

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Агрофизический научно-исследовательский институт»
Российский фонд фундаментальных исследований

МАТЕРИАЛЫ

Всероссийской научной конференции

с международным участием

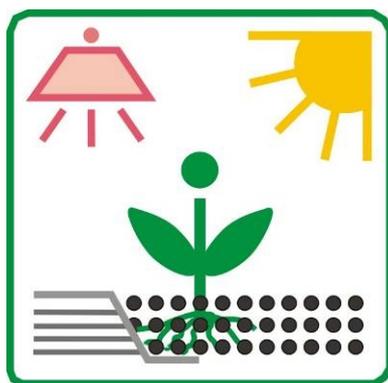
«АГРОЭКОСИСТЕМЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И

РЕГУЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ:

ОТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ К ПРАКТИКЕ

ПРЕЦИЗИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Санкт-Петербург, 21–23 сентября 2016 г.



Санкт-Петербург
2016

УДК 631.95:51-76:631.588

ББК 41.4:28.08

А 26

Материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Агроэкосистемы в естественных и регулируемых условиях: от теоретической модели к практике прецизионного управления». Санкт-Петербург, 21–23 сентября 2016 г. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. – 508 с.

Материалы даны в авторской редакции

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований*

Ответственные за выпуск:

Блохина С. Ю.

Агеенкова О. А.

Цивилев А. Ю.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ И МОДЕЛЕЙ АГРОЭКОСИСТЕМ В СРЕДЕ ГИС

В. Л. Баденко

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В работе обсуждаются проблемы совместного функционирования моделей речных бассейнов и моделей агроэкосистем. Обосновывается необходимость использования ГИС-технологий при решении возникающих проблем, что позволит обеспечить устойчивое совместное развитие водохозяйственного комплекса и сельского хозяйства страны в условиях резко меняющихся климатических и экономических условий.

Сельское хозяйство является одним из главнейших безвозвратных потребителей пресной воды. На рисунке представлено расчетное безвозвратное водопотребление на участке Саратовский-Волгоградский гидроузлы по данным СКИОВО бассейна р. Волга за 2011 г. Оно возрастает в периоды вегетации почти в 10 раз, что связано с проведением ирригационных мероприятий.

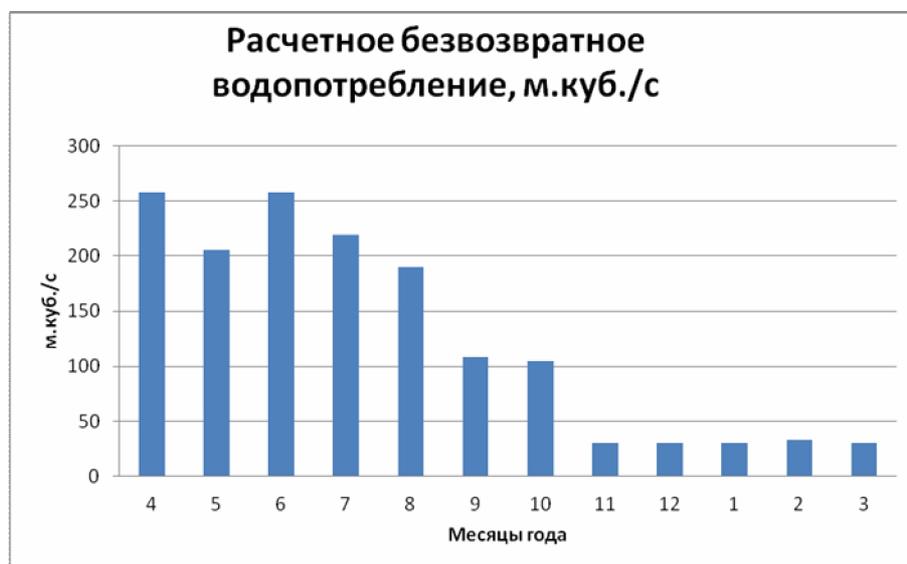


Рис. Расчетное безвозвратное водопотребление на участке Саратовский-Волгоградский гидроузлы

Многие программные комплексы по управлению водными ресурсами имеют специальные модули для учета сельскохозяйственных водопотребителей. Так, например, MIKE HYDRO имеет в своем составе следующие модули/модели: климата, эвапотранспирации, почвенной влаги, осадков, ирригации (полива), урожайности. Следует отметить, что данные

модули входят также в состав моделей агроэкосистем, например, AGROTOOL, вплоть до последовательности культур в севообороте. При этом, например, в MIKE HYDRO используются модели из группы FAO-56 (Алиева, 2013). Однако, например, модель прогноза урожая основана на т.н. потенциальной урожайности (Y_p), которая является урожайностью при оптимальных условиях (без стресса по влажности почвы). Чувствительность урожая к водному стрессу учитывается посредством коэффициента отклика (K_y), который задается для каждого из четырех стадий роста. Итак, при G , если i – это i -й этап роста в период вегетации (их всего G), имеем:

$$\frac{Y_a}{Y_p} = \prod_{i=1}^{i=G} \left(1 - K_{yi} \left(1 - \frac{Et_a}{Et_p} \right) \right),$$

где Y_a – реальный урожай [кг/га]; Y_p – потенциальный урожай [кг/га]; Et_a – реальная транспирация [мм/день]; Et_p – потенциальная транспирация [мм/день].

Модели агроэкосистем используются при определении потребности в воде. Так, в работе Медведева с соавт. (2012) описан компьютерный эксперимент с динамической моделью продукционного процесса яровой пшеницы, выполненный при помощи автоматизированной системы поливариантного расчёта с целью определения экономически оптимальной стратегии орошения для засушливых условий Нижнего Поволжья. С другой стороны, при моделировании водопользования в аграрных бассейнах возникает потребность в более подробных моделях агроэкосистем (Yu et al., 2015).

