

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА И РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ДЕКАД С ПОЧВЕННОЙ И АТМОСФЕРНО-ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХОЙ ПОД ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

А.И. Страшная, И.Э. Пурина, О.В. Чуб, О.И. Задорнова, Т.С. Чекулаева

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
ais@metcom.ru*

Среди экстремальных природных явлений засухи проявляются наиболее неблагоприятным воздействием на сельское хозяйство в большинстве земельных районов Российской Федерации, резко снижая продуктивность сельскохозяйственных культур, а в отдельные годы вызывая их гибель на больших площадях. Так, в наиболее жестокую засуху 2010 года гибель посевов наблюдалась на площади 13,3 млн га, в менее интенсивную засуху 2012 г. погибло 5,5 млн га. По нашим данным, за период с 1891 по 2012 г. в России наблюдалось 33 сильных и обширных засухи в 3–7 крупных зернопроизводящих районах. За указанный выше период повторяемость таких сильных и обширных засух, охватывавших не менее 30 % посевных площадей в регионах России, составила в Поволжском регионе 27 %, в Центрально-Черноземном, Уральском и Северо-Кавказском – 19–22 %, в Центральном, Волго-Вятском и Западно-Сибирском – 10–13 % [5, 9].

Обычно различают три типа засух: атмосферную, почвенную и общую (атмосферно-почвенную). После жесточайшей за последние 120 лет атмосферно-почвенной засухи, наблюдавшейся летом 2010 г., интерес исследователей к оценке засух и засушливых явлений значительно вырос, появилось большое количество работ, посвященных объяснению причин возникновения засух, оценке интенсивности их в разных регионах и негативных последствий. Составить надежный прогноз засухи, как известно, пока невозможно, однако смягчить ее негативные последствия в определенной степени вполне возможно при использовании данных регулярного мониторинга обнаружения засухи, развития ее интенсивности и охвата территорий [1, 9, 10]. Для этого необходимо создание автоматизированной системы оценки засух, регулярно действующей на территории Российской Федерации.

В начале двухтысячных годов был предложен базовый вариант автоматизированной системы мониторинга засух, который был разработан во ВНИИСХМ (на начальном этапе

работы велись в рамках НИР 1.4.1.1 Росгидромета совместно с Гидрометцентром России). В основе его было использование установленных ранее учеными агрометеорологами и метеорологами показателей атмосферной и почвенной засух. Критерии засух по интенсивности и граничные условия этих критериев при дифференциации засух на классы были установлены совместно с отделом агрометеорологических прогнозов Гидрометцентра России. Мониторинг засух проводился по их обобщенной оценке, рассчитываемой по различным (восемью) показателям: коэффициентам увлажнения, температуре и влажности воздуха, запасам продуктивной влаги в слоях почвы 0–20, 0–50 и 0–100 см, которые использовались в их явном виде [2]. Комплексование этих показателей осуществлялось с помощью алгоритма процедуры распознавания образов, предложенного В.А. Жуковым, С.А. Даниеловым и О.А. Святкиной, – путем осреднения мер близости фактического значения каждого показателя за i -ю декаду с критериями (граничными значениями) этих же показателей в разрезе 5 категорий. Однако эта система мониторинга засух из-за большого количества (восемью) используемых показателей и категорий засух (пять категорий) оказалась неудобной для работы в оперативном режиме на больших территориях, поэтому применялась в основном для агроклиматических исследований, а в некоторых УГМС и для составления агрометеорологических обзоров.

Для использования системы в оперативном режиме в совместных с ВНИИСХМ исследованиях, проведенных в 2011–2012 гг., была проведена модернизация базового варианта системы по категориям засух (выделено три категории: сильная засуха, средняя и отсутствие засухи) и уточнен алгоритм расчета количества декад с засухами сильной и средней интенсивности по группам культур (озимые, ранние яровые зерновые, поздние яровые, сахарная свекла) в разрезе конкретных субъектов. При этом выбранные ранее показатели засух, характеризующие по отдельности атмосферную (гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова – ГТК и показатель увлажнения Д.И. Шашко – Md) и почвенную (запасы продуктивной влаги в пахотном (W_{0-20}) и метровом (W_{0-100}) слоях почвы) засухи предварительно классифицируются по установленным граничным значениям (критериям интенсивности) засух, приведенным в табл. 1.

