

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАСУХИ 2010 ГОДА В РОССИИ ПО СРАВНЕНИЮ С ЗАСУХАМИ ПРОШЛЫХ ЛЕТ

А.И. Страшная, Т.А. Максименкова, О.В. Чуб

Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
ais@mecom.ru

В Российской Федерации, как и во многих странах мира, наблюдается тенденция увеличения потерь в агропромышленном комплексе из-за усиливающихся воздействий опасных природных явлений. В связи с обширной территорией, большим разнообразием климатических и ландшафтных условий сельскохозяйственные районы России подвержены воздействию различных опасных метеорологических, агрометеорологических и гидрологических явлений [2, 5]. Из агрометеорологических опасных явлений наибольший ущерб зерновому хозяйству России наносят засухи, т.к. более 60 % всех посевных площадей основных зерновых культур расположено в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения. Естественно, что в таких условиях угроза повреждений этих культур засухой в том или ином районе достаточно велика. Как известно, чаще всего эта угроза становится реальной в юго-восточных районах европейской части России и сравнительно редко – в северных и западных.

Ущерб, наносимый сельскому хозяйству засухами, зависит от территории, охваченной ими, а также от интенсивности и продолжительности засух. При локальных засухах зерновое хозяйство страны, как правило, не несет больших потерь. При обширных и интенсивных засухах ущерб, причиняемый ими, резко увеличивается. При этом убытки от засух терпят и перерабатывающие отрасли, лесное хозяйство, рыболовство, транспорт. Нередко следствием засух являются пожары в лесах и на торфяниках, страдает экология больших регионов.

В работах [1, 3, 4, 8–11, 13, 14] в качестве критериев засух предлагались и использовались различные показатели, такие как аномалии количества осадков (% климатической нормы) за различные календарные периоды (часто в сочетании с аномалией температуры воздуха), относительная влажность и дефицит влажности воздуха, запасы продуктивной влаги в почве или снижение урожайности относительно ее средней величины более чем на 10 %. Наибольшее распространение получили комплексные коэффициенты увлажнения (засушливости), представляющие собой в большинстве случаев отношение сумм

осадков к испаряемости, где испаряемость учитывается косвенно по суммам температур или дефицитов влажности воздуха.

В нашей работе в качестве основного показателя для оценки интенсивности атмосферных засух применительно к зерновым культурам был использован гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) Г.Т. Селянинова [10], представляющий собой отношение суммы осадков за период не менее месяца ($\sum_{ос}$), к сумме температур за этот же период ($\sum_{Т}$), уменьшенной в 10 раз ($ГТК = \sum_{ос}/0,1 \sum_{Т}$). Ранее [14] было показано, что показателем очень сильных засух может служить ГТК, равный 0,3 и менее, сильных – ГТК от 0,31 до 0,60. Сильную почвенную засуху характеризуют запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы менее 10 мм, в метровом слое – менее 50 мм. Часто в годы сильных засух пахотный слой почвы практически полностью иссушался или запасы продуктивной влаги в нем не превышали 2–5 мм, в метровом слое 20–30 мм. Количество осадков менее 50 % нормы является показателем очень сильной, а 50–70 % – сильной атмосферной засухи.

В 2010 году сильная засуха поразила большую часть Европейской территории России и юг Урала. Для сравнения ее с засухами прошлых лет **по охвату территории**, мы сформировали сводку **сильных засух продолжительностью не менее двух месяцев**, которые охватывали **три крупных района и более** за период с 1891 по 2010 г. (табл. 1). Для более объективной сравнимости территорий здесь и далее районы представлены в основном в их административных границах по данным на конец 90-х годов. За обширную принималась засуха, которая была распространена в районе не менее, чем на 30 % территории. За период с 1946 по 2010 г. для идентификации засух использовались как метеорологические данные, так и данные по **урожайности** зерновых культур при учете ее **с посевной площади**, за более ранние годы использовались литературные источники.

Как видно из приведенной таблицы, в трех десятилетиях (1931–1940, 1951–1960 и 1991–2000 гг.) наблюдалось по четыре сильных засухи, в остальных девяти десятилетиях – по 2–3 таких засухи. Интересно отметить, что в восьми случаях (67 %) десятилетие начиналось с сильной засухи (1891, 1901, 1911, 1921, 1931, 1951, 1981, 1991 гг.), однако четкой периодичности засух не прослеживается. Анализ засух по годам показывает, что обширные засухи (не менее, чем в трех районах) могут наблюдаться два года подряд (1891 и 1892, 1920 и 1921, 1938 и 1939, 1948 и 1949, 1954 и 1955, 1998 и 1999 гг.). Локальные засухи (1–2 района) могут наблюдаться и три года подряд (например, засухи 1987, 1988 и 1989 гг. в Уральском районе, и 1973, 1974 и 1975 гг. – в Западно-Сибирском). За последние 70 лет (за эти годы мы располагали данными по урожайности зерновых культур) наиболее

обширными, охватывающими 5–7 районов, были сильные засухи в 1946, 1963, 1975, 1981, 1995, 1998, 1999 гг. и засуха 2010 года, которая по охвату территории стоит в одном ряду с перечисленными. За весь период повторяемость сильных и обширных засух в Поволжском районе составляет 27 %, в Центрально-Черноземном, Уральском, и Северо-Кавказском районах 19-22 %, в Центральном, Волго-Вятском и Западно-Сибирском районах – 10-12 %.

В годы сильных и обширных засух прошлых лет снижение валовых сборов зерна в основных зернопроизводящих регионах достигало 40–50 % и более по сравнению с годами, благоприятными по условиям увлажнения [11, 14]. За последние 30 лет в годы с сильными и обширными засухами, в целом по Российской Федерации, валовые сборы зерна также уменьшались почти наполовину. Так, например, в сильные засухи 1981, 1995, 1998 и 2010 гг. валовые сборы составляли соответственно 73,8; 63,4; 47,9 и 60,9 млн т, тогда как в годы, благоприятные по условиям увлажнения, в основных районах (2002, 2008 гг.) они были, соответственно, 86,6 и 108,2 млн т. Здесь следует отметить, что в 1995 и 1998 гг. уменьшение валовых сборов обусловлено не только засухой, но еще и сокращением посевных площадей под зерновыми культурами (по сравнению с 1981 г. почти на 12–15 млн га). Более показательной величиной для сравнительной оценки в таких случаях (при изменении посевных площадей) является урожайность. В указанные выше годы сильных засух (1981, 1995, 1998 и 2010 гг.) средняя по Российской Федерации урожайность зерновых культур составляла соответственно 10,0; 11,6; 9,4 и 14,1 ц/га, а в благоприятные (2002 и 2008 гг.) – 18,6 и 23,1 ц/га. Понятно, что, ввиду столь резких колебаний урожайности и валовых сборов зерна, правильная и своевременная оценка интенсивности засухи и ее возможных последствий (недобора урожая) в значительной степени может определять продовольственную безопасность как отдельных регионов, так и страны в целом, учитывая возможность выбора с большой заблаговременностью стратегии закупки зерна на рынках внутри страны или за ее пределами. Такая оценка необходима и для различных экономических расчетов и для планирования хозяйственной деятельности сельхозтоваропроизводителей.

