

МАТЕРІАЛЫ РАБОТЪ
ГИДРОМОДУЛЬНОЙ ЧАСТИ

Отдѣла Земельныхъ Улучшеній.

Выпускъ II.

Инженеръ-агрономъ

А. Н. Костяковъ.

ДІАГРАММЫ
ВОДОПОЛЬЗОВАНІЯ.

(Методъ построенія ихъ).

Съ 2 чертежами.

МОСКВА.

1918.

МАТЕРІАЛЫ РАБОТЪ
ГИДРОМОДУЛЬНОЙ ЧАСТИ

Отдѣла Земельныхъ Улучшеній.

Выпускъ 11.

631.6
К-72

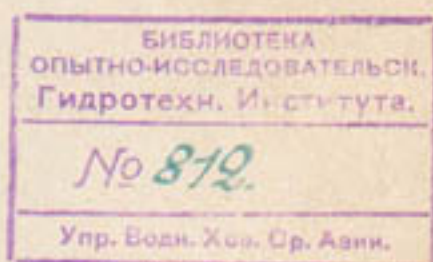
Инженеръ-агрономъ

А. Н. Костяковъ.

ДІАГРАММЫ
ВОДОПОЛЬЗОВАНІЯ.

(Методъ построенія ихъ).

Съ 2 чертежами.



МОСКВА.
1918.



ПРЕДИСЛОВІЕ.

Настоящая работа, дающая описаніе метода построенія діаграммъ водопользованія, представляетъ собой съ нѣкоторыми измѣненіями главу изъ подготовленной къ печати болѣе обширной работы автора объ элементахъ расчета оросительныхъ системъ.

Печатаніе ея отдѣльнымъ выпускомъ вызвано желаніемъ сдѣлать болѣе доступнымъ пользованіе даваемымъ въ ней методомъ, могущимъ оказать извѣстную практическую пользу, какъ при организаціи водопользованія въ новыхъ системахъ, такъ и при изученіи и регулированіи орошенія на старыхъ системахъ.

А. Костяковъ.



Въ основу проектированія рациональной технически и цѣлесообразной экономически оросительной системы долженъ быть положенъ опредѣленный, наивыгоднѣйшій при данныхъ условіяхъ графикъ режима орошенія или оросительнаго модуля, сообразно которому и опредѣляются размѣры и пропускная способность всѣхъ составляющихъ систему каналовъ. Однако, одного сооружеія системы по рациональному графику еще недостаточно, чтобы обезпечить данной системѣ правильное дѣйствіе: для этого необходимо организовать и водопользованіе въ системѣ и ея эксплуатацію сообразно тому режиму орошенія, какой положенъ въ основу при сооружеіи каналовъ, иными словами, для правильного дѣйствія системы необходимъ контроль за водопользованіемъ и распределеніемъ воды въ системѣ, сообразно съ принятымъ рациональнымъ графикомъ режима орошенія.

Вода должна отпускаться въ различные элементы оросительной системы въ каждый данный моментъ времени, въ строго опредѣленныхъ количествахъ, не превышающихъ положеннаго въ этотъ моментъ времени по установленному графику режима для даннаго канала.

Слѣдовательно, при рационально организованномъ водопользованіи отпускъ оросительной воды во всѣ каналы долженъ быть опредѣленнымъ образомъ дозированъ. Количества получаемой каждымъ каналомъ въ извѣстный моментъ времени воды должны быть пропорціональны величинѣ орошаемой каналомъ площади, — съ одной стороны, и значенію оросительнаго модуля въ этотъ моментъ времени — съ другой стороны.¹⁾ Контролировать и дозировать количества получаемой каналомъ воды приходится путемъ контроля секунднаго расхода воды въ каналъ — съ одной стороны и продолжительности дѣйствія этого канала — съ другой стороны. При опредѣленномъ постоянномъ расходѣ ка-

¹⁾ Расходы поливныхъ каналовъ должны быть не меньше величинъ поливного модуля или поливной единицы данной системы.

нала продолжительность дѣйствія его въ извѣстный поливной періодъ должна быть пропорціональна величинѣ площади, орошаемой въ этотъ періодъ даннымъ каналомъ.

Вопросъ рациональной организаціи водопользованія въ системѣ и постоянного контроля за правильнымъ распредѣленіемъ воды является чрезвычайно важнымъ для экономіи расходованія оросительной воды. И въ разрѣшеніи этого вопроса лежитъ прежде всего средство упорядоченія туземнаго орошенія, средство, могущее безъ нарушенія интересовъ стараго орошенія освободить подчасъ значительные излишки воды, нужные для того, чтобы пойти на орошеніе новыхъ земель.