Граничные значения показателей атмосферных и почвенных засух

Показатель засухи (атмосферной или почвенной)	Интенсивность засух		
	сильная (класс 1)	средняя (класс 2)	слабая или отсутствие (класс 3)
ГТК	0,0–0,39	0,40–0,60	0,61–5,0
Md	0,0–0,19	0,20–0,30	0,31–3,0
W ₀₋₂₀ , мм	0–10	11–20	16–70
W ₀₋₁₀₀ , мм	0–40	41–60	61–280

Фактические запасы продуктивной влаги в почве по слоям 0–20 см и 0–100 см выбираются из декадных агрометеорологических телеграмм, ГТК и Md рассчитываются по прикладным программам за любую *i*-ю декаду по формулам:

$$\text{ГТК}_i = \frac{\sum R[i+(i-1)+(i-2)]}{0,1 \sum T_{>10^\circ \text{C}}[i+(i-1)+(i-2)]}, \quad (1)$$

$$\text{Md}_i = \frac{\sum R[i+(i-1)+(i-2)]}{\sum d[i+(i-1)+(i-2)]}, \quad (2)$$

где *i* – порядковый номер оцениваемой декады;

(*i*–1) – номер предшествующей декады;

(*i*–2) – номер декады, отстоящей на две декады от оцениваемой;

$\sum R$ – сумма осадков, мм;

$\sum T_{>10^\circ \text{C}}$ – сумма температур за декады с температурой 10 °С и выше;

$\sum d$ – сумма значений парциального давления водяного пара в воздухе (сумма дефицитов влажности воздуха), гПа.

При этом $\sum R$ рассчитывается как арифметическая сумма осадков из агрометтелеграмм за *i*, (*i*–1) и (*i*–2)-ю декады, а сумма температур, или средних гПа – как сумма произведений среднедекадной температуры воздуха, или среднедекадного гПа на число дней соответствующих декад.

Осреднение мер близости показателей интенсивности атмосферных и почвенных засух (ГТК, Md, W₂₀ и W₁₀₀) проводится по формуле:

$$\bar{P}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \delta_j a_{ji}, \quad (3)$$

где, \bar{P}_i – среднее значение мер близости в разрезе категорий (классов) за *i*-ю декаду;

n – число показателей;

δ_j – информационный вес показателей, который задается заранее;

a_{ij} – метрика, характеризующая меру близости фактического значения j -го показателя за i -ю декаду к выбранному критерию (граничному значению) в разрезе категорий (классов), приведенных в табл. 1;

j – порядковый номер показателя.

$$a_{ij} = 1 - \frac{|x_{ij} - \varphi_j^*|}{\varphi_{a_j}^{**} - \varphi_{a_j}^*}, \text{ если } x_{ij} < \varphi_j^*; \quad (4)$$

$$a_{ij} = 1 - \frac{|x_{ij} - \varphi_j^{**}|}{\varphi_{a_j}^{**} - \varphi_{a_j}^*}, \text{ если } x_{ij} > \varphi_j^*; \quad (5)$$

$$a_{ij} = 1, \text{ если } \varphi_j^* \leq x_{ij} \leq \varphi_j^{**}, \quad (6)$$

где x_{ij} – фактические значения j -го показателя за i -ю декаду;

$\varphi_j^* - \varphi_{a_j}^{**}$ – диапазон значений (максимальный – минимальный) изменения граничного значения j -го показателя внутри класса по табл. 1 (для ГТК $\min=0,0$, $\max=5,0$, для $Md - 0,0$ и $3,0$, для $W_{20} - 0$ и 70 мм, для $W_{100} - 0$ и 280 мм соответственно).

Засуха относится к той категории (классу) интенсивности, с которой ее средняя мера близости \bar{P}_1 будет максимальной.

Подекадный автоматизированный мониторинг атмосферно-почвенной засухи в 2012 г. с использованием разработанной усовершенствованной технологии проводился в течение всего периода вегетации основных сельскохозяйственных культур. Фрагмент такого мониторинга по гидрометстанциям Оренбургской области приведен в табл. 2.

