



Федеральная служба по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды



Варчева С.Е.

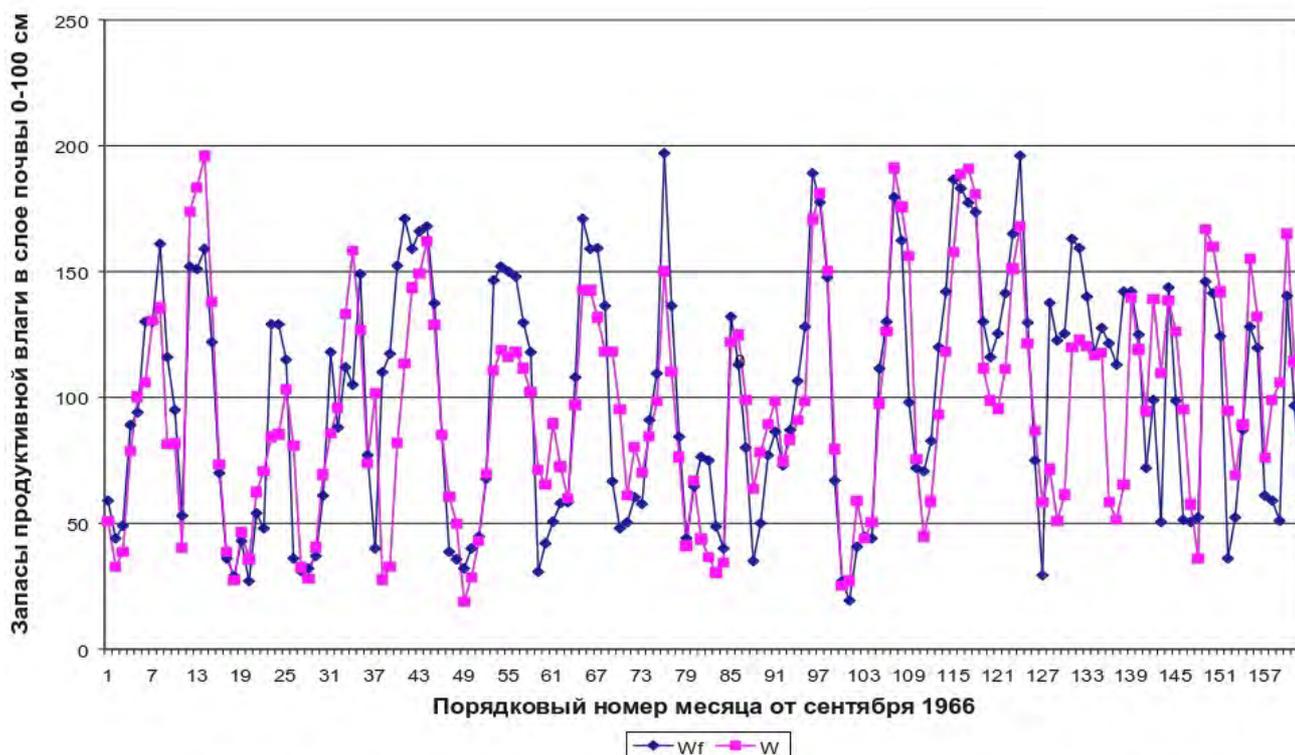
## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ЗАПАСОВ ВЛАГИ В ПОЧВЕ ПРИ РАЗНЫХ МАСШТАБАХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОСРЕДНЕНИЯ**

Для системы мониторинга климата, как по отдельным областям, так и для страны в целом, разработан комплекс агроклиматических и биоклиматических показателей (Сиротенко и др., 2008). Назначение предлагаемого комплекса показателей – всесторонняя оценка влияния наблюдаемых изменений климата на сельское хозяйство и сельскохозяйственное землепользование. Одним из показателей системы мониторинга климата, характеризующим режим увлажнения посевов сельскохозяйственных культур, являются запасы продуктивной влаги в почве.