Тѣмъ болѣе обязательнымъ является организованный контроль за водопользованіемъ во всякой новой оросительной системѣ, населеніе которой съ самаго начала должно быть приучено къ строго плановѣрному пользованію водой.

Организація водопользованія во всей оросительной системѣ должна быть осуществляема по опредѣленному, предварительно разработанному плану, вполне отчетливо предусматривающему формы и порядокъ пользованія водой: 1) изъ магистральнаго канала между его главными вѣтвями; 2) изъ каждой вѣтви между ея отводами — распредѣлителями и, наконецъ, 3) изъ cadaго распредѣлителя между отдѣльными водопользователями. Въ основу этого плана должны быть положены опредѣленные нормы воднаго права — съ одной стороны, техническія и хозяйственныя условія системы — съ другой.

Задача созданія этого плана рациональнаго водопользованія, задача столь же отвѣтственная и практически важная, сколь и сложная. Но не менѣе сложной представляется и задача правильного выполненія этого плана и контроля за его осуществленіемъ.

Въ самомъ дѣлѣ, если мы вспомнимъ, что каждый каналъ долженъ получать воду въ различныхъ количествахъ, въ различные поливные періоды, что значительная часть каналовъ работаетъ только періодически — въ теченіе оросительнаго сезона, что при томъ полученіе воды каждымъ каналомъ должно быть сдѣлано въ опредѣленные сроки и по опредѣленнымъ нормамъ, согласно принятому для системы режиму орошенія, то мы увидимъ, что задача контролированія поступленія воды въ каждый каналъ для болѣе или менѣе значительной оросительной системы съ сильно развѣтвленной сѣтью каналовъ разныхъ порядковъ, орошающихъ различныя по величинѣ площади земли, что эта задача является довольно сложной.

Извѣстное облегченіе въ разрѣшеніи этой задачи по организаціи водопользованія въ системѣ и контроля за нимъ можетъ дать способъ *графическаго изображенія работы всѣхъ составляющихъ данную систему каналовъ*, способъ, при которомъ на одномъ чертежѣ для всей системы или опредѣленной части ея (одного большого канала) должны быть даны сроки, продолжительность и интенсивность работы (или расходы) каждого канала, въ зависимости отъ величины орошаемой имъ площади и коэффиціента полезнаго дѣйствія его.

Въ настоящей работѣ мы и даемъ одинъ изъ возможныхъ методовъ *графическаго способа*, именно *методъ построенія діаграммъ водопользованія*. Какъ было выше сказано, діаграмма водопользованія можетъ быть построена, какъ для цѣлой системы, начиная ея магистральнымъ каналомъ и кончая распределителями любого порядка до послѣдняго включительно, такъ и для отдѣльныхъ болѣе или менѣе крупныхъ частей системы — ея вѣтвей со всей совокупностью отходящихъ отъ каждой такой вѣтви болѣе мелкихъ распределителей.

Діаграмма водопользованія позволяетъ для любого момента времени видѣть распределеніе и перемѣщеніе оросительной воды въ системѣ, т.-е. расходы какъ каждого изъ каналовъ высшаго порядка, такъ и всѣхъ выходящихъ изъ нихъ распределителей слѣдующаго низшаго порядка. Такимъ путемъ діаграмма водопользованія даетъ возможность не только контролировать дѣйствіе всѣхъ составляющихъ систему каналовъ въ отношеніи времени и расхода воды, но и дѣлать извѣстныя перестановки въ порядкѣ очередей полученія воды и рѣшать задачу о распределеніи водяной струи въ системѣ съ наименьшими потерями въ оросительной сѣти.

Діаграммы водопользованія строятся слѣдующимъ образомъ.

Представимъ площадь, орошаемую какимъ-либо главнымъ каналомъ (магистралью цѣлой системы или отдѣльнымъ распределителемъ) со всей совокупностью выходящихъ изъ него болѣе мелкихъ каналовъ въ видѣ круга и площадь этого круга радіусами раздѣляемъ на секторы, пропорціональные величинѣ площадей, орошаемыхъ отдѣльными каналами перваго порядка, выходящими непосредственно изъ главнаго канала. Затѣмъ каждый такой секторъ раздѣлимъ на болѣе мелкіе секторы, сообразно величинѣ площадей, орошаемыхъ каналами второго порядка, выходящихъ изъ каналовъ I порядка. Секторы второго порядка раздѣлимъ на еще болѣе мелкіе секторы третьяго порядка по величинѣ орошаемыхъ площадей каналовъ 3 порядка и т. д. до каналовъ самаго

уст. и. 104
уменьш
в 100-кратн
не следует

н. 104
проц. = 100
крат

последняго порядка, изображаемыхъ на діаграммѣ, напимѣрь, до каналовъ, обслуживающихъ отдѣльныя хозяйственныя единицы, или отдѣльныхъ водопользователей.