В связи с необходимостью учета продолжительности атмосферно-почвенных засух для разных групп культур, у которых реакция на засуху неодинакова, как в связи с биологическими особенностями, так и в связи с разными сроками сева [5, 7, 8], вследствие чего растения попадают под действие засухи в разные фазы развития, разработан еще один алгоритм для расчета количества декад с сильной и средней засухой с учетом критических по отношению к влаге периодов вегетации: для озимых зерновых – май-июнь, для ранних яровых зерновых – май-июль, для сахарной свеклы – июль-сентябрь, а также в целом для оценки основного периода вегетации сельскохозяйственных культур – май-первая декада сентября (табл. 3).

Из приведенного примера (табл. 3) можно видеть, что как в Саратовской, так и в Новосибирской областях ранние яровые зерновые культуры в период сильной засухи 2012 г. подвергались ее воздействию в течение более длительного периода (в основном на две-три декады), чем озимые культуры, что вызвало более значительное снижение урожайности яровых культур по сравнению с озимыми культурами. Озимые культуры в связи с более ранним развитием (так как сев их производился осенью предыдущего года) попали под воздействие засухи уже в период окончания налива зерна и созревания.

В табл. 4 показаны сравнительные данные по урожайности озимых и яровых зерновых культур с уборной площади по отдельным субъектам РФ, где засуха 2012 г. была очень сильной. Снижение урожайности яровых культур по субъектам составило 25–55 % по сравнению со средней за предыдущие 5 лет, тогда как по озимым культурам снижение составило 20–40 %, а в Омской и Курганской областях снижение урожайности озимых не наблюдалось.

Таблица 4

**Урожайность (ц/га) зерновых культур в 2012 г. в сравнении со средней
за последние пять лет**

Субъект	Яровая пшеница			Озимые (пшеница, рожь)		
	2007-2011	2012	%	2007-2011	2012	%
Алтайский край	12,7	7,7	39	18,2	14,6	20
Новосибирская область	15,9	9,2	42	17,6	10,5	40
Кемеровская	18,8	8,5	55	20,1	13,3	34
Омская	14,7	9,4	36	14,7	15,8	-
Челябинская	12,5	6,7	46	12,6	9,7	23
Курганская	15,0	11,2	25	15,7	16,7	-

Следует отметить, что данные рассмотренного выше мониторинга засух, формируемые в табличном виде (табл. 2, 3), использовались в Гидрометцентре России в качестве вспомогательных материалов при подготовке аналитических агрометеорологических обзоров и специальных справок в период засухи 2012 года.

В работе [11] показано, что наибольшее снижение урожайности зерновых культур в годы засух происходит в районах, где атмосферная засуха сочетается с почвенной, т.е. когда наблюдается общая (атмосферно-почвенная) засуха. Для идентификации общих засух в рассмотренном выше мониторинге, где использовалось сочетание ГТК, Md и влагозапасов в почве, кроме того, был предложен также новый показатель засух АКУ (агрометеорологический коэффициент увлажнения), основанный на совместном учете, приведенных к единому диапазону (0...1) запасов продуктивной влаги в почве и показателя атмосферного увлажнения в виде:

$$AKU = K_1 ГТК^{прив} + K_2 W_{0-20}^{прив} + K_3 W_{0-100}^{прив} .$$

где ГТК, W_{0-20} , W_{0-100} – приведенные к единому диапазону (0...1) значения гидротермического коэффициента увлажнения, запасов продуктивной влаги (мм) в пахотном и метровом слоях почвы; K_1, K_2, K_3 – соответствующие весовые коэффициенты.

Расчеты АКУ по отдельным областям Черноземной зоны, Урала и Сибири выявили достаточно тесную корреляцию этого показателя с урожайностью зерновых культур и показали возможность использования его для агрометеорологического мониторинга атмосферно-почвенных засух разной интенсивности и оценки видов на урожай зерновых культур [11]. Для этих целей на основании проведенных исследований были установлены показатели интенсивности таких засух: сильная засуха характеризуется $AKU \leq 0,40$, средняя – $AKU = 0,41-0,50$ и слабая – $AKU 0,51-0,60$.

Регрессионный и графический анализ связей АКУ с урожайностью зерновых культур показал, что при значениях $AKU \leq 0,40$ в большинстве субъектов урожайность снижалась, по сравнению со средней, на 30 % и более, при АКУ, равном 0,41–0,50, – на 10–29%.

