

ГИДРОМЕТРИЯ

Г. В. Вартанян

Новый метод измерений по режиму грунтовых вод и
влажности почв на больших массивах с передачей
данных на расстояние

В в е д е н и е

Измерение уровня грунтовых вод имеет важное значение для районов, где происходит заболачивание и засоление почв. Эта работа необходима, как для практиков-земледельцев, для установления времени обработки почвы, так и для мелиораторов при проектировании осушительных работ по расслоению почв.

Однако существующий метод измерения уровня грунтовых вод—простой замер—отнимает много времени.

В то же время точность работ зависит от индивидуальных качеств измеряющего. Такое измерение уровня грунтовых вод производится не одновременно в различных точках, а потому невозможно получить данные одновременно для всех шурфов.

Разработанный нами метод, основанный на принципах радиотехники и электроники, дает возможность путем диспетчеризации в течение нескольких минут с одной центральной точки получить показания уровня грунтовых вод во всех шурфах изучаемого района.

Аппарат, сконструированный для этой цели, может одновременно передавать на расстояние также показания о концентрации солевого раствора, о направлении и скорости грунтовых вод, о влажности почв.

Такая универсальность аппарата крайне упрощает и ускоряет работы и устраняет необходимость в больших затратах для получения вышеуказанных сведений.

Предлагаемый метод легко может быть внедрен в производство и может служить целям освоения и эксплуатации заболоченных и засоленных земель.

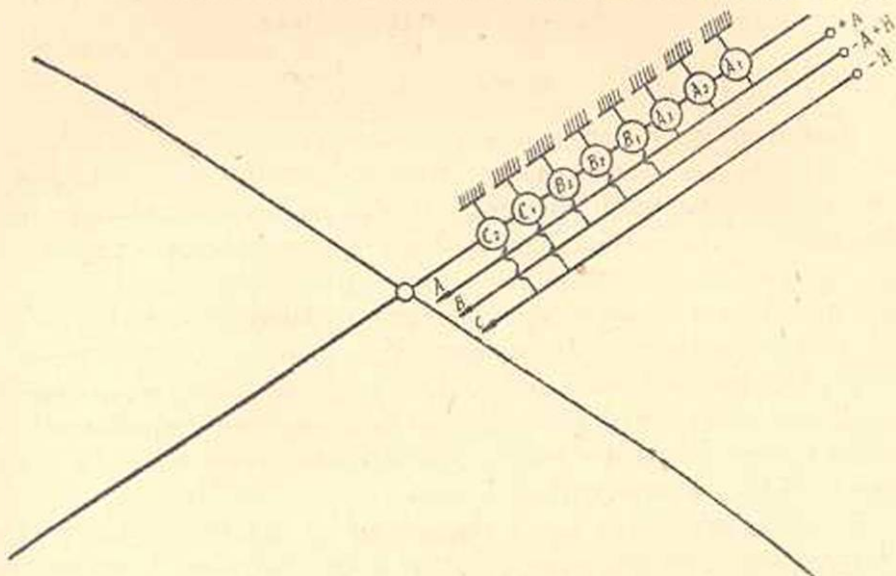
Не исключена возможность комплексного применения данного универсального аппарата с автоматическим управлением и регулированием на расстоянии расходов каналов путем диспетчерского контроля и регулирования поливов, передачей данных о влажности на большие расстояния с использованием или специальной или существующей проводки (электро- и телефонно-телеграфные линии), а также по радио.

1. Уровни грунтовых вод

В 1949 г. в Армянском научно-исследовательском институте гидро-техники и мелиорации нами было разработано «Устройство для дистанционного контроля уровня жидкости».*

Предлагаемое устройство (датчик) дает возможность дистанционного контроля уровня жидкости путем передачи показаний по уровням на расстояние или по радио, или по специальным проводам, или с использованием существующей проводки (электросеть, телефонно-телеграфные линии).