Если теперь радіусы нашего круга раздѣлить концентрическими окружностями на столько равныхъ частей, сколько порядковъ каналовъ представлено на діаграммѣ, то мы получимъ условное графическое изображеніе всей системы каналовъ разныхъ порядковъ — съ показаніемъ величины площадей, орошаемыхъ каждымъ каналомъ, при чемъ каждый разрядъ каналовъ на діаграммѣ помѣщается въ соотвѣтствующемъ кольцѣ (между двумя концентрическими окружностями), а каждому каналу на діаграммѣ отведено мѣсто, ограниченное двумя радіусами и двумя концентрическими дугами, центральный уголъ которыхъ служитъ мѣрой площади, орошаемой даннымъ каналомъ.

При построеніи діаграммы дѣленіе секторовъ каждаго канала на составляющіе его болѣе мелкіе каналы должно быть сдѣлано въ опредѣленномъ порядкѣ (по часовой стрѣлкѣ), именно, въ каждой группѣ или порядкѣ каналовъ они должны изображаться на діаграммѣ слѣва направо — по мѣрѣ удаленія головы каждаго изъ нихъ отъ головы соотвѣтствующаго имъ канала старшаго порядка, изъ котораго они получаютъ воду.

По верхней дугѣ сектора каждаго канала подписываются разстоянія или длины этого канала отъ его головного регулятора до головныхъ регуляторовъ выходящихъ изъ него распредѣлителей — соотвѣтственно противъ каждаго изъ этихъ распредѣлителей.¹⁾ Тутъ же подписываются и потери воды, происходящія въ 1-цу времени при работѣ каждаго канала на длинѣ отъ головы его до головы каждаго выходящаго изъ него распредѣлителя. Эти потери, выражаемыя въ единицахъ расхода воды въ секунду, пропорціональны, во-первыхъ, длинѣ соотвѣтствующаго работающаго участка канала, во-вторыхъ, проценту потерь расхода даннаго канала на единицу длины его и, въ третьихъ, степени наполненія даннаго канала водой. По условіямъ дѣйствія большинства оросительныхъ каналовъ — степень наполненія ихъ водой опредѣляется главнымъ образомъ условіями правильной работы подпорныхъ шлюзовъ и выпускныхъ регуляторовъ на каналѣ, и въ значительно меньшей степени зависитъ отъ величины полезнаго расхода воды, выпускаемаго изъ этого канала въ отходящіе отъ него распредѣлители, иначе говоря, выпускается-ли изъ канала

¹⁾ Благодаря этому діаграмма позволяетъ для любого момента времени опредѣлить какъ общую длину работающих (наполненныхъ водой) въ это время каналовъ по всей системѣ, такъ и рабочую длину каждаго канала въ отдѣльности.

только часть расхода или весь его расход — степень наполнения этого канала водой, требующаяся для возможности правильной работы головныхъ регуляторовъ — мѣняется въ небольшихъ предѣлахъ. Въ силу этого потери воды въ каждомъ работающемъ оросительномъ каналѣ зависятъ главнымъ образомъ отъ степени наполнения канала, необходимой для правильной работы регуляторовъ и болѣе или менѣе близкой къ пропускной способности канала, а не отъ величины подаваемого изъ этого канала воды (въ отходящіе отъ него младшіе каналы). Поэтому, величина потерь воды въ системѣ въ любой моментъ времени зависитъ прежде всего не отъ полезнаго расхода воды въ системѣ въ данный моментъ, а отъ характера сочетанія одновременно работающихъ каналовъ системы. Вслѣдствіе этихъ-то соображеній, потери воды въ каждомъ каналѣ въ 1-цу времени и могутъ быть нанесены на постоянной сѣткѣ діаграммы водопользованія вмѣстѣ съ другими ея постоянными элементами: площадями, разстояніями и размѣрами каналовъ.

Благодаря изложенному способу нанесенія на діаграммѣ водопользованія величины разстояній каналовъ и потерь воды въ нихъ, можно легко, простымъ суммированіемъ, опредѣлить разстояніе головы каждаго канала отъ головы любого канала въ томъ числѣ и магистральнаго канала, а также и величину секундныхъ потерь воды въ системѣ при работѣ какъ отдѣльнаго, одного, какого-нибудь канала, такъ и цѣлой совокупности одновременно работающихъ каналовъ.

Знаніе потерь воды въ различныхъ звеньяхъ системы — между головой ея и отдѣльными точками потребленія воды — является совершенно необходимымъ при организаціи водопользованія по слѣдующимъ причинамъ.

