозяйственных культур. В связи с чем исследования в работе направлены на выявление закономерностей формирования засушливых явлений и адаптации характера земледелия к конкретным условиям засушливости с учетом набора сельскохозяйственных культур, специализации сельскохозяйственного производства. Ведущим методом к исследованию проблемы являются методы сравнения, анализа и обобщения исходных данных. Оценки региональных изменений климата составлены с использованием апробированных статистических методов, корреляционного и тренд-анализа, достоверность которых оценивалась с помощью критериев Фишера и Стьюдента, позволяющие комплексно рассмотреть агрометеорологические показатели атмосферных засух и урожайности зерновых культур в изменяющихся условиях регионального климата, а также выдать рекомендации по корректировке технологии их возделывания. Представленные материалы для анализа по изменению климата за 1961-2018 гг. позволили выявить увеличение средней годовой температуры за годы исследований на 2,3°C и повышение осадков на 131 мм и раскрыть повторяемость атмосферной засухи в регионе через каждые три года. Интенсивная устойчивая засуха, вызывающая существенное снижение продуктивности сельскохозяйственных культур бывает в среднем один раз в девять лет. Материалы статьи представляют практическую ценность для специалистов сельского хозяйства при составлении рекомендаций, справочников и обобщения микроклиматической информации в условиях интенсивной системы земледелия.

ASSESSMENT OF AGROMETEOROLOGICAL INDICATORS OF ATMOSPHERIC DROUGHTS AND YIELD OF GRAIN CROPS UNDER THE CHANGING CONDITIONS OF THE REGIONAL CLIMATE

S. N. Nemtsev, Doctor Agriculture Sciences, Director of the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences.

433315, Ulyanovsk region, p. Timiryazevsky, Institutskaya street, 19.

E-mail: nemcev.1963@mail.ru

R. B. Sharipova, Candidate of Geography Sciences, Art. Researcher, Department of Agriculture, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences.

433315, Ulyanovsk region, p. Timiryazevsky, Institutskaya street, 19.

E-mail: rezedasharipova63@mail.ru

Key words: drought, temperature, precipitation, coefficient, climate.

The purpose of the research is justification the use of drought-resistant varieties suitable for local conditions and technologies for their cultivation on the territory of the Ulyanovsk region. The relevance of the study is important due to the problem of agrometeorological monitoring of drought and crop conditions, since the Ulyanovsk region has a very high probability of severe and very severe droughts, which in some cases cause a catastrophic decrease in crop productivity. In this regard, the research is aimed at identifying patterns of formation of dry phenomena and adaptation of the agricultural sector to specific conditions of aridity, taking into account crops and specialization of agricultural production. Methods of comparison, analysis and generalization of the initial data make the base for studies. Estimates of regional climate changes were made using proven statistical methods, correlation and trend analysis, the reliability of which was evaluated using Fisher and Student criteria, allowing a comprehensive review of agrometeorological indicators of atmospheric droughts and crop yields in changing regional climatic conditions, as well as providing recommendations for adjusting the technology of their cultivation. Materials presented for analysis on climate change within the period between 1961-2018 years revealed an increase in the average annual temperature over the years of research by 2.3°C and an increase in precipitation by 131 mm, and understand the recurrence of atmospheric drought in the region every three years. An intense, persistent drought that causes a significant decrease in crop productivity occurs on average once every nine years. The materials of the article are of practical value for agricultural specialists in the preparation of recommendations, reference books and generalization of microclimatic information in an intensive farming system.

После сильной засухи в южной половине Приволжского Федерального округа в 2009 году и жестокой продолжительной засухи, охватившей обширную территорию всей европейской части России в 2010 году, проблема агрометеорологического мониторинга засухи и состояния сельскохозяйственных культур становится одной из наиболее актуальных в агрометеорологии, поскольку весьма высока вероятность сильных и очень сильных засух, вызывающих в ряде случаев катастрофическое снижение продуктивности сельскохозяйственных культур. Для Ульяновской области возможную угрозу в этом плане может представлять увеличение повторяемости засух – важнейшего природного фактора, влияющего на продуктивность экосистем и производство продовольствия, в последние годы побуждающего существенно корректировать традиционные системы земледелия [1, 2, 3, 4].

