

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИДРУС-1Д

Для эффективного управления водными и земельными ресурсами, режимами орошения, необходимо понимание принципов движения воды и растворенных солей в почвенном профиле. В данном исследовании для установления компонентов водного баланса почв при существующем режиме орошения хлопчатника на супесчаном поле учебного хозяйства Ургенчского университета в Хивинском районе Хорезмской области была использована физическая одномерная модель ГИДРУС-1Д (Simunek et al., 1998), разработанная в Американской Почвенной Лаборатории. ГИДРУС-1Д - это модель для моделирования одномерного движения воды, тепла и растворов в почвенном профиле разной степени насыщения, основанная на числовом решении уравнения Ричардса. Модель предполагает изотермические условия, не учитывает движение воды через большие трещины в почвенном профиле и гистерезис гидравлических свойств почв.

На поле выбраны три точки для наблюдения за динамикой влажности почвы: вблизи оросительного канала (начало поля), близко к дренажному каналу и далеко от оросительного канала (конец поля), и среднее положение между оросительным и дренажным каналами (середина поля). Содержание почвенной влаги и засоление определялось гравиметрическим способом на глубине 20 см, 50 см, 80 см и 105 см. В июне 2003 г. на средней точке были установлены две пары тензиометров на глубину 30 см и 50 см. Для наблюдения за уровнем и засолением грунтовых вод на поле установлено 6 наблюдательных скважин на глубину 1.8 м. Во время оросительного сезона для замеров объема подаваемой на поле воды использовался трапецеидальный водослив Чиполетти.

Вегетационный сезон 2003 г. начался с промывки поля (март-апрель). За этот оросительный сезон было проведено 5 поливов, в течение которых объем подаваемой воды был измерен как для всего поля, так и на каждую из трех выбранных для детального наблюдения точек. Фенология хлопчатника наблюдалась с момента посадки до сбора урожая по фенологическим площадкам, установленным на поле. Для сбора метеорологических данных (температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра, солнечная радиация, осадки) на территории хозяйства установлена метеорологическая мини-станция. Большинство основных параметров, используемых в модели, было измерено в поле или в лаборатории.

Верхние граничные условия в модели определены потенциальным испарением с почвы и транспирацией, объемами подаваемой воды и осадками. Потенциальная эвапотранспирация ( $ET_0$ ) установлена с помощью уравнения Пенмана-Монтейта (Allen et al., 1998). Для культуры, которая частично покрывает землю, ( $ET_0$ ) разделена на потенциальную транспирацию и потенциальное испарение, используя индекс листовой поверхности ( $LAI$ ) культуры. Условия водного стресса описаны уравнением Феддеса (Feddes et al., 1978), которое было модифицировано для ситуаций одновременно водного и солевого стресса Ван Генухтена (Van Genuchten, 1987). Значения критического давления для водоотбора воды корнями растения определены на основе ранее опубликованных работ по влиянию солевого стресса на развитие хлопка и урожай (Рыжов, 1973; Рыжов и Зиминая, 1971). Нижние граничные условия в модели заданы уровнем грунтовых вод и их засолением. Для моделирования выбран почвенный профиль глубиной 200 см, разделенный на 200 численных точек,

объединенных по почвенным горизонтам, согласно описанию почвенных шурфов. Гидравлические свойства почв были определены для каждого почвенного слоя параметрами Муалема-Ван Генухтена (Mualem, 1976; Van Genuchten, 1980).

В целом моделированная влажность почвы отражает динамику измеренной на поле влажности. Результаты калибровки показывают, что гидравлические свойства почвы и входные параметры по культуре определены достаточно аккуратно для моделирования водных потоков в корневой зоне хлопчатника.

Измеренные и подсчитанные объемы подаваемой воды на промывку-полив, осадки, потенциальная транспирация и испарение были использованы как входные данные в модели. Фактическая транспирация и испарение, запасы воды в корневой зоне и водные потоки на глубине 90 см (максимальная глубина корневой хлопчатника) были получены по результатам модели. За моделируемый период на поле поверхностных сбросов воды не было.

В течение вегетационного сезона 2003 г. (25 апр. – 4 окт.) количество поданной воды по точкам не было одинаковым. Общий приток воды был наибольшим в начале поля (485 мм), наименьшим в конце поля (364 мм), оставаясь равным 465 мм в середине поля. Фактическая эвапотранспирация была выше чем общий приток воды на каждой точке поля. В среднем потеря воды в слое почвы составила 40 мм. В начале поля 35 мм воды было потеряно на просачивание из 90-сантиметрового слоя почвы, тогда как в середине и в конце поля наблюдалась капиллярная подпитка в объеме 5 мм и 26 мм, соответственно. Эта разница объясняется различным количеством поданной оросительной воды и продолжительностью полива. В начале поля было переувлажнение и переполнение, который вызвал просачивание, а в конце поля – нехватка орошения, вызвавшая восходящие капиллярные потоки с поверхности грунтовой воды. С использованием модели стало возможным установление количественного участия грунтовой воды в водопотреблении хлопчатника. Капиллярный подъем воды в размере 301 мм, 308 мм и 158 мм показывает, что на исследуемом поле грунтовая вода играет большую роль в эвапотранспирации культуры. Более того, разница в полученных значениях демонстрирует, что подпитка из грунтовых вод сильно зависит от объемов поданной оросительной воды. Для вегетационного периода капиллярная подпитка составила 250 мм, 180 мм и 79 мм в начале, середине и конце супесчаного поля соответственно.

Целью проведенного исследования было наблюдение существующей практики орошения на хлопковых полях Хорезмской области и исследование влияния поверхностного орошения с учетом капиллярной подпитки из грунтовых вод на влажностный режим почв в корневой зоне культуры. Откалиброванная модель ГИДРУС-1Д позволила установить водный баланс на выбранном участке, а также дала возможность определить подпочвенные потоки воды, которые не могут быть измерены прямо на поле. Тем не менее, для улучшения результатов моделирования необходимо использовать две- и трехмерные модели, которые бы включали как вертикальные, так и латеральные потоки воды.

**И. ФОРКУЦА,  
Ю.ШИРОКОВА,**

**Проект ЦЕФ по экономической и экологической  
реструктуризации земле- и водопользования  
в Хорезмской области**