Рассматривается система численного мониторинга влагозапасов почвы для европейской территории РФ, реализованная в двух вариантах: для полей влагозапасов, заданных на фиксированной нерегулярной сети гидрометеорологических станций (ГМС); для полей влагозапасов, осредненных по территории субъектов РФ (областей, краев и республик).

В первом случае численная схема основывается на использовании двух балансовых уравнений – для запасов воды в снежном покрове и в метровом слое почвы.

Модель, ориентированная на стандартную агрометеорологическую информацию – декадные суммы осадков, температуру воздуха и дефицит влажности воздуха – была апробирована на материалах многолетних наблюдений (с 1966 по 2006 гг.) за озимой пшеницей на ГМС Гигант Ростовской области. Коэффициент корреляции между рассчитанными и измеренными значениями запасов продуктивной влаги составил при непрерывном расчете за 134 декады – 0,90, за 540 декад – 0,83 и за 1140 декад (40 лет) – 0,78.



### **Сравнение среднемесячных значений фактических (Wf) и рассчитанных (W) запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы под посевом озимой пшеницы на ГМС Гигант Ростовской обл. с 1966 по 2006 гг.**

В то же время существует круг задач, где необходима не детализация влагозапасов по территории, а, наоборот, их пространственное обобщение. К таким задачам относится, прежде всего, долгосрочное прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур, а также прогнозирование влагозапасов почвы. Достаточно очевидно, что с большой заблаговременностью можно предсказывать лишь самые общие особенности распределения влагозапасов на большой территории.

Предлагаемая схема расчета средних областных запасов продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях почвы представляет собой систему рекуррентных уравнений для 30 регионов европейской территории РФ. Начальные значения влагозапасов задаются в октябре предыдущего года и затем, начиная с марта, рассчитываются среднемесячные значения влажности почвы:

$$Wp_k = a_k Wp_{k-1} + b_k T_k + c_k (P_{k-1} + P_k) + d_k \quad \text{— для пахотного}$$

слоя почвы,

$$W_k = b_k W_{k-1} + c_k Wp_k + d_k \quad \text{— для метрового слоя почвы,}$$

где  $a_k, b_k, c_k, d_k$  – индивидуальные для каждого субъекта РФ эмпирические коэффициенты для месяцев года,