Во-первыхъ, только оно позволяетъ выбирать наиболѣе выгодныя схемы одновременнаго распредѣленія воды въ системѣ между отдѣльными каналами.

Въ самомъ дѣлѣ, коэффициентъ полезнаго дѣйствія оросительной сѣти зависитъ отъ характера сочетанія одновременно работающихъ каналовъ, и, слѣдовательно, первымъ средствомъ сдѣлать этотъ коэффициентъ возможно высокимъ, а потери воды въ сѣти довести до минимума — является выборъ наиболѣе удачныхъ сочетаній одновременно работающихъ каналовъ, такихъ сочетаній, при которыхъ сумма потерь воды въ работающей въ данный моментъ времени части сѣти будетъ наименьшей. Діаграмма водопользованія, включая въ себя данныя о потеряхъ воды на разныхъ участкахъ оросительной сѣти, позволяетъ разрѣшать и эту задачу.

Во-вторыхъ знаніе потерь воды во всѣхъ элементахъ оросительной сѣти необходимо, чтобы учитывать тѣ количества воды, какія должны быть отпускаемы въ различные каналы въ головныхъ регуляторахъ ихъ, чтобы обезпечить водопользователямъ требуемыя нормы потребления воды во всѣхъ отдѣльныхъ пунктахъ полученія воды,различно удаленныхъ отъ головы системы.

Такимъ образомъ, изложенный методъ позволяетъ графически представить въ формѣ діаграммы взаимное расположеніе всей совокупности отдѣльныхъ элементовъ, составляющихъ оросительную систему, въ связи съ величиной орошаемой каждымъ каналомъ площади, его разстояніемъ отъ головы системы и величиной происходящихъ въ немъ потерь воды.

Далѣе на діаграммѣ водопользованія долженъ быть изображенъ основной нервъ ея — та сила или та энергія, съ которой оперируетъ этотъ передаточный механизмъ оросительной системы, именно та струя или тотъ расходъ воды, какой въ каждый моментъ времени находится въ различныхъ частяхъ системы.

Для изображенія этого элемента на бланкѣ діаграммы водопользованія дается особое мѣсто, именно въ предѣлахъ площадки сектора (кольца), отведенной на діаграммѣ каждому каналу, по всей длинѣ этой площадки въ срединѣ ея наносится въ опредѣленномъ масштабѣ предѣльная (наибольшая возможная) пропускная способность даннаго канала съ подраздѣленіемъ ея на болѣе мелкія мѣры расходовъ воды.

Способъ изображенія расходовъ воды на діаграммѣ водопользованія можетъ быть двоякій: линейный или угловой. Въ первомъ случаѣ расходы воды изображаются въ прямоугольной системѣ координатъ, гдѣ ординатами являются расходы воды, а абсциссами — соотвѣтствующие моменты времени, при чемъ направленіе оси абсциссъ совпадаетъ съ направленіемъ радіуса, проходящаго чрезъ средину дуги каждаго канала. Во-второмъ же случаѣ расходы воды изображаются дугами центральныхъ угловъ, являющихся мѣрой расходовъ. Моменты времени изображаются по направленію радіусовъ. При этомъ способѣ углового изображенія расходовъ воды мѣрой единицы расхода принимается опредѣленная величина центральнаго угла діаграммы, которая и считается эквивалентной единицѣ расхода воды: эта величина и характеризуетъ масштабъ изображенія расходовъ воды.

Что касается масштаба изображенія расходовъ воды на діаграммахъ водопользованія, то онъ зависитъ: 1) отъ степени детальности или дробности діаграммы, т.-е. отъ того числа порядковъ каналовъ, которое охватывается діаграммой, и 2) отъ общихъ

размѣровъ діаграммы. Чѣмъ меньше каналъ, тѣмъ точнѣе приходится измѣрять расходъ его и, слѣдовательно, тѣмъ крупнѣе долженъ быть масштабъ изображенія его расхода. Поэтому расходы болѣе мелкихъ каналовъ желательно изображать въ большемъ масштабѣ, сравнительно съ болѣе крупными каналами. Это тѣмъ болѣе удобно сдѣлать, что на діаграммѣ водопользованія размѣры каналовъ убываютъ отъ центра къ периферіи, а т. к. орошаемая каждымъ каналомъ площади пропорціональны дугамъ, то меньшіе каналы представлены на діаграммѣ относительно большими величинами, сравнительно съ крупными каналами.