При этом очевидно, что более объективной оценкой любой засухи для любой территории может служить ущерб, причиняемый ею, который можно определить по величине снижения урожайности [11, 13, 14]. Однако урожайность в конкретной природно-климатической зоне изменяется не только под воздействием погоды, но и в связи с изменениями, происходящими в культуре земледелия. Последние обычно способствуют стационарному росту урожайности, однако в отдельные периоды возможно и снижение урожайности.

Таблица 1

Районы, охваченные сильными и обширными засухами в России за период с 1891 по 2010 г.

Годы засух	Поволжский	Централно-Черноземный	Северо-Кавказский	Уральский	Западно-Сибирский	Центральный	Волго-Вятский	Количество районов с засухой
1891	+	+	+	+				4
1892	+	+	+					3
1897	+	+	+	+				4
1901	+	+	+		+			4
1906	+		+	+				3
1911	+		+	+	+			4
1920	+	+	+	+	+	+		5
1921	+	+	+	+		+	+	6
1924	+	+	+		+	+	+	6
1931	+	+		+	+			4
1936	+	+		+	+	+	+	6
1938	+	+	+	+				4
1939	+	+	+	+				4
1946	+	+	+			+	+	5
1948	+	+	+	+				4
1949	+	+	+	+				4
1951	+	+		+	+			4
1954	+	+	+					3
1955	+		+	+	+			4
1957	+		+	+				3
1963	+	+	+	+	+	+	+	7
1965	+		+	+	+			4
1972	+	+	+				+	4
1975	+	+	+	+	+		+	6
1979	+	+	+			+	+	5
1981	+	+		+	+	+	+	6
1984	+	+		+				3
1991	+			+	+			3
1995	+	+		+		+	+	5
1998	+	+	+	+	+	+	+	7
1999	+	+			+	+	+	5
2010	+	+		+		+	+	5
Число случаев	32	26	23	24	15	12	13	
Повторяемость, %	27	22	19	20	12	10	11	

Для определения тенденций урожайности зерновых культур, связанных с повышением культуры земледелия, нами были построены линейные тренды урожайности по основным

регионам и по РФ в целом, которые позволяют количественно оценить тенденцию возрастания урожайности в целом за период 1946–2010 гг. На рис. 1 в качестве примера показаны динамика урожайности и стационарная ее составляющая (тренд) по Российской Федерации. При общем росте урожайности от начала к концу периода в среднем на 12 ц/га, колебания урожайности в целом по России весьма значительны, коэффициент вариации урожаев составил 31 %. При этом в отдельные временные отрезки можно выделить и достаточно четкую тенденцию снижения урожайности. Так, например, при построении кусочно-линейных трендов [15], на том же рис. 1 можно видеть, что рост урожайности зерновых культур, наблюдавшийся в период до 1990 года, сменился значительным падением, связанным с резким снижением применения доз минеральных и органических удобрений, средств защиты растений, уменьшением объемов мелиоративных работ и ухудшением материально-технической базы хозяйств в период радикального изменения условий сельскохозяйственного производства [7]. Негативно сказывались и сильные засухи в 1995, 1998 и 1999 гг. При начавшейся с 2000 года стабилизации в сельском хозяйстве, с внедрением новых сортов (например пшеницы Московская 1 и гибридов кукурузы), отрицательная тенденция урожайности зерновых культур сменилась на положительную.

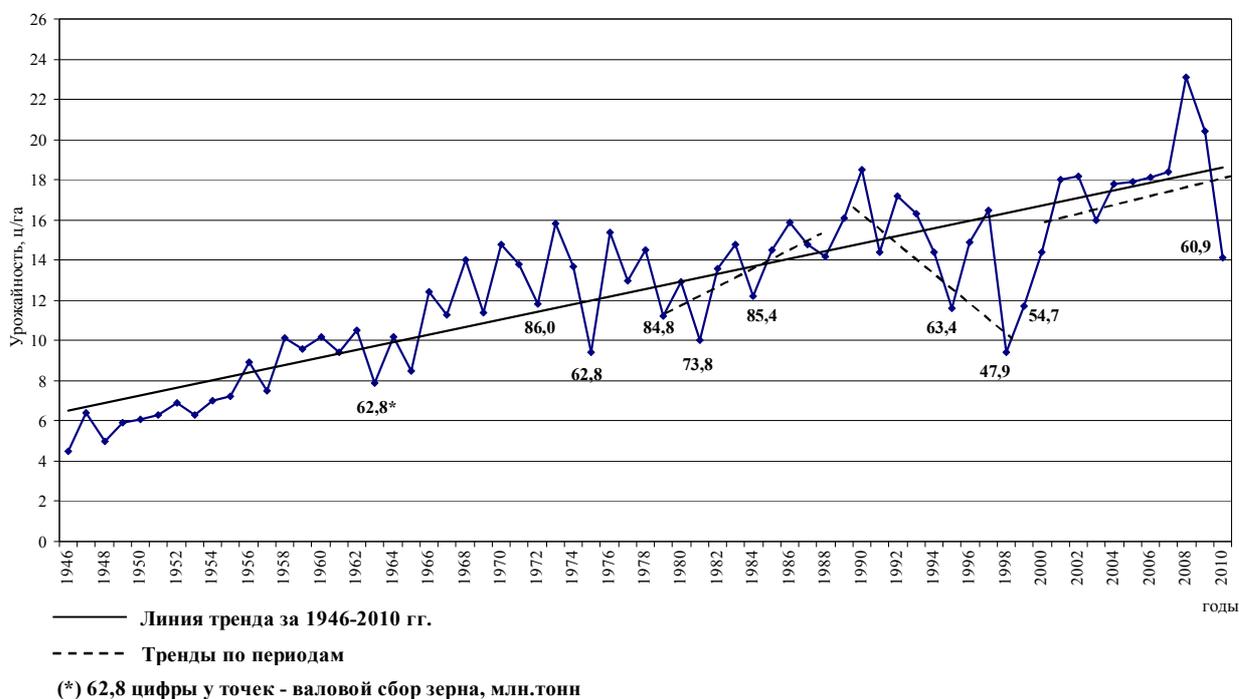


Рис. 1. Динамика урожайности зерновых культур в Российской Федерации (в ц/га с посевной площади) за период с 1946 по 2010 г.