Для использования АКУ в оперативном режиме с целью своевременного агрометеорологического обеспечения потребителей совместно с отделом систем информационного обеспечения был разработан алгоритм и автоматизированная технология расчета АКУ, включенные в состав рабочего места (РМ) агрометеоролога (пакет программ PROMETEI, «Статистика по России», лист «Расчет АКУ»). Расчет агрометеорологического коэффициента увлажнения (АКУ) связан с привлечением как текущих наблюдений, так и справочных статистических данных. Он выполняется для каждого календарного месяца отдельно (май, июнь и июль). В основу этого алгоритма положено использование двух дополнительных расчетных алгоритмов, ранее закрепленных в РМ – формирование декадной таблицы влагозапасов по озимым и яровым зерновым культурам и таблицы расчетов ГТК, наиболее распространенного в агрометеорологических исследованиях показателя атмосферных засух [3, 4, 6].

Новый формат таблиц для расчетов АКУ предусматривает возможность визуализации декадных и среднемесячных значений ГТК, а также W_{0-20} и W_{0-100} в среднем по каждой области. Таблица расчета АКУ формируется для каждой области по словарю станций и постов, являющихся абонентами Гидрометцентра России. Общий вид РМ агрометеоролога и таблица автоматизированного расчета АКУ показана на рис. 1.

При расчете АКУ такая таблица строится для каждой декады месяца расчета. На основе трех декадных таблиц вычисляются среднеобластные значения влагозапасов по слоям почвы за месяц. Процесс запускается автоматически при начале расчетов АКУ. В случае, если

данные наблюдений хотя бы за одну декаду отсутствуют (не получены от абонентов), процесс останавливается на том листе РМ, на котором обнаружена ошибка. Это помогает точно определить, за какой период отсутствуют данные и заказать их с сервера. Расчет выполняется для каждого календарного месяца отдельно. Результат расчетов по шагам выдается в результирующую таблицу. Пример такой таблицы приведен на рис. 2.

Использование среднеобластных значений АКУ позволяет оценить интенсивность засух для конкретного субъекта в целом. На основе рассчитанного АКУ на РМ в пакете «Статистика» строится карта распространения атмосферно-почвенных засух сильной и средней интенсивности под яровыми зерновыми или озимыми культурами по субъектам Российской Федерации.

Фрагмент такой карты по озимым культурам за июнь 2012 г. приведен на рис. 3.

Область	АКУ 2012 июль	ГТК за мес	максимум	минимум	вес	Приведенн	W/W20 за м	максимум	минимум	вес	Приведенн	W/W100 за	максимум	минимум
Оренбургская обл.	0,25794	0,34	1,45	0,04	0,40	0,21277	9	34	4	0,30	0,16667	78	153	26
Алтайский край	0,21661	0,76	1,52	0,46	0,55	0,28302	11	46	5	0,25	0,14634	55	228	31
Красноярский край	0,16207	0,77	2,68	0,59	0,45	0,08612	16	33	12	0,20	0,19048	97	184	69
Новосибирская обл.	0,02449	0,36	2,01	0,37	0,40	-0,00610	6	36	5	0,38	0,03226	47	145	40
Омская обл.	0,14907	0,28	1,73	0,19	0,50	0,05844	7	36	2	0,20	0,14706	73	168	32

Рис. 1. Таблица автоматизированного расчета АКУ (общий вид РМ PROMETEI. Пакет «Статистика»).

Область	АКУ 2012 июль	ГТК за мес	максимум	минимум	вес	Приведенн
Оренбургская обл.	0,25794	0,34	1,45	0,04	0,40	0,21277
Алтайский край	0,21661	0,76	1,52	0,46	0,55	0,28302
Красноярский край	0,16207	0,77	2,68	0,59	0,45	0,08612
Новосибирская обл.	0,02449	0,36	2,01	0,37	0,40	-0,00610
Омская обл.	0,14907	0,28	1,73	0,19	0,50	0,05844

Рис. 2. Пример визуализации участия ГТК при расчете АКУ.

Таким образом, можно констатировать, что создан новый агрометеорологический информационный продукт, необходимый для качественного и своевременного обеспечения АПК России.

