

Введение Используемые в современной практике методы определения режима орошения с/х культур и гидромодульное районирование зоны горного земледелия- зоны испытывающие недостаточное естественное увлажнение, сыграет большую роль при проектировании и эксплуатации систем орошения на этих площадях в республике. Вместе с тем все возрастающий рост дефицита оросительной воды, ухудшение ее качества, вовлечение в оборот этих мелиоративное неблагополучных земель в регионах республики выявили существенное несоответствие оросительных норм местным условиям.[3]. Надо отметить, что возникшие ограничения, связанные с дефицитом воды, создают уникальные возможности, при рациональном подходе к их преодолению, для решения многогранных проблем. При этом решая проблему дефицита воды можно развить приемлемые правила, подходы и технологии, которые будут стимулировать повышение урожайности с/х культур и мелиорации земель. Таким образом, возникает задача, имеющая решения в два аспекта: 1. Техническое оснащение системы управления орошением; 2. Разработка алгоритма корректировки плана орошения, составленного в начале процесса на основании средних многолетних данных, которые естественно могут отклоняться от реальности каждого периода. При этом также должны учитываться отклонения от необходимого режима орошения, имевшие место в прошедший период, так как они влияют на последующие развитие растений и их водообеспеченность. Анализ многочисленных исследований ряда ученых доказывает, что основным математическим аппаратом для решения оптимальной многоэтапной задачи управления поливом является метод динамического программирования. Полагается, что основным отличием здесь от альтернативной решений задачи долгосрочного прогнозирования являются: 1. Работа системы оптимизации орошения в режиме реального времени; 2. Использование датчиков контроля водного и температурного режимов почвы, воздуха; 3. Использование датчика развития эталонного растения. 4. Адаптация модели влажности почвы к изменениям режима водопотребления. 5. Адаптация модели вегетации к отклонениям процесса вегетации; 6. Использование краткосрочного и долгосрочного метеорологических прогнозов. Следовательно, здесь в качестве датчиков контроля режима сельскохозяйственного поля следует принять к использованию датчики следующих параметров: в.т.ч. - влажности почвы на различных глубинах; - температуры почвы на различных глубинах; - температуры атмосферы; - влажности атмосферы; - интенсивности солнечной радиации; - скорости ветра - направление ветра; - Расход полива; - Количества осадков; - Испарение влаги; - степень мутности поливной воды; - Величина удельного сопротивления стволов растений и др. Полагается отметить, что в качестве датчиков сопротивления его стебля, которые позволяют контролировать рост растения, толщину стебля и состояние растения. Кроме того, для контроля режимных параметров технологического оборудования

(фильтров для очистки воды, дождевальных установок, насосного оборудования, оросительных и поливных трубопроводной сети) и за распределением воды предлагается использовать датчики следующих параметров: - мутности воды, подаваемой к дождевальным установкам (количество механических примесей, содержащееся в поливной воде, не должно превышать 3 мг/л); - расходы воды, подаваемой на сельскохозяйственное поле; - давление воды в трубопроводной сети; - работоспособности насосного оборудования и поливной техники и установок орошения. При этом следует принять за основу управляющими переменными нижеследующих параметров: 1. Интенсивность полива; 2. Сроки полива, которые определяются в результате решения задачи «Оперативная оптимизация режима орошения сельскохозяйственных культур». Надо полагать, что в общем случае модель влажности сельскохозяйственного поля имеет общий вид: (1) Здесь E_T – расход воды на транспирацию; E_f – расход воды на физическое испарение. По схеме в системе выделены блоки опроса датчиков, оценки физического испарения и транспирации E_f и E_T . Блок E_f – обрабатывает показания датчиков температуры и влажности почвы и интенсивности солнечной радиации. Входами блока прогноза влажности почвы являются также величина транспирации E_T и объем полива, задаваемый блоком динамического программирования (через исполнительные механизмы полива). Блок транспирации E_T обрабатывает показания датчиков влажности и температуры атмосферы, позволяя вычислить на их основании дефицит влажности воздуха. Далее с помощью биоклиматической кривой рассчитывается продуктивное водопотребление E_t . Знание продуктивного водопотребления E_t позволяет осуществить прогноз вегетации с использованием модели (2) где R – стебля эталонного растения. Среднесуточный дефицит водопотребления за расчетный период определяется из соотношения; $DB = E_t - (P_t - \Delta P)$ – Г, мм (3) где $E_t = \sum K_{\sigma}$; $\sum d$ – сумма среднесуточного дефицита влажности воздуха на расчетный период, которое, определяется из соотношении: K_{σ} – биоклиматический коэффициент испарения для данной сельхозкультуры исследуемого региона; P_t – осадки за расчетный период, мм; ΔP – потери осадков на сток и фильтрации; E_t – водопотребление сельхозкультуры, которое также может позволить определить необходимый объем полива. Дефицит влажности воздуха d определяется следующим образом. Но соответствующим измерительным приборам определяются температура воздуха T определяется упругость водяных паров U_{vp} и измеренной величине относительной влажности воздуха β ; $\beta = U_{m \times \beta_i}$ (4) при этом дефицит влажности воздуха определяется по формуле: $d = U_m - \beta$ (5) Необходимый объем, полива определяется с учетом скорости ветра и температуры воздуха при помощи выражения: (6) Здесь $K_{см} = 1,25$ – коэффициент, учитывающий затраты на смачивание листовой поверхности сельхозкультур, зависящий от культуры, фазы ее развития и процента орошаемой площади, находящейся под кроной или листовой поверхностью

растений. Влияние температуры атмосферы и скорости ветра учитываются с помощью коэффициента: (7) где a - относительная влажность воздуха в момент дождевания; t - температура атмосферы; V_p - расчетная скорость ветра на высоте 2 м. Следовательно, здесь должны адаптироваться $K_{см}$, d и q . При этом необходимость адаптации модели влажности почвы к изменениям режима водообеспечения вызывается по следующим причинам: - медленным трендом (монотонным изменением) свойства почвы, вследствие истощения плодородного слоя; - изменением свойств поливной и грунтовой воды. Вследствие этих факторов меняется чувствительность растений к поливу и к внесению минеральных удобрений и оказывается необходимой адаптация модели. Надо отметить, что несколько иначе выглядят причины (факторы способствующие к ним), вызывающие необходимость адаптации модели вегетации. Полагается, что при отклонениях температурного режима и режима водообеспечения последствия проявляются в дальнейшем процессе вегетации растений. При этом возникает необходимость в адаптации модели вегетации. Адаптации модели влажности почвы и вегетации производится в блоках адаптации модели влажности почвы (АМВП) и адаптации модели вегетации (АМВ), где производится сравнение прогноза влажности почвы с показаниями системы контроля сопротивления стебля растений. После адаптации модели поступают на хранение в банк моделей влажности почвы (БМВП) и банк моделей вегетации (БМВ). В момент решения задачи динамического программирования модели извлекаются из БМВП и БМВ. Адаптация моделей онтогенеза и влажности почвы необходима ввиду изменений свойства почвы, которые влияют на взаимодействие корневой системы с почвой и интенсивность обмена и накопления влаги. После решения задачи динамического программирования требуемый в данный момент объем полива выдается на исполнительные механизмы полива (ИМП). Далее с задержкой времени рассчитанное значение объема полива передается также в блок прогноза влажности почвы. Влияние времени на испарение после полива в виде: $E(t) = E_1 - 0,3(t-1)$ (8) где t - время после полива; E_1 - испарение за первые сутки. Для дня увлажнения $t = 0$ Следует отметить, что при этом надо учесть применение формулы оценки необходимости полива внутри циклов полива, например, внутри декад. Это модель имеет недостаток, состоящий в том, что она не учитывает температурные и ветровые условия. Для реализации оперативной оптимизации используется следующая информация: 1) период планирования в виде дат начала и конца периода; 2) биоклиматические кривые c/x культур; 3) усредненный по многолетним данным метеорологический прогноз величины осадков, температуры и влажности почвы; 4) усредненные данные о поверхностном стоке; 5) усредненные многолетние данные о дефиците влажности воздуха; 6) временной шаг планирования - декада, сутки; 7) усредненные многолетние данные о грунтовом притоке - подпитке; 8) тип почвы; 9) усредненные многолетние данные об инфильтрации

влаг в грунт; 10) усредненные многолетние данные о начале и конце фенелогических фаз по сельхозкультурам; 11) данные о начальном запасе влаги; 12) усредненные данные о скорости ветра; 13) усредненные многолетние данные о потерях от недополива в различных фазах развития различных с/х культур; 14) усредненные многолетние данные о температурах воздуха в период вегетации; 15) телемеханическая информация о перечисленных выше параметрах. Оперативная оптимизация выполняется на ПЭВМ соответствующей программой с последующей распечаткой полученных нижеследующих результатов: - дата; - объем поливной нормы; - величина недополива; - величина переполива; - фаза вегетации; - периодичности полива; - урожайности; - расхода электроэнергии; - потерь; - затрат; - оросительной нормы; - количества поливов. Следует учесть, что задача решается от текущей даты T до T_c а не от T_b . Стартовая влажность при T_b определяется датчиком либо по данным лабораторного (расчетно-аналитического) контроля. При наличии многих полей у одного пользователя, тогда $\sum q_i(t) \leq Q(t)$. (9) где q_i – полив i -го поля в момент t ; $Q(t)$ – суммарный расход воды в момент t . $m \sum q_i(t) \leq R(t)$ $i=1$ $V_i \min \leq q_i(t) \leq V_i \max$; $i=1, \dots, m$ (10) $W_{i\min}(t) \leq W_i(t) \leq W_{i\max}(t)$ Здесь $R(t)$ – оплачиваемый ресурс воды; $V_{i\min}$; $V_i \max$ – минимальная и максимальная границы полива (нормы полива); $W_{i\min}$; $W_{i\max}$ – минимальная и максимальная границы влажности. Теперь рассмотрим наличие многих пользователей и каждый оплачивает свое потребление воды. То есть: $m \sum R_i(t) \leq Q(t)$ $i=1$ $q_i(t) \leq R_i(t)$ (11) $W_{i\min}(t) \leq W_i(t) \leq W_{i\max}(t)$ $V_i \min \leq q_i(t) \leq \min [V_i \max(t), R_c(t)]$ где R_i – максимально допустимый, оплачиваемый i -й потребителем полив в момент t времени на i -ом поле. При этом минимально допустимый полив на i -ом поле определяется потерями при отклонении полива от принятого по биоклиматической кривой. При первом обратном ходе решается задача согласования режима полива по предполивной влажности для (t) и $(t+1)$ -ой строк сетки. Кроме того производится выбор оптимального элемента пути между узлами сеток каждого поля. Отметим, что сетка разделяется на m_f подсеток, каждая из которых описывает процессы на i -ом поле. Здесь подсистемы представляют собой самостоятельные задачи, которые объединяются между собой в зависимости от условий и типа задачи. Таким образом, если сетка по влажности принята имеющей mW делений, а сетка по поливу – m_r делений, то количество обобщенных операций составит не менее – $(mW \cdot m_r \cdot m_f)$, каждая из которых в свое очередь велика. Для всего этого, при выборе начала пути, в момент начала «прямого прохода» решается вспомогательная задача оптимизации после установления связи по влажности почвы со стартовой влажностью почвы. При этом задача упрощается, и общие потери определяются по формуле: $m \min \Pi = \sum \Pi_i$ (12) $i=1$ Так как целевые функции разных полей связаны с заданным условием, проверяемым ранее. Заключение Основным математическим аппаратом для решения оптимальной многоэтапной задачи управления поливом является метод динамического

программирования. Следовательно, по адаптации модели влажности почвы и вегетации производимой в блоках адаптации модели влажности почвы (АМВП) и адаптации модели вегетации (АМВ), где производится сравнение прогноза влажности почвы с показаниями системы контроля сопротивления стебля растений. При этом ввиду изменения свойства почвы, которые влияют на взаимодействие корневой системы с почвой и интенсивность обмена и накопления влаги, необходима определить адаптация моделей онтогенеза и влажности почвы. Далее после решения задачи динамического программирования требуемый в данный момент объем полива выдается на исполнительные механизмы полива (ИМП).