Снижение урожайности относительно тренда для конкретного года (или аномалия урожайности) может служить достаточно объективным показателем ущерба от

неблагоприятных погодных условий, при этом аномалия урожайности более 10 % по России в целом и 20 % и более по крупному региону, как правило, обусловлена сильной и обширной засухой. В табл. 2 представлена аномалия урожайности зерновых культур (в % от тренда, рассчитанного за 1946–2010 гг.) в годы таких засух по Российской Федерации в целом и основным регионам.

Анализ данных этой таблицы показывает, что в большинстве лет с сильными и обширными засухами аномалия средней по Российской Федерации урожайности составляла 20–29 %, лишь в 1979 и 1984 гг. она была меньшей (12–13 %). В 1979 г. это объясняется в основном высокой урожайностью, полученной в Сибири и на Урале, а в 1984 г. – меньшей была территория, охваченная засухой. Очень большая аномалия урожайности, вследствие засухи в 1998 году (42 %), связана, по-видимому, еще и с хозяйственными причинами в сельском хозяйстве. В 1972 году средняя урожайность оказалась на уровне тренда, хотя засуха была сильной и обширной, а уровень агротехники незначительно отличался от такового, например, в близком 1975 году.

Таблица 2

**Аномалия урожайности зерновых культур (отклонения от тренда, %)
в годы сильных и обширных засух за период с 1946 по 2010 г.**

Территория	Годы										
	1946	1963	1972	1975	1979	1981	1984	1995	1998	1999	2010
Российская Федерация	28	20	–	22	13	24	12	27	42	29	25
Центрально-Черноземный район	30	31	8	14	45	45	41	42	34	37	43
Поволжский район	34	16	34	51	30	39	40	42	59	29	48
Северо-Кавказский район	23	11	19	19	17	–	–	2	24	4	4
Уральский район	17	25	–	52	–	20	17	31	58	9	42
Центральный район	9	30	–	–	34	40	-	19	31	48	21
Волго-Вятский район	4	29	6	13	16	44	6	28	33	45	51
Западно-Сибирский район	-	63	–	5	–	16	–	6	29	30	–

Сказанное подтверждает многогранность и сложность оценки такого явления, как засуха, и указывает на то, что использование одного-двух критериев (например, охвата территории, аномалии урожайности или интенсивности засухи по показателям увлажнения) бывает недостаточно, т.к. ущерб, наносимый засухами, зависит еще и от времени их возникновения, начальных условий при развитии засухи, а также продолжительности. Так, в 1972 году запасы продуктивной влаги на преобладающей части Европейской территории

России были очень хорошими, эффективное их использование озимыми зерновыми культурами, вегетация которых началась значительно раньше обычных сроков, позволило этим культурам «уйти» от засухи. Урожайность их была высокой, а значительный вес озимых в общей урожайности зерновых культур [12] обусловил урожайность их в целом по России практически на уровне тренда. Кроме того, сильная засуха в 1972 году началась поздно – с середины июня, когда у озимых культур уже наблюдалась молочная спелость, местами в крайних южных районах началось созревание. Именно поэтому для характеристики засух используются не только метеорологические и агрометеорологические показатели, но также и аномалии урожайности сельскохозяйственных культур и временные факторы.

Рассмотрим более подробно агрометеорологические особенности сильной и обширной засухи 2010 года.

На преобладающей территории **Приволжского** федерального округа сильная **атмосферная засуха** началась в мае 2010 года, когда здесь установилась аномально жаркая и сухая погода. Однако предвестники засухи в этом округе сложились еще с осени 2009 г., когда из-за засушливых условий запасы влаги в почве в ряде районов были на 15–20 % меньше нормы. Кроме того, в апреле 2010 г., в условиях глубокого промерзания почвы в зимний период (глубина промерзания почвы была на 30–50 см больше средней многолетней) и медленного ее оттаивания в конце марта - начале апреля, вследствие быстрого снеготаяния непродуктивный сток воды был очень большим. В то же время пополнение влагозапасов в почве за счет атмосферных осадков в апреле в большинстве юго-восточных районов округа было незначительным в связи с их дефицитом (30–70 % нормы).

Необычно жаркая погода в мае 2010 года в этом округе является следствием установления мощного барического образования высокого давления. Приволжский федеральный округ оказался подвержен трем факторам, которые обусловлены процессами длительного антициклонического блокирования, нарушившего общий западный перенос воздушных масс в средних широтах, а нисходящие потоки воздуха в высоком антициклоне препятствовали облакообразованию и, следовательно, выпадению осадков. В первых двух декадах мая запасы продуктивной влаги в почве почти повсеместно в округе были еще достаточными (20–30 мм в пахотном и 110–150 мм в метровом слоях почвы). Однако высокие температуры воздуха (днем 28...32°) оказывали негативное влияние на озимые культуры, которые в этот период заколосились, а на юге Приволжского федерального округа в конце второй – начале третьей декады местами уже зацвели. Развитие их ускорилось и опережало средние сроки на 10–15 дней. Известно, что ускорение в развитии не ведет к

увеличению элементов структуры урожая зерновых культур, а их величина, напротив, при этом уменьшается, что приводит к снижению урожайности. Высота растений в условиях жаркой погоды также уменьшается, так как, по данным [6], продолжительность периода роста стеблей растений в жаркую погоду уменьшается сильнее, чем увеличивается скорость их растяжения. Высота озимой пшеницы в большинстве районов Приволжского федерального округа в фазах колошения и цветения была меньше обычной на 11–15 см. В условиях жаркой погоды уменьшается и количество поглощенной фотосинтетически активной радиации (ФАР), которая также коррелирует с урожайностью, так как продолжительность всего периода вегетации при ускоренном развитии сокращается. В табл. 3 представлены агрометеорологические показатели засух в субъектах РФ, где засушливые условия были выражены в наибольшей степени.