Поэтому въ тѣхъ случаяхъ, когда степень дробности діаграммы водопользованія невелика, т. е. когда основной главный каналъ и конечныя его отвѣтвленія или распредѣлители, изображенные на одной общей діаграммѣ, имѣютъ не очень большую разницу своихъ пропускныхъ способностей—въ этомъ случаѣ масштабъ изображенія расходовъ воды для всѣхъ каналовъ діаграммы можетъ быть одинъ и тотъ же. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда разница расходовъ основного главного и конечныхъ распредѣлительныхъ каналовъ, изображенныхъ на діаграммѣ значительна, а размѣры діаграммы не могутъ быть сдѣланы очень большими—въ этомъ случаѣ приходится давать для разныхъ порядковъ каналовъ разные масштабы изображенія ихъ расходовъ: для болѣе мелкихъ каналовъ—крупные масштабы, а для крупныхъ каналовъ—наоборотъ. При этомъ приходится различать слѣдующіе два типа діаграммъ водопользованія.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда конечными элементами діаграммы водопользованія являются каналы околodковъ или „водопользовательныхъ единицъ“, или еще болѣе крупные каналы, работающіе при дѣйствіи системы не періодически, а непрерывно—въ этомъ случаѣ площади, орошаемыя каждымъ каналомъ, и расчетные расходы этихъ каналовъ являются величинами соизмѣримыми, пропорціонально значенію оросительнаго модуля данной системы; согласно этому въ этомъ типѣ діаграммъ масштабъ изображенія расходовъ каналовъ при угловомъ изображеніи расходовъ можетъ быть пропорціональнымъ масштабу изображенія площадей и, слѣдовательно, общимъ для всѣхъ порядковъ каналовъ на діаграммѣ. При линейномъ же изображеніи расходовъ масштабъ болѣе мелкихъ каналовъ приходится увеличить сравнительно съ болѣе крупными каналами.

Въ тѣхъ же случаяхъ, когда на діаграммѣ водопользованія изображены и отдѣльныя хозяйственныя единицы, работа каналовъ и водопользованіе которыхъ—періодическіе (наприм., очеред-

ные), въ этомъ случаѣ орошаемыя каналами площади и размѣры этихъ каналовъ не являются соизмѣримыми для всѣхъ порядковъ каналовъ, а только для части ихъ.¹⁾ Вслѣдствіе этого, при этомъ второмъ типѣ діаграммъ масштабы изображенія расходовъ каналовъ отстаютъ отъ масштабовъ изображенія орошаемыхъ ими площадей и потому въ этомъ случаѣ какъ при линейномъ, такъ и при угловомъ способѣ изображенія расходовъ воды—масштабъ измѣренія расходовъ можетъ быть одинъ общій для всѣхъ порядковъ каналовъ, изображенныхъ на діаграммѣ.

Такимъ образомъ, при угловомъ способѣ масштабъ изображенія расходовъ воды для каналовъ разныхъ порядковъ можетъ быть одинъ, однако, при условіи, что на діаграммѣ изображается немного разныхъ порядковъ каналовъ и если радіусъ діаграммы достаточно великъ; въ противномъ случаѣ приходится масштабъ изображенія расходовъ каналовъ старшихъ порядковъ увеличивать по сравненію съ младшими каналами, чтобы увеличить точность измѣренія расходовъ воды въ каналахъ старшаго порядка.

Къ недостаткамъ углового способа изображенія расходовъ относится затруднительность пользованія діаграммой, вслѣдствіе необходимости измѣренія расходовъ въ угловыхъ мѣрахъ, а также и то, что этотъ способъ требуетъ довольно мелкой сѣтки дѣленія шкалы расходовъ и даетъ при малыхъ величинахъ радіусовъ діаграммы неточные результаты.

При линейномъ способѣ изображенія расходовъ каналовъ, расходы измѣряются прямыми линіями, при чемъ, въ зависимости отъ степени дробности или детальности діаграммы, масштабъ изображенія расходовъ для разныхъ порядковъ каналовъ дѣлается на всей діаграммѣ или одинаковымъ или разнымъ.

Преимущество этого линейнаго способа изображенія расходовъ каналовъ заключается въ томъ, что онъ позволяетъ болѣе просто (циркулемъ) измѣрять величину расходовъ линейными, а не угловыми мѣрами, что весьма облегчаетъ суммирование расходовъ отдѣльныхъ каналовъ. Къ недостаткамъ этого метода надо отнести, кромѣ нѣкоторой невязки его съ общей круговой формой діаграммы, то, что этотъ способъ, какъ сказано выше, требуетъ въ нѣкоторыхъ указанныхъ выше случаяхъ различныхъ масштабовъ для каналовъ разныхъ порядковъ.

