

Н.Ф., Нерпин С.В., Котов А.И. Начальные условия движения жидкости в дисперсных системах. — В сб.: Четвертая Всесоюзн. конф. по коллоидной химии (тез. докл.). М., 1958. 13. Брусиловский А.И., Рудой А.У. Некоторые теоретические предпосылки к прогнозу водного режима на почвах тяжелого механического состава. — В сб.: Мелиорация переувлажненных земель. Т. XXII. Минск, 1974. 14. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. Т. 1. М., 1965.

УДК 631.6(-52):556.332.52

В.П. Сельченко, Г.И. Лютко,
В.А. Деревянко, В.Н. Шульга

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

Одной из существенных сторон комплексной механизации и автоматизации производственных процессов является проблема сбора, передачи и обработки информации, необходимой для управления технологическим процессом и решения связанных с ним научно-технических вопросов. В условиях возрастающей сложности современных технологических процессов простое количественное накопление на объекте контроля разнообразных измерительных приборов, построенных по "классической" схеме (датчик — измерительная цепь — указатель или регистратор), становится невыгодным ни в отношении удобства эксплуатации, ни в экономическом отношении [1].

При мелиорации земель одним из параметров, определяющим условия благоприятного водообеспечения растений, является уровень грунтовых вод. Использование этого параметра в качестве регулирующего обуславливает применение в измерительной системе первичных преобразователей, создание или приобретение которых осуществляется значительно проще, чем, например, датчиков влажности почвы. С учетом этого в лаборатории автоматизации управления водным режимом почв БелНИИМиВХ была разработана и изготовлена информационно-измерительная система, которая обеспечивает сбор информации от датчиков уровня грунтовых вод, ее переработку, хранение, отображение и оперативное использование.

В информационно-измерительной системе УГВ функции отдельных измерительных приборов выполняются одним централизованным автоматическим устройством, связанным с пер-

ичными измерительными преобразователями, воспринимающими измерительную информацию в большом числе точек, и осуществляющим измерение этих величин и обработку полученных результатов измерения с последующей выдачей результатов человеку. Система работает по принципу оббегающего контроля и измерения и включает следующие основные узлы: 1) комплект измерительных преобразователей, воспринимающих измеряемые величины и соединяющих систему с исследуемым объектом; 2) коммутирующее устройство, предназначенное для поочередного подключения преобразователей к системе; 3) измерительное устройство; 4) устройство масштабирования; 5) устройство отображения и хранения информации; 6) программное устройство, осуществляющее управление работой системы.

Комплект измерительных преобразователей. Для передачи информации от измерительных преобразователей в системе измерения УГВ использован частотный принцип. Преобразовательные блоки частотных систем отличаются простотой схемы и миниатюрностью. Для частотных систем характерна высокая помехоустойчивость и малая погрешность преобразования и передачи информации.

Так как из-за отсутствия измерительных преобразователей с частотным выходом в системе измерения УГВ применены поплавковые приборы уровня моря, возникла необходимость разработки и применения дополнительных преобразователей. Принцип работы поплавкового датчика уровня моря основан на преобразовании изменений уровня воды в изменение величины потенциометра, что осуществляется с помощью поплавкового устройства и системы шестерен. Величина сопротивления варьирует в пределах от 5,5 до 2005 Ом при диапазоне измерения 3 м.

Анализ существующих методов преобразования сопротивления в частоту показал, что такие устройства в большинстве случаев обладают существенной нелинейностью и значительной погрешностью. Применение специальных схем позволяет улучшить линейность преобразования и уменьшить погрешность, но при этом диапазон изменения сопротивления значительно меньше, чем у датчиков уровня моря [2]. Поэтому принят метод двойного преобразования: сопротивление – напряжение – частота. Преобразование сопротивление – напряжение не представляет в данном случае трудностей, а преобразование напряжение – частота может выполняться на основе уже существующих схемных разработок [3...5].