Средняя за май температура воздуха превысила норму на 2,8–5,0°, а количество осадков на преобладающей территории округа составило в среднем по субъектам 40–60 % нормы. Гидротермический коэффициент увлажнения за май в большинстве субъектов округа составил 0,35–0,45 (в Оренбургской области 0,11), что указывает на развитие сильной атмосферной засухи. Однако уже в третьей декаде мая в отдельных районах Саратовской, Оренбургской областей и Республики Башкортостан запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы понизились до плохих (7–9 мм) при средних по субъектам 10–18 мм, т.е. в этих районах к атмосферной засухе присоединилась **почвенная засуха**. Кроме того, в течение 14–17 дней мая наблюдались суховейные явления (относительная влажность воздуха понижалась до 30 % и менее), что резко ухудшило агрометеорологические условия для появления всходов ранних яровых зерновых культур, их кущения, роста стебля и дальнейшего развития. У озимых культур, которые на юге округа колосились, на части полей наблюдалось преждевременное пожелтение нижних листьев, а в Саратовской области местами и стеблей.

С начала **июня**, при дальнейшем прогреве воздуха в усилившемся антициклоне, на территории **Приволжского** федерального округа наблюдалась аномально жаркая погода (днем 33...36°, на юго-востоке округа – до 37...38°, а местами до 40°). В течение 15–26 дней месяца наблюдались суховейные явления. При этом в ряде районов округа осадков практически не было, а в целом за месяц в среднем по субъектам их количество составило 4–15 мм, или от 8 до 25 % нормы, в отдельных северных субъектах 38–39 мм (57 % нормы и более). Положительная аномалия температуры была 3,1–4,7°. Такие погодные условия способствовали резкому снижению запасов продуктивной влаги в почве. Агрометеорологические условия для формирования урожая зерновых культур в июне,

особенно яровых зерновых культур, у которых в этот период формировались генеративные органы, были крайне неблагоприятными. Растения в результате стресса (сочетания высоких температур и водного дефицита) увядали, у них наблюдалось преждевременное пожелтение листьев, отдельные гидрометеостанции отмечали засыхание стеблей, а на части полей и растений полностью, в ряде районов оценки состояния посевов понизились до плохих. На полях, где состояние растений было еще удовлетворительным, колос у яровых зерновых культур заложился мелким (8–10 колосков в колосе), растения были низкорослыми – высота их в фазах колошения и цветения была 30–40 см, местами – менее 30 см. У озимых культур, у которых шел налив зерна, местами отмечалось преждевременное пожелтение колосьев, наблюдалось пониженное количество зерен в колосе (10–20 у пшеницы, 20–30 – у ржи), на части полей – повышенная щуплость зерна (до 30–40 % и более).

Агрометеорологические условия для формирования урожая зерновых культур в июне, **особенно яровых зерновых культур**, у которых в этот период формировались генеративные органы, были крайне неблагоприятными. Растения в результате стресса (сочетания высоких температур и водного дефицита) увядали, у них наблюдалось преждевременное пожелтение листьев, отдельные гидрометеостанции отмечали засыхание стеблей, а на части полей и растений полностью, в ряде районов оценки состояния посевов понизились до плохих. На полях, где состояние растений было еще удовлетворительным, колос у яровых зерновых культур заложился мелким (8–10 колосков в колосе), растения были низкорослыми – высота их в фазах колошения и цветения была 30–40 см, местами – менее 30 см. У озимых культур, у которых шел налив зерна, местами отмечалось преждевременное пожелтение колосьев, наблюдалось пониженное количество зерен в колосе (10–20 у пшеницы, 20–30 – у ржи), на части полей – повышенная щуплость зерна (до 30–40 % и более).

В конце первой – начале второй декады июня аномально жаркая и преимущественно сухая погода установилась также на **юго-востоке Центрального** (особенно в Воронежской, Тамбовской и Липецкой областях), **северо-востоке Южного** (Волгоградская область и север Ростовской области) и **юге Уральского** (Челябинская, Курганская области) федеральных округов. Дневная температура воздуха здесь, почти как в Приволжском федеральном округе, повышалась до 33...39°, а местами до 41° и выше. Средняя за июнь температура воздуха превысила норму в основном на 3,0–4,5°, а в отдельных субъектах (Челябинская область) – на 5,6°. **Такой жаркой погоды в июне на юго-востоке Приволжского, Центрального и юге Уральского федеральных округов не наблюдалось за все**

рассмотренные нами последние 70 лет (с 1946 по 2010 г.). Лишь на северо-востоке Южного федерального округа таким же жарким был июнь в 1998 г. Количество осадков за июнь 2010 года в среднем по субъектам составило преимущественно от 9 до 28 мм, или 9-33 % нормы, а ГТК – от 0,05 до 0,46, т.е. повсеместно наблюдалась сильная и очень сильная **атмосферная засуха** (табл. 3). С конца второй декады местами, а в третьей декаде июня уже на значительной части указанной территории началась сильная **почвенная засуха**. В конце третьей декады сильной почвенной засухой в этих районах было охвачено до 30–40 %

Таблица 3

Средние по субъектам РФ агрометеорологические показатели,
характеризующие засуху 2010 года

