

## СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	5
ОРОШЕНИЕ И ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СПОСОБЫ ПОЛИВА .....	13
ОСУШЕНИЕ И ДРЕНАЖ.....	24
ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЯ .....	27
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	27
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И МЕЛИОРАЦИИ .....	28
СООРУЖЕНИЯ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ, ГИДРАВЛИКА СООРУЖЕНИЙ .....	32
ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ .....	33
НОВЫЕ ПОСТУПЛЕНИЯ В НИЦ МКВК .....	35
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ .....	38

Данный обзор включает рефераты из периодических изданий, поступивших в фонд НИЦ МКВК:

1. Journal of irrigation and drainage engineering (Инженерные решения в ирригации и дренаже);
2. ICID Journal
3. Transactions of the ASAE (Труды Американского Общества Сельскохозяйственных Инженеров)
4. Water international (Международный журнал по водному хозяйству)

- \* Материалы в обзоре расположены по следующим рубрикам:
- \* экономика в мелиорации и водном хозяйстве;
- \* орошение и оросительные системы, способы полива;
- \* осушение и дренаж;
- \* гидрология и гидрогеология;
- \* почвоведение;
- \* методы исследований в мелиорации и водном хозяйстве;
- \* математические методы и моделирование в водном хозяйстве и мелиорации;
- \* сооружения на мелиоративных системах, гидравлика сооружений.
- \* борьба с засолением и заболачиванием орошаемых земель;
- \* орошаемое земледелие;
- \* охрана окружающей среды.

*Заинтересовавшие Вас материалы за дополнительную плату могут быть высланы в виде ксерокопий статей на языке оригинала или в переводе на русский язык.*

## **ЭКОНОМИКА В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Анализ** рентабельности орошения ферм мелких арендаторов в Зимбабве / Godswill Makombe; Sampath, R.K. // *Irrigation and drainage systems*. - 1999. - Vol. 13, no. 1. - P. 1-12.

Развитие сельского хозяйства правительство Зимбабве считает одним из путей стимулирования экономического роста. Для сельского хозяйства Зимбабве характерна двойственная аграрная система, состоящая из крупномасштабного коммерческого сектора и общин мелких землевладельцев. Более 70 % населения страны занято в общинном секторе, на который приходится лишь 47 % общей земельной площади Зимбабве. Единственной стратегией улучшения сельскохозяйственного производства является развитие инфраструктуры орошения. Из 117830 га орошаемых земель на общинный сектор приходится немногим более 6 %. Для управления фермерскими оросительными системами существует четыре типа организаций: правительственная организация Agritex; фермерские общины; неформальная фермерская система *banj* (*dambo*); и полугосударственная организация ARDA с участием фермеров. В статье оценивается рентабельность различных систем управления. Для каждой системы рассчитан коэффициент рентабельности. Система *banj* имеет более высокий коэффициент по сравнению с фермерской общиной, коэффициент рентабельности которой выше, чем у системы Agritex. Это показывает, что правительству следует принимать во внимание использование системы фермерских общин для развития потенциальных (93000 га) общинных оросительных систем.

**Водный** кризис. Современное понимание и реальное будущее / Biswas, A.K. // *Water International*. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P. 363-367.

Впервые проблемы водного кризиса обсуждались на Стокгольмском симпозиуме по водным ресурсам. В последние два десятилетия водное хозяйство претерпело более значительные изменения, чем за предыдущие 2000 лет. В статье дан обзор ситуации с мировыми водными ресурсами на основе самых последних данных. С точки зрения доступности воды, дается осторожный оптимистический прогноз будущего всемирных водных ресурсов. Называются две причины водного кризиса: качество воды и недостаток инвестиций. В настоящее время ни одной из этих причин не уделяется достаточного внимания. Подчеркивается роль, которую может играть в будущем Международная ассоциация по водным ресурсам (IWRA).

**Интегрированное** управление водосборной площадью в Китае. Использование австралийского опыта / Xiadeng Hu // *Water International*. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P. 323-328.

В условиях развития промышленности в Китае и увеличения объема сточных вод серьезной проблемой становится качество речной воды. Несмотря на то, что Китайское правительство считает контроль за загрязнением рек приоритетным направлением в охране природы, во многих регионах все еще происходит регулярное

загрязнение речной воды. Одной из причин этого является то, что политика контроля загрязнений в Китае “лечит болезнь, но не радикально”. Метод интегрированного управления водосбором (ИСМ) применялся в Австралии в качестве основного мероприятия для управления водными ресурсами и контроля загрязнений, начиная с 1980-х годов. Этот метод обеспечивал эффективность контроля загрязнений. Возможно ли использовать метод ИСМ в Китае? В статье сравниваются условия осуществления программ ИСМ в Австралии и Китае. Высказывается предположение, что австралийская модель ИСМ не может быть непосредственно применена в Китае из-за: 1) сложности согласования управления на различных уровнях; 2) неопределенности прав собственности на ресурсы; 3) мелкомасштабного земледелия; и 4) плохого образования пользователей. Тем не менее, можно использовать этот метод в Китае при: 1) установлении четкого права собственности на ресурсы (землю, воду и растительность); 2) расширении функций существующих комитетов управления водосбором; 3) установлении четких решений по управлению водосбором; 4) создании систем мониторинга и проверки использования и охраны ресурсов.

**Международное** руководство. Использование австралийского опыта для реформирования водного сектора Шри Ланки при техническом содействии Азиатского банка развития / Birch, A.; Taylor, P. // *Water International*. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P. 329-340.

Несмотря на некоторые очевидные различия между двумя странами, австралийский опыт оказывается полезным для технического содействия нынешним реформам в водном секторе Шри Ланки. На рассмотрение правительства представлена система передачи прав на водораспределение. Предложены также требуемые меры управления, включая разделение затрат на управление водными ресурсами. Рассматривается интегрированное планирование водных ресурсов бассейна, как важная часть новой стратегии управления водой. Подготовлены также первоначальные рекомендации. Для целей планирования, регулирования, координации и связи предложено создать Управление национальными водными ресурсами вместе с межминистерским Советом по водным ресурсам и Трибуналом для решения спорных вопросов. В большинстве регионов для координации на бассейновом уровне рекомендовано создать комитеты речного бассейна, тогда как Управление Mahaweli - главное агентство, занимающееся развитием орошения, - преобразовывается в связующее звено между речным бассейном и национальным руководством. Для решения этих проблем предложено длительное двустороннее сотрудничество, как средство развития потенциала и технической поддержки.

**Метод** анализа для оценки управления орошением на основе иерархического процесса и "серой" теории / Zhou Mingyao // *ICID Journal*. - 1999. - Vol. 48, no. 1. - P. 11-22.

В статье предлагается новая методика оценки управления орошением на базе процедуры иерархического анализа и "серой" теории, в котором сочетаются количественный и качественный анализ. Этот метод может быть использован для решения проблемы синтеза многоэтапной "серой" оценки. Применение этого метода позволяет не только определить иерархическую последовательность оценки оросительных систем, но и дает возможность классификации этих систем. Кроме того, метод позволяет определить иерархическую последовательность управления

орошением с учетом различных показателей. Результаты показывают, что метод позволяет эффективно оценить управление орошением. Предложенный метод также может быть использован для других систем оценки.

**Метод** управления водосбором на небольших площадях для улучшения сельскохозяйственного производства в горных районах Эфиопии / Lee; Gwang-Man; Mulegeta Seid; Yiman Yimer // ICID Journal. - 1999. - Vol. 48, no. 1. - P. 71-85.

Население региона Amhara на севере Эфиопии составляют фермеры. Большинство фермерских участков расположены в горах. Низкая эффективность земледелия вынуждает фермеров подниматься все выше и выше в горы, в неудобные для обработки почвы районы. В дополнение к засухам вследствие нерегулярных и недостаточных осадков, в этом районе часто возникает проблема обеспечения продовольственной безопасности. Для решения этой проблемы в 1995 году была создана организация, называемая CO-SAERAR, задачей которой является смягчение последствий засухи. Главная цель этой организации - достижение устойчивости сельскохозяйственного производства для обеспечения продовольственной безопасности и содействие восстановлению окружающей среды в течение 10 лет путем строительства 540 микро-дамб и разработки способов накопления воды.

Предложен метод управления водосбором на небольших орошаемых площадях, когда в силу геологических условий невозможно построить дамбу (плотину). Метод управления водосбором будет включать такие структуры, как небольшие водохранилища, плотины, грунтовые воды и все возможные источники воды, а также многочисленные орошаемые участки, разбросанные по небольшим холмам и вдоль водотоков. Было предпринято экспериментальное исследование, где оросительная система представлена пятимерной динамической моделью для оценки водного потенциала, оптимального размера ирригационных сооружений и дохода земледельцев.

**Моделирование** регионального солевого и водного баланса для устойчивого орошаемого земледелия в Индии / Sharma, B.R.; Gupta, S.K. // ICID Journal. - 1999. - Vol. 48, no. 1. - P. 45-52.

Рост населения в Индии осложняет проблему земельных и водных ресурсов. Согласно прогнозам, в 2005 году Индия может столкнуться с серьезным дефицитом воды. К сожалению, плохое управление водой на всех уровнях, особенно в сельском хозяйстве, приводит к снижению уровня грунтовых вод, засолению почв и грунтовых вод, а также загрязнению поверхностных и подземных вод. Только полевые исследования не могут привести к оптимальным решениям комплекса региональных проблем во многих ирригационных округах. Ряд проведенных в Индии исследований продемонстрировал возможность моделирования регионального водно-солевого баланса. В то же время высказывается предположение, что упрощенный метод будет недостаточен для решения новых сложных проблем следующего века. Обсуждается очередность исследований и предпринимаются усилия по развитию международного сотрудничества в моделировании регионального водно-солевого баланса в Индии.

**Организация** орошения в мексиканских *unidades de riego*<sup>1</sup>: результаты полевых исследований / Dayton-Johnson, J. // *Irrigation and drainage systems*. - 1999. - Vol. 13, no. 1. - P.55-74.

В статье суммируются данные наблюдений за управляемыми фермерами оросительными системами в центральном мексиканском штате Гуанахуато. Представлено три типа информации: структурные характеристики (т.е. размер группы, различие, емкость водохранилища); принципы и организация системы; показатели работы (эксплуатация и продуктивность). В среднем, система включает 123 хозяйства с площадью орошаемого участка 3,3 га, каждое. Статистическая модель *принцип-выбор* показывает, что системы с большей неравномерностью землевладений и более старыми ассоциациями водопользователей предпочитают более сложные принципы водораспределения. Упорядоченная модель эксплуатации показывает, что при большей социальной однородности отмечается более высокий уровень эксплуатации.

**От истории** к современному орошению (на примере Индонезии) / Ertsen, M.W. // *International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)"*: Abstracts of proceedings. - 1999. - P.46-47.

В статье рассматривается связь между планированием водораспределения и регулируемой водоподачей в оросительные системы Индонезии. Показано, что деятельность индонезийцев в этой области непосредственно связана с голландской колонизацией. Автор считает плодотворным и важным изучение исторических корней современного состояния ирригации для понимания нынешних проблем, особенно, для оценки значения орошения для природной среды. Изучение исторических корней современной ирригации прояснит роль орошения и дренажа в управлении земельными и водными ресурсами.

Важной проблемой управления орошением в Индонезии является природа (нестабильность) доступности водных ресурсов в течение поливного сезона и всего года в целом. Большинство индонезийских (возможно, лучше говорить *яванских*) оросительных систем построено на отводе речного стока без водохранилищ. Почти все индонезийские реки зависят от осадков и имеют нерегулярный сток с большой амплитудой колебаний в сезон дождей и почти нулевой сток в сухой сезон. В такой ситуации сложно согласовать наличие воды с реальной потребностью оросительных систем, планируя водораспределение. Были разработаны методики определения водопотребления растений и водораспределения. Рациональное использование этих методик требует более точного прогноза речного стока и создания водохранилищ сезонного регулирования (внутри или вне системы).