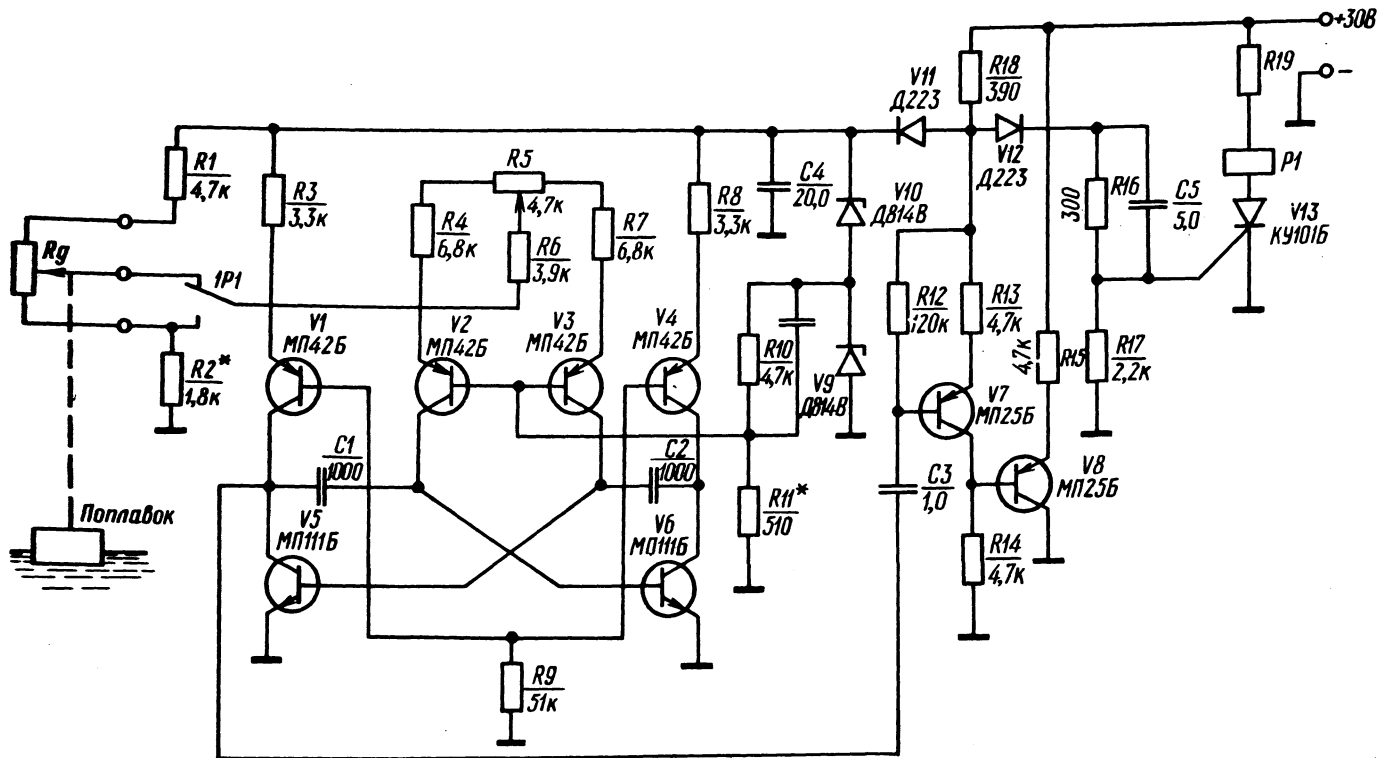


Рис. 1. Частотный датчик уровня воды.

Схема частотного датчика уровня воды приведена на рис. 1. В схеме применен транзисторный преобразователь напряжения, частота которого снимается с выводов потенциометра R_D .

Преобразователь представляет собой управляемый по частоте мультивибратор, в котором используется заряд конденсаторов $C1$ и $C2$ в цепях коллекторно-базовых связей током постоянной величины. Роль токостабилизирующих двухполюсников выполняют транзисторы $V1$ и $V9$. В коллекторных цепях транзисторов $V5$ и $V6$ включены эмиттерные повторители $V1$ и $V4$, которые также выполняют роль токостабилизирующих двухполюсников.

Так как начальная частота F_0 датчика, соответствующая нулевому значению сопротивления R_D (средний вход в нижнем положении), может быть различной для каждого датчика и подвержена температурному влиянию, в схеме датчика предусмотрено устройство, обеспечивающее возможность регистрации начальной частоты. Устройство на тиристоре $V5$ работает следующим образом при включении датчика в цепь питания (ЗОВ) ток заряда конденсатора $C5$, протекая через управляющий электрод тиристора, открывает его. Реле $P1$

срабатывает и подключает к резистору $R6$ нижний по схеме вывод потенциометра R_D , что соответствует начальной частоте. После регистрации начальной частоты датчика последний кратковременно ($< 0,5$ с) отключается от цепи питания, реле выключается. Конденсатор $C5$ остается заряженным и при повторном включении питания включение реле не происходит. В этом случае к резистору $R6$ подключен средний вывод R_D . Последнее соответствует приращению частоты $F_0 + \Delta F$, где $\Delta F = kh$ - величина приращения частоты, пропорциональная измеряемому уровню.