Для передачи на расстояние уровня грунтовых вод по специальной проводке в центре массива располагается буровая скважина, от которой



Фиг. 1

разбиваются четыре луча (фиг. 1). На каждом луче располагаются восемь шурфов ($A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3, C_1, C_2$). В каждом шурфе устанавливается датчик, а рядом с шурфом устанавливается передающий электронный аппарат. Для передачи показаний и питания электронных аппаратов проводится трехпроводная линия (A, B, C).

В зависимости от изменения уровня воды изменяется электрический параметр R в датчике, который в электронном передающем аппарате превращается в ток повышенной частоты и при помощи одного из проводов (A, B, C) и заземления передается в диспетчерский пункт у буровой скважины. На шкале электронного приемно-измерительного аппарата получаем уровень воды, который, в случае необходимости, одновременно фиксируется самопишущим аппаратом. Уровень грунтовых вод во всех 32-х шурфах определяется в течение нескольких минут.

При помощи одного провода передаются показания из трех шурфов.

* Авторское свидетельство № 81312.

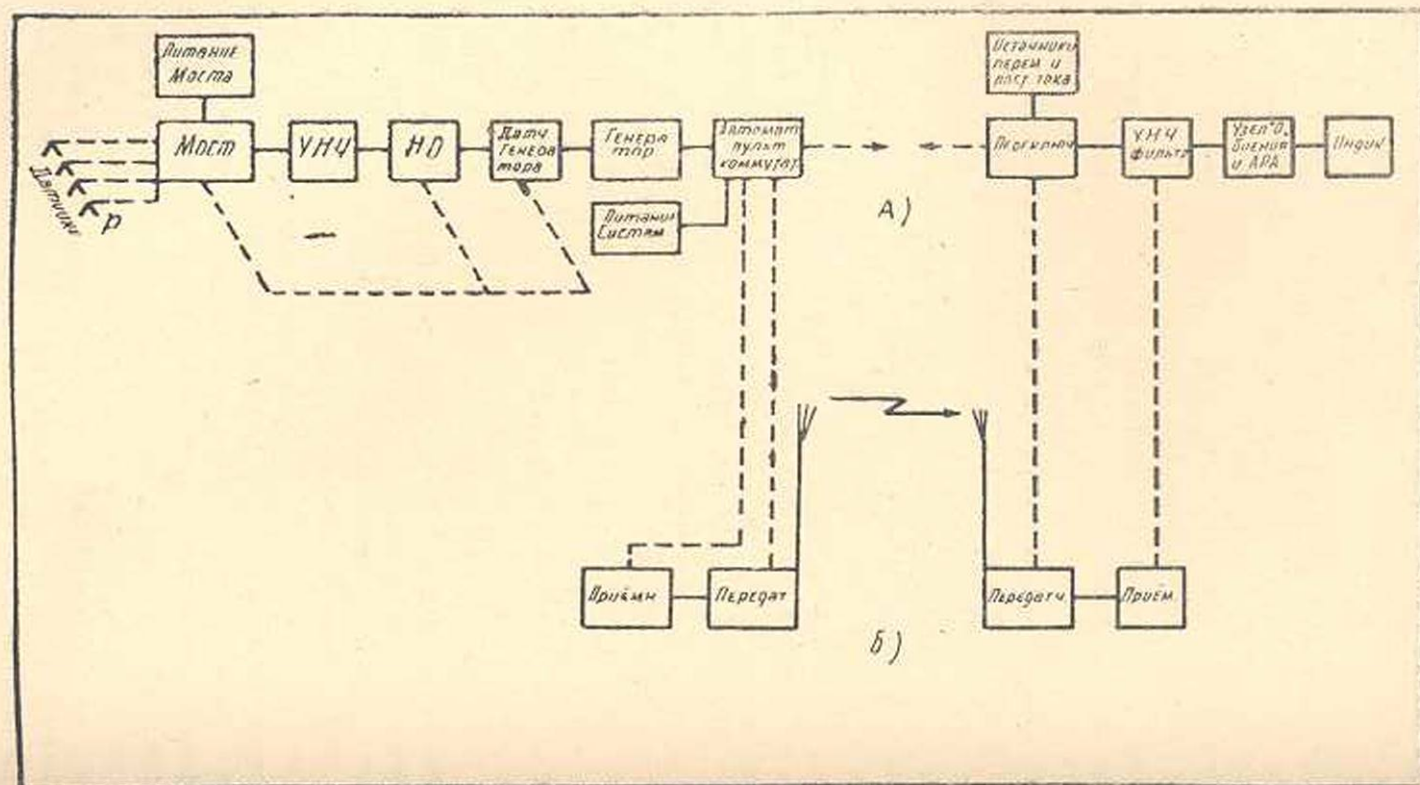
Например, провод «а» обеспечивает передачу из шурфов A_1, A_2, A_3 , причем весь диапазон частот делится на три части: для шурфа A_1 применяются частоты 100—3100 гц, для шурфа A_2 — 3500—6500 гц, и для шурфа A_3 — 7000—10000 гц. В случае пользования для передачи линиями телефонно-телеграфной проводки, применяются частоты до 20000 гц.