На прилагаемомъ ниже черт. № 2 всѣ каналы сектора I имѣютъ изображеніе ихъ расходовъ по угловому способу, а каналы секторовъ II—IV—по линейному способу. При этомъ масштабы угло-

¹⁾ Такъ какъ размѣры поливныхъ каналовъ не могутъ быть меньше величины поливной единицы данной системы.

вого изображенія расходовъ въ секторѣ I различны для 'разныхъ порядковъ каналовъ, увеличиваясь для каналовъ старшихъ порядковъ: именно, расходъ въ 42,5 секундолитра изображается въ каналахъ I, II и III порядка центральными углами соотвѣственно въ 6° , 4° и 2° .

Кромѣ величинъ расходовъ воды въ каналахъ, на діаграммѣ водопользованія должны быть изображены и тѣ моменты времени, къ которымъ относятся тѣ или иные расходы воды въ каждомъ каналѣ.

Моменты времени на діаграммѣ водопользованія наносятся по направленію радіусовъ діаграммы; каждое concentрическое кольцо діаграммы, въ которомъ изображаются всѣ каналы одного и того же порядка, раздѣляется по своей ширинѣ на равныя части, при чемъ каждая часть эта и изображаетъ опредѣленный періодъ времени (наприм., одни сутки съ подраздѣленіемъ ихъ на часы или безъ него, или же періодъ равенъ одной недѣлѣ съ подраздѣленіемъ ея на дни и т. д.). Ширина всѣхъ concentрическихъ колецъ діаграммы должна быть совершенно одинаковой, такъ что масштабъ временъ на всей діаграммѣ долженъ быть одинъ.

Крупность единицы масштаба временъ на діаграммахъ водопользованія обуславливается характеромъ и назначеніемъ данной діаграммы. Если діаграмма водопользованія изображаетъ распределеніе воды только въ главныхъ распределителяхъ системы, работающихъ непрерывно и довольно постояннымъ расходомъ, то единица масштаба можетъ быть довольно крупной (наприм., нѣсколько дней); если же на діаграммѣ представлено распределеніе воды включительно до самыхъ мелкихъ каналовъ непосредственнаго потребленія воды, работающихъ периодически, то единица масштаба временъ должна быть болѣе мелкой (сутки и даже часы).

Что касается теперь того общаго періода времени, какой можетъ быть изображенъ на одной діаграммѣ, то это зависитъ отъ размѣровъ ея—съ одной стороны и отъ принятаго масштаба—съ другой стороны. Нужно только замѣтить, что для наглядности и удобства пользованія діаграммой нежелательно изображать время въ слишкомъ мелкомъ масштабѣ.

При нѣсколькихъ порядкахъ каналовъ, изображаемыхъ на діаграммѣ и болѣе или менѣе ограниченныхъ размѣрахъ ея (діаметръ не больше 1 метра) періодъ времени, охватываемый діаграммой, можетъ быть равенъ 10—20 суткамъ. И въ этой ограниченности изображаемаго на діаграммѣ періода водополь-

зованія заключается одинъ изъ ея недостатковъ. Для крупныхъ каналовъ, работающих непрерывнымъ и мало колеблющимся потокомъ воды, единица масштаба временъ можетъ быть болѣе крупной и благодаря этому періодъ времени, охватываемый діаграммой, болѣе продолжительнымъ.

На основаніи изложеннаго метода часть діаграммы, относящаяся къ какому-либо распредѣлителю системы, изобразится слѣдующимъ образомъ (см. черт. № 2). Напримѣръ, распредѣлитель перваго порядка, выходящій изъ главнаго распредѣлителя нашей системы, имѣетъ четыре распредѣлителя II порядка (1, 2, 3 и 4-й), при чемъ послѣдніе въ свою очередь раздѣляются каждый на шесть каналовъ III-го порядка, обслуживающихъ уже отдѣльные наѣлы: 1—6, 7—12, 13—18, 19—24. Въ предѣлахъ площади діаграммы, отведенной каждому каналу на особой шкалѣ въ принятомъ масштабѣ изображены расходы воды даннаго канала въ различные моменты времени, нанесенные по направленію радіусовъ діаграммы. Единица масштаба временъ—сутки, а общій періодъ времени, представленный на діаграммѣ равенъ 10 днямъ (съ 1 по 10 іюля). Въ особыхъ графахъ противъ cadaго канала подписаны разстоянія головы этого канала до головного регулятора канала старшаго порядка, изъ котораго данный каналъ получаетъ воду и потери воды въ единицу времени на этой длинѣ (считая по каналу старшаго порядка).

Пользуясь описаннымъ способомъ, можно строить діаграммы водопользованія какъ для цѣлой оросительной системы, начиная съ магистральнаго канала ея и кончая распредѣлителями послѣдняго порядка, такъ и для отдѣльныхъ частей системы, т.-е. или для магистральнаго канала и его отводовъ до извѣстнаго порядка или для отдѣльныхъ распредѣлителей системы со всей совокупностью отходящихъ отъ него болѣе мелкихъ каналовъ. Это зависитъ отъ величины оросительной системы—съ одной стороны и отъ размѣровъ діаграммы—съ другой. Положимъ, наприм., что изображаемая на діаграммѣ система имѣетъ площадь въ 2000 десятинъ, что діаграмма водопользованія охватываетъ всѣ каналы до IV порядка включительно и что площадь cadaго наѣла въ 10 дес. должна на діаграммѣ изображаться дугой внѣшняго кольца въ 1 ст., то радіусъ діаграммы долженъ быть равенъ 31,86 снт., а каждая площадь въ 10 дес. будетъ на діаграммѣ измѣряться центральнымъ угломъ въ $1,8^\circ$. Связь между линейными и угловыми мѣрами діаграммы водопользованія выражается извѣстной формулой $L = \frac{\pi R \alpha}{180}$, гдѣ L есть длина дуги

центрального угла въ α° при длинѣ радіуса R. При только что названныхъ размѣрахъ діаграммы ширина кольца, приходящагося на каждый порядокъ каналовъ, можетъ быть сдѣлана равной около 7 ст., что при масштабѣ временъ—1 сутки равны 0,5 ст. позволитъ изобразить на діаграммѣ періодъ водопользованія въ 10 сутокъ.

Такъ какъ наглядность и удобство пользованія діаграммой водопользованія не позволяютъ ни дѣлать масштабъ діаграммы слишкомъ мелкимъ, ни слишкомъ увеличивать размѣры ея, то для большихъ оросительныхъ системъ приходится строить нѣсколько діаграммъ водопользованія, а именно, 1) діаграмму распределенія воды системы между главными отводами, 2) діаграммы распределенія воды каждого конечнаго отвода первой діаграммы между выходящими изъ него каналами. Эти послѣднія діаграммы второго порядка могутъ кончатся каналами, обслуживающими отдѣльныхъ водопользователей, или въ случаѣ очень большихъ оросительныхъ системъ—въ свою очередь дѣлиться еще на діаграммы низшаго порядка.

Чѣмъ старше порядокъ діаграммы, тѣмъ большій періодъ времени водопользованія можетъ быть изображенъ на одной и той же діаграммѣ: діаграммы распределенія воды въ системѣ (между главными отводами) могутъ охватывать весь оросительный періодъ; діаграммы же водопользованія на отдѣльныхъ распределителяхъ будутъ охватывать только періодъ въ нѣсколько дней (наприм., періодъ одной очереди) и, слѣдовательно, для цѣлаго оросительнаго періода должно быть построено нѣсколько діаграммъ для одного и того же распределителя.

Построеніе діаграммъ водопользованія для каждой определенной оросительной системы не составитъ затрудненія, *если будутъ изготовлены для этой системы по вышеописанному методу постоянные бланки діаграммъ съ нанесеніемъ на нихъ всей стѣпки неизмѣнныхъ для этой системы данныхъ*, а именно, орошаемыхъ каждымъ каналомъ площадей, взаимнаго расположенія и разстояній между каналами, размѣровъ или пропускной способности cadaго канала и значенія потерь воды въ отдѣльныхъ каналахъ. Для каждой данной системы, водопользованіе которой подробно регистрируется или находится подъ постояннымъ учетомъ и контролемъ, бланки діаграммъ должны быть заранѣе построены и отпечатаны или размножены инымъ способомъ и тогда для построенія діаграммы водопользованія въ любой періодъ времени нужно только подписать въ соотвѣствующихъ мѣстахъ бланка названія моментовъ времени и расходы воды во всѣхъ каналахъ въ эти именно моменты времени.

Діаграммы водопользованія являются, какъ было уже сказано выше, весьма полезными при распредѣленіи воды въ оросительныхъ системахъ и должны составить, по нашему мнѣнію, необходимую принадлежность водной администраціи, завѣдующей водопользованіемъ въ оросительныхъ системахъ. При этомъ у завѣдующаго системой должны находиться діаграммы распредѣленія воды какъ въ главныхъ отводахъ, такъ и въ распредѣлителяхъ за весь оросительный періодъ; у завѣдующихъ же распредѣленіемъ воды по отдѣльнымъ отводамъ должны находиться діаграммы водопользованія только на этихъ отводахъ.