Территория	Осадки, % от нормы			Отклонение температуры воздуха от нормы, °С			Гидротермический коэффициент (ГТК)			Запасы продуктивной влаги (мм) в слое почвы 0–20 см		
	май	июнь	июль	май	июнь	июль	май	июнь	июль	май	июнь	июль
Приволжский федеральный округ												
Республика Башкортостан	42	25	15	4,6	4,7	5,1	0,35	0,22	0,13	23	7	8
Республика Мордовия	97	22	2	4,1	3,4	6,9	0,83	0,21	0,01	40	6	0
Республика Татарстан	52	19	25	3,6	3,4	5,6	0,42	0,16	0,21	21	4	5
Чувашская Республика	96	24	4	4,5	3,7	6,6	0,80	0,22	0,04	50	8	3
Нижегородская область	76	57	37	5,0	3,1	6,6	0,71	0,62	0,36	33	13	10
Оренбургская	16	16	47	2,8	4,4	4,0	0,11	0,10	0,27	16	7	5
Пензенская	48	9	10	4,1	4,3	7,0	0,45	0,08	0,08	23	6	2
Самарская	51	13	11	3,6	4,5	6,1	0,35	0,09	0,07	19	6	3
Саратовская	59	10	22	2,9	4,4	5,9	0,35	0,06	0,12	10	3	0
Ульяновская	54	8	12	3,8	3,9	5,8	0,44	0,08	0,10	17	6	2
Центральный федеральный округ												
Воронежская область	96	33	37	2,8	4,4	5,7	0,80	0,27	0,29	23	5	9
Тамбовская	73	25	29	3,7	4,3	6,9	0,60	0,21	0,23	27	6	2
Липецкая	75	23	66	3,5	3,6	5,9	0,71	0,20	0,57	17	4	2
Рязанская	91	65	7	4,3	2,9	7,0	0,85	0,62	0,06	23	4	1
Московская	106	91	27	4,9	3,1	8,0	1,22	1,10	0,28	40	25	8
Южный федеральный округ												
Волгоградская область	174	9	72	1,9	3,6	4,4	1,04	0,05	0,34	21	2	4
Уральский федеральный округ												
Челябинская область	43	25	96	3,6	5,6	3,1	0,48	0,25	1,21	10	8	8
Курганская	44	57	52	1,6	2,4	0,7	0,34	0,46	0,44	19	9	6

Сильная атмосферная засуха в сочетании с почвенной на фоне аномально высоких температур в июне были решающими факторами для формирования продуктивности зерновых культур (особенно яровых зерновых), так как **на преобладающей территории Черноземной зоны и юге Нечерноземной зоны** период май – июнь, особенно июнь, является критическим по отношению к тепло- и влагообеспеченности [1, 13, 14]. Вклад агрометеорологических условий этого периода в аномалию урожайности на указанной территории составляет 55–60 %. На рис. 2 показаны районы, охваченные атмосферной и почвенной засухой в конце июня. Состояние яровых зерновых культур на юго-востоке Центрального и юге Уральского федеральных округов также начало резко ухудшаться, особенно в Волгоградской, Воронежской и Челябинской областях, где у них отмечались практически такие же повреждения, как и в Приволжском федеральном округе, о чем сказано выше. У озимых культур, которые в Волгоградской и Воронежской областях достигли восковой спелости, щуплость зерна составляла 30–40 % и более.

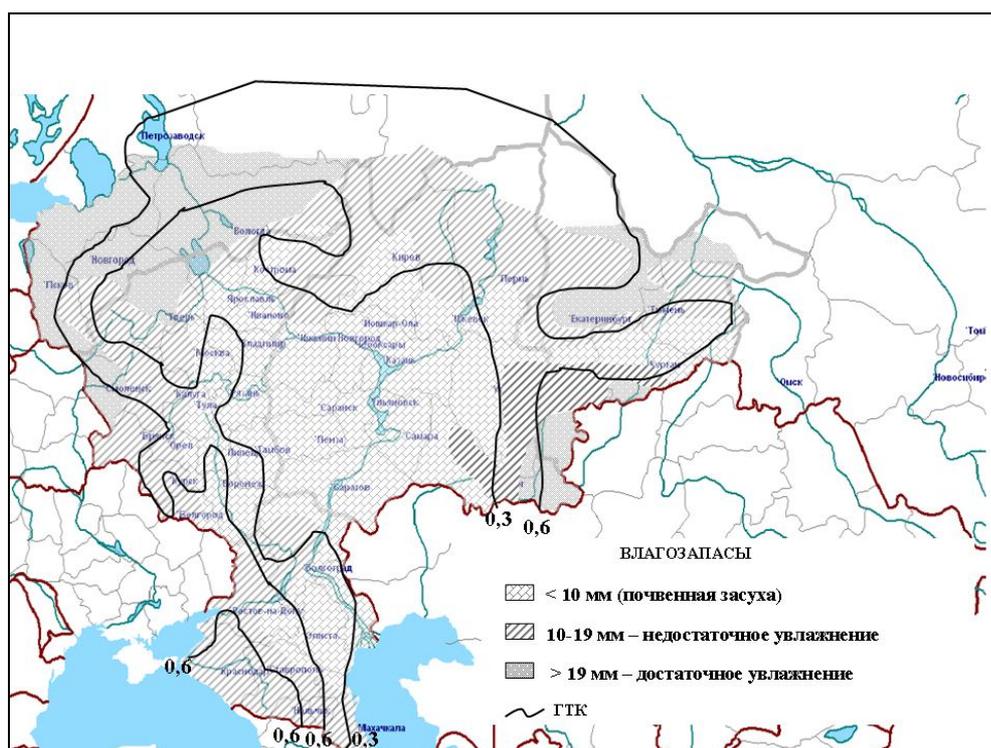


Рис. 2. Регионы с очень сильной ($ГТК \leq 0,30$) и сильной ($ГТК \leq 0,60$) атмосферной засухой и почвенной засухой (запасы продуктивной влаги в пахотном слое < 10 мм) в июне 2010 г.

В июле сильная и очень сильная атмосферная засуха сочеталась с почвенной засухой уже на преобладающей территории Приволжского, Центрального, крайнем северо-востоке Южного и в отдельных южных районах Уральского федеральных округов,

при этом сильная атмосферная засуха охватила уже и большую часть территории **Северо-Западного** федерального округа (рис. 3).