В оперативной практике часто возникает необходимость расчета количества декад отдельно с атмосферной и почвенной засухами. Для автоматизации этих работ совместно с отделом систем информационного обеспечения были разработаны соответствующие алгоритмы и программы, которые установлены на РМ агрометеоролога. Для идентификации атмосферных засух ежелекадно ведется расчет скользящего ГТК. Это позволяет определять значение ГТК, соответствующее критериям атмосферной засухи разной интенсивности (очень сильная засуха – $ГТК \leq 0,30$, сильная – $ГТК = 0,31-0,60$, средняя – $0,61-0,80$) за любой период вегетации или календарный месяц и отслеживать начало, развитие, распространение и продолжительность атмосферной засухи по районам (гидрометстанциям) в пределах каждого субъекта на территории земледельческих районов Российской Федерации. Рассчитывается также среднее значение ГТК по субъекту.

Фрагмент мониторинга атмосферных засух, характеризуемых ГТК, показан на рис. 4.

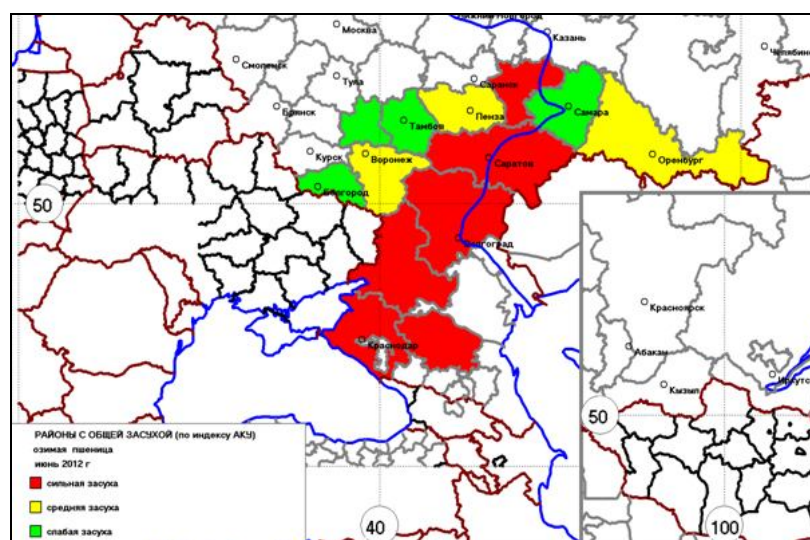


Рис. 3. Фрагмент карты «Районы с атмосферно-почвенной засухой под озимыми зерновыми культурами по индексу АКУ в июне 2012 г.».

NAME	IDEN	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9
ПРОХЛАДНАЯ	37144	3.40	0.70	0.03	0.15	1.11	1.97	0.69	3.42	3.13	1.09	0.00	0.43	1.03	0.02	0.10
НАЛЬЧИК	37212	2.74	0.77	1.56	1.73	0.56	4.26	0.77	0.94	4.05	1.10	1.21	0.58	0.79	0.04	0.04
ЗАЛУКОАЖЕ	59501															
ТЕРЕК	59503															
БАКСАН	59504															
Среднее по области		3.07	0.73	0.80	0.94	0.84	3.11	0.73	2.18	3.59	1.09	0.60	0.51	0.91	0.03	0.07
Калныкия респ.																
ГОРОДОВИКОВСК	34845	0.55	0.50	0.15	0.67	1.27	0.74	0.55	0.56	3.70	0.00	0.00	0.00	2.39	0.50	0.00
ЭЛИСТА	34861	0.00	0.54	0.05	0.22	0.63	0.49	1.03	0.56	0.75	0.58	0.00	0.00	2.12	0.60	0.00
Среднее по области		0.28	0.52	0.10	0.45	0.95	0.61	0.79	0.56	2.23	0.29	0.00	0.00	2.25	0.55	0.00
Астраханская обл.																
ЧЕРНЫЙ ЯР	34578	0.01	0.00	0.26	0.60	0.00	0.08	0.04	0.99	0.32	0.31	0.00	0.07	0.35	0.51	0.05
ВЕРХНИЙ БАСКУНЧАК	34579	0.02	0.00	0.15	0.30	0.00	0.01	0.11	0.75	1.65	0.45	0.00	0.00	0.31	0.45	0.58
ХАРАБАЛИ	34697	0.00	0.42	0.05	0.04	0.01	0.17	0.04	1.00	1.00	0.15	0.00	0.00	0.08	0.46	0.58
АСТРАХАНЬ	34880	0.00	0.01	0.10	0.00	0.00	0.21	0.23	0.55	0.60	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	1.37
УШАКОВСКИЙ	59204	0.00	0.05	0.05	0.65	0.31	0.04	0.15	0.35	0.52	0.49	0.00	0.10	0.08	0.25	0.22

Рис. 4. Фрагмент автоматизированного мониторинга ГТК по районам. Комплекс PROMETEI. Пакет «Статистика».