В измерительном аппарате предусмотрены фильтры для пропускания нужного диапазона частот. Очевидно, что в измерительном аппарате получающаяся частота (f) должна изменяться в определенном диапазоне, но в зависимости от уровня воды h в шурфе, т. е. $f = F(h)$.

Передача показаний по линиям «В» и «С» совершенно аналогична. Питание передающих аппаратов на шурфах осуществляется из диспетчерского пункта по тем же проводам, как показано на схеме, — или от батарей, или же от электросети при помощи выпрямителя переменного тока. При этом применяются соответствующие фильтры, создающие самостоятельные каналы для переменного и постоянного токов.

На фиг. 2 приведена общая схема электронно-преобразующей и приемно-передающей аппаратуры. Датчики, установленные в шурфах, являются одним из плеч линейного моста, причем число датчиков зависит от диапазона колебаний уровня воды. Для диапазона уровня воды в пределах одного метра понадобятся четыре—пять датчиков, смонтированных на одной рейке. Мост присоединяется к ламповому усилителю низких частот (УНЧ), собранному по схеме электронного моста, на выходе которого включен нуль-орган (НО) с реверсивным сервомоторчиком, который следит за уравновешенностью моста. Последний питается от стабильного лампового генератора RC. На оси сервомоторчика жестко закрепляется датчик генератора (на схеме: датчик-генератор), представляющий R или C стабильного генератора, собранного по схеме RC (генератор). Таким образом, при изменении горизонта воды (h) изменяется частота генератора (f). Полученный ток с определенной частотой может передаваться как по проводам (пунктирная стрелка), так и по радио (передатчик).

Сигнал из наблюдательного объекта принимается приемно-измерительным аппаратом в диспетчерском пункте, при этом или непосредственно по проводам, или специальным радиоприемником, смотря по тому, какой способ передач сигналов применяется в данном пункте. В приемном пункте имеются фильтры и усилитель низких частот. Фильтры обеспечивают прием определенной полосы частот, а также задерживают атмосферные помехи в том случае, когда применяется передача сигналов по радио. В большинстве случаев передачи производятся на расстояние не свыше 20—25 км. Связь на таком расстоянии вполне могут обеспечить экономичные УКВ радиопередвижки (в случае прямой видимости), приспособленные для этой цели. Целесообразность применения УКВ диапазона для передачи объясняется также тем, что в этом диапазоне атмосферные помехи имеют незначительную величину. В горных районах, где затрудняется прием УКВ сигналов, можно применять КВ передвижку. Очевидно, что при передаче по радио нет необходимости иметь разные



Фиг. 2

диапазоны низких частот. Имея во всех шурфах одну определенную полосу частот можно их модулировать на разные несущие частоты в УКВ радиобератчиках. После предварительного усиления сигнал попадает в смесительную лампу-узел нулевых биений, где также имеется генератор стабильных частот, собранный по схеме КС.

Схема генератора не играет особой роли; главное, чтобы он работал стабильно и перекрывал нужный диапазон.