Наукой и практикой выработано немало способов борьбы с засушливыми явлениями. В частности к таковым можно отнести орошение, снегозадержание, кулисы, лесные полосы, пары и т.д. Однако агротехнические мероприятия решают в основном тактические задачи борьбы против этих явлений, а со стратегической, следовательно, с агрономической точки зрения наиболее предпочтительнее адаптация характера земледелия к конкретным условиям засушливости с учетом набора сельскохозяйственных культур, специализации сельскохозяйственного производства и т. д. Для решения этой задачи совершенно необходимо знание закономерностей формирования засушливых явлений – где, когда, в какой форме, с какой интенсивностью и вероятностью они наблюдаются [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Цель исследований – обосновать применение на территории Ульяновской области засухоустойчивых, пригодных к местным условиям, сортов и технологий их возделывания.

Задачи исследований – провести анализ изменения климатических условий, оценить агрометеорологические показатели атмосферных засух и урожайности зерновых культур в изменяющихся условиях регионального климата, выдать рекомендации по корректировке технологии их возделывания.

Материалы и методы исследований. Материалом для анализа послужили данные по изменению климата за 1961-2018 гг. в Ульяновской области. Сведения о температуре воздуха и атмосферных осадках использовались из архива отдела агрометеорологических прогнозов Ульяновского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. В качестве информационной основы использованы статистические материалы и результаты исследований развития агропромышленного производства региона, а также Департамента сельского хозяйства Ульяновской области [11, 12].

Для обработки анализа исходных данных использовались такие методы как сравнение, анализ и обобщение данных. Оценки региональных изменений климата получены с использованием апробированных статистических методов, корреляционного и тренд-анализа. Достоверность результатов оценивалась с помощью критериев Фишера и Стьюдента [13].

Подготовлен подробный обзор, и проведен анализ агрометеорологических данных за последние 58 лет (1961-2019 гг.) на территории Ульяновского НИИСХ. Расчеты выполнялись на основании среднемесячных значений температуры воздуха и месячных сумм осадков. Для поставленной задачи рассчитывался также гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). Помимо метеорологических данных для анализа привлекались временные ряды урожайности зерновых культур Ульяновской области УНИИСХ.

Результаты исследований. Климат за последние десятилетия заметно изменился как на глобальном, так и на региональном уровне, при этом в последние десятилетия наблюдается наиболее активная фаза потепления. Благодаря парниковому эффекту средняя глобальная температура воздуха у поверхности Земли повысилась за последнее столетие на $0,74^{\circ}\text{C}$ [7, 14].

Аналогичная ситуация сложилась и на территории Ульяновской области. Как видно на рисунке 1, наклон тренда положительный и величина R^2 показывает, что вклад линейного тренда в общую изменчивость температуры довольно значительный и составляет 0,2896. В пределах района среднегодовая температура воздуха составляет за 1961-2018 гг. $4,6^{\circ}\text{C}$ (максимальная $6,6^{\circ}\text{C}$ – 2008, 2016 гг., минимальная $0,4^{\circ}\text{C}$ – 1969 г.). Повышение температуры за 1961-2018 гг. составляет $2,3^{\circ}\text{C}$.

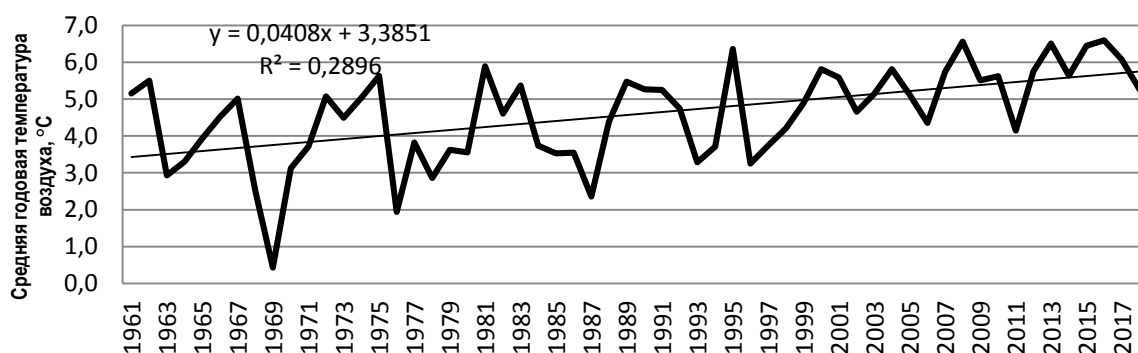


Рис. 1. Динамика средней годовой температуры воздуха за 1961-2018 гг.

Учитывая тот факт, что для всех возделываемых культур влага является фактором, определяющим размер урожая, по данным анализа на территории региона за год выпадает в среднем 455 мм осадков, из них 241 мм за апрель-октябрь. Это те нормативные данные влаги, при которых создаются оптимальные условия для получения высоких урожаев в сочетании с благоприятным температурным режимом. Увеличение количества осадков за период исследований составляет 131 мм (рис. 2).

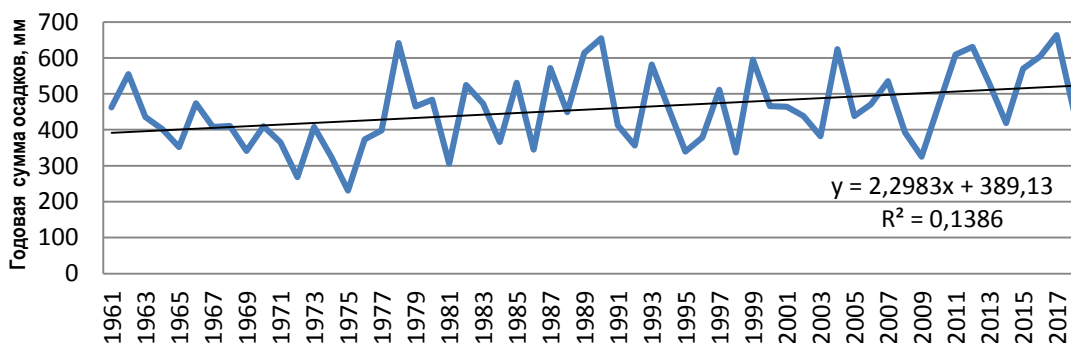


Рис. 2. Межгодовая изменчивость сумм осадков за период 1961-2018 гг.

Однако, они неравномерны и во времени, и по территории и в отдельные годы варьируют от 224 мм (1975 г.) до 654 (1990 г.) мм, также за один месяц, как например в июле 1979 года выпадало 175 мм осадков – это 44% годовой нормы, и, наоборот, случается, как показал 2010 год, что осадков не выпадает в течение 2-3 месяцев, и создаются условия для содействия развитию устойчивой засухи (табл. 1).

Таблица 1

Количественная оценка повторяемости типов засухи в сравнении
с агроклиматическими показателями и урожайностью зерновых культур

Год	ГТК	Сумма осадков мм		Характер засухи	Урожайность зерновых культур		Среднесуточная температура за май-август
		за год	апрель-август		по области	УНИИСХ	
1	2	3	4	5	6	7	8
1961	1,1	462	268		8,8	17,9	18,6
1962	1,9	555	404		11,4	20,6	17,8
1963	1,2	436	259		9,0	19,4	17,0
1964	1,1	402	249		10,2	18,5	16,6
1965	0,9	352	191		10,0	23,5	16,1
1966	1,1	474	282		10,7	20,9	18,7
1967	0,7	408	191	весенне-летняя	12,5	26,3	19,8
1968	1,1	411	237		14,8	30,3	16,7
1969	0,9	341	154		19,0	31,6	13,6
1970	0,9	410	232		16,7	28,6	16,4
1971	1,1	365	207		14,8	25,2	16,0
1972	0,2	268	80	устойчивая	10,3	23,4	19,7
1973	1,1	408	228		24,5	36,3	16,0
1974	1,0	326	238		17,3	36,3	16,5
1975	0,8	231	108,1	устойчивая	10,1	23,3	18,0
1976	1,3	373	257		19,5	43,6	15,8
1977	0,8	398	203	весенняя	13,9	30,9	17,9
1978	1,9	641	365		19,5	39,1	14,9
1979	1,0	465	262		11,8	35,7	16,4
1980	1,2	484	288		15,1	38,1	15,8
1981	0,3	306	86	устойчивая	8,3	17,8	19,2
1982	1,3	525	297		19,9	42,3	16,3
1983	1,5	473	317		19,7	34,6	14,8
1984	1,0	366	225		9,7	24,7	18,5
1985	1,0	531	254		17,1	42,2	17,2
1986	0,7	345	149	весенне-летняя	18,3	33,4	16,8
1987	1,2	572	294		17,0	34,1	17,8
1988	0,9	449	279		17,2	33,8	19,0
1989	1,0	614	373		17,5	27,1	17,8
1990	1,7	655	349		21,6	40,3	15,5
1991	0,9	412	285		14,1	29,9	18,1
1992	0,6	356	158	летняя	22,8	35,4	16,0
1993	1,6	582	303		18,1	38,0	16,6
1994	1,1	459	312		19,0	33,4	15,1
1995	0,5	339	140	устойчивая	8,9	15,8	18,7
1996	1,1	379	228		17,1	33,9	18,0
1997	1,1	511	262		18,5	35,4	16,2
1998	0,5	337	153	устойчивая	5,3	10,3	18,4
1999	1,6	595	335		11,6	24,5	16,8
2000	1,4	466	266		14,6	29,0	17,2
2001	0,7	464	178	летне-осенняя	17,7	27,4	17,8
2002	0,5	438	162	летняя	17,7	29,0	16,0
2003	1,3	382	243		15,8	27,5	16,9
2004	1,5	624	316		14,9	24,5	18,3
2005	1,0	438	254	весенняя	14,8	27,4	17,8
2006	1,1	471	272		16,3	31,7	17,3
2007	1,2	535	258		17,0	32,5	18,9
2008	1,1	393	183	весенняя	19,9	38,7	17,6
2009	0,8	325	198	летне-осенняя	19,9	40,1	18,0
2010	0,3	468	77	устойчивая	8,5	18,2	21,0
2011	0,9	609	254		24,8	35,3	19,1
2012	1,0	631	346	весенняя	15,0	23,7	20,4

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
2013	0,9	530	268		20,9	33,3	20,2
2014	0,6	419	180	осенняя	21,4	38,2	18,9
2015	0,7	570	244	весенне-осенняя	17,4	31,1	19,9
2016	0,6	604	211	летняя	24,5	32,1	20,7
2017	1,5	664	376		29,5	35,6	17,8
2018	0,4	455	193	весенне-осенняя	21,3	27,3	19,6
2019	0,9		234	летняя, осенняя	20,2	22,3	19,1
Среднее	0,9	458	240		15,7	31,2	18,5

За последние 58 лет на территории области наблюдался всего двадцать один засушливый год, из них пять с весенней засухой (1977, 2000, 2005, 2008, 2012 гг.), два – с весенне-летней (1967, 1986 гг.), 1992, 2002, 2016 годы – с летней засухой, три (2001, 2009, 2019 гг.) – с летне-осенней, два – с весенне-осенней (2015, 2018 гг.) и шесть (1972, 1975, 1981, 1995, 1998, 2010 гг.) – с разной по интенсивности устойчивой засухой (табл. 1). Анализ указанного промежутка времени показывает, что через каждые 9 лет наблюдается устойчивая засуха. В эти годы за вегетационный период (апрель-август) выпадает от 80 до 150 мм осадков (из них 60-70 мм в августе), ГТК колеблется от 0,3 до 0,5-0,8 и, соответственно, урожайность зерновых по области составляет 5-10 ц/га.

Средняя температура за май-август фиксируется 17,2°C. В засушливые годы данное значение колеблется от 18°C до 20°C, и в 2010 году средняя температура за эти месяцы повышалась до 21°C.

Средняя урожайность зерновых по области составляет 16,1 ц/га. Максимальное количество урожая по области (29,8 ц/га) собрали в 2017 году. Значительная часть осадков выпала осенью и зимой 2016 года, насытив почву влагой, весной и летом создались благоприятные условия для всходов яровых культур и развития озимых растений. Далее ежемесячные осадки, в количестве 20-30 мм, поддерживали оптимальные условия для налива зерна, а также складывались хорошие условия для их уборки. Температурный режим был умеренно пониженным.

Для оценки степени увлажнения и засушливости вегетационного периода широкое применение получил индекс Г. Т. Селянинова, который вычисляется по формуле:

$$ГТК = \frac{10 \sum P}{\sum T_{>10^{\circ}}},$$

где $\sum P$ – сумма осадков, мм; $\sum T_{>10^{\circ}}$ – сумма среднесуточных температур за период с $T \geq 10^{\circ}\text{C}$, °C.

Агроклиматические исследования Г. Т. Селянинова по связи между ГТК и урожайностью зерновых культур показали, что максимальному урожаю соответствует ГТК, равный 1,2. При ГТК < 1,2 урожаи снижаются из-за развития засушливых явлений, а при ГТК > 1,2 урожаи уменьшаются от переувлажнения [1].

Гидротермический коэффициент Селянинова является условным выражением баланса влаги и определяет отношение прихода влаги к ее расходу. ГТК более 1,0 характеризует увлажнение сельскохозяйственных культур, ГТК ниже 1,0 свидетельствует о недостаточной увлажненности вегетационного периода, ГТК ниже 0,5 соответствует резкому недостатку осадков. Сравнивая ГТК, количество выпавших осадков, и урожайность, засушливая погода, аналогичная 2010 году, наблюдалась в 1972 и 1981 годах.

Для оценки влагообеспеченности авторы [8, 14] предлагают использовать ГТК как наиболее оптимальный показатель. Авторы, обобщив многолетний опыт использования показателя ГТК, предложили следующую шкалу классификации уровней влагообеспеченности по значениям ГТК. Приведем эту шкалу в таблице 2 с распределением в ней повторяемости ГТК, рассчитанных за вегетационный период для Ульяновской области по годам в период 1961-2019 гг.

Достаточная влагообеспеченность из всего 58-летнего периода наблюдалась 18 раз (31%), неблагоприятные условия по влагообеспеченности наблюдались большее число лет (табл. 2). Засушливые условия формировались 13 раз (22%), что согласуется с данными работ [7, 8], по которым в последние десятилетия во внетропических широтах отмечается повышенная вероятность

экстремальных антициклонов, что увеличивает риск таких неблагоприятных последствий как засухи летом и экстремальные морозы зимой.

Таблица 2

Повторяемость ГТК по области в период 1961-2019 гг. (согласно классификации авторов [3])

ГТК	Характер влагообеспеченности	Количество лет	%
>1,5	Избыточная	5	9
1,5-1,41	Повышенная	4	7
1,40-1,11	Достаточная (оптимальная)	18	31
1,10-0,76	Недостаточная	18	31
0,75-0,61	Низкая (слабая засуха)	7	12
0,60-0,41	Очень низкая (средняя засуха)	3	5
0,40-0,21	Исключительно низкая (сильная засуха)	3	5
<0,20	Катастрофически низкая (очень сильная засуха)	0	0

На рисунке 3 приведены межгодовые колебания ГТК и его отрицательный линейный тренд.

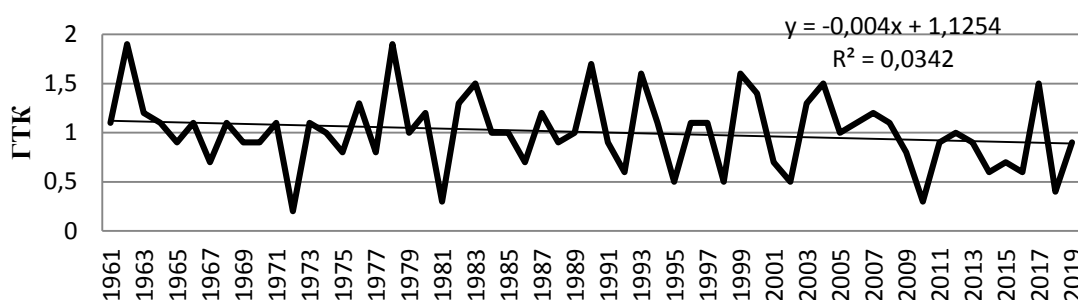


Рис. 3. Межгодовые изменения ГТК на территории Ульяновской области (1961-2019 гг.)

ГТК более тесно связан с осадками, чем с температурой воздуха. Так, для первой части вегетационного периода (апрель-июнь) коэффициент корреляции между ГТК и температурой воздуха составил -0,36 (отрицательная связь), а с осадками – 0,69. Коэффициент корреляции между урожайностью зерновых культур и ГТК для Ульяновской области составил 0,43 (с достоверностью 0,95%), т.е. погодные условия оказывают заметное влияние на формирование урожайности. Наименьшая урожайность зерновых культур по области 5,3 ц/га, и 10,3 ц/га – в Ульяновском НИИСХ – наблюдались в 1998 году. В этот год, несмотря на высокий температурный режим и отсутствие эффективных осадков с середины апреля до конца июля, начавшиеся обильные дожди в конце июля и в первой половине августа создавали тяжелейшие условия для уборки. В 2010 году наблюдалась наиболее сильная устойчивая засуха. Максимальная температура воздуха 1 и 2 августа, впервые за весь период инструментальных наблюдений, достигала до 40°С. В течение четырех месяцев не было эффективных осадков. ГТК составил в апреле -0,0, в мае -0,3, в июне -0,0, в июле -0,4, за первую половину августа -0,0, что привело к гибели значительной части зерновых, зернобобовых и особенно поздних культур. Сравнивая урожайность зерновых культур за последние 58 лет ГНУ УНИИСХ с областными данными, можно отметить, что она в два раза выше не только в благоприятные, но и в засушливые годы, что лишний раз говорит о высокой технологии и достижениях науки, а также об умении приспосабливаться к тяжелым метеорологическим условиям.