Идентификация и оценка почвенных засух при мониторинге основывается, как указывалось выше, на анализе фактических влагозапасов в почве. Для пахотного слоя почвы сильная засуха характеризуется запасами продуктивной влаги ≤ 10 мм, для метрового ≤ 50 мм. Фрагмент автоматизированного мониторинга почвенных засух показан на рис. 5.

Для представления аналитической агрометеорологической информации в органы власти и АПК РФ в годы засух в удобном для анализа виде и оценки возможных негативных ее последствий, возникла необходимость визуализации количества декад с сильной и средней почвенной засухой для различных сельскохозяйственных культур, так как продолжительность засухи непосредственно связана с потерями урожая. Эта задача также была решена при содействии сотрудников отдела информационных обеспечений Гидрометцентра, которые разработали алгоритм построения карты в РМ агрометеоролога в пакете «Статистические таблицы» - «Мониторинг влагозапасов». Фрагмент такой карты представлен на рис. 6.

Статистические таблицы по России

СОХРАНИТЬ ТАБЛИЦУ В АРХИВЕ ПЕРЕСЧИТАТЬ Выдать все таблицы по словарю Печать СОЗДАТЬ АРХИВНУЮ ТАБЛИЦУ

Среднеобластные данные за месяц: Мониторинг влагозапасов | Даты перехода и суммы температур: Мониторинг знака | Среднеобластные данные за декаду: Мониторинг ГТК | Таблица изреженности реки и пшеницы | Бюллетень | Таблицы влагозапасов: Мониторинг ГТК по районам | АКУ

Задать дату: Год 2012, Месяц 6, за сезон 3, месяцев

Задать культуру: на полях яровой пшеницы

дефицит влаги: менее 10 мм, более 10 мм

передувание: более 50 мм, более 200 мм

NAME	IDEN	SLOU	июль			август		
			1 декад	2 декад	3 декад	1	2	3
Ульяновская обл.		0-100	60					
СЕНГИЛЕЙ	27851	0-20	17	18		0	1	0
Курганская обл.		0-100						
ДАЛМАТОВО	28457	0-20	21	23	14	5	1	3
		0-100	100	98	87	50	10	19
ШМИЖА	28655	0-20	24	19	8	1	2	3
		0-100	101	107	67	61	40	30
КУРТАМЫШ	28659	0-20	17	13	8	1	2	3
		0-100	119	98	76	66	52	40
МАКШИНО	28666	0-20	12	4	1	14	1	2
		0-100	75	59	77	62	44	70
ПОЛОВИННОЕ	28668	0-20	6	1	0	2	5	3
		0-100	95	81	77	79	75	55
ПЕТЬХОВО	28674	0-20	27	33	48	22	19	30
		0-100	149	147	153	121	114	139
ЦЕЛИННОЕ	28752	0-20	3	1	0	2	0	3
		0-100	79	70	78	4	4	1
ЗВЕРИНОГоловская	28756	0-20	8	1	3	2	1	3
		0-100	94	53	47	35	25	25

Рис. 5. Фрагмент автоматизированного мониторинга почвенных засух Комплекс PROMETEI. Пакет «Статистика».

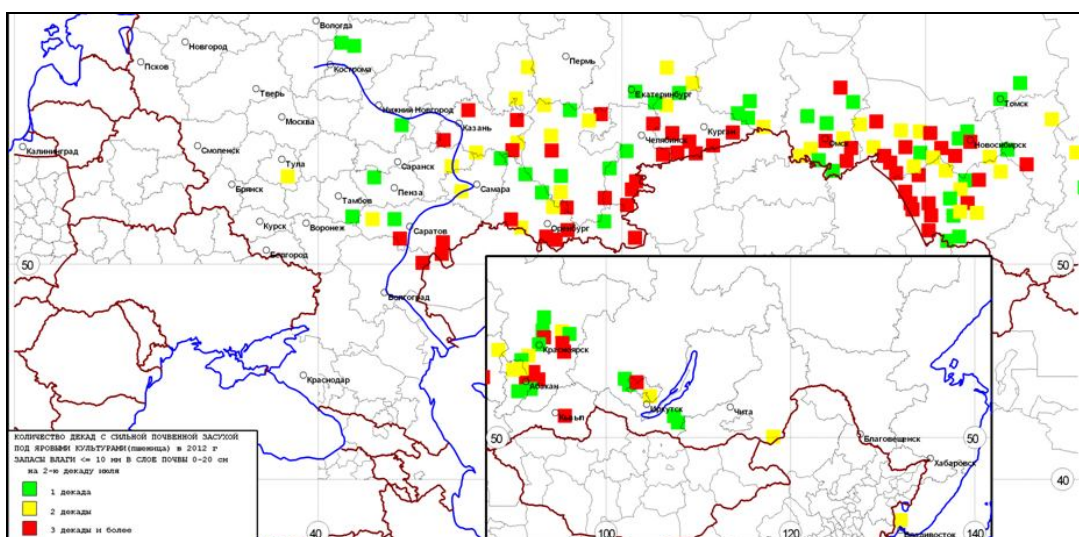


Рис. 6. Количество декад с почвенной засухой под яровыми зерновыми культурами (запасы влаги в пахотном слое почвы < 10 мм) на вторую декаду июля 2012 г.

Предложенная усовершенствованная автоматизированная система мониторинга атмосферно-почвенных засух, позволяющая рассчитывать количество декад с разной их интенсивностью по наземным данным, а также автоматизированная технология расчета агрометеорологического коэффициента увлажнения и количества декад с почвенной засухой, их визуализация в виде новых информационных агрометеорологических продуктов обеспечит более высокий уровень агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства России. Дальнейшие исследования должны быть направлены на поиск возможностей расчета ожидаемых потерь урожая от засух с разной заблаговременностью.

Список использованных источников:

1. Вильфанд Р.М., Страшная А.И. Климат, прогнозы погоды и агрометеорологическое обеспечение сельского хозяйства в условиях изменения климата // Сборник докладов Международной научно-практической конференции 7-11 декабря 2010 г. «Адаптация сельского хозяйства России к меняющимся погодно-климатическим условиям». – Изд. РГАУ-МСХ им. К.А. Тимирязева, 2011. – С. 23–38.
2. Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В. Основы оперативной системы оценки развития засух и ее опыт экспериментальной эксплуатации // Труды ВНИИСХМ. – 2002. – Вып. 34. – С. 48–66.
3. Мещерская А.В., Блажевич В.Г., Житорчук Ю.В. Гидротермический коэффициент и его связь с урожайностью сельскохозяйственных культур // Труды ГГО. – 1978. – Вып. 400 – С. 134–149.
4. Пурина И.Э., Страшная А.И., Чекулаева Т.С., Игнатова Н.С. Технология обработки и доведения конечной агрометинформации до потребителей в Гидрометцентре России и оперативно-производственных учреждениях в Росгидромете в программном комплексе PROMETEI // Труды Гидрометцентра России. – 2011. – Вып. 346. – с. 103-120.
5. Страшная А.И., Максименкова Т.А., Чуб О.В. Агрометеорологические особенности засухи 2010 г. в России по сравнению с засухами прошлых лет // Труды Гидрометцентра России. – 2011. – Вып. 345. – С. 194–214.
6. Страшная А.И. Использование показателей увлажнения для оценки засушливости и прогноза урожайности зерновых культур в Поволжском экономическом районе // Труды Гидрометцентра России. – 1993. – Вып. 327. – С. 15–22.
7. Страшная А.И. Состояние и проблемы оперативного агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства на федеральном уровне в условиях глобального изменения климата // Труды ВНИИСХМ. – 2007. – Вып. 36. – С. 78–91
8. Страшная А.И., Максименкова Т.А., Чуб О.В. Оперативное агрометеорологическое обеспечение аграрного сектора экономики России в современных условиях // Труды ВНИИСХМ. – 2013. – Вып. 38 (в печати).
9. Уланова Е.С., Страшная А.И. Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур // Труды ВНИИСХМ. – 2000. – Вып. 33. – С. 64–83.
10. Фролов А.В., Страшная А.И. О засухе 2010 года и ее влиянии на урожайность зерновых культур // Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук – Исследования по теории климата земли. – М.: Триада ЛТД, 2011. – С. 22–31.
11. Чуб О.В., Страшная А.И. О возможности использования нового агрометеорологического коэффициента увлажнения для мониторинга атмосферно-почвенных засух // Труды Гидрометцентра России. – 2012. – Вып. 347. – С. 190–205.