$T_k$  – среднемесячная температура воздуха,

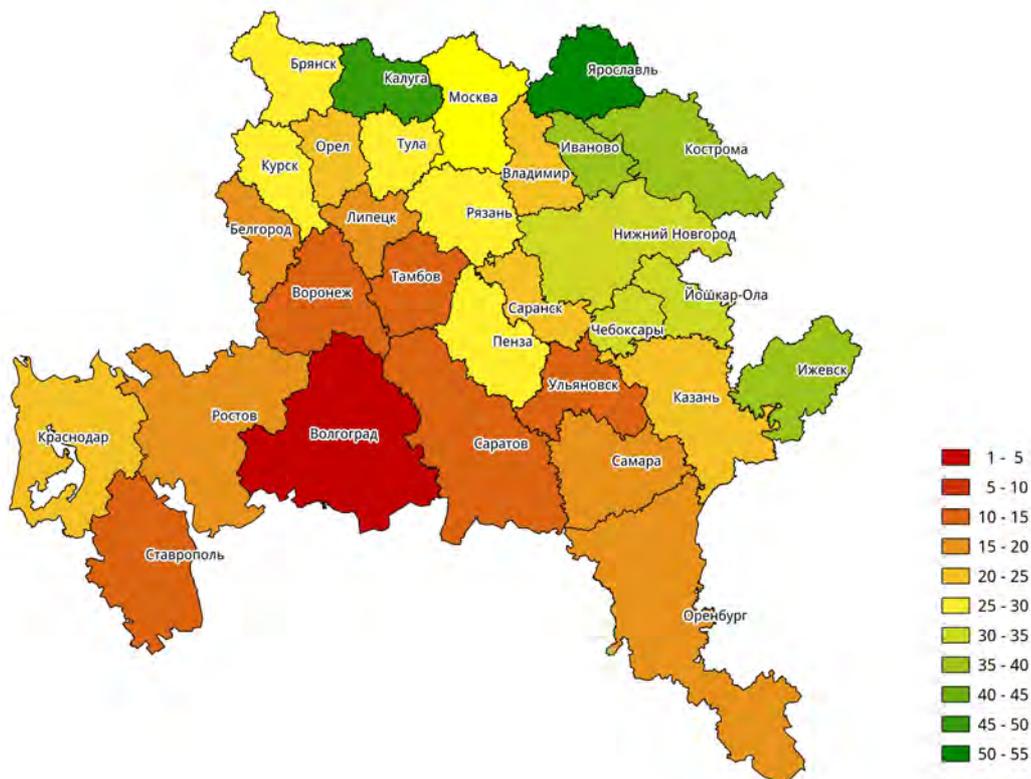
$P_k$  – сумма осадков за месяц,

$k$  – порядковый номер месяца.

Для проверки адекватности численной схемы привлечена уникальная база данных (Мещерская и др., 1982). Она включает данные о среднемесячных величинах запасов продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях почвы для 58 областей России и Украины с 1951 по 1977 гг. Для расчета средних величин влагозапасов использовались данные наблюдений 447 агрометеорологических станций.

Получены следующие оценки коэффициентов корреляции между рассчитанными значениями влагозапасов и данными наблюдений: для пахотного слоя почвы – от 0,74 до 0,79, а для метрового слоя почвы – 0,65 – 0,69. Таким образом, схема обеспечивает непрерывный расчёт средних по области влагозапасов почвы на протяжении заданного числа лет и воспроизводит порядка 55-60 % межгодовой дисперсии влагозапасов почвы в течение теплого периода года на европейской территории России.

## слой почвы 0-20 см



## слой почвы 0-100 см



**Распределение по территории Центрального, Приволжского, Северо-Кавказского и Южного федеральных округов России запасов продуктивной влаги (мм) под озимыми зерновыми культурами в мае 2012 г.**

Рассчитанные временные ряды запасов продуктивной влаги с 1976 по 2010 гг. позволили провести анализ повторяемости засух – самого важного для сельского хозяйства юга России неблагоприятного гидрометеорологического явления. Засуха регистрировалась, если запасы продуктивной влаги пахотного слоя почвы не превышали 10 мм.

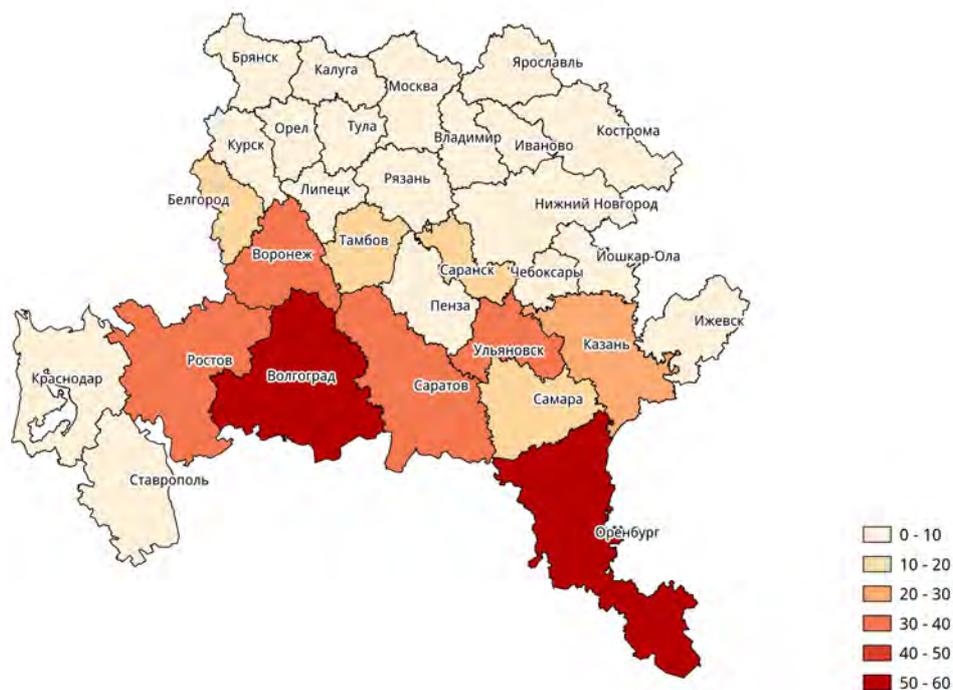
На большей части Центрального федерального округа частота почвенных засух в пахотном слое не превышала 25 % лет (кроме территории Воронежской области в июне и в июле), в Приволжском федеральном округе наиболее частые (до 70% лет) засухи наблюдались в Оренбургской области в июле, в Ульяновской и Саратовской областях – до 50 % лет в июле. Что касается Южного и Северо-Кавказского федеральных округов, то здесь чаще всего (до 50 % лет) засухи в пахотном слое почвы наблюдались в Волгоградской и Ростовской областях, начиная с июня.

В метровом слое почвы за критерий наступления засухи взята величина 50 мм продуктивной влаги.

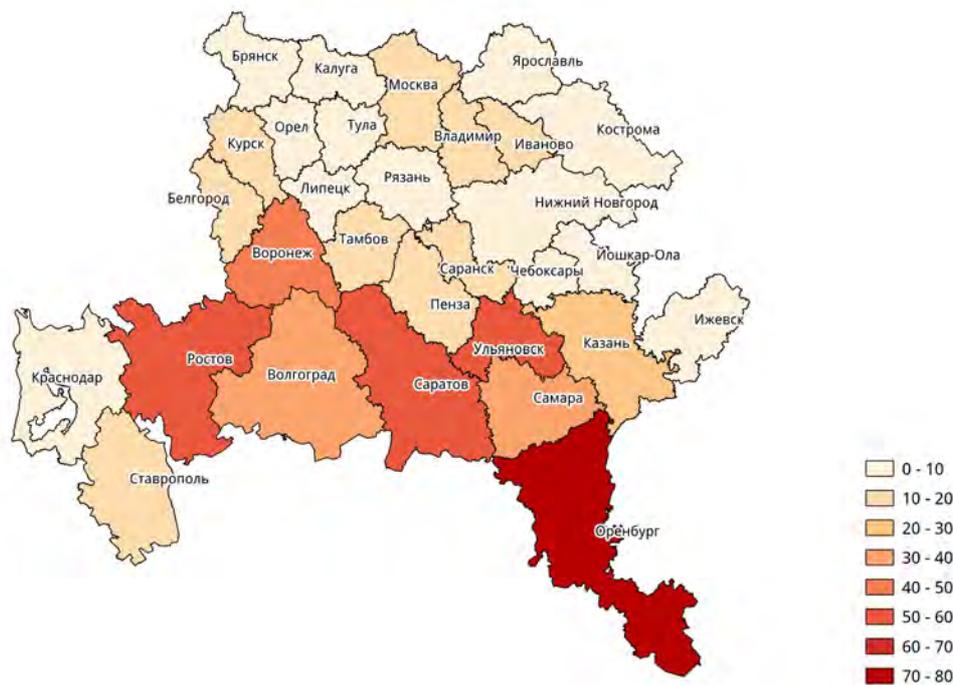
В некоторых регионах Центрального федерального округа в течение всего вегетационного периода засухи не наблюдались совсем (Московская, Калужская, Костромская, Брянская области). В июне редкие почвенные засухи отмечались в южных областях ЦФО, более частые (до 40%) – в Ульяновской и Самарской областях Приволжского ФО, самые частые (более 50 % лет) – Саратовской, Оренбургской, а также в Волгоградской и Ростовской областях. Наиболее распространенные по территории и с большей частотой почвенные засухи в метровом слое отмечались в июле.

