

О ВЫБОРЕ МОДЕЛИ ВЛАГОСОЛЕПЕРЕНОСА ДЛЯ РАСЧЕТА ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА В УСЛОВИЯХ ХОРЕЗМСКОГО ОАЗИСА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Форкуца И.В., Центр Исследования Развития (ZEF)

В бассейне реки Амударья засоленные почвы составляют 7.8 миллионов га (ФАО, 2000). Большинство из этих почв расположено в среднем (Кашкадарьинская, Бухарская и Навоийская области) и нижнем (Каракалпакстан и Хорезмская область) течении реки. Засоление земель в Узбекистане, и, в частности, в Хорезмском оазисе, является большой проблемой при возделывании сельскохозяйственных культур. По данным мониторинга мелиоративного состояния земель (МС и ВХ РУз, 2000 г.), осенью практически все орошаемые земли Хорезмского оазиса засолены. Из них 53% имеют среднюю и сильную степень засоления; на 57% земель грунтовые воды залегают на глубине менее 2 м, на 33% - менее 1,5 м.

В сложившихся хозяйственных условиях водно-солевой режим поддерживается практически на всей орошаемой площади с помощью обильных промывных поливов в зимне-весенний период. По данным Управления водного хозяйства Минсельводхоза РУз (2001 г), годовой удельный объем воды для ирригационных и мелиоративных целей за период с 1985 по 2000 гг. в Хорезмской области был достаточно высоким и составил 20-30 тыс.м³/га.¹ Существующие дренажные системы не в состоянии обеспечить своевременное водоотведение для поддержания необходимого уровня грунтовых вод.

Можно ли с помощью имитационной модели понять взаимосвязь между почвой, водой, солями и растением? Какую модель выбрать? В настоящее время протестированные и довольно известные имитационные модели (HYDRUS, MULTIMED_DP 1.0, FECTUZ, CHAIN, CHAIN 2D, SWAP, ISAREG и др.) стали широко применяться для принятия решений по управлению засоленными или заболоченными землями.

В данном исследовании для расчета водно-солевого баланса была выбрана модель HYDRUS-1D (версия 2.02), разработанная в 1998г. в Американской лаборатории засоления (автор J.Simunek). HYDRUS-1D (Рис.1) - это имитационная модель движения воды, растворов и тепла в пористой среде разного насыщения. Уравнение воды включает условия ее просачивания для учета водоотбора корнями растений. Граничные условия для потока воды, тепла или растворов могут изменяться по времени. Почвенные характеристики описаны параметрами ван Генухтена (van Genuchten). В модели также учитывается гистерезис движения воды в почве. Движение и преобразование растворов включает молекулярную диффузию, гидродинамическую дисперсию, линейное равновесие между твердой и жидкой фазами, нелинейное неравновесное разделение (сорбция) между твердой и жидкой фазами.

¹ В 2000 – 2001 гг. в связи с маловодьем удельный годовой водозабор снизился до 8 тыс. м³/га. Доля забора воды в период вегетации (апрель-сентябрь) в общегодовом объеме колеблется от 0,6 до 0,9 и зависит как от площадей, занятых посевами риса, так и от масштабов ежегодных зимне-весенних промывок орошаемых земель от солей.

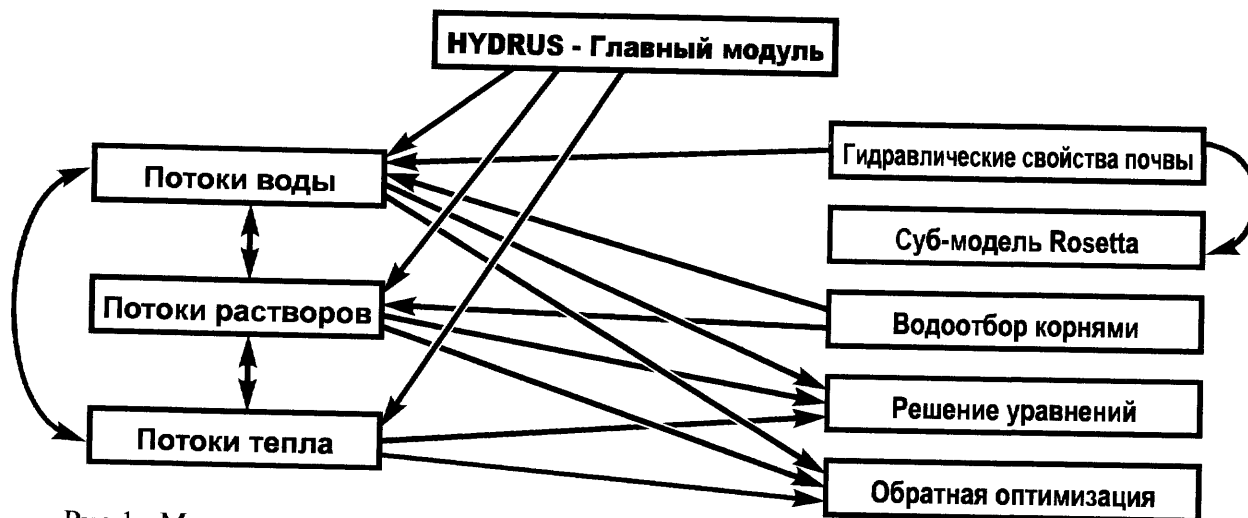


Рис.1. Модулярная схема модели HYDRUS (J.Simunek)