Для обеспечения высокого качества нулевых биений в узле предусмотрен автоматический регулятор амплитуды, собранный по видоизмененной схеме АРЧ (автоматический регулятор чувствительности Махониша). В схеме применяется двойной диод, причем один из них обеспечивает постоянство амплитуды в предварительном усилителе, а второй — постоянство амплитуды местного генератора. В цепь анода-смесителя включается индикатор нуля или, при помощи специального усилителя постоянных токов, включается самопишущий аппарат, регистрирующий принятые сигналы. На визуальной шкале местного генератора можно получить необходимые показания. Для рациональной эксплуатации аппаратуры и питания систем, а также для обеспечения необходимых переключений в аппаратуре наблюдательного пункта, которые производятся путем телеуправления, в схеме используются дополнительные устройства — узлы. В их состав входят: переключатель, источники переменного и постоянного тока, передатчик (диспетчерский пункт), приемник, автомат-пульт-коммутатор и питание систем (наблюдательный пункт). Передатчики и приемники экономичны в потреблении энергии питания, имеют небольшие размеры и просты по схемам.

Автомат-пульт-коммутатор служит для включения и выключения питания, а также для переключения вида измерений и управляется на расстоянии при помощи переключателя.

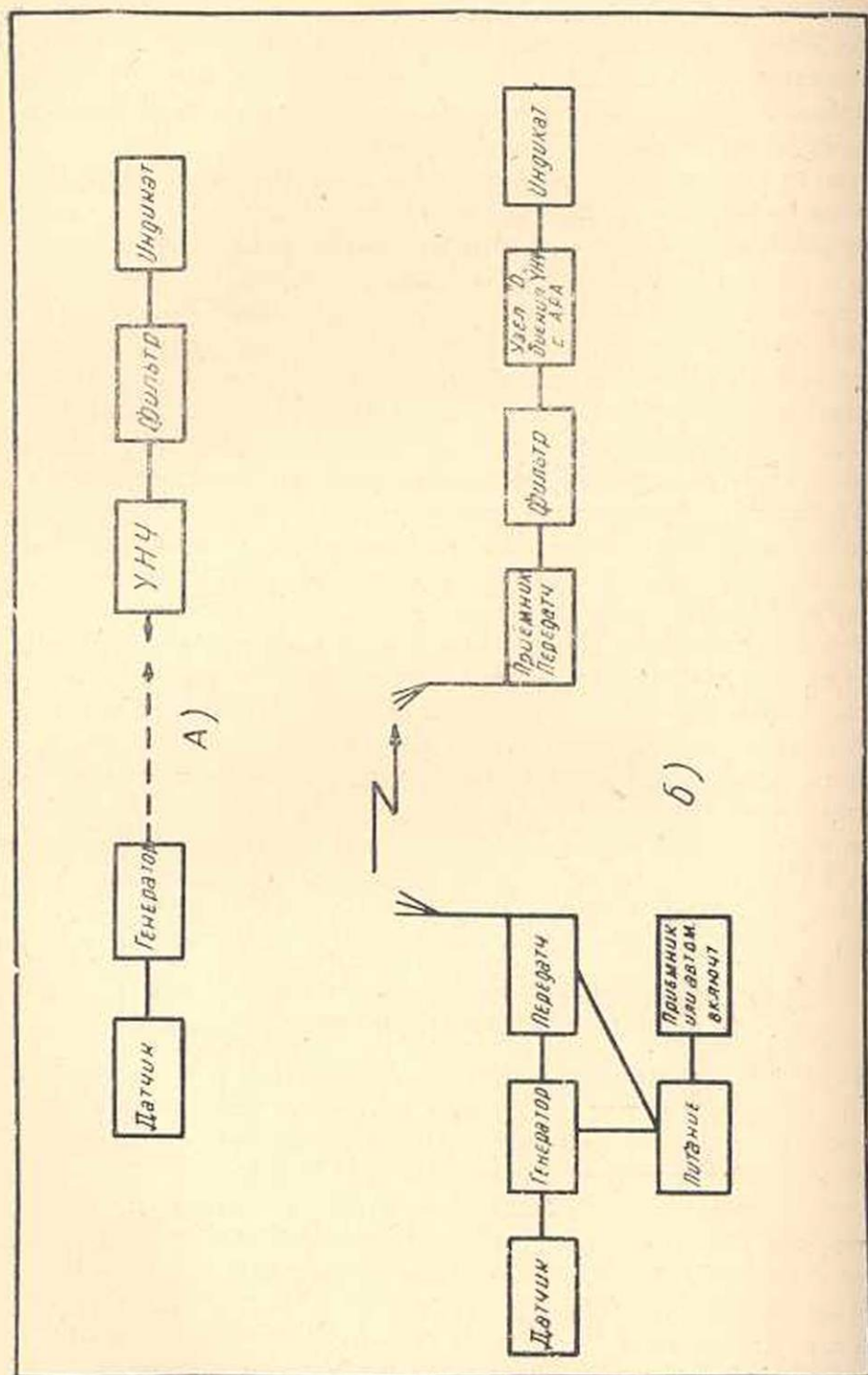
II. Упрощенный способ передачи показаний горизонтов воды на расстояние

На фиг. 3 приведена упрощенная схема аппаратуры для передачи показаний горизонтов воды на расстояние по специальным проводам, с использованием существующей проводки (электросеть, телефонно-телеграфные линии) и при помощи радио.

Датчик, который является емкостью или сопротивлением контура генератора стабильных сигналов, собранного по схеме RC, при помощи зубчатой или рычажной передачи соединяется с поплавком, который находится в воде.

По мере изменения горизонта воды (h) изменяется частота колебаний генератора (f). Следовательно, каждому положению поплавка соответствует определенная частота колебаний генератора.

Как и в предыдущем случае, при передаче сигналов по специальным проводам или с использованием существующей проводки, каждый провод



обеспечивает передачу из трех шурфов с тремя отдельными диапазонами частот.

В диспетчерском пункте принятые сигналы усиливаются в усилителе низких частот (УНЧ). Усиленные сигналы через фильтр попадают в узел нулевых биений, где по шкале, которая предварительно градуируется в единицах измерения горизонтов, определяется высота уровня воды. Предусмотрена также запись при помощи самопишущего аппарата. Для передачи показаний горизонтов по радио датчик и генератор РС имеют аналогичную конструкцию, что и в предыдущем случае. Модулированные сигналы при помощи передатчика малой мощности, работающего в диапазоне УКВ или КВ, передаются на диспетчерский пункт, где при помощи приемника (а также установки, аналогичной той, которая применена в вышеуказанном способе передачи) определяется горизонт воды. При передаче показаний по радио диапазон частот генератора может иметь постоянную величину, но, смотря по количеству наблюдательных пунктов, нужно применять разные несущие частоты. В приемном аппарате также предусматриваются фильтры против атмосферных помех. Для экономии энергии источников питания в наблюдательном пункте предусмотрено автоматическое включение и выключение питания в определенные часы при помощи экономичного моторчика, а также при помощи передатчика в диспетчерском пункте и экономичного приемника в наблюдательном пункте.

III. Концентрация солей, направление течения и скорости грунтовых вод

В 1948 г. нами был разработан аппарат для определения влажности почвы при ненарушенной структуре двумя самостоятельными методами: а) омическо-электронным и б) емкостно-электронным.*

При применении первого метода показания аппарата зависят от электропроводимости почвы (большой влажности соответствует большая проводимость). На проводимость почвы, кроме влажности, также влияет содержание солей в воде (но это влияние при помощи специальных устройств можно довести до минимума). Следовательно, чтобы определить количество солей в водном растворе, т. е. их концентрацию, нужно иметь добавочную шкалу на аппарате, которая градуирована в единицах концентрации солей. Определение концентрации солей производится так же, как и определение горизонтов воды.

Диспетчер подает сигнал, при помощи которого на наблюдательном пункте включается питание, затем, при помощи другого сигнала, включается датчик, регистрирующий концентрацию солей. Дальнейшее определение концентрации совершенно аналогично определению горизонтов воды.