В случае значительного удаления датчиков от системы весьма важным является вопрос уменьшения количества соединительных проводов. В схеме датчика съем выходной частоты производится с проводов питания. Принцип съема выходной частоты датчика с проводов питания основан на том, что ток от источника питания всегда пульсирует с частотой, равной выходной частоте датчика. Для увеличения амплитуды пульсации тока в схему датчика введен усилитель на транзисторах $V7$ и $V8$.

Таким образом, конструкция частотного датчика уровня воды обеспечивает преобразование перемещения поплавка и

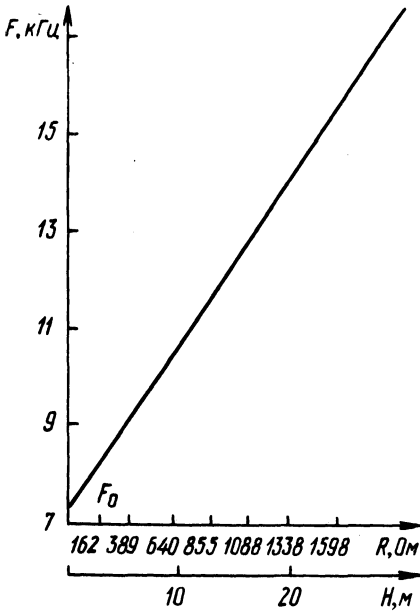


Рис. 2. Зависимость частоты датчика (F) от величины сопротивления R . (уровня воды).

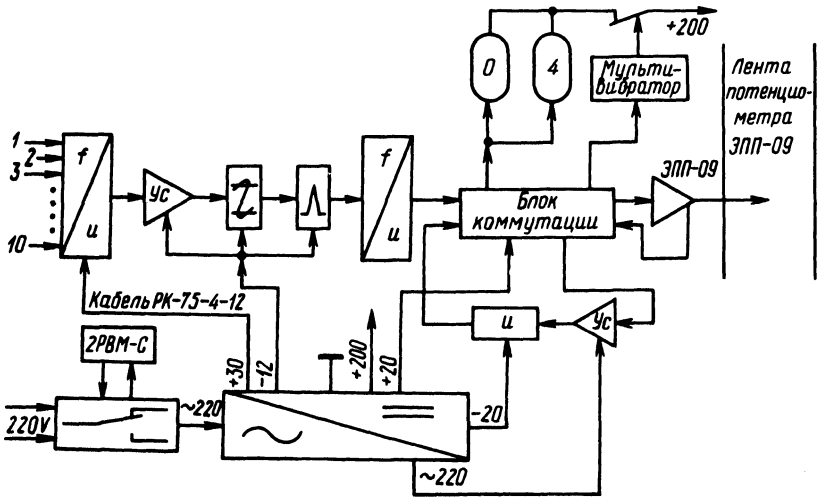


Рис. 3. Блок-схема системы автоматического измерения уровня грунтовых вод.

Связанного механически с ним движка потенциометра в частоту, возможность регистрации начальной частоты и ее приращения, вызванного изменением уровня воды, а также возможность съема выходной частоты с цепей питания, что позволяет использовать двухпроводную линию связи между датчиком и системой.

В результате лабораторных испытаний десяти экземпляров частотных датчиков уровня воды выявлено, что схема датчика обладает высокой надежностью, простотой монтажа и настраивается, а также обеспечивает хорошие метрологические характеристики (рис. 2).

Коммутирующее устройство. Так как скорость изменения динамики УГВ весьма мала, то, следовательно, система не должна быть значительно быстродействующей. Эта особенность, а также требование высокой эксплуатационной надежности и определили применение в качестве коммутирующего устройства шагового искателя типа ШИ-25-8, работающего в режиме "самохода". Управление шаговым искателем производится или переключением электронного потенциометра типа ЭПП-09, имеющего возможность производить регистрацию 24 точек измерения, или вручную. Электронный потенциометр производит также запись на диаграммную бумагу результатов измерения.

Программное устройство. Система автоматики предусматривает работу по заданной программе. В качестве программного устройства системы используется программное реле времени 2РВМ-С, конструкция которого дает возможность подавать команды на включение системы через интервал времени от 15 мин до 24 ч.

Работа системы. Система (рис. 3) построена таким образом, что обеспечивает возможность работы в трех режимах: в автоматическом периодическом; в автоматическом непрерывном; в ручном.

Автоматический непрерывный режим работы УГВ предназначен для работы системы от реле времени 2РВМ-С. Когда импульс от реле приходит к станции, срабатывает реле подключения питания, а затем самоблокируется. Вся аппаратура начинает работать в режиме "самопрогрева". Это время обеспечивается установкой режима печати. Когда потенциометр сделает полный цикл печати, включается система измерения. Один замер проходит две стадии. На первом этапе идет компенсация нулевой частоты, а на втором — непосредственно измерение. После опроса первого датчика цикл повторяется, по-

ка система не опросит все датчики. При переходе переключателя ЭПП-09 в положение 23 срабатывает реле, которое своими контактами разрывает цепь питания пускового реле. Последний отключает систему от сети. После этого система ждет следующего импульса от реле времени.

Автоматический непрерывный режим работы предназначен для непрерывного опроса всех датчиков. Опрос производится также, как и при периодической работе.

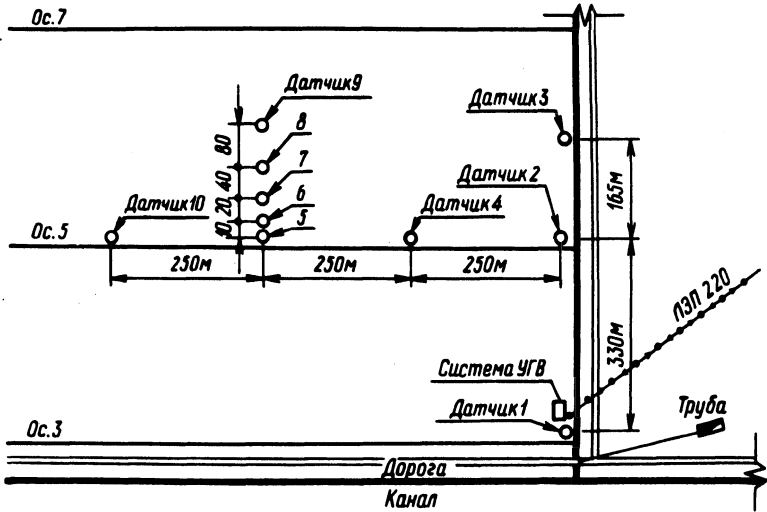


Рис. 4. Схема установки датчиков уровня воды.

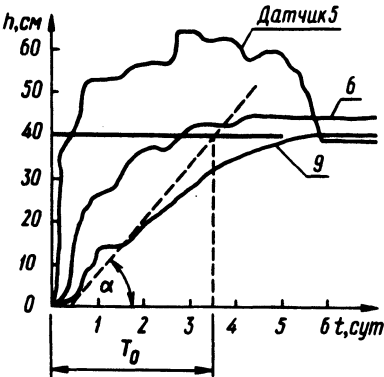


Рис. 5. Кривые переходных процессов по определению динамических характеристик объекта.

При ручном режиме запись на ленту ЭПП-09 не производится. Переключение датчиков осуществляется переключением системы. Этот режим предназначен для настройки системы и проведения профилактических регулировок.

Во всех режимах работы системы питание ее осуществляется от стабилизированных источников питания напряжением — 30В, —20; —12; +20; +30В. Набор опрашиваемых датчиков отмечается цифровым индикатором, работа которого управляется контактными группами шагового искателя, мультивибратором и переключателем системы.

Практическое применение системы автоматического измерения уровня грунтовых вод. Система автоматического измерения УГВ и УВК смонтирована на опытном участке Полесской опытно-мелиоративной станции, ограниченном каналами Б-1, Б-3, Б-1-4, Б-1-0-4, где проводились детальные исследования динамических характеристик открытой сети с одновременной регистрацией переходных процессов в звене канал-почва, определением влияния и характера обратной связи почва-канал и осадки — почва — канал (рис. 4).

За период своей эксплуатации с мая по ноябрь 1977 г. система произвела около 2000 циклов измерений УВК и УГВ. Были проведены пассивные наблюдения за изменением уровня грунтовых вод и уровня воды в канале в зависимости от стохастических возмущений (осадков и испарения). Во время этих экспериментов система работала в автоматическом периодическом режиме, и в зависимости от программы реле времени 2РВМ-С включалась и производила измерения через 2 — 3 ч. В осенний период с помощью системы проводились опыты по определению динамических характеристик исследуемого объекта (рис. 5).

В дальнейшем предусматривается усовершенствование системы автоматического измерения УГВ и УВК с целью автоматического регулирования указанных параметров.

Л и т е р а т у р а

1. Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. М., 1966. 2. Островский И.Ф. и др. Линейный преобразователь активного сопротивления в частоту на интегральных микросхемах. — Приборы и техника эксперимента, 1974, № 1. 3. Тычино К.К. Преобразователи напряжения в частоту. М., 1972. 4. Лопатин В.В. Преобразователь напряжения в частоту на операционном усилителе 1УТ402. — Приборы и техника эксперимента, 1974, № 1. 5. Адиев Т.М. Двухполярный преобразователь напряжения в частоту с большим выходным сопротивлением. — Приборы и техника эксперимента, 1973, № 4.