В течение двух вегетационных периодов (2002-2003 гг.) в учебном хозяйстве Ургенчского Государственного университета, расположенного в Хивинском районе, были проведены наблюдения фактического водного режима, которые позволили оценить его составляющие при прямых измерениях большинства из них. Для наблюдений были выбраны два репрезентативных для региона орошаемых хлопковых поля площадью 3,1 и, 5 га (Рис.2), различающихся по гранулометрическому составу почв (супесь и песок).

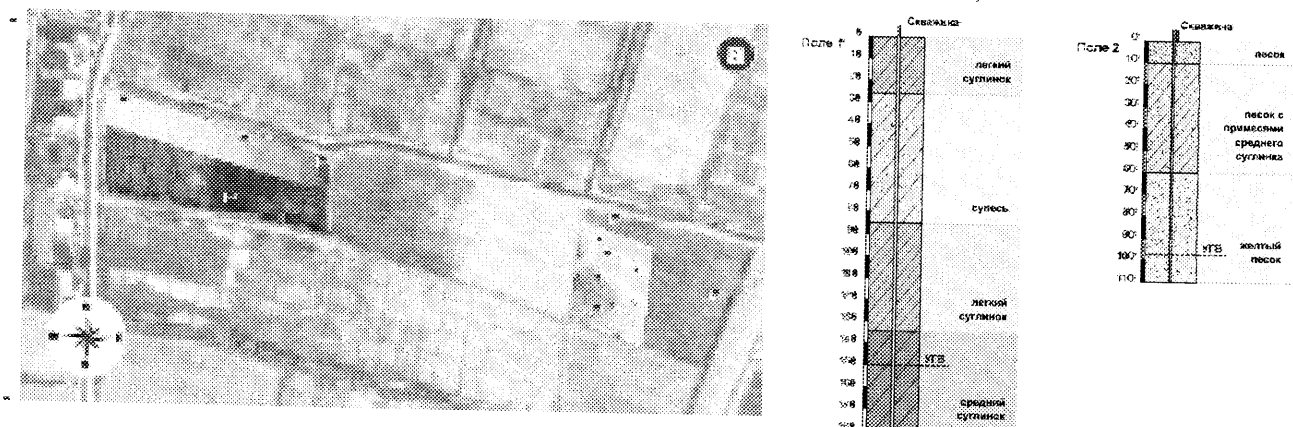


Рис. 2. Местоположение, топография и механический состав почв участка наблюдений

В течение каждого вегетационного периода супесчаное поле поливали 5 раз (236 мм в 2002г., 372 мм в 2003 г.). Песчаное поле в 2002 г. не поливали и лишь частично (подача 85 мм) полили в 2003 г. Сопоставление данных фактической водоподачи, графика поливов, влажности почвы и режима грунтовых вод, позволяет сделать вывод, что значительная часть водопотребления хлопчатника покрывается за счет поступления влаги из грунтовых вод. Применяемая нерациональная практика больших поливных норм при очень малых уклонах местности (0,15 %) объясняется несовершенством технологии поверхностного полива (метод заливки бассейнов). Результаты исследования режима влажности показали, что в этих условиях состояние почв неблагоприятное. В течение всего вегетационного периода в профиле почв ниже 50 см наблюдалось насыщение сверхпредельной полевой влагоёмкости (Рис.3).

По данным модели (Рис.4), во время вегетации транспирация значительно снижается, и для растений наступает водный стресс, который объясняется чрезмерно иссушенным верхним (до 20 см) горизонтом почвы до первых поливов и постоянно переувлажненным профилем почвы (от 20 см до 105 см) во время и после поливов. Согласно смоделированным данным, транспирация составила 297 мм в течение вегетационного периода, тогда как величина расчетной (по Пенману-Монтейту) транспирации - 443 мм.



Рис.3. Влажность почвы в метровом слое на супесчаном поле (2003 г.) транспирация

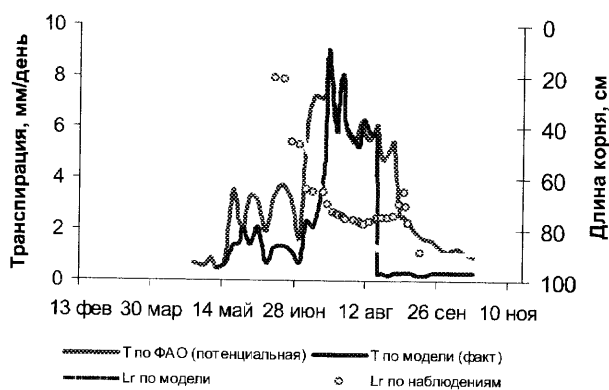


Рис.4. Расчетная (по Пенману-Монтейту) и смоделированная ежедневная транспирация (супесчаное поле, 2003 г.)

При первом сравнении (Рис.5) на супесчаном поле (2003 г.) выявлено, что для верхних горизонтов смоделированная влажность почв примерно отражает наблюдаемую реальную их влажность, тогда как для горизонта 105 см значения смоделированной влажности несколько завышены. Одной из причин, вызывающих завышение смоделированной влажности, именно в этом горизонте, может быть завышенный коэффициент влагопроводности почв из-за высокой фактической влажности. Такие расхождения упоминаются в трудах акад. С.Ф. Аверьянова и других авторов. Для проверки этого предположения планируется определение коэффициента влагопроводности по кривым вытекания из прессы.

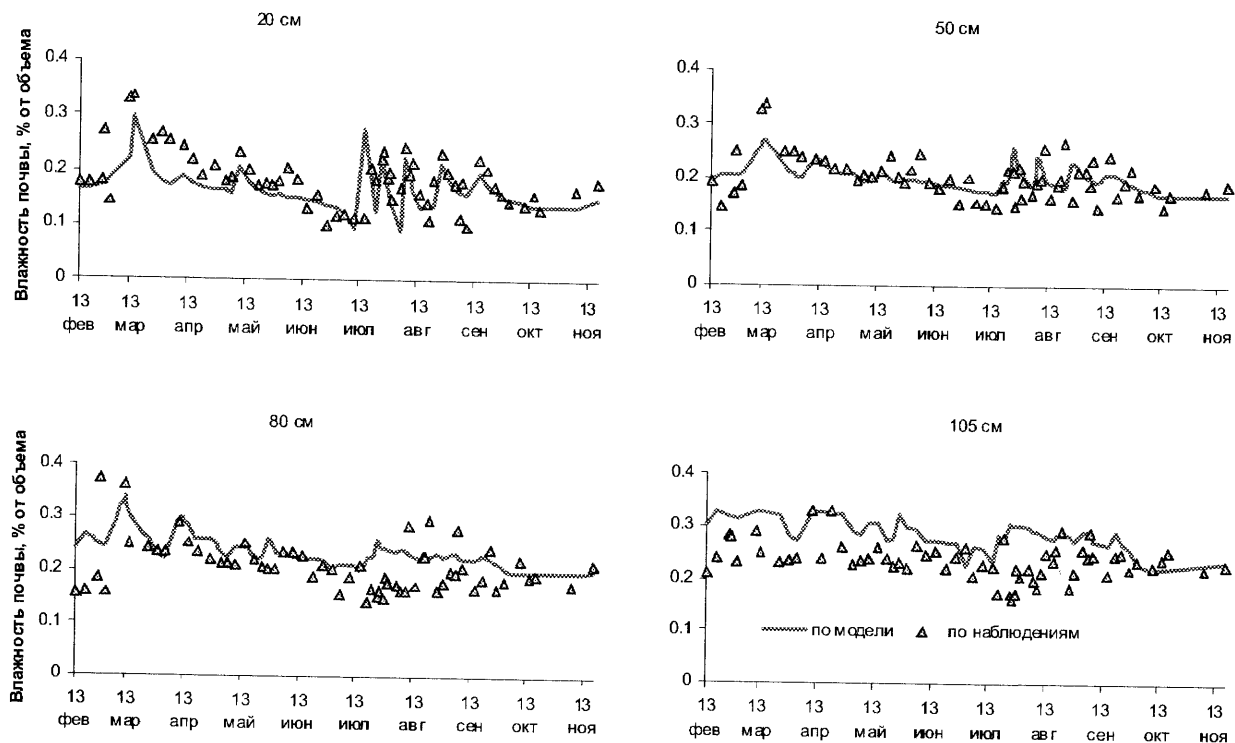


Рис.5. Влажность почвы на супесчаном поле по результатам наблюдений в течение вегетационного сезона 2003 года и по модели.

Данные предварительных анализов показывают, что:

- с целью получения реального регионального водного баланса необходимо проводить калибровку модели для слоев почвы, близких к уровню грунтовых вод;
- вследствие высокой влажности по профилю из-за близкорасположенного уровня грунтовых вод в почве создаются анаэробные условия, нарушающие

- микробиологические процессы и воздушный режим почвы;
- разница между расчетной (потенциальной) и смоделированной (фактической) транспирацией указывает на существование возможности улучшить управление водой, если учитывать ее объемы, подаваемые на полив, частоту и время полива;
- снижение КПД использования воды на полях является следствием плохой их планировки, затрудняющей равномерное распределение воды по площади поля.

Моделирование позволит без крупных финансовых затрат разработать для фермеров рекомендации по улучшению режимов орошения, рациональному использованию земельных и водных ресурсов, что приведет к экономическому и экологическому улучшению ситуации в низовьях Амударьи.