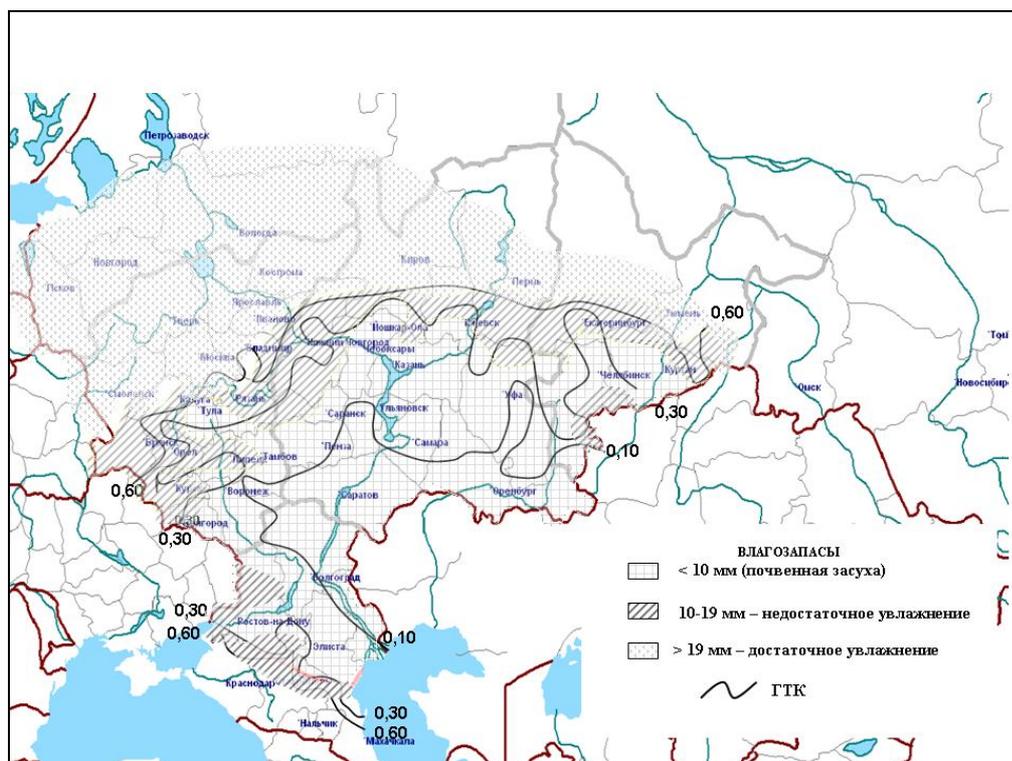


Рис. 3. Регионы с очень сильной ($\text{ГТК} \leq 0,30$) и сильной ($\text{ГТК} \leq 0,60$) атмосферной засухой и почвенной засухой (запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы $< 10\text{ мм}$) в июле 2010 г.

В Приволжском федеральном округе, на большей части Центрального федерального округа количество осадков на фоне аномально жаркой погоды в июле составило в основном 4–37 % нормы, а ГТК колебался от 0,06 до 0,36. Среднесуточная температура воздуха в большинстве дней июля на 6–10° превышала норму, а максимальная температура повышалась до 37...39°, местами до 40...42°, а на юго-востоке Приволжского федерального округа даже до 44°. Во многих регионах были превышены абсолютные максимумы температуры за июль – самый теплый летний месяц. Особенно жаркой была третья декада месяца, когда на большей части Европейской территории России положительная аномалия средней за эту декаду температуры воздуха составила 7–11°.

Столь жаркая погода в этой декаде июля наблюдалась во многих районах Европейской территории России впервые за весь период инструментальных метеорологических наблюдений. В Москве, например, 29 июля температура воздуха повышалась до 38,6°, т.е. был превышен абсолютный максимум температуры летних месяцев (за весь период

наблюдений с 1879 г.). Наблюдавшийся до настоящего времени (в 1920 г.) абсолютный максимум температуры летних месяцев составлял $36,8^{\circ}$. Самой высокой в Москве оказалась и средняя температура воздуха за июль – $26,0...26,5^{\circ}$. Ранее абсолютный максимум июльской температуры составлял $23,3^{\circ}$ (отмечался в 1938 г.). Такого жаркого лета в Москве не было за весь период инструментальных наблюдений, что объясняется длительным стационарированием блокирующего антициклона. Средняя за июнь-август температура воздуха по данным гидрометеорологической обсерватории сельскохозяйственной академии им. К.Е. Тимирязева составила $22,7^{\circ}$.

Отметим, что **пожары в лесах и на торфяниках в 2010 году наблюдались на значительно больших площадях, чем в памятных пожарами в 1972 году**. Основная причина тому – рекордно жаркое лето. Аномалия температуры воздуха за лето 2010 года (июнь-август) по сравнению с аномалией температуры за лето 1972 года показана на рис. 4. Она во многих районах почти на 2° больше, чем в 1972 году.

Следует отметить также, что в июне-июле на преобладающей территории Приволжского, Центрального и северо-востоке Южного федеральных округов засуха продолжалась фактически без перерывов, лишь в ряде южных районов Уральского федерального округа и на востоке Оренбургской области в июле она прерывалась в результате дождей, прошедших во второй декаде.

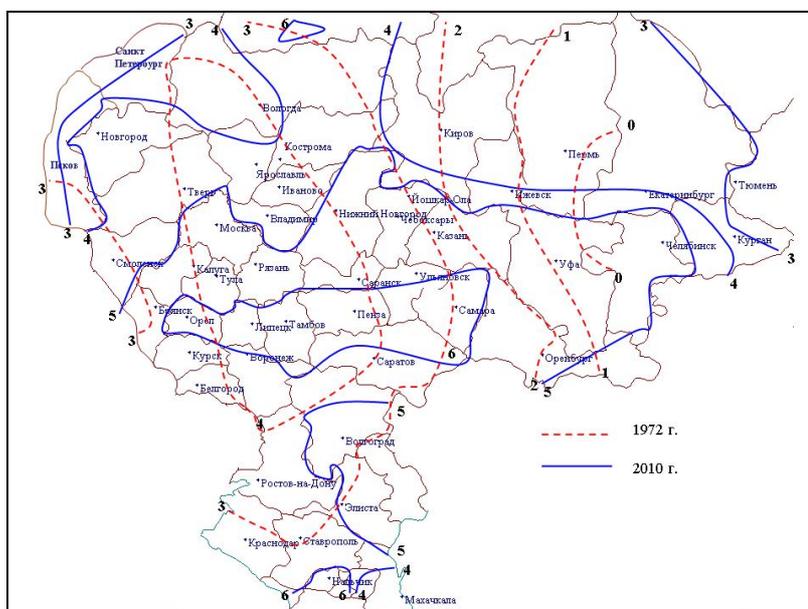


Рис. 4. Аномалия ($^{\circ}\text{C}$) средней температуры воздуха за период июнь-август.