* Г. В. Вартамян, Аппарат для определения влажности почв при ненарушенной структуре, ДАН Армянской ССР, т. XI, № 5, 1950.

Для определения скорости и направления течения грунтовых вод используются те же датчики, что и при определении концентрации солей.

Скорость грунтовых вод определяем следующим способом: в один из шурфов насыпается такое количество соли, чтобы получить насыщенный раствор, а в соседних шурфах регистрируется момент появления концентрированного раствора соли. Эта регистрация производится на самопишущем аппарате, снабженном отметчиком времени. Отсюда легко определить скорость грунтовых вод.

Направление течения легко установить если определить в каком из шурфов скорее будет достигнута максимальная концентрация солей.

IV. Влажность почв

Как указывалось выше, нами были разработаны два метода для определения влажности почв при ее нарушенной структуре, из которых емкостно-электронный имеет ряд преимуществ (при определении влажности почв):

а) показания прибора не зависят от качества контакта между электрической цепью и влажным материалом;

б) измеряется средняя влажность некоторого участка, а не влажность в точке, что имеет место при омическо-электронном методе;

в) показания прибора не зависят от температуры;

г) погрешности измерений не превышают 1%. При малых содержаниях влаги точность измерений повышается (0,14% при 10% влажности).

Очевидно, что передача данных о влажности почв на расстояние с больших массивов имеет огромное значение для контроля за динамикой влажности в корнеобитаемом слое за весь вегетационный период. Безусловно, для обеспечения рационального полива внедрение этого метода в практику может иметь важное народнохозяйственное значение. Не исключается ценность применения этого метода при исследовании и эксплуатации заболоченных и засоленных земель. При подаче определенного сигнала на наблюдательном пункте включаются датчики влажности, а в диспетчерском пункте по специальной шкале универсального аппарата определяется влажность почв.

Предусмотрена возможность самозаписи.

В качестве местного генератора, для получения нулевых биеений намечается использование генератора, собранного по схеме Л. И. Кастильского (журнал «Радио», № 5, 1950).

Для усиления некомпенсированных токов анодной цепи смесительной лампы, в случае применения самопишущего аппарата, рекомендуется применение усилителя постоянного тока (усилитель без конденсаторов).

В ы в о д ы

Новый метод для определения и передачи на расстояние уровней, концентрации солей, направления и скорости грунтовых вод, а также

влажности почв—на больших массивах,—основанный на принципах радиотехники и электроники, отличается от существующих способов измерения вышеуказанных величин универсальностью аппаратов на диспетчерском и наблюдательном пунктах, что обеспечивает передачу и прием вышеуказанных величин на любые расстояния с высокой точностью, с применением любого из видов передачи: а) по радио, б) по специальным проводам, в) с использованием существующих проводов (электросеть, телефонно-телеграфные линии)

Армянский научно-исследовательский институт
газотехники и мелиорации

Поступило 5 VI 1951

Հ. Վ. Վարդանյան

ՍՏՈՐԵԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՌԵԺԻՄԻ ԵՎ ՀՈՂԻ ԽՈՆԱՎՈՒԹՅԱՆ ՉԱՓՄԱՆ ՆՈՐ
ՄԵԹՈԴ՝ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՀԱՂՈՐԴՄԱՄԲ ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Առաջարկվող մեթոդը, համեմատած գոյություն ունեցող մեթոդների հետ, ունի հետևյալ առավելությունները. սարքավորումների ունիվերսալությունը ապահովում է հիշված մեծությունների չափումը, չափման արդյունքների հաղորդումը և բնդունումը ցանկացած հեռավորության վրա մեծ հշտությունը:

Հաղորդումը կարելի է կատարել. ա) ազդիոյի միջոցով, բ) հատուկ հաղորդարներով, գ) գոյություն ունեցող էլեկտրոցանցի կամ հեռախոսահեռագրական լարերի միջոցով:

Առաջարկվող ունիվերսալ սարքավորումը առանց կոնստրուկտիվ փոփոխությունների կարելի է կիրառել նաև գետերի և ջրանցքների մակարդակների տատանումները հեռավորության վրա չափելու համար: