



Научные записки НИЦ МКВК

№ 3

2019

А.Г. Сорокин

**Оценка водообеспеченности
и эффективности использования
водных и земельных ресурсов
Центральной Азии на основе данных
и инструментов
дистанционного зондирования**



Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

А.Г.Сорокин

**ОЦЕНКА ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ И
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ НА ОСНОВЕ
ДАННЫХ И ИНСТРУМЕНТОВ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

Ташкент 2019

Приводятся результаты работ, выполненных в НИЦ МКВК в 2018-2019 гг., в рамках проекта “Central Asian Water”: Water Use Efficiency Monitor in Central Asia (WUEMoCA).

Инструмент эффективности водопользования в Центральной Азии (WUEMoCA) был задуман как онлайн платформа дистанционного зондирования – постоянного автоматизированного космического мониторинга, обеспечивающего пространственную динамическую информацию по землепользованию для стран Центральной Азии, включая оценку орошаемых площадей, урожайности с/х культур, эвапотранспирации, полученных на основе открытых спутниковых данных MODIS 250 м и общедоступных глобальных климатических данных.

В настоящее время Инструмент эффективности водопользования в Центральной Азии (WUEMoCA) максимально приближен к пользователю, и является системой учета, сбора, анализа и распространения данных по оценке водохозяйственной ситуации отдельных контуров – областей, районов, крупных оросительных систем стран бассейна. Сегодня пользователю доступна информация не только по показателям землепользования (орошаемая площадь нетто, посевная площадь, коэффициент использования орошаемых земель и др.), но также показателям продуктивности и эффективности водопользования.

На основе требований потенциальных пользователей (был выполнен опрос в БУИС) была разработана система показателей (Д.Сорокин), и разработан специальный инструмент – “Полигон пользователя” (А.Сорокин, Р.Ташпулатов), позволяющий самому пользователю выделять на карте (в окне WUEMoCA) объект (контур) исследования, вводить дополнительную информацию по водопользованию (например, водозабор на границах контура) и получать необходимую ему информацию – например, о том, как эффективно используются водные ресурсы в пределах выделенного контура (с какими потерями), на сколько обеспечены орошаемые земли оросительной водой по сравнению с потребностями с/х культур (полученными на основе обработки климатических данных) – где не хватает воды, а где ее излишек, и наконец, сколько воды по данным космических снимков высвобождается в атмосферу за счет испарения и транспирации (так называемая фактическая эвапотранспирация).

Пользователь может задействовать инструмент расчета продуктивности и получить информацию по ряду соответствующих индикаторов (урожайность с/х культур в тоннах на гектар, валовый доход в тоннах, доход от реализации с/х продукции в \$ и \$ на гектар), а также выполнить расчеты по текущей (подекадной) оценке эффективности использования водных и земельных ресурсов, ранней оценке продуктивности и возможных потерь с/х продукции.

Таким образом, платформа WUEMoCA может помочь руководителям водохозяйственных организаций понять, как эффективно они управляют водой (планируют распределение воды, контролируют водозаборы, назначают нормы водопотребления с/х культур и др.), куда уходит и где теряется вода, и в конечном итоге – подсказать пути экономии воды и повышения водобеспеченности, продуктивности воды и земли, найти дополнительные резервы, эффективные решения.



Рис 1. Общий вид интерфейса WUEMoCA через интернет

Платформа WUEMoCA разработана и протестирована специалистами University of Wuerzburg, Institute of Geography and Geology, Department of Remote Sensing (Christopher Conrad, Lucia Morper-Busch), Green Spin GmbH (Gunther Schorcht) в сотрудничестве с НИЦ МКВК (В.А.Духовный). Рабочая версия WUEMoCA расположена на сервере НИЦ МКВК в г. Ташкенте и доступна по адресу <http://wuemoca.net/>.

Одним из вкладов НИЦ МКВК является написание для архитектуры WUEMoCA нового кода (программист – Р.Тошпулатов), основанного на технологии Model-View-Controller (MVC), разделяющей логику представления (интерфейса пользователя) и логику приложения, что позволило модернизировать интерфейс, приспособив его к требованиям пользователя. Интерфейс WUEMoCA написан на основе javascript фреймворка ExtJS, версия 6.0.1. Расчетные данные сохраняются в базе данных PostgreSQL и используются для визуализации ГИС-слоев с помощью сервера для управления источниками данных географических информационных систем GeoServer, передаются в интерфейс посредством технологии JSP, используя текстовый формат обмена данных JSON. Для визуализации карт использована библиотека OpenLayers.