Влияние засухи в июле **наиболее неблагоприятно сказывалось на формировании урожая и поздних зерновых культур** (гречиха, просо, кукуруза), **ранних яровых культур поздних сроков сева, а также картофеля, сахарной свеклы, овощных культур и трав.** Состояние этих культур в июле стало резко ухудшаться, особенно картофеля, так как на большинстве плантаций этой культуры кроме дефицита влаги и высоких температур воздуха, весьма неблагоприятным фактором был перегрев верхнего слоя почвы. Средняя температура почвы на глубине 10 см составляла 29...32°, а на поверхности почвы – до 60...65°, на юго-востоке Приволжского федерального округа – до 69...70°. На плантациях без применения поливов это обусловило преждевременное пожелтение и засыхание ботвы картофеля, сокращение периода клубнеобразования и роста клубней и, как следствие, значительное снижение урожая. Во многих районах наблюдалось выгорание естественных и сеяных трав, что негативно отразилось на состоянии кормовой базы животноводства. В целом **из-за аномальной жары и засухи, наблюдавшейся в 2010 году, в наибольшей степени пострадали 42 субъекта Российской Федерации,** где вводился режим чрезвычайной ситуации. **Гибель сельскохозяйственных культур произошла на площади более 13 млн 300 тыс га,** что составляет около 30 % от площади посевов в этих субъектах. Наиболее сильно пострадали районы, где атмосферная засуха сочеталась с почвенной (рис. 3). Средняя урожайность зерновых культур в этих субъектах даже на площадях, оставшихся для уборки (после списания вследствие гибели), составила всего 6-8 ц/га, а урожайность яровых (пшеницы и ячменя), которые пострадали в наибольшей степени, в ряде субъектов Приволжского федерального округа – всего 3,8-5,8 ц/га. Урожайность гречихи (также на оставшихся площадях) составила в большинстве субъектов РФ от 1,3 до 3,0 ц/га, а средняя урожайность этой культуры по Приволжскому федеральному округу – 1,9 ц/га. Урожайность **картофеля** в Приволжском и Центральном федеральных округах составила соответственно 65,8 и 83,4 ц/га, то есть она была **самой низкой за период с 1999 года.**

Для сравнительной характеристики засухи 2010 г. с засухами, наблюдавшимися на территории Российской Федерации ранее, мы рассчитали и проанализировали агрометеорологические показатели засух (ГТК и аномалию температуры воздуха) за май, июнь, июль (наиболее важный период для формирования урожая зерновых культур), в годы сильных и обширных засух за последние 70 лет: 1946, 1963, 1972, 1975, 1979, 1981, 1984, 1995, 1998, 1999 и 2010 гг. по наиболее пострадавшим субъектам РФ. Среднее по субъектам значение ГТК почти на всей территории Приволжского федерального округа оказалось самым низким в 2010 году, по отдельным субъектам – в 1981 году (республики Татарстан и

Чувашия, Нижегородская область), в Республике Башкортостан и Оренбургской области – в 1975 году, а в Саратовской области – в 1998 году значение этого показателя было близким к 2010 году (табл. 4).

Таблица 4

Комплексный показатель атмосферной засухи – гидротермический коэффициент (ГТК), осредненный за май-июль в годы сильных и обширных засух (период 1946-2010 гг.)

Территория	Средний ГТК за май-июль										
	1946	1963	1972	1975	1979	1981	1984	1995	1998	1999	2010
Приволжский федеральный округ											
Республика Башкортостан	1,25	0,68	0,73	0,28	1,07	0,80	0,91	0,64	0,55	1,06	0,23
Республика Мордовия	0,81	1,15	0,44	0,62	1,05	0,54	0,69	0,76	1,19	0,93	0,35
Республика Татарстан	1,00	0,91	0,70	0,56	1,01	0,26	0,96	0,60	0,53	1,17	0,26
Чувашская Республика	1,35	1,32	0,62	0,63	0,95	0,33	0,80	0,54	0,79	1,10	0,35
Нижегородская область	1,13	1,10	0,75	0,88	0,95	0,53	1,22	0,92	0,88	1,04	0,56
Оренбургская	0,98	0,55	0,34	0,20	0,87	0,63	0,57	0,44	0,30	0,73	0,16
Пензенская о	0,80	0,94	0,41	0,51	0,95	0,53	0,80	0,86	0,50	0,81	0,20
Самарская о	0,88	1,00	0,35	0,39	0,85	0,30	0,80	0,35	0,25	1,17	0,17
Саратовская	0,63	0,65	0,28	0,42	0,55	0,36	0,54	0,54	0,15	0,66	0,18
Ульяновская	0,96	1,25	0,36	0,51	0,92	0,33	0,76	0,70	0,33	1,10	0,21
Центральный федеральный округ											
Воронежская область	0,34	0,51	0,66	0,60	0,72	0,55	0,65	0,71	0,72	0,64	0,45
Тамбовская	0,45	0,63	0,31	0,82	0,71	0,27	0,70	0,74	0,60	0,94	0,35
Липецкая	0,36	0,55	0,43	0,77	0,68	0,32	1,41	0,92	0,81	1,72	0,49
Рязанская	0,98	0,86	0,66	0,79	0,69	0,39	1,15	1,06	0,68	0,79	0,51
Московская	1,32	1,29	1,20	1,26	1,30	0,81	1,72	1,20	1,59	0,88	0,79
Южный федеральный округ											
Волгоградская область	0,42	0,40	0,33	0,38	0,26	0,46	0,35	0,47	0,29	0,53	0,48
Уральский федеральный округ											
Челябинская область	1,66	0,64	1,09	0,43	1,31	1,35	0,93	0,47	0,55	1,34	0,65
Курганская	1,25	0,69	1,01	0,33	1,36	0,97	0,59	0,49	0,83	1,52	0,41

На юго-востоке Центрального федерального округа в отдельных субъектах средний ГТК за эти месяцы был наиболее низким в 1946, 1972 и 1981 гг. Среднее значение отклонений температуры воздуха от нормы за май-июль представлено в табл. 5. Можно видеть, что практически на всей территории Приволжского и Центрального федеральных округов положительная аномалия температуры воздуха за эти месяцы была самой большой за все рассмотренные годы засух, то есть **такого аномального температурного режима в эти месяцы за последние 70 лет не наблюдалось. Именно этот фактор (аномальная жара) в сочетании с атмосферной и почвенной засухой и перегревом поверхности почвы** (на ее

поверхности температура достигала 65–70°) обусловил небывалые пожары во многих районах этих округов.