Поступила в редакцию 08.05.2013 г.

Таблица 2

Пример подекадного мониторинга атмосферно-почвенных засух за период май-август 2012 г. по Оренбургской области

(1 – сильная засуха; 2 – средняя; 3 – слабая или отсутствие).

Наименование стран, их субъектов и объектов наблюдения	Период мониторинга засух											
	Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
28815.Абдулино	2	1	2	2	1	2	2	1	1*	1*	1*	2*
35039.Айдырля	2*	2*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	2*
35127.АКБУЛАК	3	3	1	1	1	2	1	1*	1*	1*	1*	1*
57601.Александровка	3	3	3	3	3	3	3					3
35125.БЕЛЯЕВКА	2*	1*	1*	1*	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*
28806.Бугуруслан	2	1	2	3	2	3	3	1	1*	1*	1*	2*
28909.Бузулук	2	1	1	2	3	2	2	1	1	1*	1*	2*
35148.ЗЕРН.С/З ОЗЕРНЫЙ	2*	2	1		1	1	1	1	1*	1*	1*	2*
35112.Илек	2	1	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*	1*	2
35126.Кувандык	3	3	1	1	1	2	1	1*	1*	1*	1*	2*
57603.Курманаевка		3	3	3	3	3		3	3	2	3	3
35015.Новосергиевка	3	3	1	2	2	1	1	1*	1*	1*	1*	2*
57607.Октябрьское	3	3	3	3	3	2	1	1				
35121.ОРЕНБУРГСКИЙ	2*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*
35138.Орск	2*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*			
57614.СЕВЕРНОЕ	3	3	3	3		3						3
35120.Соль-Илецк	2	1	1	1	1	1	1*	1*	1*			
35011.Сорочинск	2	2	1	1	1	2	1*	1*	1*	1*	1*	2*
35022.Троицкое	2	2	1	2	1	2	1	1	1*	1*	1*	2*
28817.ТРОИЦКОЕ,А	2	1	1	3	3	2	2	1	1*	1*	1*	2*
57613.Чебеньки	3	3	2	3	3	3	3	3				2
минимум по области	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
максимум по области	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
среднее по области	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2

Таблица 3

Количество декад с сильной и средней засухой с учетом критических по отношению к влаге периодам вегетации для различных сельскохозяйственных культур

Станция	Май – I и II декады июня (озимые зерновые культуры)		Май – Июль (ранние яровые зерновые культуры)		Июнь – I декада августа (поздние яровые культуры)		Июль – Сентябрь (сахарная свекла)		Май – I декада сентября	
	Сильная	Средняя	Сильная	Средняя	Сильная	Средняя	Сильная	Средняя	Сильная	Средняя
Саратовская область										
Ростоши	0	0	1	3	0	1	1	3	2	4
Сплавнуха	3	1	4	4	1	1	1	6	4	8
Маркс	4	1	6	2	3	0	1	1	6	2
Ершов	3	2	4	3	3	0	0	3	4	4
Озинки	3	2	5	2	3	0	1	0	6	2
Красный Кут	3	0	4	1	2	0	0	1	4	1
Новоузенск	4	1	4	1	2	0	0	0	4	1
Орлов Гай	3	1	5	1	3	0	0	0	5	1
Новосибирская										
Усть-Тарка	2	0	6	0	3	0	3	0	7	0
Чаны	0	0	1	2	0	1	1	1	1	3
Каргат	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Мошково	0	1	0	2	0	2	0	0	0	2
Огурцово	2	1	6	1	3	0	2	1	6	2
Баган	1	1	3	1	2	0	1	0	3	1
Эдвинск	0	2	2	3	1	2	1	0	2	3
Ужаниха	0	1	4	1	1	1	2	0	4	1
Урдынское	1	1	4	1	2	1	1	0	4	1
Карасук	3	1	6	2	3	0	2	1	6	3