Заключение. Важнейшей закономерностью наблюдаемых изменений агроклиматических показателей на территории Ульяновской области является повторяемость атмосферной засухи через каждые три года. Интенсивная устойчивая засуха, вызывающая существенное снижение продуктивности сельскохозяйственных культур, бывает в среднем один раз в восемь лет. Для снижения негативного влияния засух необходимо принятие комплекса мер по внедрению научно обоснованных технологий и засухоустойчивых, пригодных к местным условиям, сортов. Необходимо объединить усилия ученых и производителей и при поддержке государства поэтапно и последовательно осуществить технологическую модернизацию АПК. Назрела необходимость вкладывать средства в научные исследования и разработки, что позволит определить адаптационные стратегии, основанные на конкретных данных.

Библиографический список

1. Экономический анализ влияния изменения климата на сельское хозяйство России: национальные и региональные аспекты (на примере производства зерна) // Научно-исследовательские отчеты OXFAM. – 2013. – № 4. – С. 37-54.
2. Немцев, С. Н. Тенденции изменений климата и их влияние на продуктивность зерновых культур в Ульяновской области / С. Н. Немцев, Р. Б. Шарипова // Земледелие. – 2012. – № 2. – С. 3-5.
3. Переведенцев, Ю. П. Современные тенденции изменения климата в Приволжском Федеральном округе / Ю. П. Переведенцев, Н. А. Важнова, Э. П. Наумов [и др.] // Георесурсы. – 2012. – №6 (48). – С. 19-34.
4. Шарипова, Р. Б. Агроклиматическая оценка атмосферных засух и урожайности на территории ГНУ Ульяновский НИИСХ / Р. Б. Шарипова, А. Г. Галиакберов, С. Н. Никитин, М. М. Сабитов // Вестник Ульяновской ГСХА. – №3. – 2011. – С. 35-40.
5. Кренке, А. Изменения климата и человеческое измерение исследования в России / А. Кренке, М. В. Ананичева // Человеческое измерение и глобальное изменение среды : сборник научных трудов. – 2005. – 303 с.
6. Casey, K. S. Global and regional sea surface temperature trends / K. S. Casey, P. J. Cornillon // Climate. – 2011. – Vol. 14. – P. 3801-3818.
7. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М. : Росгидромет, 2014. – 1008 с.
8. Иванов, А. Л. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России / под редакцией академиков Россельхозакадемии А. Л. Иванова, В. И. Кирюшина – М. : Россельхозакадемия. – 2009. – 518 с.
9. Иванов, А. Л. Глобальное изменение климата и его влияние на сельское хозяйство // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 3-5.
10. Семенов, С. М. Парниковые газы и современный климат земли. – М. : Издательский центр «Метеорология и гидрология», – 2004. – 175 с.
11. Сельское хозяйство Ульяновской области. – Ульяновск : Печатный двор. – 2018. – 32 с.
12. Агrometeorологический бюллетень (с 1961 по 2019 гг.). Ульяновск.
13. Уланова, Е. С. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агrometeorологии / Е. С. Уланова , В. Н. Забелин. – Ленинград : Гидрометеиздат. – 1990. – 208 с.
14. Сиротенко, О. Д. Современные климатические изменения продуктивности биосферы России и сопредельных стран / О. Д. Сиротенко, Е. В. Абашина // Метеорология и гидрология. – 2008. – №4. – С. 101-107.
15. Мустафина, А. Б. Основные особенности влияния погодных условий на урожайность зерновых культур в Республике Татарстан // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2019. – №2(372). – С. 144-153.

References

1. Ekonomicheskii analiz vliianiia izmeneniia klimata na sel'skoe hozyaistvo Rossii: nacionalnie i regionalnie aspekti (naprimere proizvodstva zerna) [Economic analysis of the impact of climate change on Russian agriculture: national and regional aspects (on the example of grain production)]. (2013). *Nauchno-issledovatel'skie otcheti OXFAM – Research reports of OXFAM*, 4, 37-54 [in Russian].
2. Nemtsev, S. N., & Sharipova, R. B. (2012). Tendencii izmenenii klimata i ih vliianie na produktivnost zernovikh kultur v Uliyanovskoi oblasti [Trends in climate change and their impact on the productivity of grain crops in the Ulyanovsk region]. *Zemledelie – Zemledelie*, 2, 3-5 [in Russian].
3. Perevedentsev, Yu. P., Vazhnova N. A., Naumov E. P., Shantalinsky K. M., & Sharipova R. B. (2012). Sovremennie tendencii izmeneniia klimata v Privolzhskom Federalinom okruge [Modern trends in climate change in the Volga Federal district]. *Georesursy – Georesursy*, 6 (48), 19-34 [in Russian].
4. Sharipova, R. B., Galiakberov, A. G., Nikitin, S. N., & Sabitov, M. M. (2011). Agroklimaticheskaiia oценка atmosfernih zasukh i urozhainosti na territorii GNU Uliyanovskii NIISKH [Agroclimatic assessment of atmospheric droughts and yields on the territory of the Ulyanovsk research Institute]. *Vestnik Uliyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii – Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*, 3, 35-40 [in Russian].
5. Krenke, A., & Ananicheva, M. V. (2005). Izmeneniia klimata i chelovecheskoe izmerenie issledovaniia v Rossii [Climate Change and the human dimension of research in Russia]. Human dimension and global environmental change '05: *sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (p 303). [in Russian].
6. Casey, K. S., & Cornillon, P. J. (2011). Global and regional sea surface temperature trends. *Climate*, 14, 3801-3818.
7. Vtoroi ocenochnii doklad Rosgidrometa ob izmeneniakh klimata i ih posledstviakh na territorii Rossiiskoi Federacii [The second assessment report of Roshydromet on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation]. (2014). Moscow: Roshydromet [in Russian].

8. Ivanov, A. L., & Kiryushin, V. I. (2009). Globalnie izmeneniia klimata I prognoz riskov v seliskom hozyaistve Rossii [Global climate change and risk forecast in agriculture of Russia]. A. L. Ivanov (Ed.). Moscow: Russian agricultural Academy [in Russian].
9. Ivanov, A. L. (2009). Globalinoe izmenenie klimata i ego vliianie na seliskoe hoziaistvo [Global climate change and its impact on agriculture]. *Zemledelie – Zemledelie*, 1, 3-5 [in Russian].
10. Semenov, S. M. (2004). Parnikoviie gazy I sovremennii klimat zemli [Greenhouse gases and the modern climate of the earth]. Moscow: publishing center «Meteorology and hydrology» [in Russian].
11. Seliskoe hozyaistvo Uliianovskoi oblasti [Agriculture of the Ulyanovsk region]. (2018). Ulyanovsk: Pechatnyj dvor [in Russian].
12. Agrometeorologicheskii byulleten (s 1961 po 2019 gg.) [Agrometeorological Bulletin (from 1961 to 2019)]. Ulyanovsk [in Russian].
13. Ulanova, E. S., & Zabelin, V. N. (1990). Metodika korreliacionnogo i regressionnogo analiza v agrometeorologii [Methods of correlation and regression analysis in agrometeorology]. Leningrad: Hydrometeo izdat [in Russian].
14. Sirotenko, O. D., & Abashina, E. V. (2008). Sovremennie klimaticheskie izmeneniia produktivnosti biosferi Rossii I sopredelinykh stran [Modern climate changes in the productivity of the biosphere of Russia and neighboring countries]. *Meteorologiya i gidrologiya – Meteorology and Hydrology*, 4, 101-107 [in Russian].
15. Mustafina, A. B. (2019). Osnovnie osobennosti vliianiia pogodnykh uslovii na urozhainost zrnovykh kultur v Respublike Tatarstan [The Main features of the influence of weather conditions on the yield of grain crops in the Republic of Tatarstan]. *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy – Hydrometeorological Research and Forecasting*, 2(372), 144-153 [in Russian].