Индонезийские программы планирования водораспределения и развития водохранилищ создаются на фундаменте голландской колониальной традиции орошения. Первоначальной целью был простой отвод воды из реки. Позднее (начиная с 1890-х годов) начали уделять внимание проектированию распределительных систем, от магистральной системы до каналов третьего порядка. В конце 19 века управление оросительной системой становится важной задачей Департаментов государственной службы и общественных работ. В начале 20 века увеличиваются площади под орошаемым земледелием и создается Департамент сельского хозяйства, в обязанности которого входит проведение исследований по водопользованию.

---

<sup>1</sup> *unidades de riego*- объединения фермеров для управления системами поверхностного орошения

Серьезной проблемой было также эффективное использование оросительной воды путем гармонизации требований растений на воду и ее наличием. Количество имеющейся в распоряжении воды значительно колеблется в сезон дождей, а разница в объеме речного стока во время сухого сезона и сезона дождей - огромна. В целях достижения большей регулируемости системы водораспределения рассматривалась возможность создания водохранилищ сезонного регулирования как внутри, так и вне оросительных систем. В 1910-х годах началось обсуждение создания внутренних водохранилищ ("wadoek"). С 1920-х годов началось широкомасштабное развитие орошения с использованием водохранилищ, расположенных вне орошаемых зон. Голландцы начали создавать управления речными бассейнами и строить водохранилища перед Второй мировой войной.

**Передача** приоритетов водной политики от развитых стран к развивающимся / Hunt, Ch. // *Water International*. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P. 293-306.

В статье рассматриваются возможные результаты передачи политики реформ в водном хозяйстве в отношении платного водопользования от развитых стран к развивающимся. В рассмотрении этих результатов был принят метод, использующий две взаимно совместимые структуры: сравнительную структуру передачи политики и структуру организационно объединенного планирования и моделирования доходов. Комбинированный метод сравнения и моделирования обеспечивает триангуляционную форму, которая (это доказано) усиливает поддержку решения, принятого по результатам данного исследования. Установлено, что на стадии организации непосредственная передача политики платного водопользования нежизнеспособна. Определены регионы будущих исследований, включая пересмотр политики механизмов адаптации для облегчения этого процесса.

**Правовой** и регулирующий режим управления водными ресурсами в Мексике и возможное его использование в других странах Латинской Америки / Tortajada, C. // *Water International*. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P. 316-322.

В статье дан объективный анализ современного мексиканского опыта использования правовых и регулирующих мер для долговременного, устойчивого управления водными ресурсами. Автор считает, что достоинства и недостатки мексиканской системы следует тщательно изучить другим латиноамериканским странам прежде, чем они сформулируют свои собственные индивидуальные программы. Безоговорочное применение этого опыта несомненно создаст в будущем многочисленные проблемы в этих странах.

**Предварительный** анализ применения концепций надежности / Renault, D.; Vehmeyer, P.W. // *Irrigation and drainage systems*. - 1999. - Vol. 13, no. 1. - P.75-103.

Без сомнения, надежность службы орошения является наименее изученным показателем работы системы. Авторами сделан обзор отраженных в литературе

методик определения надежности и проведен анализ предлагаемой новой концепции надежности орошения.

Надежность службы орошения определяется как положение, в котором оросительная система и водораспределение соответствуют требованиям пользователей. Интересы пользователей являются центральными в процессе определения стратегии и тактики выбора системы земледелия, количества информации и т.д.

Авторы предлагают использовать комплексный метод определения надежности, сочетающий два ключевых аспекта: изменчивость и предсказуемость характеристик. Методика включает определение трех, не перекрывающих друг друга, показателей первого порядка, которые полностью характеризуют подачу оросительной воды. Такими показателями являются: *достаточность, своевременность и устойчивость*. Кроме того, изменение (во времени или пространстве) этих показателей приводит в действие “показатели второго порядка”, одним из которых является хорошо известная *справедливость*, оценивающая распределение в пространстве или между участниками.

Изменчивость и прогнозируемость являются двумя главными аспектами предложенной концепции надежности. *Изменчивость* - это изменение показателей первого порядка во времени, тогда как *прогнозируемость* определяет пределы, в которых возможно прогнозирование орошения. Низкая изменчивость означает высокую прогнозируемость, тогда как высокая изменчивость необязательно означает низкую предсказуемость, т. к модели изменения могут быть выведены из предыдущих случаев.

Надежность обратно пропорциональна частоте и размеру аварий. Авторы определяют размеры аварии в службе орошения величиной отклонения действительной водоподдачи от предполагаемой.

Существующие методики и предложенная концепция были опробованы в штате Пенджаб (Пакистан). Исследование показало, что любые предлагаемые до сих пор индикаторы надежности не лучше классической методики достаточности (адекватности). Основанная на сочетании изменчивости и предсказуемости новая методика представляется более перспективной. Предварительным анализом определен также ряд ключевых областей, в которых следовало бы провести исследования для улучшения общего понимания надежности.

**Сбалансированное** и устойчивое управление водными ресурсами: уникальный опыт Агентств регионального развития в южной Франции / Tardieu, H.; Plantey, J. // ICID Journal. - 1999. - Vol. 48, no. 1. - P. 1-10.

В течение последних 40 лет Общества регионального развития (ОРР) южной Франции продемонстрировали возможность достижения сбалансированного и устойчивого управления водными ресурсами, согласуя интересы различных водопользователей.

Представлены результаты последовательного распределения ответственности между государством, местными властями (каковыми являются большинство акционеров ОРР), техническим персоналом ОРР и пользователями, вовлеченными в политику экономического управления водой. Авторы считают, что опыт ОРР пригодится подобным организациям в других странах.

**Схемы** компенсации переселенцам в проектах строительства плотин в Индонезии. Использование японской "мягкой технологии" для азиатских стран / Nakayama, M.; Yoshida, T.; Gunawan, B. // *Water International*. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P. 348-355.

Прежние схемы принудительного переселения из зоны строительства плотины не очень удачны. Необходимо выбрать наиболее подходящую для стран, где сооружается много плотин, политику развития органов содействия переселенцам. В статье рассматривается пригодность японской "мягкой технологии" для определения того, может ли существующая схема действительно послужить средством смягчения последствий переселения. Проанализированы проекты плотин Saguling и Cirata на острове Ява (Индонезия), при реализации которых было переселено, соответственно, 3038 и 6300 семей. Особое значение в планах создания этих плотин придавалось переселению и развитию аквакультуры. Отмечены следующие недостатки: не был полностью реализован принцип "земля за землю"; схемы переселения не работали так, как планировалось; из-за высоких капиталовложений переселенцы не получили ожидаемой прибыли от развития аквакультуры; недостаточная занятость переселенцев на строительстве плотины; невозможность для переселенцев получения доходов из других источников, вследствие недостатка капитала и тренинга. Извлеченные уроки: следует разработать определенный механизм для желающих сменить занятия сельским хозяйством на работу с других секторах; необходимо учитывать (как это практиковалось в Японии) предпочтительное обеспечение городов продовольствием; необходимо придерживаться намеченного плана создания специальных фондов. Такие фонды могут быть использованы для развития инфраструктуры зоны проекта в целях создания новых рабочих мест. За счет фондов можно покрывать непредвиденные расходы после завершения строительства плотины. Они также могут быть использованы строительными фирмами для оплаты труда переселенцев. Создание фондов может послужить инструментом страхования переселенцев от безработицы.

**Управление** водными ресурсами. Можно ли применить австралийский опыт во Вьетнаме? / Malano, H.M.; Bryant, M.J.; Turrall, H.N. // *Water International*. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P.307-315.

Последние реформы в управлении водными ресурсами бассейна Мюррей-Дарлинг рассматриваются с точки зрения перспективы применения этих реформ в водораспределении, водном законодательстве, орошении и экологии в штатах Виктория и Новый Южный Уэльс. Для Вьетнама выполнен соответствующий обзор управления водными ресурсами с обсуждением нового Закона о воде 1998 г. Обсуждены текстуальные различия и кратко проанализированы возможности применения австралийского опыта во Вьетнаме.

**Устойчивое** водопользование в проекте Rio Dulce / Ertsen, M.W. // *International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)"*: Abstracts of proceedings. - 1999. - P.53-54.

Устойчивость является ключевой проблемой управления водными ресурсами, особенно, в аграрном секторе. Устойчивость обычно понималась как сохранение доступного количества и качества воды для удовлетворения потребностей населения и других нужд. Однако, концепция устойчивости еще окончательно не сформировалась и иногда используется в несоответствующем контексте. В статье разъясняется концепция

устойчивости, используя системный подход к управлению водными ресурсами. Прежде всего, автор рассматривает некоторые детали самой концепции. Далее, разработан системный подход к использованию абстрактного понятия в технологических действиях в водном хозяйстве. Автор применяет предложенную методику к проекту оросительной системы Rio Dulce для определения (экологических) последствий таких действий.

Одним из наиболее спорных аспектов концепции устойчивости является ее направленность в будущее, а не в прошлое. Общество, естественно, извлекает уроки из прошлого, но при обсуждении "устойчивости в водном хозяйстве" важно отметить, что центральным элементом этой концепции является связь между современностью и будущим. Другими словами, концепция устойчивости связывает нынешнее и будущее поколения. Это ключевое положение концепции. Кроме того, устойчивость связывает поколения через природную среду: речь идет об использовании природных ресурсов.

Идентифицируя системы одного гидрологического, гидравлического и организационного уровня в границах водосборной площади, проблемы устойчивости в водном хозяйстве можно рассматривать в перспективе. Подобный подход даст возможность не различать вопросы устойчивости (говоря о проблемах экологии), возможные решения (вопросы технологии) и связи между ними. Предлагаются некоторые инструменты для анализа системы (или конгломерата систем) водных ресурсов с учетом их устойчивости и влияния на окружающую среду.

Проект Rio Dulce - это оросительная система в Сантьяго-дель-Эстеро (Аргентина). Общая площадь орошения составляет 122000 гектаров, из которых 50000 га стали получать оросительную воду в последние годы. Среднегодовое количество осадков равно 500 мм, в основном в летний период (ноябрь-апрель). Сооружение системного водохранилища Emvaive de Rio Hondo дало возможность круглогодичного орошения. Во время засухи 1995 года уровень воды в нем резко снизился. Это стимулировало исследования по проблемам устойчивости в проекте Rio Dulce.

**Эффективное** управление речным бассейном с участием различных ведомств. Сбор и обмен данными в речных бассейнах Мюррей-Дарлинг и Меконг / Chenoweth, J. // *Water International*. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P. 368-376.

Сбор гидрологических данных является важным аспектом управления речным бассейном при участии различных ведомств. Комиссии бассейнов Мюррей-Дарлинг (Австралия) и Меконга (юго-восточная Азия) имеют схожие структуры и сети мониторинга. Однако, эффективность этих сетей различна. Рассмотрены причины различий, которые лишь частично объясняются проблемами социально-экономического развития. Также очень важно определить технический потенциал каждого члена организации и размер каждой организации от ее базы данных и стадии развития.

## **ОРОШЕНИЕ И ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СПОСОБЫ ПОЛИВА**

**Анализ** движения воды в почве под капельницей для оптимизации систем капельного орошения / Elmaloglou, S.; Malamos, N. // ICID Journal. - 1999. - Vol. 48, no. 1. - P. 53-60.

Представлен анализ локальной инфильтрации из трубопровода капельного орошения, расположенного на поверхности почвы. Исследование проводилось на двух участках однородной ненасыщенной почвы при двух вариантах расхода. Описана методика определения ширины и глубины зоны увлажнения почвы под капельницей. Предложенный метод основан на численных результатах математической модели плоского потока. Для численного решения уравнения потока был использован метод безусловного переменного направления. Предложена методика оптимального расчета систем капельного орошения.

**Болгарский** опыт использования капельного орошения / Petkov, P.; Zhivkov, Z. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P. 42.

Водосбережение, высокая эффективность, применимость в холмистой местности, нестандартные земельные участки и дефицит водных ресурсов - таковы (по сравнению с дождеванием или самотечным орошением) преимущества капельного орошения, которые делают успешным его использование в Болгарии, для которой характерны дефицит осадков, ограниченные водные ресурсы, разнообразие природных условий и мелкомасштабное земледелие.

Реальность применения капельного орошения в Болгарии была исследована в многочисленных экспериментах, проведенных за последние 20 лет в Институте ирригации, дренажа и гидротехники в лабораторных и полевых условиях с различными культурами (овощи в открытом грунте, кормовые культуры, сады, клубника, малина, цветы и др.)

Результаты эксперимента помогли определить технологические параметры капельных систем для различных культур, тип и характеристики оборудования, параметры оптимальных и суб-оптимальных календарных планов поливов, влияние орошения на урожайность и качество сельхозкультур, необходимые капитальные вложения на установку системы и затраты на обслуживание. Полученный опыт позволяет экспертам института найти верные решения для убеждения фермеров в реальности новой хозяйственной и организационной политики в стране.

**Взаимосвязь** узлов оросительной системы / Solomon, K.H.; Davidoff, B. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 1. - P. 115-122.

Взаимосвязь эффективности внутрихозяйственной и окружной оросительных систем недостаточно хорошо изучена. Не существует аналитического метода для описания соотношения рабочих характеристик для различных географических зон. Часто коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной системы

имеет иное численное значение, чем оросительные системы дистрикта или региона. Неопределенные взаимоотношения между характеристиками орошения в различных местностях часто являются источником беспорядка, приводя к ошибочным предположениям или политическим решениям. Главным обстоятельством, влияющим на характеристики орошения в различных географических зонах., является повторное использование сбросных и дренажных вод, качество которых не лимитируется. Это осложняет количественное определение водопотребления. Авторы предлагают аналитические уравнения для оценки эффективности работы как оросительной системы в целом, так и ее подразделений, при повторном использовании дренажных и сбросных вод. Предложена также простая численная аппроксимация для точного соотношения. Учитывались два параметра: коэффициент водопотребления и эффективность орошения. Уравнения были выведены для двух случаев: 1) когда повторное использование стока невозможно, и 2) когда невостробованная вода одного участка системы может быть повторно использована на другом участке той же системы.

**Влияние** использования различных передвижных оросительных систем на урожайность и качество хлопка в юго-восточной Анатолии (Турция) / Cetin, O.; Bilgel, L.; Degirmenci, V. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P.41.

Хлопчатник является одной из важнейших культур, выращиваемых на юго-востоке Анатолии (Турция). В этом регионе для орошения хлопчатника обычно применяется полив по бороздам и затоплением, которые требуют большого количества воды.

В связи с этим, в 1992-1993 гг. были предприняты исследования возможности использования в Турции передвижных оросительных систем: дождевальных, капельных и машин LEPA (низкоэнергетических систем точного применения). Были использованы различные нормы орошения и насадки разного размера. Нормы орошения определялись по ежедневному испарению (Class-A Pan).

По результатам двухлетнего эксперимента, в зависимости от нормы орошения, количество подаваемой оросительной воды составило 168-1015, 452-1088 и 415-1209 мм для передвижных дождевальных, капельных систем и LEPA, соответственно. Урожай составили, соответственно, 1060-3770, 1830-3540 и 1520-3490 кг/га.

Цветение хлопчатника, образование и раскрытие коробочек при более низких нормах орошения происходило раньше. При использовании большего количества воды вес коробочки был больше, увеличивался выход семян и волокна. Длина и толщина волокна не зависели от способа и нормы орошения. Из-за сильной жары и высокой скорости ветра во время поливного сезона эффективность дождевальной системы была низкой. Кроме того, рабочее давление в этой системе должно быть не ниже 4-6 бар.

Авторы считают, что эти системы требуют большой сноровки, больше технической информации и хорошего управления водой в закрытых трубопроводах и вблизи поля. Следовательно, нельзя ожидать, что в ближайшее время эти системы станут обычными для фермеров данного региона.

**Влияние** точности планировки земель на эффективность бассейнового орошения / Fangmeier, D.D.; Clemmens, A.J.; El-Ansary, M.; Strelkoff, T.S.; Osman, H.E. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 4. - P. 1019-1025.

С помощью статистической и компьютерной моделей авторы исследовали влияние точности планировки земель на эффективность водоподачи и равномерность распределения воды при бассейновом орошении. На типичных египетских полях эффективность и равномерность существенно снижались, когда стандартные отклонения неровностей почвы были выше 20 мм.

**Внедрение** недорогих водосберегающих технологий для мелкомасштабного орошения / Lange de, M. // ICID Journal. - 1999. - Vol. 48, no. 1. - P. 61-70.

Южная Африка - аридная страна, и ее водные ресурсы следует использовать бережно и эффективно. С одной стороны, имеется относительно крупный сектор коммерческого орошения с хорошо развитой структурой производства оборудования для оросительных систем и службой водоподачи. С другой стороны, невелик опыт успешного осуществления проектов мелкомасштабного орошения.

Автор утверждает, что концепция "передачи технологии" может противоречить принципам развития, и что для значительного увеличения сектора мелкомасштабного орошения важно улучшить сотрудничество между мелкими и крупными фермерами, проектировщиками и производителями, а также между донорами и консультантами.

Объясняется концепция " мелкомасштабного орошения", как ее понимают в Южной Африке. Представлен обзор используемых в настоящее время технологий орошения; в общих чертах обсуждаются потребности мелких фермеров в технике, а также факторы, ограничивающие передачу предназначенных для проектов мелкомасштабного орошения технологий.

**Водосберегающие** технологии в подпочвенном орошении / Pierzgalski, E.; Ptach, W. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P.37.

В статье представлены теоретический анализ и модели водного потока в орошаемой почве при подпочвенном орошении. Анализ распределения капиллярных потенциалов доказывает, что на песчаных почвах следует применять иную, чем на тяжелых почвах, технологию орошения. Высокая эффективность использования воды возможна при:

- правильном календарном планировании, основанном на цикличной подаче небольшого количества воды;

- устройстве барьеров под трубопроводами.

Представлены и рассмотрены различные типы контрастных полиэтиленовых барьеров. Новые типы барьеров из слоя почвы, смешанного и полимерным почвоулучшителем, были протестированы на песчаных почвах под посевами салата-латука. Сравнивали два барьера, толщиной 5 см каждый, с двумя различными почвоулучшителями. Барьеры были размещены на глубине 25 см от поверхности почвы, в 5 см под капельницей. Результаты экспериментов доказали, что новые пороги позволяют достичь правильного увлажнения корневой зоны и снизить глубокую фильтрацию свободной воды. Это также берегает удобрения, если система подпочвенного орошения используется для одновременного внесения удобрений.

**Временные** изменения в функционировании оросительной системы: разработка и тестирование метода коэффициента приоритета подобия / Guanhua Gao; Petron, J.; Malano, H. // *Irrigation and drainage systems*. - 1999. - Vol. 13, no. 1. - P. 13-31.

Ключевым звеном в управлении оросительной системой является оценка ее функционирования. В статье представлен метод коэффициента приоритета подобия (RSP) для оценки работы оросительной системы. Для тестирования метода авторы использовали данные ирригационного дистрикта Ши-Джин в северном Китае. Результаты показывают, что метод RSP может быть использован для идентификации основных временных изменений в работе оросительной системы. Метод предлагает абсолютные и количественно определенные результаты при оценке работы оросительной системы.

**Коэффициенты** коррекции трения круговых дождевальных машин / Anwar, A.A. // *Journal of irrigation and drainage engineering*. - 1999. - Vol. 125, no. 5. - P. 280-286.

Разработаны аналитические уравнения для коэффициентов коррекции трения круговых дождевальных машин. В статье иллюстрируется несоответствие применения прежних уравнений к дождевальным машинам с малым числом водовыпусков. Для машин с постоянным расстоянием между водовыпусками эти уравнения также не подходят. Представленные в данной работе уравнения были разработаны для дождевальных машин с неизменным расстоянием между водовыпусками, а также для дождевателей с постоянным расходом. При использовании этих уравнений для дождевальных машин с большим числом водовыпусков результаты имели хорошую сходимость с данными предыдущего исследования для машин с неограниченным числом водовыпусков. При меньшем количестве водовыпусков представленные здесь уравнения обеспечивают более точную оценку коэффициента коррекции трения. С помощью современных уравнений было установлено, что коэффициенты коррекции трения для машин с неизменным расстоянием между водовыпусками и для дождевателей с постоянным расходом почти одинаковы. Представлены также простые уравнения для расчета расхода каждого водовыпуска и расстояния между ними.

**Моделирование** снижения испарения в системах капельного орошения / Meshat, M.; Warner, R.C.; Workman, S.R. // *Journal of irrigation and drainage engineering*. - 1999. - Vol. 125, no. 6. - P. 315-323.

Капельное орошение - эффективная система подачи воды растениям; однако, условия на поверхности почвы оказывают влияние на скорость испарения и эффективность полива. Авторами предложен метод орошения по песчаным трубкам (STI) для повышения эффективности систем капельного орошения. Этот метод предназначен для постоянных древесных насаждений, когда почва не распахана. Метод STI заключается в перемещении почвенного ядра под капельницу и заполнении пустот крупнозернистым песком. Для моделирования инфильтрации, перераспределения воды, испарения с поверхности почвы и движения воды внутри песчаной трубки была использована модель SWMS\_2D в трехмерной осесимметричной форме. Результаты моделирования сравнивали с данными лабораторных измерений, определяемых

весовым лизиметром. Модельные значения уровня воды в песчаной трубке и движения во времени фронта увлажнения в обоих направлениях (вбок и вверх) имеют хорошую сходимость с результатами эксперимента. Прогнозы движения фронта увлажнения вниз и величины испарения были менее точными. Эксперименты показали, что по сравнению с обычным капельным орошением, метод STI снижает испарение в 4-дневный период примерно на 26 %.

**Новая** система для автоматического микро-орошения через перфорированные водовыпуски / Georgiev, D. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P.85.

Традиционные системы капельного орошения характеризуются высокими затратами и потреблением энергии на единицу площади, а также жесткими требованиями к качеству оросительной воды. Кроме того, на некоторых почвах с легкой текстурой эти системы не эффективны.

В связи с этим, автор предлагает альтернативное решение - системы импульсного микро-орошения низкого давления с перфорированными водовыпусками прямоугольного сечения. Это решение сочетает преимущества традиционного капельного орошения, разработанного для локального орошения на оросительной системе Нижняя Рона - Лангедок, и систем типа Celestre для импульсного полива.

Обычно система состоит из гидроавтоматизированного открытого резервуара с мульти-позиционным переключением, который расположен на некоторой высоте над почвой (0,2-0,5 м), и поливных трубопроводов с водовыпусками прямоугольного сечения. Гидроавтоматизированный резервуар дает возможность включать в работу один или несколько трубопроводов одновременно. Нет необходимости использовать для автоматизации переносные сифоны, плавающие и гибкие эластичные трубы. Система приводится в действие с помощью вакуумных устройств.