Таким образом, представленные численные схемы позволяют вести непрерывный круглогодичный мониторинг динамики запасов продуктивной влаги в почве, а также осуществлять диагностику и оценку вероятности возобновления почвенных засух в задачах разного пространственного осреднения.

ИЮНЬ



ИЮЛЬ

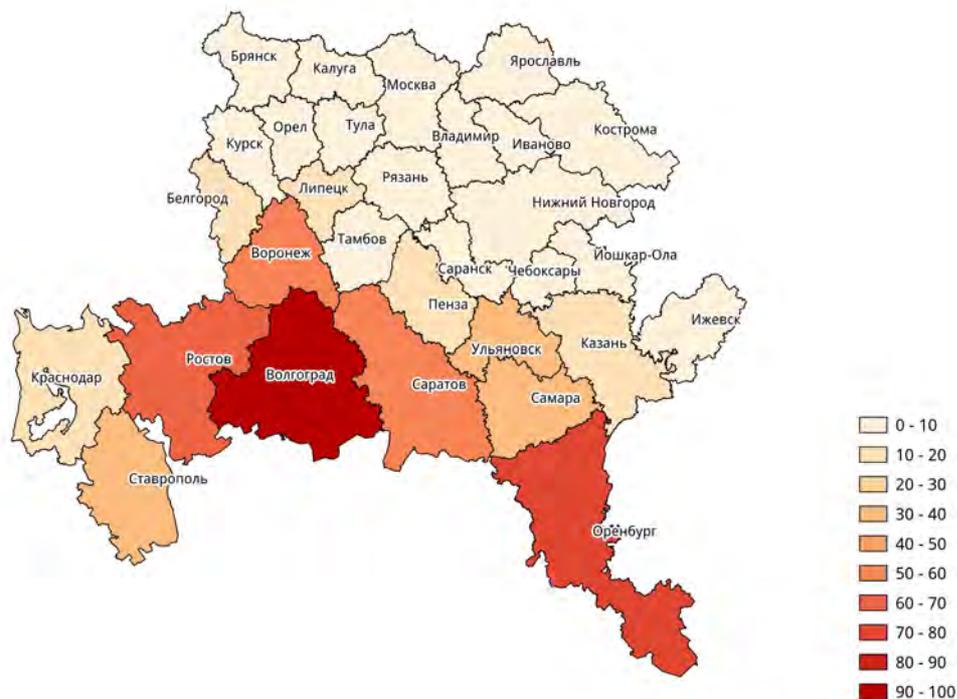


**Повторяемость почвенных засух в пахотном слое на территории Центрального, Приволжского, Северо-Кавказского и Южного федеральных округов России в июне и июле за период с 1976 по 2010 гг.**

ИЮНЬ



ИЮЛЬ



**Повторяемость почвенных засух в метровом слое на территории Центрального, Приволжского, Северо-Кавказского и Южного федеральных округов России в июне и июле за период с 1976 по 2010 гг.**

## Литература

Варчева С.Е. Метод расчета динамики влагозапасов почвы для системы круглогодичного агрометеорологического мониторинга // Известия Самарского научного центра РАН. - 2009. - Т. 11. - № 1 (7). - С. 1642-1648.

Мещерская А.В., Болдырева Н.А., Шапаева Н.Д. Средние областные запасы продуктивной влаги в почве и высота снежного покрова (Статистический анализ и примеры использования).- Л.: Гидрометеоиздат, 1982. - 244 с.

Сиротенко О.Д., Абашина Е.В., Павлова В.Н., Долгий-Трач В.А. Разработка системы регионального круглогодичного мониторинга водно-теплого режима посевов сельскохозяйственных культур // Труды регионального конкурса научных проектов в области естественных наук. – Калуга. - 2008. - Вып. 13. - С. 276-281.



Варчева С.Е.  
[s.varcheva@mail.ru](mailto:s.varcheva@mail.ru)