Таким образом, практическое применение моделей агроэкосистем при поливе требует разработки технологии, позволяющей выстроить связь между моделями агроэкосистем и моделями по управлению водными ресурсами. Для этого предлагается использовать ГИС-технологии, что основывается на опыте, полученном в предыдущих исследованиях (Баденко и др., 2011). Использование ГИС позволяет реально применять геосистемный подход к управлению агроэкосистемами на основе бассейново-ландшафтного подхода (Баденко, Осипов, 1998). Применение ГИС-технологий в условиях рационального

водопользования позволит поддержать утвердившееся в последние годы в аграрной науке мнение о нецелесообразности достижения максимальной продуктивности агроландшафтов, когда на первый план выходят соображения экологической устойчивости (Баденко и др., 2015). Основными потребителями разработок являются руководители хозяйств, которые возникли на месте бывших совхозов и колхозов и внутрихозяйственное землеустройство которых необходимо приспособить к новым условиям хозяйствования.

Следует также отметить, что методология управления водным хозяйством и соответствующие программные средства (Алексеева, 2015) развиваются достаточно независимо от развития технологий моделирования агроэкосистем. При этом разработчики программ указывают на наличие удобной связи с базой данных ГИС. Поэтому можно предложить следующую связь между указанными видами программного обеспечения через общую пространственную базу данных ГИС.

Пространственная информация, которую предоставляют современные модели водохозяйственного управления речными бассейнами для моделей агроэкосистем:

- водно-физические свойства (относительно однородные участки с распределением данных свойств по глубине);
- данные об уклонах (цифровая модель рельефа в растровом виде);
- данные об осадках (в виде полигонов с определёнными характеристиками осадков);
- почвы и текущее землепользование;
- ограничения забора воды на ирригацию и цены на воду в точках забора воды.

Большинство современных моделей агроэкосистем являются «точечными» и могут обеспечивать модели водохозяйственного управления речными бассейнами информацией по относительно однородным участкам. Такие участки могут формироваться на территории бассейнов рек, в частности, при использовании прогрессивных осушительно-оросительных систем

двустороннего регулирования (Ковалев и др., 2015), способствующих сохранению почвенного плодородия (Зайдельман, 2009). Следует подчеркнуть, что однородные участки формируются средствами ГИС, а требуемые характеристики передаются в модель агроэкосистемы, которая возвращает в базу данных ГИС следующую информацию по участкам:

- даты наступления фаз вегетации;
- потребность в воде для полива;
- урожай сельхозкультуры;
- динамика почвенной влаги.

Регулярное следование предложенной схеме (что возможно как в оперативном, так и в прогнозном режимах) позволит обеспечить устойчивое совместное развитие водохозяйственного комплекса и сельского хозяйства в условиях резко меняющихся климатических и экономических условий.

Список литературы

1. Алексеева А. Г. 2015. Управление водными ресурсами в Российской Федерации // Строительство уникальных зданий и сооружений. № 4(31). С. 10–44.
2. Алиева Г. В. 2013. Усовершенствованная методика калибровки показателей модели FAO-56 с использованием средств дистанционного зондирования // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. № 3–2 (122). С. 81–83.
3. Баденко В. Л., Гарманов В. В., Иванов Д. А., Савченко А. Н., Топаж А. Г. 2015. Перспективы использования динамических моделей агроэкосистем в задачах средне- и долгосрочного планирования сельскохозяйственного производства и землеустройства // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. № 1–2. С. 72–76.
4. Баденко В. Л., Осипов Г. К. 1998. Моделирование природно-аграрных систем // Научно-технические ведомости СПбГТУ. № 4(14). С. 32–35.
5. Баденко В. Л., Баденко Г. В., Терлеев В. В., Латышев Н. К. 2011. ГИС-технологии в информационном обеспечении системы имитационного моделирования AGROTOOL // Агрофизика. № 3. С. 1–5.
6. Зайдельман Ф. Р. 2009. Деградация почв как результат антропогенной трансформации их водного режима и защитные мероприятия // Почвоведение. № 1. С. 93–105.
7. Ковалев Н. Г., Зинковский В. Н., Зинковская Т. С., Анциферова О. Н. 2015. Необходимость двустороннего регулирования водного режима почв в земледелии нечерноземной зоны России // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. № 1–2. С. 47–50.
8. Медведев С. А., Полуэктов Р. А., Топаж А. Г. 2012. Оптимизация стратегии орошения с использованием методов поливариантного анализа динамики агроэкосистем // Мелиорация и водное хозяйство. № 2. С. 10–13.
9. Yu Y., Disse M., Yu R., Yu G., Sun L., Huttner P., Rumbaur C. 2015. Large-Scale Hydrological Modeling and Decision-Making for Agricultural Water Consumption and Allocation in the Main Stem Tarim River, China. *Water*, 7, p. 2821–2839.

ISBN 978-5-905200-32-8



Материалы Всероссийской научной конференции
(с международным участием)
**«Агроэкосистемы в естественных и регулируемых условиях: от
теоретической модели к практике прецизионного управления»**
Санкт-Петербург, 21–23 сентября 2016 г.

Редактор: О. А. Агеенкова

Технический редактор: А. Ю. Цивилев

Подписано в печать 23.11.2016.

Подготовлено к печати в ФГБНУ АФИ
195220, Санкт-Петербург, Гражданский пр., д. 14.