Основой калибровки алгоритмов WUEMoCA (покрывающих все территориальные уровни) и наполнения БД фактической информацией являлись данные полевых экспедиций (Г.Стулина), а также статистические данные, собранные по районам стран бассейна (Ш.Муминов). Калибровка алгоритмов “Полигона пользователя” была выполнена на фактических

данных пилотного объекта: АВП “Каттакурган Политимент БХ”, расположенной в Каттакурганском районе Самаркандской области Республики Узбекистан.

Тестирование показало, что по площадям орошения в границах отдельных районов Республики Узбекистан, значения, показанные по космическим снимкам (данные WUEMoCA) и статистические данные совпадают. Расхождения наблюдаются по отдельным с/х культурам (для большинства культур в пределах 10-15 %, для отдельных – до 40 %) и урожайности с/х культур (до 20-25 %). Рекомендация: для практической работы инструмента “Полигон пользователя” размер контура изучаемого объекта должен быть не менее 50 га.

Для отображения индикаторов WUEMoCA был разработан онлайн инструмент (<http://cawater-info.net/data>), позволяет визуализировать табличную информацию в формате карт с различной цветовой градацией в зависимости от имеющегося диапазона данных (Д.Сорокин). Отображение информации на карте происходит по административным границам районов государства.

Показатель обеспечения водой орошаемых земель в WUEMoCA представляет собой частное от деления фактической эвапотранспирации – E_{Ta} , [м] полученной на основе обработки космических снимков выделенного контура (района, области) и эвапотранспирации, показывающей потребность в воде для растений – E_{Tc} [м].

Отношение E_{Ta}/E_{Tc} характеризует обеспеченность водой растений в данном контуре орошаемых земель, но также отражает и возможное влияние других факторов, угнетающих растения (болезни, вредители, засоленность земель). Условно (при пренебрежении другими факторами, кроме водного) данный показатель может характеризовать: дефицит воды (при $E_{Ta}/E_{Tc} < 1$), избыток воды, т.е. непродуктивные ее потери (при $E_{Ta}/E_{Tc} > 1$).

Эвапотранспирация, показывающая потребность с/х культур в воде рассчитывается по линейной зависимости:

$$E_{Tc} = K_c * E_{To}$$

Где: K_c – коэффициент культуры, E_{To} [м] – испаряющая сила атмосферы, выраженная в виде эталонной эвапотранспирации (со стандартной растительной поверхностью), является климатическим параметром (т.е. зависит только от климатических данных) и рассчитывается по методологии ФАО (расчет по формуле Пенмана-Монтейта).

Показатель эффективности орошения рассчитывается по следующему выражению:

$$E_{Ta} * F_{ir} / (W + W_g)$$

Где: E_{Ta} [м] – фактическая эвапотранспирация, полученная в результате обработки космических снимков, F_{ir} – орошаемая площадь [м²], W [м³] – подача оросительной воды в контур (на границе области, района), W_g [м³] – подпитка растений из грунтовых вод (расчет по Хардченко-Ластаеву)

Данное отношение характеризует потери воды в контуре, т.е. показывает насколько эффективно используются водные ресурсы от водозабора на границе контура до растений.

Ранняя оценка потерь продукции каждой с/х культуры от дефицита воды основывается на расчете снижения урожайности с/х культуры, т.е. разницы между потенциальной (максимальной) урожайности – Y_m , и расчетной (прогнозируемой) - Y . Фактическую потерю урожайности можно определить из относительной урожайности Y/Y_m , которая рассчитывается по линейной зависимости (сборник ФАО № 33):

$$Y/Y_m = 1 - K_v * (1 - E_{Tf}/E_{Tc}),$$

Где: K_v – коэффициент (фактор) стресса, показывающий снижение относительной урожайности Y/Y_m по мере уменьшения относительной эвапотранспирации E_{Tf} / E_{Tc} , вызванного ростом дефицита воды, Y_m – реальная для данной местности максимальная урожайность с/х культуры.

Здесь E_{Tf} – прогнозируемая эвапотранспирация в начале вегетации (может быть определена как функция E_{Tc} и ожидаемой водности на вегетацию, или как E_{Tc} при имеющемся прогнозе климатических показателей – температура, осадки и др., согласно методики ФАО), которая по мере появления декадных данных по фактической эвапотранспирации (E_{Ta}) уточняется от декады к декаде (происходит замена декадных значений E_{Tf} на E_{Ta}).

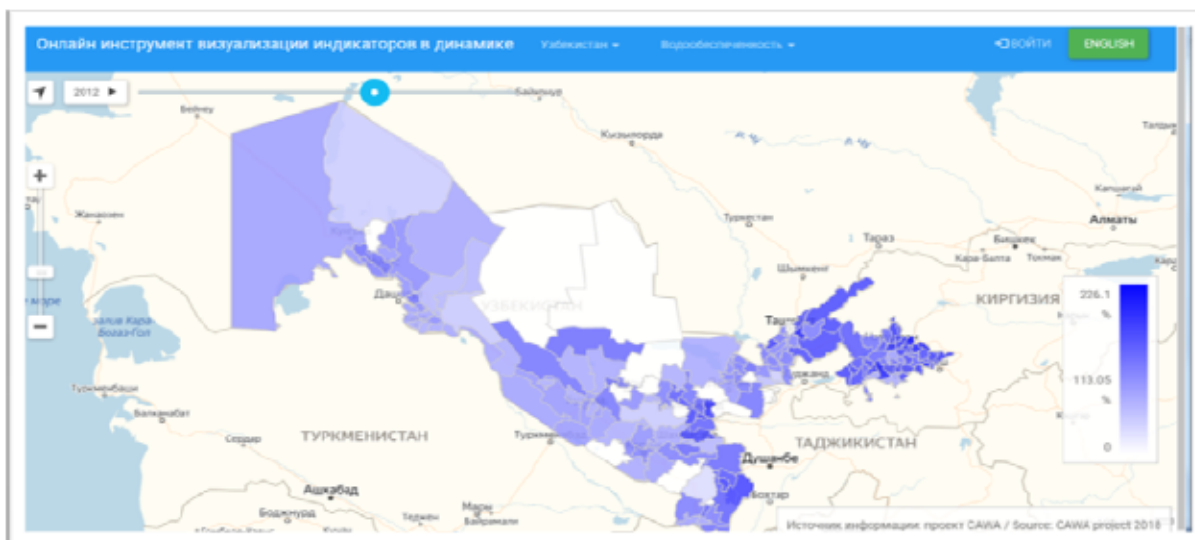


Рис.2 Распределение индикатора ET_a/ET_c по районам Республики Узбекистан в Динамике с 2012 по 2017 гг (картинка из онлайн инструмента визуализации)

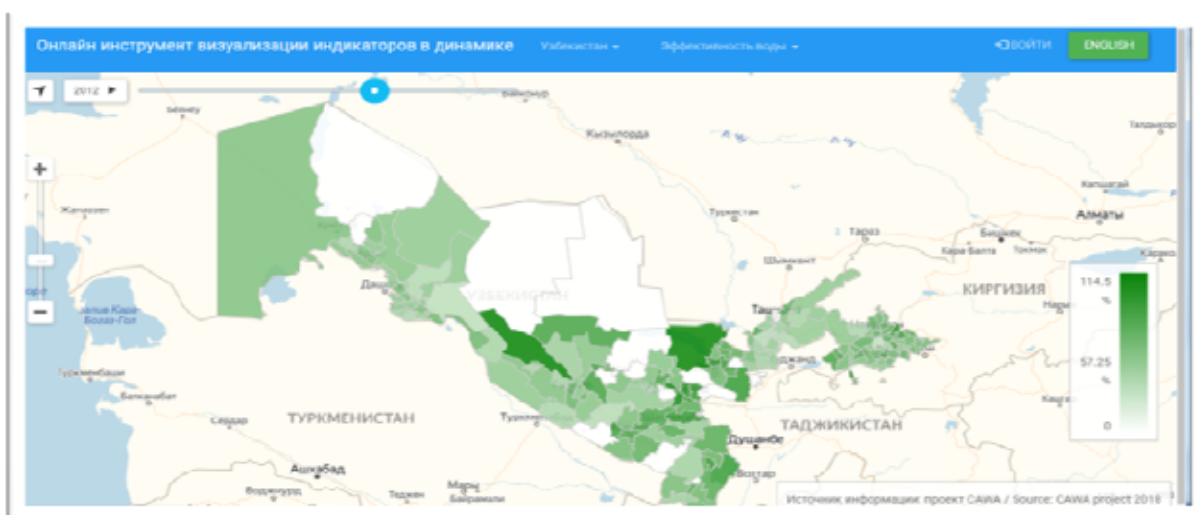


Рис.3 Распределение индикатора $ET_a * Fir / (W + W_g)$ по районам Республики Узбекистан в динамике с 2012 по 2017 гг (картинка из онлайн инструмента визуализации)

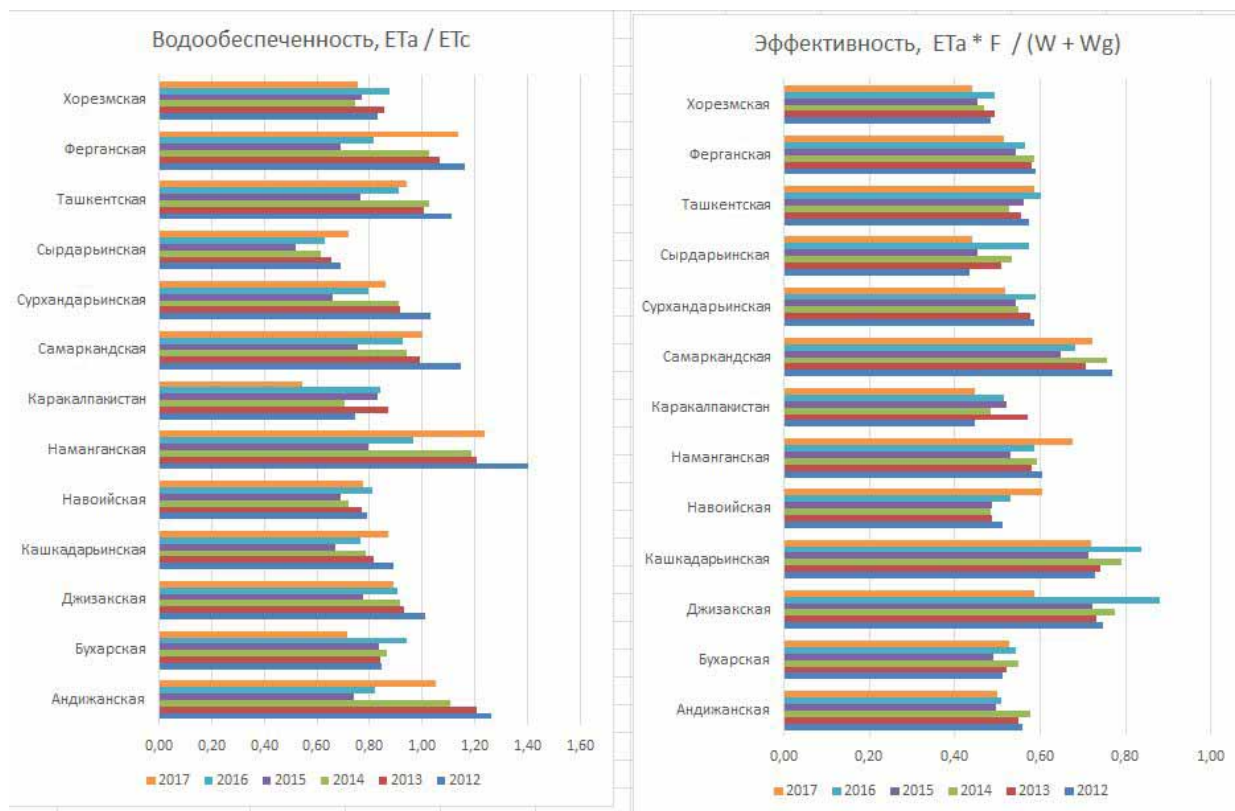


Рис.4 распределение индикаторов обеспеченности орошаемых земель (ET_a/ET_c) и эффективности использования водных ресурсов ($ET_a * F / (W + W_g)$) по областям Республики Узбекистан за 2012 – 2017 гг.

Анализ водохозяйственной обстановки по индикатору обеспеченности орошаемых земель (ET_a/ET_c) показал, что наименьшие значения этого показателя (что означает дефицит воды по отношению к нормативной подаче для с/х культур), наблюдаются в районах Сырдарьинской, Навоийской, Хорезмской областей и Северной части Каракалпакистана. Наибольшие значения индикатора наблюдаются в Ферганской долине (Наманганская, Андижанская и Ферганская области), где превышение фактической эвапотранспирации к норме (рассчитанной по ФАО) может достигать 20-30 %.

Анализ водохозяйственной обстановки по индикатору эффективности использования водных ресурсов ($ET_a * F / (W + W_g)$) показал, что наибольшие потери воды наблюдаются в районах Навоийской, Бухарской областей и в Каракалпакистане.

Приведенные данные носят предварительный характер и будут уточняться по мере проверки полноты и достоверности статистических данных (например, отсутствия данных учета по некоторым источникам водных ресурсов) и совершенствования алгоритма обработки данных космических снимков.

Верстка: Беглов И.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz