



Рисунок. Общая схема программного комплекса.

ния, набор локальных данных (необходимых только для данного модуля), а также набор подпрограмм начальной инициализации, сохранения / восстановления локальных данных модуля.

**Модуль реакции на аварийные ситуации** содержит набор программ, выдающих предупреждения оператору, в случае выхода моделируемых параметров за заранее указанные границы.

**Модуль человеко-машинного интерфейса** предназначен для отображения полученных результатов на экране оператора в форме, удобной для восприятия человеком, возможно с привлечением средств мультимедиа. Также в его функции входит ввод или изменение оператором данных, находящихся в общем поле памяти системы. Кроме этого, он осуществляет управление работой всей системы в целом.

**Модуль протоколирования работы системы** предназначен для записи значений моделируемых параметров в указанные моменты модельного времени. Также может использоваться для построения графических зависимостей в процессе работы системы.

**Модуль начальной инициализации системы** используется для начального задания параметров системы. Осуществляет инициализацию общего поля памяти, а также вызывает подпрограммы начальной инициализации программных модулей моделирования процесса.

**Модуль сохранения / восстановления состояния системы** осуществляет запись на диск или чтение с него общего поля памяти системы, а также вызов соответствующих подпрограмм модулей моделирования процессов. Таким образом, обеспечивается возможность «фотографии» состояния системы на указанный момент модельного времени.

Три последних модуля функционально можно выделить в единый комплекс управления базами данных. Кроме функци-

ональных модулей, можно выделить следующие подсистемы, обеспечивающие надежность хранения информации, с одной стороны, и технологичность ее использования, с другой:

- 1) ограничения прав, позволяющую исключить несанкционированный доступ к базе данных и изменение находящейся в ней информации;
- 2) регистрации вносимых изменений, которая, кроме регистрации факта изменения или добавления данных, должна хранить сведения об операторе, осуществившем изменение;
- 3) синхронизации информации в различных версиях базы, особенно актуальную, когда пополнением данных занимаются одновременно несколько субъектов, разнесенных территориально, что исключает возможность использования локальной вычислительной сети для совместного доступа пользователей к информации, хранящейся в базе данных;
- 4) автоматизированного восстановления отсутствующих данных и проверки их корректности, исходя из статистического анализа поведения имеющихся данных по стандартным и/или разработанным пользователем методикам восстановления, с обязательным сохранением информации об использованной методике в каждом конкретном случае;
- 5) прогнозирования естественных и антропогенных величин на основе стандартных и/или разработанных пользователем методик;
- 6) формирования множественного запроса информации по принятым, в конкретном случае, критериям отбора, с возможностью последующей передачи результатов внешним или встроенным программам;
- 7) визуального анализа полученных результатов с возможностью вывода графической информации на печатающее устройство;
- 8) архивации базы данных на внешний носитель и ее последующего восстановления, в случае необходимости;
- 9) обмена информацией через глобальную компьютерную сеть Internet, в т.ч. получения необходимой информации из базы данных и пополнения базы уполномоченными лицами;
- 10) хранения стандартных и/или разработанных пользователем методик (алгоритмов) в виде подключаемых DLL - модулей, использование которых позволяет значительно снизить себестоимость разработки специализированных программных средств, их модернизации, в случае изменения государственных стандартов, в т.ч. ранее созданных программ;
- 11) автоматизированного обновления соответствующих модулей базы данных, позволяющую, согласно запросу пользователя, выполнять соответствующие операции с использованием поставляемого гибкого носителя или через глобальную вычислительную сеть Internet, включая модернизацию программного обеспечения.

Анализ существующего программного обеспечения, исходя из необходимости реализации вышеуказанных подсистем, позволил нам выбрать для данного проекта систему Microsoft Access с разработкой программных модулей при помощи Visual Basic 5.0.

УДК 631.4

**Мороз М. Ф.**

## К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ

Одним из важнейших вопросов, решаемых при назначении технологических схем управления и параметров водного

режима водного режима, является подготовка исходной информации в составе управляющих факторов и параметров. За один из основных параметров традиционно при-

**Мороз Михаил Федорович.** Доцент каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций. Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.

режима мелиорируемых земель, является подготовка исход-

ной информации в составе управляющих факторов и параметров. За один из основных параметров традиционно при-

С т р е м к а	Объемная влажность, $Y$ , %		Средне-квадратическое отклонение, %	Коэффициент вариации ( $C_v$ )	Регрессионный анализ		Примечание
	$Y_{min}$	$Y_{max}$			Уравнение регрессии	Коэфф. корреляции	
1	7,04	70,66	16,5	14,3	$Y=12,9+0,6*X$	0,795	Y - средняя влажность в слое (0...30)см; X - влажность на глубине (15) см
2	3,43	58,27	18,0	115,8	$Y=3,47+0,8*X$	0,932	
3	2,23	32,47	6,87	20,4	$Y=1,46+0,86*X$	0,945	

косвенно отображает состояние почвенных влагозапасов на сельскохозяйственных полях. Действительно, капиллярное подпитывание оказывает существенное влияние на водно-балансовые условия корнеобитаемого слоя почвы. Исследования [1] показывают, что при УГВ (0,8 ÷ 0,7) м капиллярное подпитывание торфяных почв может составить (1...2) мм/сутки и при водопотреблении растений (3...5) мм/сутки может играть решающую роль в формировании урожая. Кроме того, в качестве управляющих факторов широко используется ряд климатических и гидрографических режимоформирующих факторов. Данные факторы используются в контексте составления баланса почвенной влаги в корнеобитаемом слое с решением дифференциальных уравнений влагопереноса, теплопроводности, уравнения Буссинеска.

Таким образом, управление водным режимом в определенных гидролого-климатических, гидрогеологических и хозяйственных условиях Беларуси сводится к регулированию в оптимальных пределах капиллярного подпитывания корнеобитаемого слоя почвы, т. е. к регулированию УГВ. Такой принцип широко используется при управлении водным режимом земель на осушительно-увлажнительных системах с подпочвенным увлажнением. Главным управляемым звеном является уровень воды в канале, обеспечивающий вполне определенное значение УГВ на мелиорируемой территории. Задача управления здесь сводится к обеспечению оптимальных почвенных влагозапасов путем перевода УГВ из одного стационарного состояния в другое при заданной точности регулирования [2].

Однако, критический анализ состояния формирования водного режима почв в условиях мелиораций, проведенный рядом ученых, показал, что не на всех мелиоративных системах можно осуществить оптимальное регулирование водного режима при помощи УГВ. Основными причинами являются: нарушение капиллярной связи верхних слоев почвы, развитость микрорельефа и значительная пестрота свойств почвенного покрова, отсутствие гарантированного водоисточника и ресурса управляемости из-за несовершенства конструкции регулирующей сети. Для повышения качества регулирования водного режима почв используется комплекс дополнительных мелиоративных мероприятий: целенаправленные культуртехнические работы; ускорение поверхностного стока; проведение планировочных работ и т.п. [1]. Управление водным режимом, в этом случае, значительно усложняется, поскольку оно осуществляется выборочно (по УГВ и влажности корнеобитаемого слоя). Реализовать подобный алгоритм управления представляется возможным только на системах вертикального дренажа.

Опыт эксплуатации осушительно-увлажнительных систем (ОУС) при использовании вертикального дренажа показал, что, даже при работе мелиоративной системы в режиме осушения, УГВ не всегда могут использоваться как критерий оценки режима осушения земель, а при работе ОУС в режиме орошения - сроки и норма полива должны назначаться только

по влажности корнеобитаемого слоя почвы. Так, при осушении земель в случае напорного водного питания, одним режимом откачки невозможно добиться требуемого понижения УГВ и оптимальных почвенных влагозапасов. Этот факт необходимо учитывать при назначении комплекса мелиоративных мероприятий с целью формирования оптимальной влажности корнеобитаемого слоя почвы. В тоже время, правила эксплуатации мелиоративных объектов предусматривают измерение влажности в нескольких "характерных" точках на мелиорируемой территории, а затем, по значению осредненного, зачастую в сторону "ухудшения", показателя влажности, назначается ее исходное значение и вырабатывается управляющее воздействие на увлажняемую площадь, в целом.

Такой подход в получении информации о почвенной влажности приводит к искажению действительной картины влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, а в условиях значительной пестроты характеристик микрорельефа, влагосодержания и др. - к потерям урожайности и снижению экономической эффективности мелиоративных мероприятий.

В связи с этим, особую важность приобретает вопрос исследования законов вариации влажности корнеобитаемого слоя как по площади, так и по глубине и установление репрезентативных точек ее измерения датчиками влажности почвы при автоматизации управления водным режимом [1]. С этой целью, нами проведены специальные полевые исследования на мелиоративном объекте "Осиповка" в Брестской области.

Объект исследования представляет собой участок, площадью 300 га, сложенный торфяно-болотными и песчаными отложениями. Торфяно-болотные почвы с мощностью торфа от 0,3 до 1,0 метра и повсеместно подстилаемые песками, занимают самые низкие (по рельефу) территории, приуроченные к бессточным котловинам. На глубине 1,5...2,0 метра, выборочно, залегает слабводопроницаемая прослойка средней толщиной 2,0 метра. Несколько повышенные по рельефу участки заняты минеральными, преимущественно дерново-подзолистыми и дерново-глеевыми почвами.

Основной метод осушения участка: ускорение внутрпочвенного стока под действием скважин вертикального дренажа, в западинах и понижениях предусмотрен горизонтальный материальный дренаж. Условия водного питания: в повышенных местах - атмосферное питание, а в западинах - атмосферное питание и приток поверхностных вод с прилегающих песчаных повышений.

Для соблюдения условия случайной выборки и исключения субъективного подхода в назначении мест отбора влажности, участок, характерный по почвенным разностям и рельефу (площадью 25 га), был разбит на квадраты. Сторона квадрата, из условия обеспечения однородной совокупности в отношении запасов влаги на рассматриваемых глубинах, принята равной 100 метрам, наибольший перепад отметок местности составил 1,61 метра, максимальный уклон - 0,0097, общий уклон участка с запада на восток - 0,00023. Измерение

влажности проводилось термостатно-весовым способом в трехкратной повторности, отбор образцов осуществлялся по вершинам квадратов на глубине (0...10, 10...20 и 20...30) см, за три сеанса единовременной (продолжительность сеанса 3...4 часа) съемки и составил по объему 108 единиц. Положение УГВ в первом сеансе съемки - 93, втором - 107 и в третьем - 139 см.

Статистическая обработка результатов измерений проводилась по стандартным программам на ПЭВМ. Результаты статистической обработки приводятся в таблице.

Сравнительный анализ материалов таблицы позволил сделать следующие выводы:

1) подтверждается хорошая корреляционная связь ( $r = 0,795...0,945$ ) объемной влажности и влагозапасов слоя (0...30) см с ее точечным измерением на глубине 15 см;

УДК 628.16

**Яромский В.Н., Лысенкова Т.М., Соколюк С.В.**

## О КОНСТРУИРОВАНИИ АППАРАТОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ВОД

Изучение химических свойств минеральных азотсодержащих соединений и теоретический анализ возможных методов их удаления из подземных вод /1/ показали, что в условиях водоснабжения автономных объектов предпочтительнее физико-химические методы, а именно ионный обмен и сорбция, — для установок средней и малой производительности для коллективных и индивидуальных водопользователей они более подходят по надежности и простоте эксплуатации.

Конструктивный тип аппарата для проведения физико-химических процессов очистки, принцип его действия, технологические характеристики зависят от многих факторов, к важнейшим из которых, определяющих устройство аппарата, можно отнести следующие: неоднородность системы (степень осветления жидкой фазы), концентрация в ней целевого компонента, ее физические и химические свойства, разность плотностей взаимодействующих фаз, интенсивность их перемешивания, время контакта и время установления равновесия, соотношение между жидкой и твердой фазами, непрерывность или периодичность процесса, удобство монтажа, обслуживания и ремонта аппарата, простота его изготовления, доступность конструктивных материалов и т.д. В общем случае важнейшее значение приобретают высокая производительность и высокая эффективность оборудования.

Конструктивный тип аппарата зависит также от условий проведения процесса и свойств участвующих в нем веществ.

В результате исследований эффективности очистки водных систем методом сорбции /2/ было выявлено, что активированный уголь проявляет слабые сорбционные свойства по отношению к нитрат-ионам. Очистка подземной воды методом сорбции с использованием активированного угля возможна лишь при малых скоростях фильтрования (не более 0.2 м/ч) и содержании нитратов в исходной воде не более 70 мг/л. Реализация процесса сорбционной очистки в статических условиях требует длительного контакта обрабатываемой воды с сорбентом, а, следовательно, неэкономично больших объемов сооружений водоподготовки при низкой емкости активированного угля.

2) положение УГВ в сложных гидрогеологических условиях не оказывает существенного влияния на величину влагозапасов в слое (0...30) см;

3) процесс формирования влагозапасов по глубине почвенного слоя не противоречит нормальному закону распределения случайных величин.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасик Г.И., Шабан Н.С., Пятницкий В.Н., Трибис В.П. Комплексное регулирование условий жизни растений на торфяных. - Мн.: Ураджай, 1980.-134с.
2. Митрахович А.И., Майорчик А.П., Мороз М.Ф. О пропорциональном распределении влагозапасов //Мелиорация переувлажненных земель//,Труды, т. XLIV. -Мн.:Ураджай,1997.-С.100-105.

Таким образом, процесс сорбционной очистки воды от нитратов может быть применен в компактных установках водоподготовки в качестве промежуточной стадии очистки.

В работе /3/ на основании экспериментальных исследований анализируется практическая возможность использования различных типов ионообменных смол для очистки природных вод от азотистых соединений методом ионного обмена. Эффективность удаления нитратов достигает 99 %, и, применительно к водоснабжению небольших автономных объектов, с учетом конструктивных, технологических и экономических показателей ионообменного оборудования, для очистки подземных вод от азотистых соединений рекомендуется использовать аппараты периодического действия со сплошным неподвижным слоем ионита.

На рисунке представлены некоторые варианты схем аппарата индивидуального водопользования для физико-химической очистки воды от нитратов и нитритов. В первом случае (а) в качестве загрузки фильтра используется высокоосновный анионит марки АВ-17.8. Второй вариант технологической схемы (б) включает двухслойный фильтр, в котором по ходу движения воды располагаются анионит марки Purolite min./600.ОН. и активированный уголь БАУ. Для поддержания обменной емкости сорбенты периодически регенерируются и промываются в процессе эксплуатации. В качестве основного варианта физико-химической очистки рекомендуется анионный обмен ( см. рисунок, а).

Регенерация высокоосновного анионита осуществляется путем пропускания через отработанный анионит 4 %-ного раствора NaOH или  $Na_2CO_3$  в условиях, предусмотренных СНиП /4/.

Для разработки методики расчета компактного аппарата индивидуального пользования для очистки азотсодержащих подземных вод ионным обменом был использован метод, основанный на решении математических моделей ионообменной очистки /5/. Целью экспериментальных исследований ставилось изучение влияния на эффективность процесса очистки воды от азотсодержащих соединений основных факторов при работе ионообменной колонки:

**Яромский Виктор Николаевич.** К.т.н., заведующий каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.

**Лысенкова Татьяна Михайловна.** К.т.н., доцент каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.

**Соколюк Светлана Васильевна.** Аспирант каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.

Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.