Таблица 5

**Осредненные отклонения средней за май-июль температуры воздуха
в годы сильных и обширных засух (период 1946-2010 гг.)**

Территория	Отклонение температуры воздуха от нормы, °С										
	1946	1963	1972	1975	1979	1981	1984	1995	1998	1999	2010
Приволжский федеральный округ											
Республика Башкортостан	-0,60	0,80	0,40	2,37	0,10	1,30	2,37	3,00	3,67	0,33	4,80
Республика Мордовия	-0,60	-0,03	1,90	1,50	0,20	1,67	1,70	1,53	1,67	0,47	4,80
Республика Татарстан	-1,10	0,43	0,47	1,67	-0,10	1,83	1,90	2,77	2,73	0,10	4,17
Чувашская Республика	-0,30	0,27	1,67	1,97	0,47	2,23	2,37	2,07	2,20	0,43	4,93
Нижегородская область	0,30	0,77	1,77	1,90	0,77	2,30	1,80	2,03	1,43	1,03	4,90
Оренбургская	-2,70	0,30	0,40	2,70	-0,13	0,60	2,00	2,03	2,67	-0,67	3,63
Пензенская	-0,70	0,17	2,20	2,47	0,67	2,63	2,10	2,13	2,43	0,57	5,13
Самарская	-1,60	0,37	1,07	2,47	-0,57	1,87	2,47	2,53	2,80	-0,17	4,73
Саратовская	-1,90	0,03	2,10	2,67	0,37	1,60	1,83	1,53	2,30	-0,13	4,37
Ульяновская	-1,10	0,23	1,73	2,27	0,60	2,00	2,40	1,60	2,23	0,23	4,50
Центральный федеральный округ											
Воронежская область	-1,00	1,17	3,00	2,63	0,97	1,40	1,53	1,23	1,57	0,80	4,30
Тамбовская	-0,40	0,80	2,73	2,57	0,93	2,17	1,87	1,97	2,03	0,90	4,97
Липецкая	-0,40	0,50	2,77	2,30	1,33	2,13	0,67	1,43	1,77	0,70	4,37
Рязанская	0,10	0,33	2,23	2,10	1,17	2,47	1,17	1,60	1,90	0,97	4,73
Московская	0,76	0,63	2,06	1,63	1,10	2,40	0,60	1,47	1,63	1,13	5,30
Южный федеральный округ											
Волгоградская область	2,40	-0,07	1,20	2,17	-0,17	0,53	1,33	1,47	1,90	-0,03	3,30
Уральский федеральный округ											
Челябинская область	-0,50	0,97	0,10	2,77	1,07	1,10	2,43	1,80	4,63	0,57	4,10
Курганская	-0,70	1,37	-1,70	0,30	-1,17	0,10	1,20	1,13	2,60	-0,60	1,57

Сильная засуха на фоне аномально жаркой погоды продолжалась на **Европейской территории России** и в первых двух декадах августа (до 18–19 августа). Средняя температура воздуха за эти декады превысила норму на 5–12°, а в целом за месяц на 4–5°, в отдельных районах – на 6–7°. Максимальная температура повышалась до 37...41°. На юго-востоке Приволжского федерального округа август оказался самым жарким за вековой период метеорологических наблюдений. В третьей декаде антициклон начал постепенно разрушаться, начиная с северных районов территории, где прошли дожди разной интенсивности. На большей части территории центральных черноземных областей, юго-востоке Приволжского и северо-востоке Южного федеральных округов атмосферная и

почвенная засухи продолжались до конца августа, что явилось причиной не только значительного снижения урожайности и валовых сборов большинства сельскохозяйственных культур, но и создавало **неблагоприятные условия для сева озимых культур** под урожай будущего года.

Проведенные количественные расчеты агрометеорологических показателей засухи 2010 года и их сравнение с аналогичными показателями засух прошлых лет позволяет сделать вывод: **засуха 2010 г. по напряженности термического режима в сочетании с крайне неблагоприятным режимом увлажнения не имеет себе равных по агрометеорологическим данным за рассмотренные нами последние 70 лет (с 1946 года). Огромный ущерб нанесен не только сельскому хозяйству, но и в многим другим отраслям народного хозяйства.**

Список использованных источников

1. *Алпатьев А.М.* Влагооборот культурных растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 323 с.
2. *Бедрицкий А.И.* О влиянии погоды и климата на устойчивость и развитие экономики. // Метеорология и гидрология. – 1997. – № 10. – С. 5–11.
3. *Дроздов О.А.* Засухи и динамика увлажнений. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 92 с.
4. *Ефремова Н.И.* Месячные количества атмосферных осадков. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 112 с.
5. *Клеценко А.Д.* Современные проблемы мониторинга засух // Труды ВНИИСХМ. – 2000. – Вып. 33. – С. 3–13.
6. *Кошкин Е.И.* Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. – М.: Дрофа, 2010. – 640 с.
7. *Маннеля А.И.* и др. Развитие рынка зерна в России. – М.: Зерновой союз. Центр экономической конъюнктуры при правительстве РФ, 1997. – 128 с.
8. *Мещерская А.В.* О показателе засух и урожайности зерновых культур // Метеорология и гидрология. – 1988. – №2. – С. 91. – 98.
9. *Раунер Ю.Л.* Климат и урожайность зерновых культур. – М.: Наука, 1981. – 163 с.
10. *Селянинов Г.Т.* Агроклиматическая карта мира. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 12 с.
11. *Страшная А.И.* Использование показателей увлажнения для оценки засушливости и прогноза урожайности зерновых культур в Поволжском экономическом районе // Труды ГМЦ РФ. – 1993. – Вып. 327. – С. 15–22.
12. *Страшная А.И., Тебуев Х.Х.* О прогнозировании урожайности зерновых и зернобобовых культур с большой заблаговременностью // Метеорология и гидрология. – 1994. – № 3. – С. 91–95.
13. *Страшная А.И., Коренкова Н.В.* О засушливости в Среднем Поволжье и ее влиянии на урожайность яровой пшеницы // Труды Гидрометцентра России. – 2005. – Вып. 340. – С. 25–34.

14. Уланова Е.С., Страшная А.И. Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур // Труды ВНИИСХМ. – 2000. – Вып. 33. – С. 64-83.

15. Strasnaia A., Maksimenkova T., Chub O. Grain Yield Prediction in the Russian Federation // Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability. – Springer, Netherlands. – 2010. – P. 93–97.

Поступила в редакцию 15.04.2011