Водовыпуски прямоугольного сечения предпочтительнее, поскольку они засоряются в меньшей степени, чем капельницы с круглым сечением. Оригинальный струепрерывающий патрубок для гашения энергии потока воды, расположенный над водовыпусками, предупреждает эрозию почвы и действует в качестве регулятора расхода.

Запатентованная автором система обеспечивает эффективное использование сравнительно небольших и ограниченных источников воды для орошения небольших фермерских дворов, участков и полей.

**Определение** потенциала для современного поверхностного орошения в Египте / Clemmens, A.J.; El-Haddad, Z.; Strelkoff, T.S. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 4. - P. 995-1008.

В последнее десятилетие в Египте отмечается постоянное стремление к развитию механизированных фермерских систем. Эффективное использование оборудования требует чековой обработки почвы и длинных полос (борозд). Однако, для орошения эти полосы обычно разбиты на небольшие поливные чеки, что требует больших затрат труда и приводит к неэффективному орошению. При современном уровне точности планировки земель орошение по длинным, очень плоским полосам, затруднительно. В Египте растет использование планировщиков с лазерным

управлением. Был предпринят проект для изучения потенциала создания плоских чеков. Были проведены полевые исследования для проверки жизнеспособности современных способов поверхностного орошения. Полевые исследования применяли также для определения условий инфильтрации и неровностей типичных почв в дельте Нила. Были также выполнены модельные исследования влияния точности планировки на функционирование чека. В статье суммируются результаты выполненных исследований и рекомендуется внедрение данной технологии для улучшения работы систем поверхностного орошения.

**Оптимальное** распределение оросительной воды в реальном времени / Wardlaw, R.; Barnes, J. // *Journal of irrigation and drainage engineering*. - 1999. - Vol. 125, no. 6. - P.345-354.

В статье представлена оценка потенциала способа оптимизации управления оросительной водой в режиме реального времени в системах с комплексной распределительной сетью. Метод оптимизации основан на квадратичном программировании. Целью работы является максимальное увеличение урожая сельхозкультур при соответствующей водоподаче, несмотря на сохранение справедливости между различными оросительными системами и подразделениями этих систем. Метод был опробован на оросительной системе в низовьях реки Ayung в Бали (Индонезия). В распоряжении авторов была имитационная модель этой системы и возможность измерения эффективности метода систематизации, сравнивая результаты модели с данными существующей практики водоподачи. Результаты показывают, что метод оптимизации способен значительно увеличить урожайность сельхозкультур в масштабе бассейна. В статье представлена предварительная оценка возможностей метода и описана разработка более сложной методики оптимизации, основанной на оценке потребности растений в воде в режиме реального времени. Рассмотрены условия для его практического применения.

**Орошаемые** ландшафты - фактор стабильности сельскохозяйственного производства в аридных регионах России / Kruzhilin, I.P.; Chamurliev, O.; Bolotin, A.G. // *International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)"*: Abstracts of proceedings. - 1999. - P.50.

Разработаны основополагающие принципы моделирования орошаемых ландшафтов в аридных и полуаридных регионах России. Показана роль комплексного улучшения земель на основе орошения в стабилизации аридных экосистем юго-востока России, где наблюдаются особенно высокие амплитуды температуры (до 80-85°C - годовые и 13-15°C - дневные) и дефицит воды - количество осадков составляет 140-400 мм в год при испарении - 1200 мм. Создание орошаемых ландшафтов рассматривалось в качестве преобразующей деятельности человека и включало примеры природных и человеческих факторов, реализация которых позволяет решить три проблемы - получение определенного количества биомассы с единицы площади, сохранение плодородия почвы и снижение экологической опасности для живых организмов.

Принципы создания орошаемых ландшафтов:

- *стабильность* - способность ландшафта сохранять полученные характеристики в течение определенного времени без дополнительного вмешательства и негативных экологических последствий;

- *эффективность* - способность созданного ландшафта обеспечить экологически мотивированный уровень эффективности при определенной рентабельности производства;

- *приспособляемость* - физиологическая способность культур расти и развиваться в природных условиях искусственного ландшафта.

Основным элементом орошаемых ландшафтов, способствующим повышению стабильности растениеводства, является развитие и внедрение севооборотов с различной насыщенностью сельхозкультурами.

Представлены многолетние данные изучения четырех схем севооборота с различной концентрацией сельхозкультур, 3-х систем обработки почвы и 4-х режимов внесения удобрений. В зависимости от вариантов определяли регулярность изменения сохранившихся в почве корней и пожнивных остатков и преобразования их в основной органический материал - гумус. После двух севооборотов (12 лет) содержание гумуса возросло на 0,05-0,12 кг/м<sup>2</sup>. Оптимизация условий произрастания и развития сельхозкультур при оросительной норме 2100-3600 м<sup>3</sup>/га в черноземах ( $K_w = 0,44-0,77$ ) и 1750-4200 м<sup>3</sup>/га на каштановых почвах ( $K_w = 0,12-0,33$ ) привела к повышению эффективности орошаемого гектара с 40 до 70 GDg.

**Орошение** зерновых культур дождеванием и при помощи установки LEPA / Schneider, A.D.; Howell, T.A. // Journal of irrigation and drainage engineering. - 1999. - Vol. 125, no. 4. - P. 167-172.

На юге Высоких Равнин для орошения кукурузы, зернового сорго и озимой пшеницы были использованы две установки низконапорной точной водоподачи (LEPA), оборудованной сдвоенными лемехами и разбрызгивателями, и два типа дождевателей (низконапорные и высоконапорные). При полном, или 100-процентном поливе, для поддержания почвенной влаги на уровнях, не снижающих урожайность, в соответствии с данными проведенных ранее для всех трех культур исследований использовалась 25-мм водоподача. Варианты дефицитного орошения проводили одновременно с контрольным поливом при 25 или 33-процентном увеличении количества оросительной воды. Оросительная вода подавалась по бороздам или поверх них из передвижных оросителей. Кукуруза и сорго возделывались на дренируемых бороздах, а пшеница на гладких участках без чеково-бороздковой обработки почвы. Урожаи зерновых значительно возрастали при орошении ( $p \leq 0,05$ ). В условиях полного орошения урожаи зерновых при дождевании изменялись мало и составили 13,5; 8,9 и 4,6 тонн с гектара, соответственно для кукурузы, сорго и пшеницы. В условиях 25 и 50-процентного дефицитного орошения урожаи сорго при поливе установкой LEPA были на 1,1 тонну/га выше, чем при дождевании. В условиях дефицитного орошения двух других культур и при 75-процентном орошении сорго разница в урожайности при поливе установкой LEPA и дождевании была незначительной. Урожайность зерновых сильно зависела от сезонного использования воды при коэффициентах регрессии 2,9; 1,84 и 0,915 кг/м<sup>3</sup> для кукурузы, сорго и пшеницы, соответственно.

**Оценка** эвапотранспирации травяного покрова в Центральном Судане при помощи уравнений Пенмана / Hussein, A.S.A. // Journal of irrigation and drainage engineering. - 1999. - Vol. 125, no. 6. - P.324-329.

Оросительные системы центральных глинистых равнин Судана представляют собой крупнейшую орошаемую площадь в Африке. Ежегодная потребность в оросительной воде может приближаться к  $10^{10}$  м<sup>3</sup>. Основной сезон орошения длится 9 месяцев (с середины июня до середины марта). Вне сезонное орошение, в основном сахарного тростника и садов, конкурирует с водоснабжением и гидроэнергетикой за обычно дефицитные в это время года водные ресурсы Голубого Нила. В этих условиях решающими становятся точные оценки потребности во вне сезонном орошении. Предпосылкой для этого является оценка эвапотранспирации по метеорологическим и прочим данным. В статье сравниваются четыре формы комбинированного уравнения Пенмана с данными измерения эвапотранспирации на подстриженном травяном газоне. Метод Пенмана-Монтейта дал наилучшую сходимость с данными измерений, вслед за методикой ФАО - Пенмана (использующей оригинальную ветровую функцию Пенмана) и методом Пенмана-Уотса-Ханкока, которые дали почти идентичные результаты. Метод Пенмана (1963) был наименее удовлетворительным среди опробованных методик; однако, он значительно лучше работал, когда давление пара рассчитывали в качестве среднего значения при максимуме и минимуме температур воздуха. Результаты данного исследования подтверждены рекомендациями, данными в изданиях "Evapotranspiration 1990" и "The FAO Panel of Experts - 1991": оба документа рекомендуют метод Пенмана-Монтейта для повсеместного применения.

**Оценки** различных методик расчета гибкости водоподачи / Enciso-Medina, J.; Pena, E.; Martin, D.; Gilley, J. // ICID Journal. - 1999. - Vol. 48, no. 2. - P. 43-53.

Коэффициенты гибкости и затраты наиболее важны при проектировании оросительной сети. Цель данной статьи - предложить метод оценки операций вероятностного расчета (формула Клемента) и метод чередования, в котором сокращены интервалы между поливами. Предложена гипотетическая оросительная сеть с трубопроводом на площади в 345 га, обслуживающая 16 пользователей. Рассматривались следующие варианты: а) полное удовлетворение требований на воду (формула Клемента); б) с интервалом в 12 дней; в) с интервалом в 9 дней; и г) с интервалом в 6 дней. Используя сложное программирование, сравнивали затраты и гибкость водоподачи для каждого варианта. При одинаковых значениях затрат и гибкости оптимальная работа сети наблюдается в варианте с интервалом в 9 дней. Когда гибкости придается большее значение, чем издержкам, для оптимальной работы сети необходимо свободное водораспределение. Если большее значение придается затратам, то оптимальным является режим работы с интервалом в 12 дней. Такая методика программирования может быть использована для расчета оросительной сети с учетом предпочтений строителей и финансистов.

**Равномерность** орошения дождевателями среднего размера. Часть 1. Характеристики водораспределения в условиях безветрия / Tarjuelo, J.M.; Montero, J.; Valiente, M.; Nonrubia, F.T.; Ortiz, J. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 3. - P. 665-675.

В порядке определения характеристик водораспределения дождевателями среднего размера были выполнены тесты в условиях безветрия. Анализировались влияние типа дождевателя, размер и количество насадок, наличие струенаправляющих лопаток, рабочее давление, высота вылета струи и радиус орошения. В большинстве основных насадок наблюдался эффект внутренней “турбулентности” при работе дождевателя в режиме высокого давления, с большим расходом и сильным выбросом. При отсутствии заводских дефектов это явление зависит только от внутренней конструкции насадки. При расчете соответствующего уравнения *расхода-давления* для круговых насадок коэффициент расхода составил 0,96-1,00. Коэффициент расхода не зависел от рабочего давления. В лабораторных условиях более высокая равномерность полива достигалась при работе дождевателя с двойной насадкой. Более далекий выброс струи получали либо при оборудовании основных насадок струенаправляющими лопатками, либо поместив дождеватель в 2 м над землей. При использовании струенаправляющих лопаток значения коэффициента равномерности снижались, тогда как при размещении дождевателя в 2 м над землей равномерность полива была несколько выше. Эти результаты дополнены представленными в следующей статье данными исследования в условиях влияния ветра.

**Равномерность** орошения дождевателями среднего размера. Часть 2. Влияние ветра и прочих факторов на распределение воды / Tarjuelo, J.M.; Montero, J.; Carrion, P.A.; Nonrubia, F.T.; Calvo, M.A. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 3. - P. 677-689.

Для получения высоких значений равномерности полива при проектировании необходим адекватный выбор как давления в дождевателе, так и рабочих условий. Для определения пространственного распределения поданной воды были выполнены контрольные тесты в полевых условиях, на однородном участке дождевальной системы. Исследовали факторы, влияющие на распределение воды (т.е., направление и скорость ветра, рабочее давление, конструкция и число насадок, потери на испарение и снос, высота дождевателя над землей и т.д). Результаты показывают, что высокая скорость ветра оказывает негативное влияние на равномерность полива. Чем больше расстояние между дождевателями, тем ниже равномерность орошения. Равномерность полива возрастает с использованием струенаправляющих лопаток в основных насадках, двойных насадок при низких скоростях ветра и одинарных насадок - при высоких скоростях, а также при размещении дождевателя в 2 м над поверхностью почвы. Кроме того, даны некоторые рекомендации по управлению дождевальными оросительными системами и их проектированию.

**Современное** состояние микроорошения в Польше / Jeznach, J.; Pierzgalski, E. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P.38.

Системы микроорошения в Польше развиваются быстрее любого другого вида орошения. В настоящее время исследования сосредоточены на использовании капельного орошения в химизации сельского хозяйства, его роли в охране окружающей среды и в контроле применения удобрений и пестицидов. Однако, будущее микроорошения в Польше будет зависеть от экономической ситуации в сельском хозяйстве.

В конце 1960-х годов в Польше были установлены первые усовершенствованные системы капельного орошения и началось развитие отечественной технологии. В течение последних 20 лет был достигнут значительный прогресс в создании капельниц и микрораспылителей. В Польше также производились такие компоненты, как распределительные линии, фильтры и регуляторы давления. Однако в последние годы, вслед за значительными рыночными изменениями в экономике части Европы, началось применение более усовершенствованного оборудования.

Система капельного орошения будет играть в будущем значительную роль в осуществлении требований интенсивного, энергосберегающего сельскохозяйственного производства. В настоящее время возделывание сельхозкультур в Польше зависит от климатических, гидрологических, почвенных, социальных и экономических условий. Общая площадь под микроорошением в Польше сейчас составляет около 3000 га. Капельное орошение применяется в садах, овощеводческих хозяйствах и на пастбищах. В статье освещается исследовательский проект, который выполнялся в предыдущие два десятилетия и представлены его результаты.

**Сравнение** профилей распределения воды и температуры при орошении по песчаным трубкам / Meshkat, M.; Warner, R.C.; Workman, S.R. // Transactions of the ASAE. - 1998. - Vol. 41, no. 6. - P. 1657-1663.

Капельное орошение - одна из наиболее эффективных систем обеспечения водой корневой зоны растений. Исследование показало, что переувлажненная поверхность под капельницей может увеличить испарение, тем самым снижая эффективность орошения. Был разработан и протестирован метод полива по песчаным трубкам (STI) в целях повышения эффективности капельного орошения. Метод полива по песчаным трубкам заключается в образовании почвенного ядра под капельницей и заполнении пустот крупнозернистым песком. Для непосредственного измерения изменчивости испарения по времени в период орошения и в течение трех дней после его прекращения был сконструирован и оборудован весовой лизиметр. Для определения изменения температуры в профиле почвы и движения фронта увлажнения использовали термопары. Результаты показали, что при обычном капельном орошении примерно 30 % поданной воды испарялось в течение четырех дней после окончания полива. При использовании метода STI испарилось примерно 4 % поданной воды. Метод STI позволяет большему количеству воды оставаться в профиле почвы, повышая, таким образом, эффективность орошения.

**Стратегии** для улучшения ручного управления оросительными системами в Шри Ланке / Gadaliyadda, G.G.A.; Renault, D.; Nemaakumana, H.M.; Makin, I.W. // Irrigation and drainage systems. - 1999. - Vol. 13, no. 1. - P. 33-54.

Авторы исследовали возможность улучшения обычных процедур управления для основных типов оросительных систем Шри Ланки. Были проанализированы запланированные и незапланированные изменения режима потока и благоприятные возможности для улучшения управления, связанные с физическими характеристиками каждого типа оросительных систем.

Оценивали и сравнивали несколько альтернативных процессов ручного управления с помощью гидравлической модели (Моделирование оросительного канала, SIC) для трех различных типов оросительных подсистем (однодамбовый канал; канал с двойной дамбой; канал с промежуточным аккумулярованием). Результаты моделирования показывают, что современная практика, основанная на фиксированном 12-часовом цикле повторяемости операции и сбросе расходов через поперечный регулятор, почти оптимальна для систем без текущего аккумулярования. Незначительное улучшение может быть достигнуто при условии, что цикл повторяемости операции составит 6 часов. Для систем с текущим аккумулярованием рекомендуется разбить процесс на две части: отдельно для канала и водохранилища. Среди возможных вариантов методик управления для канала наиболее надежным представляется контроль стока и регулирование нижнего бьефа водохранилища.

Оросительные системы Шри Ланки зависят от частых позитивных изменений стока (неустойчивость водоподачи, осадки, изменения возвратного стока). До того, как была осознана необходимость управления водой, улучшения в процессах управления носили несколько ограниченный характер, так как не имели целью управлять изменениями стока. Так, например, в современной практике не прилагается больших усилий для сбора дождевой воды. В данном исследовании были протестированы новые стратегии сбора, хранения и использования воды для повышения эффективности управления на оросительных системах Шри Ланки.

**Функционирование** и реконструкция систем капельного орошения в Польше / Jeznach, J. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P.36.

Исследования капельного орошения в Польше показали сильное влияние условий земледелия на эффективность функционирования оросительной системы. Вспомогательный характер орошения в Польше, низкое качество воды и использование нестандартного оборудования в системах капельного орошения приводит к большому разбояю в работе системы.

В статье приведены результаты исследований работы систем капельного орошения в зависимости от компонентов самой системы, сельхозкультур, качества воды, технологии одновременного внесения удобрений и орошения. Выработаны методики оценки работы таких систем с помощью критерия надежности на основе общей теории функционирования технических систем. Определены категории, показатели и критерии оценки. Представлены результаты полевых исследований для оценки функционирования оросительных систем в различных экологических условиях.

В условиях Польши для систем капельного орошения, зачастую построенных по методу "*сделай сам*", обычно используют заимствованные критерии надежности. Причинами дефектов, прежде всего, являются ошибочные проектные решения, несоответствующее оборудование и невыполнение инструкций. Большие надежды, связанные с капельным орошением, в условиях Польши сталкиваются с определенными трудностями, но вполне осуществимы.

## ОСУШЕНИЕ И ДРЕНАЖ

**Анализ** рентабельности дренажных систем / Djurovic, N.; Gagic, B.; Pocuca, V. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P.81.

Целью данной статьи является анализ рентабельности дренажных систем с точки зрения влияния междреннего расстояния на уровень грунтовых вод. Эксперимент проводили на глеевых почвах участка дренажа опытного хозяйства Белградского Аграрного факультета. Физические и химические свойства почвы определяли стандартными лабораторными методами. Вследствие интенсивного увлажнения возделывание сельхозкультур на исследуемом участке в течение всего года было невозможно. Осушение проводилось с помощью системы закрытого горизонтального дренажа при трех вариантах междреннего расстояния (10, 20 и 30 метров). Дренажные трубы размещали, в среднем, на глубине 0,9 м. Трубы диаметром 50 мм с гравийным фильтром располагались на глубине 0,6 м. Дренажные трубы были напрямую соединены с водоприемником. За уровнем грунтовых вод наблюдали с помощью буровой скважины. В статье приводятся значения УГВ в средней точке междреннего расстояния. Измерения уровня грунтовых вод проводили неравномерно в период с ноября 1995 по апрель 1996 года.

Установлено, что с уменьшением междреннего расстояния уровень грунтовых вод опускался и это позволяло повысить продуктивность обрабатываемой почвы. Однако, уменьшение междреннего расстояния означает увеличение затрат материалов и труда. Чтобы найти компромисс между этими двумя противоположными требованиями, необходимо рассчитать и оптимизировать критериальную функцию. Однако, такая функция не может быть выражена в общей форме и должна отражать специфические характеристики почвы, возделываемых культур и национальной экономики.

**Древние** дренажные сооружения Мачу Пикчу (Перу) / Wright, K.R.; Zegarra, A.V.; Loran, W.L. // Journal of irrigation and drainage engineering. - 1999. - Vol. 125, no. 6. - P.360-369.

Дренажная инфраструктура, созданная инками в древнем Мачу Пикчу, представляет собой значительное достижение общественного труда. Инки успешно преодолели сложности, связанные с выпадением почти 2000 мм осадков в год, крутыми склонами, оползнями и недоступностью дренажных отводов. Технический анализ дренажных работ инков показал использование обоснованных критериев и необычных инструментов. Оказалось, что инки были хорошими инженерами, не имея письменности и не зная колеса. Доказательством успехов инков в строительстве дренажа служит тот факт, что комплекс Мачу Пикчу существует уже 400 лет. Это наиболее яркий пример технических достижений древних цивилизаций. Комплекс был построен туземцами до начала Конкисты (испанского завоевания), покинут в 1540 году н. э. и пережил четыре с половиной столетия до 20 века. Чудо Мачу Пикчу продолжает вызывать восхищение ученых, инженеров и неспециалистов.

**Моделирование** дренажа в командных зонах оросительных каналов / Kumar, R.; Singh, J. // ICID Journal. - 1999. - Vol. 48, no. 1. - P. 23-44.

Ввод в действие в начале 60-х годов оросительного канала в полуаридных регионах штата Харьяна (Индия) вызвал повышение уровня соленых грунтовых вод со скоростью 0,3-1,0 м в год и вторичное засоление почв, что негативно повлияло на сельскохозяйственное производство. Для разработки соответствующих технологий мелиорации таких земель было предпринято исследование пилотной системы закрытого дренажа на участке опытного хозяйства Аграрного университета Харьяны в условиях близкого залегания грунтовых вод и высокой солености. Дрены были размещены на глубине 2,5 м при трех вариантах междреннего расстояния (24, 48 и 72 м) на площади под овощными культурами (баклажаны, томаты, картофель). Данные об уровнях воды, нормах дренажа и солености почвы были использованы для калибровки модели FAIDS (Field Agricultural Irrigation and Drainage Simulation) в период 1985-1989 гг. и подтверждения ее в период 1989-1993 гг. Была смоделирована оптимальная конфигурация дренажной сети (расстояние  $\times$  глубина) в существующих агро-гидрологических условиях. Дрены, расположенные по схеме 75 м  $\times$  2 м (1-й вариант) и 100 м  $\times$  2,5 м (2-й вариант), одинаково хорошо воздействовали на соленость почвы в корневой зоне. В обоих случаях, относительная эвапотранспирация ( $E_{Ta}/E_{Tp}$ ), равная 0,81, была достигнута на третий год функционирования дренажной системы в обычных условиях выпадения осадков. В течение пятого года, в обоих вариантах, максимальное дневное выпадение осадков (один раз в десять лет) привело к неурожаю одной из культур, что показывает необходимость сочетания при аномальных осадках систем открытого и закрытого дренажа. На основе данных исследования на площади свыше 2000 га заболоченных и засоленных фермерских земель закрытый дренаж был дополнен системой открытого дренажа.

**Повышение** эффективности дренажа тяжелых почв / Kizyaev, B.M.; Kireicheva, L.V. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P.32.

На тяжелых почвах с коэффициентом фильтрации меньше 0,1 мм/день традиционный дренаж не обеспечивает достаточный отток грунтовых вод. В результате ухудшаются условия земледелия и снижается плодородие почвы.

Авторы предлагают новую конструкцию, способную увеличить приток воды к дрене. Дрена состоит из гофрированной пластиковой трубы с фильтром из геотекстиля и дополнительными фильтрующими элементами. Последние обеспечивают гидравлическую связь между дренажной и почвенным или песчаным слоем.

Фильтрующие элементы выполнены из любого сыпучего материала в форме столбиков и дренажных призм или мата из геотекстиля. Максимального эффекта можно достичь, если использовать комбинированный фильтрующий элемент - геотекстиль, служащий для защиты от заиления, и сыпучий материал, обеспечивающий приток воды к дрене.

Специально для дренажа был разработан новый геотекстиль "FISLON", состоящий из двух слоев с порами разного размера. Более плотный слой предохраняет дренажную трубу от заиления, а второй обеспечивает профильную фильтрацию.

На основе метода фильтрационного сопротивления были определены расчетные зависимости для сложной конструкции дрены. Эти зависимости позволяют рассчитывать междреннее расстояние, учитывая конфигурацию фильтрующих элементов и их повторяемость по длине дрены.

Натурные исследования продемонстрировали практически двукратное увеличение притока воды к дрене с комбинированным фильтрующим элементом по сравнению с традиционными дренами.

Для строительства таких дренажей авторы разработали новый дренажукладчик МД-12 с бункером для образования фильтрующего элемента. Эта машина позволяет укладывать дренажи на глубине до 1,8 м. Ее производительность - более 1000 м/час. Тесты показали высокую надежность машины. Кроме того, машина дает возможность формировать дренаж, периодически заполняя песком дренажную призму с дополнительными фильтрующими элементами из геотекстиля.

**Формирование** устойчивых сельскохозяйственных ландшафтов в ходе дренажа: проблемы и пути их решения / Nikolskaya, A.A.; Kormysh, Ye.I. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P.62.

Россия, чья площадь дренируемых земель приближается к 4,8 млн га, имеет значительный научный и практический опыт сельскохозяйственного дренажа в различных природных и агротехнических условиях.

Наблюдающиеся в некоторых регионах неблагоприятные последствия дренажа, т.е. снижение уровня воды в реке, частичное снижение плодородия пойменных земель и т.д., требуют более тесной взаимосвязи между потребностями хозяйственной деятельности человека и потенциалом экосистем.

Для предупреждения неблагоприятных изменений сельскохозяйственных ландшафтов следует предъявлять более жесткие технические требования к планированию и проектированию дренажных работ при гидротехническом строительстве и мелиорации земель, в частности, речных бассейнов. На практике, эти дополнительные требования могут предъявляться на двух уровнях: на территории всего бассейна и локально (в рамках проекта). Разработка таких требований или системы критериев на бассейновом уровне сложнее потому, что она связана с решением фундаментальных проблем, касающихся возможности дренажа, его интенсивности, определения пригодных для дренирования зон, их размещения в бассейне. Принципы формулирования таких критериев для количественной оценки предложены в данной статье. В настоящее время подробно изучается проблема реализации требований охраны окружающей среды на отдельной дренажной системе. Приведены основные требования, которые следует учитывать при проектировании дренажных систем в России.

## ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЯ

**Условия** инфильтрации для подпитки грунтовых вод за счет стока / Houston, S.L.; Dureyee, P.D.; Hong, R. // Journal of irrigation and drainage engineering. - 1999. - Vol. 125, no. 5. - P. 264-272.

Повторное использование воды и подпитка грунтовых вод могут быть использованы для удовлетворения растущего спроса на воду, особенно, в аридных регионах. Подпитка грунтовых вод пресными или очищенными сточными водами очень часто осуществляется путем инфильтрацией из поверхностных бассейнов. Вода просачивается через зону аэрации и накапливается в основном водоносном горизонте для будущего использования. При фильтрации через почвенные слои сточных вод происходит их дополнительная очистка. Гидравлическая система подпитывающих бассейнов исследовалась в лаборатории и полевых условиях. Эти исследования показывают, что скорости инфильтрации и почвенной очистки сточных вод зависят от типа почвы и характеристик почвенного профиля, заиливания поверхностного слоя почвы, глубины пруда и частоты цикла *увлажнение/высыхание*. Заиливание поверхностного слоя зависит от уплотнения почвы и снижения гидравлической проводимости при принудительной фильтрации.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Права** на воду. Значение, сложности и новые методы сбора и анализа данных / Perry, C.; Kite, G. // Water International. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P. 341-347.

Во многих странах мира вода становится все большим дефицитом. Несмотря на то, что в большинстве таких регионов уже определены и реализуются права на воду, опыт показывает, что эти шаги существенно важны для продуктивного и эффективного использования воды. По мере усиления конкуренции получение необходимых данных для соответствующих ассигнований и принципов становится более трудным и затяжным процессом. Новые технологии для получения гидрологических данных основаны на использовании дистанционного (космического) зондирования в сочетании с минимальным набором измерений на поверхности земли. Такие данные могут легко соотноситься с данными измерений речного стока и использоваться для анализа "*что если*" определенных климатических ситуаций или изменений в почвенном покрове. Ко всем необходимым данным имеется свободный доступ через Интернет.

**Водные** ресурсы и индикаторы конфликта. Пространственный анализ / Yoffe, S.B.; Ward, B.S. // Water International. - 1999. - Vol.24, no. 4. - P. 377-384.

Анализ современных экономических и экологических тенденций показывает усиление конкуренции за получение и использование ресурсов пресной воды в то время, как рост населения, экономическое развитие и потенциальное изменение климата увеличивают нагрузку на водные ресурсы. Все чаще в печати появляются сообщения о конфликтах, связанных с водой. Проект Базы данных по спорам о трансграничных пресных водах (университет штата Орегон) охватывает 261 интернациональный речной бассейн. Специалистам по вопросам безопасности необходимо знать, в каком из бассейнов конфликт из-за водных ресурсов может привести к межгосударственной и внутригосударственной нестабильности. Эти знания дают возможность "превентивной дипломатии", когда дипломатическое вмешательство предотвращает разрастание спора о распределении водных ресурсов в ожесточенный конфликт. Определение склонных к водному конфликту бассейнов требует структуры, которая вбирает в себя огромный массив физических, социальных, экономических и политических переменных, применяемых в различных пространственных и временных системах, а также системах перекрестных связей. В статье предложена методика определения потенциальных индикаторов международного водного конфликта и их пространственного представления в Географической Информационной Системе. Индикаторы будут определяться по многочисленным системам в параллельном анализе глобальных и бассейновых характеристик. Хотя к индикаторам следовало бы относиться со здоровым скептицизмом, они все же имеют значение, когда определяются с помощью эффективной аналитической структуры, учитывающей доступность и пригодность соответствующих данных и источников информации.

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И МЕЛИОРАЦИИ**

**Аналитическое** моделирование динамики азота в почвах и грунтовых водах / Gusman, A.J.; Marino, M.A. // *Journal of irrigation and drainage engineering*. - 1999. - Vol. 125, no. 6. - P.330-337

Аналитическая модель, известная как RISK-N, разработана для моделирования круговорота азота в почвах и транспорта нитратов в почвах и грунтовых водах. Почва делится на верхнюю корнеобитаемую, нижнюю корнеобитаемую зоны и промежуточную зону верхних грунтовых вод, каждая из которых имеет постоянные характеристики. Транспорт нитратов в каждой почвенной зоне моделировали на базе смешанного комплекса. Однако, транспорт в водоносном горизонте моделировали с помощью двумерного уравнения адвекции-рассеивания. Моделирование выполнено на гипотетическом участке с кукурузой, используя метеорологические, почвенные, гидрологические и гидрогеологические характеристики района South Platte River на северо-востоке Колорадо. Результаты показывают способность модели RISK-N имитировать как скорости выноса нитратов, так и концентрации грунтовых вод, что согласуется с данными численных моделей, несмотря на требование меньшего количества исходных переменных.

**Модели** промывки зоны аэрации: точка зрения пользователя / Pereira, L.S.; Cameira, M.R. // ICID Journal. - 1999. - Vol. 48, no. 2. - P. 1-10.

Пользователи моделей промывки зон аэрации сталкиваются с трудностями при их выборе, тестировании и исследовании из-за большого разнообразия моделей и методик. В статье рассматриваются некоторые из наиболее важных, с точки зрения пользователей, аспектов. Проанализированы различные решения для транспорта растворов, особенно, учитывая влияние макропористости почв на поток. Рассматриваются критерии выбора моделей, в частности, связь между целями пользователей и моделью; проблемы получения данных и погрешностей; точность прогнозов. Обсуждаются калибровка и подтверждение моделей в связи с качеством полученных данных, а также возможность применения модели с учетом связи между концепцией модели и способом ее использования.

**Моделирование** динамики азота в системах управления уровнем грунтовых вод с помощью модели DRAINMOD-N / Madramootoo, C.A.; Kaluli, J.W.; Dodds, G.T. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 4. - P. 965-973.

В восточной Канаде растет заинтересованность в управлении уровнем грунтовых вод для контроля выноса нитратов. Однако, знаний о влиянии этой практики в регионе недостаточно. Недавно разработанная модель качества дренажных вод DRAINMOD-N дает возможность оценить вынос нитратов. Пригодность модели проверялась путем сравнения результатов моделирования с данными измерений уровня грунтовых вод, дренажного стока, совокупного выноса нитратов и совокупной денитрификации, полученными на опытных участках с кукурузой, оборудованных традиционным дренажем и системой суб-ирригации. Участки размером 15 м x 75 м были оборудованы либо традиционным свободным дренажем, либо системой суб-ирригации с затвором на глубине 0,5 м от поверхности почвы. Модель DRAINMOD-N давала прогнозы уровня грунтовых вод порядка  $\pm 160-210$  мм, дренажного стока - в пределах  $\pm 2$  м/день и выноса нитратов - в пределах  $\pm 8$  кг азота на гектар. DRAINMOD-N моделирует денитрификацию, используя кинетику первого порядка. Это не точно описывает полевые измерения совокупной денитрификации, т.к. около 270 дней в году она недооценивалась на 64-83 %. По этой причине модель была модифицирована путем замены первоначальной функции соотношения Michaelis-Menten на моделирование денитрификации в качестве процедуры первого порядка, когда содержание нитратов ограничено, и в качестве процедуры нулевого порядка для неограниченного содержания нитратов. Эта модификация незначительно ( $< 2\%$ ) повлияла на изменение модельного прогноза выноса нитратов. Для совокупной денитрификации, однако, погрешность прогноза модифицированной модели была на 23-60 % меньше, чем у модели DRAINMOD-N.

**Моделирование** оросительных и дренажных каналов для расчета регулятора / Schuurmans, J.; Clemmens, A.S.; Dijkstra, S.; Hof, A.; Brouwer, R. // Journal of irrigation and drainage engineering. - 1999. - Vol. 125, no. 6. - P.338-344.

Представлена модель для расчета регуляторов уровня воды в оросительных и дренажных каналах, которая описывает основные характеристики процессов

регулирования (таких как движение воды и регулирующие структуры). В статье даются два способа оценки точности этой модели: 1) сравнение ее частотных характеристик с моделью, основанной на конечно-разностной аппроксимации линейных уравнений Сен-Венана; и 2) сравнение результатов модели с данными полевых экспериментов. Используя эти результаты, авторы характеризуют точность моделей и рассматривают возможность применения их в расчете регулятора.

**Моделирование** стока сельскохозяйственных водосборов с трубчатыми дренами с помощью распространенной TOPMODEL / Kim, S.; Delleur, J.W.; Mitchell, J.K.; Engel, B.E.; Walker, S.E. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 3. - P. 639-650.

Для моделирования стока в сельскохозяйственных водосборах с дренажными системами была использована модифицированная физическая модель TOPMODEL на основе подробной топографической информации, полученной при помощи цифровой модели DEM. В разработке модели были использованы девять возможных сценариев образования стока. Модель может идентифицировать части гидрографа дренажного, почвенного и поверхностного стока. Работа модели была протестирована и подтверждена с помощью калибровки и анализа чувствительности. Модельная гидрологическая реакция была рассчитана для каждой составляющей гидрографа стока в различных возможных сценариях образования стока. Результаты данного модельного исследования показывают, что модель хорошо описывает физическую систему и обеспечивает лучшее понимание гидрологии сельскохозяйственных водосборов с системами закрытого дренажа.

**Оценка** моделей поверхностного орошения: применение бассейнового орошения в Египте / Strelkoff, T.S.; Clemmens, A.J.; El-Ansary, M.; Awad, M. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 4. - P. 1027-1036.

Модели для имитации движения потока при поверхностном поливе полезны для оценки функционирования орошения, как по данным полевых наблюдений, так и гипотетически, по возможным сценариям. Однако, использованию моделей поверхностного орошения и расчету программного обеспечения часто мешал недостаток соответствующих полевых данных об инфильтрации и характеристиках неровностей почвы. Более того, в различных местах земного шара (например, в Египте), в зависимости от почв, возделываемых культур и агротехники, полевые условия могут совершенно отличаться от разработанной в США модели EVALUE (программа интерактивной оценки параметров поля) для оценки этих параметров по данным полевых измерений. В интерактивном процессе пользователь получает информацию, помогающую ему сделать выбор при полном контроле значений параметров в эмпирических формулах для описания инфильтрации и неровностей почвы. Выполненные в Египте оценки параметров были подтверждены вводом в общую модель поверхностного орошения SRFr и последующим сравнением результатов моделирования и данных измерений. Процесс проверяется как техникой оценки параметров, так и программой модели. Описанные способы и модели представлены для условий Египта, но могут быть использованы и в других странах.

**Проектирование** систем орошения по бороздам с минимальной стоимостью / Zerihun, D.; Feyen, J.; Mohan Reddy, J.; Wang, Z. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 4. - P. 945-955.

Постановка проблемы проектирования систем орошения по бороздам служит образцом оптимизации. Представлена структурированная формулировка проблемы и процедура предварительного анализа. Продемонстрировано применение предложенного метода для обнаружения и устранения ненужного дублирования и несообразностей, а также сложностей, связанных с размахом проблемы. Исследованы такие характеристики ключевого решения, как наличие и (не)уникальность решения, проблемы оптимизации, а также характеристики монотонности функций. Анализ придает проблеме форму, облегчающую ее решение. Для решения проблемы проектирования недорогих систем орошения по бороздам разработан метод множеств, основанный на алгоритме нелинейного программирования (NLP). Модель NLP включает подпрограмму проблемы минимальной стоимости проектирования. Полученные с помощью NLP-модели решения тестовых вопросов имели хорошую сходимость с результатами модели Общей Интерактивной Нелинейной Оптимизации (GINO). В дальнейшем, пригодность численных решений тестовых вопросов определялась путем сравнения их с характеристиками и свойствами решения, определенными в фазе формулирования проблемы.

**Статистический** метод оценки модели управления уровнем грунтовых вод / Sabbagh, G.J.; Fox, G.A. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 3. - P. 713-719.

Оценка моделей *гидрология/качество воды* (H/WQ) в значительной мере основаны на сравнении результатов моделирования с данными наблюдений для определенной местности. Однако, эта методика обычно используется для пространственной оценки параметров в имитационной модели для наибольшей сходимости результатов моделирования и данных наблюдений. В противоположность этой методике, в разработанных Наап и др. (1995) методиках используются исходные вероятностные распределения для преобразования изменчивости параметров в прогнозе с помощью функций вероятностного распределения. В данной статье предлагается процедура применения разработанного Наап и др. (1995) статистического метода для таких моделей управления уровнем грунтовых вод, как DRAINMOD и модель H/WQ для боковой и глубинной фильтрации в почвенном профиле. В процессе оценки для наиболее чувствительных исходных параметров были разработаны функции вероятностного распределения; выходные функции вероятностного распределения были разработаны с помощью метода Монте-Карло и использованы для оценки модели. Оценивалась способность модели прогнозировать среднегодовой объем стока, объем стока закрытого дренажа и ежедневные колебания уровня грунтовых вод. Модель DRAINMOD успешно функционировала в процессе оценки при прогнозе стока закрытого дренажа для опытного участка. Модель также дает точные прогнозы колебаний уровня грунтовых вод.

**Точное** решение объемной балансовой модели / Alazba, A.A. // Journal of irrigation and drainage engineering. - 1999. - Vol. 125, no. 5. - P. 273-279.

Модифицирована объемная балансовая модель в целях получения точного решения для движения фронта воды при поверхностном орошении. В безразмерном формулировании уравнение движения фронта воды сравнивали с точной формой методики Халла, рассматривающей наиболее точное численное решение объемного баланса. Результаты показали, что представленное уравнение может быть использовано для определения движения фронта воды с незначительными погрешностями. Для демонстрации расчета по предложенной методике был использован в качестве примера полив по бороздам. Для сравнения с нуль-инерционной моделью в качестве примера был использован полив напуском по полосам; относительная погрешность предложенной методики расчета была меньше 4 %.

## **СООРУЖЕНИЯ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ, ГИДРАВЛИКА СООРУЖЕНИЙ**

**Грунто-цементные** плиты для облицовки оросительных каналов / Rahimi, H.; Abbasi, N. // ICID Journal. - 1999. - Vol. 48, no. 2. - P. 55-65.

Предлагаемые для облицовки оросительных каналов способы (жесткие и гибкие облицовки, уплотнение грунта) имеют свои технические и экономические проблемы. Авторы исследовали грунто-цементные плиты для первичной облицовки оросительных каналов. Плиты были изготовлены из грунто-цементной смеси с оптимальным процентным содержанием цемента и воды. Затем была выполнена лабораторная модель канала трапециевидального сечения с шириной основания 20 см, боковыми откосами 1:1,5, продольным уклоном 0,5 % и длиной 10 метров с облицовкой из грунто-цементных плит. Канал был построен таким образом, чтобы можно было непосредственно вести замеры фильтрации и эрозии. На основе выполненных тестов установлено, что фильтрация составила около  $0,0015 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{день}$ , а эрозия была очень незначительна. Полученные результаты показали, что облицованный грунто-цементными плитами канал имеет очень низкую скорость фильтрации и устойчив к эрозии. Такая облицовка может успешно применяться в местах, где невозможно устраивать бетонные облицовки из-за отсутствия крупнозернистого песка и гравия.

**Простой** регулятор уровня воды для оросительных и дренажных каналов / Schuurmans, J.; Hof, A.; Dijkstra, S.; Bosgra, O.N.; Brouwer, R. // Journal of irrigation and drainage engineering. - 1999. - Vol. 125, no. 4. - P. 189-195.

Предложен простой регулятор уровня воды для оросительных и дренажных каналов, состоящий из ведущей и подчиненных структур, контролирующей скорости потока. Ведущий регулятор включает PI-датчики для обратной связи и регулятор на

основе инверсии простой динамической модели системы канала. Продемонстрировано применение автоматического регулятора в полевых условиях.

## ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

**Основные** коэффициенты культуры и использование воды для скороспелого хлопчатника / Hunsaker, D.S. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 4. - P. 927-936.

В центральной Аризоне были проведены полевые исследования по разработке по разработке основных коэффициентов культуры ( $K_{cb}$ ) для скороспелого хлопчатника американского. Нормы эвапотранспирации хлопчатника ( $ET_c$ ) определяли путем измерений истощения почвенной влаги в течение сезона в 1993 и 1994 годах на малом и большом бассейновом уровне. Значения для  $K_{cb}$  были выведены из данных об эвапотранспирации хлопчатника и определенной на основе погодных (метео) данных базовой эвапотранспирации ( $ET_o$ ). Методика "основного коэффициента культуры", представленная в последней публикации ФАО (Irrigation and Drainage Paper No. 56), была использована для исчисления коэффициента испарения почвенной влаги после поливов или дождей и, следовательно, количественного определения почвенного испарения. Отдельный анализ был проведен для оценки коэффициента водного стресса ( $K_s$ ) в условиях низкого содержания почвенной влаги. Данные  $K_{cb}$  были использованы для получения двух многочленных кривых  $K_{cb}$  в качестве функций количества дней, прошедших после посадки (DPP) и дней степени совокупного роста (CGDD). Третья кривая была получена при использовании "прямолинейного" метода ФАО. При управлении орошением любая из трех представленных кривых  $K_{cb}$  дает точные оценки  $ET_c$  для скороспелого хлопчатника, возделываемого в подобных экспериментальным климатических условиях.

**Оценка** возделывания сельхозкультур без вспашки на уплотненных почвах при подпочвенном орошении / Camp, C.R.; Bauer, R.J.; Busscher, W.J. // Transactions of the ASAE. - 1999. - Vol. 42, no. 4. - P. 911-917.

Подпочвенное орошение имеет большие преимущества при управлении подачей воды и питательных веществ, но эффективность этого способа полива может быть ограничена погодными и почвенными условиями. В системах подпочвенного орошения довольно затруднительно использовать глубокое рыхление для борьбы с уплотнением почвы. Авторы считают, что потребность в глубоком рыхлении может быть меньше, если в уплотненных почвенных слоях будет достаточно влаги для роста корней. В течение двух лет проводили эксперимент по подпочвенному орошению пшеницы, сои и хлопчатника в условиях беспашотной обработки почвы. Были использованы эксплуатирующиеся в течение пяти лет (до этого эксперимента) оросительные системы с двумя вариантами расстояния между трубопроводами (1 и 2 метра) и три варианта водоподачи (6, 9 и 12 мм за одну подачу). Урожай сои при орошении в один год были выше, чем без полива. Расстояние между трубопроводами и количество поданной воды на урожай не влияли. Урожайность хлопчатника и пшеницы также возрастала при

орошении. Наблюдения в период вегетации, обследование корней хлопчатника после уборки урожая и измерения прочности почвы весной показывают, что значительное уплотнение почвы происходит в очень неглубоком слое (< 5 см) и ограничивает рост корней. Это уплотнение, вероятно, ограничивало эффективность подпочвенного орошения, когда трубопроводы были расположены на глубине 30 см. На основе этих результатов показана необходимость разработка стратегии снижения сопротивляемости почвы для получения оптимальных урожаев сельхозкультур на таких почвах при подпочвенном орошении и беспашотной обработке.

**Роль** орошения и дренажа в продуктивности сельскохозяйственных земель в пределах водосбора / Rehak, S. // International symposium "New approaches in irrigation, drainage and flood control management (Bratislava, 12-14 May 1999)": Abstracts of proceedings. - 1999. - P.65.

Эффективным инструментом контроля биоэнергетических процессов в растительном покрове сельскохозяйственных полей являются оросительные и дренажные системы. Орошение и дренаж для оптимизации водного режима в агроэкосистеме носят характер контролирующей системы. В этом смысле, система контроля представляет собой сложную динамическую систему, которая является адаптивным элементом в структуре продуктивности сельскохозяйственных земель и реагирует на плохие гидрометеорологические условия

Автор определяет оросительную и дренажную систему как набор гидромелиоративных и технических средств, облегчающих контроль водного режима в агроэкосистеме и обеспечение стабильности получения оптимального урожая сельхозкультур.

В значении "принципа мигрирующих компонентов" вода является решающим фактором прогрессивного геохимического и биологического развития ландшафта.

Оросительная и дренажная система в пределах водосбора контролируют водный режим таким образом, чтобы обеспечить создание органической субстанции.

Система контроля водного режима состоит из 3 компонентов:

- *аккумуляция* - аккумулирует воду (малые водохранилища);
- *преобразование* - с помощью орошения и последующей инфильтрации обеспечивается поступление воды к корням растений;
- *сброс* - выносит излишек воды из почвы, соответственно снижая уровень грунтовых вод. Излишек воды сбрасывается в поверхностные водотоки.

Вышеуказанные компоненты системы контроля являются регуляторами водного режима агроэкосистемы в рамках конкретного водосбора.

Должное взаимодействие отдельных компонентов и элементов сложного сельскохозяйственного ландшафта проявляется в процессах, характеризующихся циркуляцией вещества, энергии и информации. Решающую роль в процессах взаимодействия в рамках вертикальной и горизонтальной структур сельскохозяйственного ландшафта играет вода.

Автор понимает оросительную и дренажную систему как набор технологических и технических средств, обеспечивающих контроль водного режима в агроэкосистеме. Фактически, осуществляется контроль термодинамических условий и биологических систем с помощью технических средств для обеспечения условий, близких изотермического процесса в растительном покрове, а также в зоне аэрации.

Основные функции оросительных и дренажных систем в ландшафтах *соответствуют* принципам устойчивого развития.

**НОВЫЕ ПОСТУПЛЕНИЯ В НИЦ МКВК**

**Alberts, J.;** kalwij, I.M.

Dissemination the bed-and-furrow irrigation method for cotton cultivation in Bahadurwah Minor (Joint research dissemination program). - Lahore, 1999. - 86p. (IIIMI. Report No. R-82)

Распространение бороздкового метода полива в Bahadurwah Minor.

**Alurralde, J.C.;** Giandarillas, C.A.; Skogerboe, G.V.

Application of crop-based irrigation operations to Chasma Right Bank canal. - Lahore, 1998. - 171p. (IIIMI. Report No. R-66)

Использование оросительной воды в зависимости от потребностей сельхозкультур на канале Chasma Right Bank.

**Amarasinghe, U.A.;** Mutuwatta, L.; Sakthivadivel, R.

Water scarcity variations within a country: a case study of Sri Lanka. - Colombo, 1999. - 29p. (IWMI. Research Report No. 32)

Разновидности водного дефицита в стране: исследования в Шри Ланке.

**Barber, R.**

Land and crop management in the hilly terrains of Central America: Lessons learned and farmer-to-farmer transfer of technologies. - Rome, 1999. - 76p. (FAO Soils Bulletin No. 76)

Управление земельными ресурсами и возделывание сельхозкультур в холмистых районах Центральной Америки: Полученные уроки и обмен технологиями между фермерами.

**Bastidas, E.P.**

Gender issues and women's participation in irrigated agriculture: the case of two private irrigation canals in Carchi, Ecuador. - Colombo, 1999. - 21p. (IWMI. Research Report No. 31)

Проблемы равноправия и участия женщин в орошаемом земледелии: исследования на двух частных оросительных каналах в Carchi (Эквадор)

**Calder, I.R.**

Water-resource and land-use. - Colombo, 1998. - 24p. (IWMI. SWIM Paper No. 3)

Водные ресурсы и землепользование.

**Coordinated** services for irrigated agriculture in Pakistan: Proceedings of the National Workshop, October 29-30, 1998, Lahore. - 96p.

Службы координации для орошаемого земледелия в Пакистане.

**Hanna, K.S.**

Integrated resource management in the Fraser River estuary: stakeholder's perceptions of the state of the river and program influence // Journal of soil and water conservation. - 1999. - Vol. 54, no. 2. - P. 490-498.

Интегрированное управление ресурсами в дельте реки Фрезер: осознание посредниками состояния реки и программа действий.

**Mehmood ul Hassan; Abdul Hamid; Bandaragoda, D.J.**

Transition from local level management to state regulation: formalization of water allocation rules in Pakistan. - Lahore, 1998. - 57p. (IIMI. Report No. R-60)

Переход от управления на местах к государственному регулированию: оформление прав на водоподачу в Пакистане.

**Mobin-ud-Din Ahmad; Waijjen, E.G. van; Kuper, M.; Visser, S.**

Comparison of different tools to assess the water distribution in secondary canals with irrigated outlets. - Lahore, 1998. - 68p. (IIMI. Report No. R-52)

Сравнение различных инструментов для оценки водораспределения на каналах второго порядка с оросительными водовыпусками.

**Pongput, K.; Alurralde, J.C.; Skogerboe, G.V.**

Scheduling model for crop-based irrigation operations. - Lahore, 1998. - 64p. (IIMI. Report No. R-72)

Модель календарного планирования орошения в соответствии с потребностями сельхозкультур.

**Rehman, G.; Waqar Ahmed Jehangir; e.a.**

Salinity management alternatives for the Rechna Doab, Pundjab, Pakistan. Vol.1. Principal findings and implications for sustainable irrigated agriculture. - Lahore, 1997. - 89p. (IIMI. Report No. R-21.1)

Альтернативы контроля засоления для Rechna Doab (Пенджаб, Пакистан). Том 1. Принципы и значение устойчивого орошаемого земледелия.

**Rehman, G.; Aslam, M.; e.a.**

Salinity management alternatives for the Rechna Doab, Pundjab, Pakistan. Vol. 3. Development of procedural and analytical links. - Lahore, 1997. - 67p. (IIMI. Report No. R-21.3)

Альтернативы контроля засоления для Rechna Doab (Пенджаб, Пакистан). Том 3. Развитие процедурных и аналитических связей.

**Rehman, A.; Rehman, G.; Munawwar, H.Z.**

Salinity management alternatives for the Rechna Doab, Pundjab, Pakistan. Vol. 8. Options for sustainability: sector level allocations and investments. - Lahore, 1997. - 103p. (IIMI. Report No. R-21.8)

Альтернативы контроля засоления для Rechna Doab (Пенджаб, Пакистан). Том 8. Выбор устойчивого развития: распределение и инвестиции на уровне сектора.

**Shaxson, F.**

New concept and approaches to land management in tropics with emphasis on steeplands. - Rome, 1999. - 125p. (FAO Soils Bulletin. No. 75)

Новые концепции и методы управления земельными ресурсами в тропиках.

**Skogerboe, G.V.; Bandaragoda, D.J.**

Towards environmentally sustainable agriculture in the Indus basin irrigation system (Final report). - Lahore, 1998. - 153p. (IIMI. Report No. R-77)

К экологически устойчивому земледелию на оросительной системе бассейна реки Инд.

**Towards** efficient water use in urban area in Asia and the Pacific / ESCAP. - New York, 1998. - 146p.

К эффективному водопользованию нап городских территориях в странах Азии и Тихоокеанского региона.

**Waheed-uz-Zaman; Nasir Sultan; Bilal Asghar; Kamran, M.A.**

Formalization of water users associations by farmer leaders of Hakra 4-R Distributary. - Lahore, 1998. - 103p. (IIMI. Report No. 57)

Оформление ассоциаций водопользователей с лидерством фермеров на распределительном канале Накра 4-Р.

**Waqar Ahmed Jehangir; Nazim Ali.**

Salinity management alternatives for the Rechna Doab, Pundjab, Pakistan. Vol. 6. Resource use and productivity potential in the irrigated agriculture. - Lahore, 1997. - 91p. (IIMI. Report No. R-21.6)

Альтернативы контроля засоления для Rechna Doab (Пенджаб, Пакистан). Том 6. Использование ресурсов и производственный потенциал орошаемого земледелия.

**АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ**

---

**A**

Abbasi, N., 32  
Alazba, A.A., 32  
Anwar, A.A., 16  
Awad, M., 30

---

**B**

Barnes, J., 18  
Bauer, R.J., 33  
Bilgel, L., 14  
Birch, A., 6  
Biswas, A.K., 5  
Bolotin, A.G., 18  
Bosgra, O.N., 32  
Brouwer, R., 29, 32  
Bryant, M.J., 11  
Busscher, W.J., 33

---

**C**

Calvo, M.A., 21  
Cameira, M.R., 29  
Camp, C.R., 33  
Carrion, P.A., 21  
Cetin, O., 14  
Chamurliev, O., 18  
Chenoweth, J., 12  
Clemmens, A.J., 15, 17, 30  
Clemmens, A.S., 29

---

**D**

Davidoff, B., 13  
Dayton-Johnson, J., 8  
Degirmenci, V., 14  
Delleur, J.W., 30  
Dijkstra, S., 29, 32  
Djurovic, N., 24  
Dodds, G.T., 29  
Dureyea, P.D., 27

---

**E**

El-Ansary, M., 15, 30  
El-Haddad, Z., 17  
Elmaloglou, S., 13  
Enciso-Medina, J., 20  
Engel, B.E., 30  
Ertsen, M.W., 8, 11

---

**F**

Fangmeier, D.D., 15  
Feyen, J., 31  
Fox, G.A., 31

---

**G**

Gadaliyadda, G.G.A., 22  
Gagic, B., 24  
Georgiev, D., 17  
Gilley, J., 20  
Godswill Makombe, 5  
Guanhua Gao, 16  
Gunawan, B., 11  
Gupta, S.K., 7  
Gusman, A.J., 28  
Gwang-Man, 7

---

**H**

Hemakumana, H.M., 22  
Hof, A., 29, 32  
Hong, R., 27  
Honrubia, F.T., 20, 21  
Houston, S.L., 27  
Howell, T.A., 19  
Hunsaker, D.S., 33  
Hunt, Ch., 9  
Hussein, A.S.A., 20

---

**J**

Jeznach, J., 21

---

**K**

Kaluli, J.W., 29  
Kim, S., 30  
Kireicheva, L.V., 25  
Kite, G., 27  
Kizyaev, B.M., 25  
Kormysh, Ye.I., 26  
Kruzhilin, I.P., 18  
Kumar, R., 25

---

**L**

Lange de, M., 15  
Lee, 7  
Loran, W.L., 24

---

**M**

Madramootoo, C.A., 29  
Makin, I.W., 22  
Malamos, N., 13  
Malano, H., 16  
Malano, H.M., 11  
Marino, M.A., 28  
Martin, D., 20  
Meshat, M., 16  
Meshkat, M., 22  
Mitchell, J.K., 30  
Mohan Reddy, J., 31  
Montero, J., 20, 21  
Mulegeta Seid, 7

---

**N**

Nakayama, M., 11  
Nikolskaya, A.A., 26

---

**O**

Ortiz, J., 20  
Osman, H.E., 15

---

**P**

Pena, E., 20  
Pereira, L.S., 29  
Perry, C., 27  
Petkov, P., 13  
Peterson, J., 16  
Pierzgalski, E., 15, 21  
Plantey, J., 10  
Pocuca, V., 24  
Ptach, W., 15

---

**R**

Rahimi, H., 32  
Rehak, S., 34  
Renault, D., 9, 22

---

**S**

Sabbagh, G.J., 31  
Sampath, R.K., 5

Schuurmans, J., 29, 32  
Sneider, A.D., 19  
Sharma, B.R., 7  
Singh, J., 25  
Solomon, K.H., 13  
Strelkoff, T.S., 15, 17, 30

---

**T**

Tardieu, H., 10  
Tarjuelo, J.M., 20, 21  
Taylor, P., 6  
Tortajada, C., 9  
Turrall, H.N., 11

---

**V**

Valiente, M., 20  
Vehmeyer, P.W., 9

---

**W**

Walker, S.E., 30  
Wang, Z., 31  
Ward, B.S., 27  
Wardlaw, R., 18  
Warner, R.C., 16, 22  
Workman, S.R., 16, 22  
Wright, K.R., 24

---

**X**

Xiadeng Hu, 5

---

**Y**

Yiman Yimer, 7  
Yoffe, S.B., 27  
Yoshida, T., 11

---

**Z**

Zegarra, A.V., 24  
Zerihun, D., 31  
Zhivkov, Z., 13  
Zhou Mingyao, 6

Редакционная коллегия:

Духовный В.А.

Пулатов А.Г.

Турдыбаев Б.К.

Адрес редакции:

Республика Узбекистан, 700187, г. Ташкент,

массив Карасу-4, дом 11

НИЦ МКВК

Составитель Ананьева Н.Д.

Компьютерная верстка и дизайн Турдыбаев Б.К.