Согласно заранее составленнымъ діаграммамъ водопользованія (на принятыхъ въ данной оросительной системѣ основаніяхъ распредѣленія воды) и долженъ совершаться отпускъ воды по отдѣльнымъ каналамъ, при чемъ о всѣхъ могущихъ быть перестановкахъ въ полученіи воды отдѣльными каналами или отдѣльными водопользователями завѣдующіе соотвѣтствующими отводами или каналами должны поставлять въ извѣстность завѣдующаго системой или завѣдующаго соотвѣтствующимъ отводомъ старшаго порядка по принадлежности, для отмѣченія этихъ перестановокъ въ діаграммахъ и соображенія съ ними при послѣдующихъ отпускахъ оросительной воды.

Но помимо примѣненія діаграммъ водопользованія при распредѣленіи воды въ системахъ построеніе діаграммъ изложеннымъ методомъ является весьма цѣлесообразнымъ и *при изслѣдованіяхъ существующаго водопользованія* въ старыхъ оросительныхъ системахъ, т.-е. оно помогаетъ уяснить существующіе въ этихъ системахъ правила и порядокъ водопользованія. Здѣсь также должны быть построены діаграммы двоякаго типа: во-первыхъ, распредѣленія оросительной воды изслѣдуемаго канала между его главными отводами (разныхъ порядковъ) и разными обществами или селеніями и, во-вторыхъ, діаграммы распредѣленія воды въ предѣлахъ площади каждаго отвода, въ предѣлахъ общества или селенія между отдѣльными водопользователями его. Это необходимо по тѣмъ соображеніямъ что формы распредѣленія воды между отдѣльными отводами или обществами—селеніями и формы распредѣленія воды между отдѣльными водопользователями въ предѣлахъ отвода въ общемъ случаѣ различны, что и наблюдается довольно часто въ крупныхъ туземныхъ оросительныхъ системахъ.

Въ качествѣ схематическаго примѣра построенія діаграммъ водопользованія на прилагаемомъ здѣсь чертежѣ № 2 дается діаграмма водопользованія за періодъ времени въ 10 дней съ

1-го по 10 июля для площади въ 1000 дес., орошаемой изъ одного распредѣлителя болѣе крупной системы. Оросительная сѣть рассматриваемаго распредѣлителя показана на планѣ на черт. № 1. Орошаемая площадь въ 1000 дес. имѣетъ 16 водопользовательныхъ единицъ, каждая площадью въ 62,5 дес.; каждая водопользовательная единица содержитъ въ себѣ 6 надѣловъ по 10,4 дес. и вся эта группа надѣловъ обслуживается расходомъ въ одну поливную единицу, равную въ нашей системѣ 42,5 секундолитрамъ—путемъ кругооборота этой струи воды между всѣми шестью надѣлами по порядку. Пропускная способность главнаго распредѣлителя равна 680 секундолитрамъ, пропускная способность каждаго изъ четырехъ распредѣлителей перваго порядка I—IV составляетъ 170 секундолитровъ; всѣ же остальные каналы: 16 околodковыхъ, обслуживающихъ водопользовательныя единицы №№ 1—16 и 96 каналовъ, обслуживающихъ отдѣльные надѣлы № 1—96, имѣютъ одинаковую пропускную способность, равную одной поливной единицѣ въ 42,5 секундолитра. Приведенныя величины выражаютъ пропускную способность каналовъ brutto, т.-е. вмѣстѣ съ потерями воды.

Взаимныя разстоянія между каналами слѣдующія: 1) отъ головнаго регулятора главнаго распредѣлителя до головныхъ регуляторовъ распредѣлителей I порядка: № I—0 верстъ; № II—1,0 верста; № III—2 версты; № IV—3 версты. 2) Отъ головныхъ регуляторовъ каждаго изъ распредѣлителей перваго порядка (I—IV) до головныхъ регуляторовъ отходящихъ отъ каждаго изъ нихъ четырехъ соотвѣствующихъ распредѣлителей втораго порядка: №№ 1,5,9, 13—0 верстъ; №№ 2,6,10,14—0,6 версты; №№ 3,7,11, 15—1,2 версты; №№ 4,8,12,16,—1,8 верстъ. 3) Разстоянія шлюзовъ каждаго изъ шести распредѣлителей отъ головнаго регулятора соотвѣствующаго имъ околodковаго распредѣлителя равны соотвѣственно 0; 0,3; 0,33; 0,63; 0,67; 0,97 верстъ во всѣхъ водопользовательныхъ единицахъ.

Потери воды, выраженныя въ секундолитрахъ на отдѣльныхъ участкахъ разныхъ каналовъ при полной степени наполненія ихъ равны слѣдующимъ величинамъ:

1) въ главномъ распредѣлителѣ на участкахъ его отъ головы до регуляторовъ каждаго изъ выходящихъ изъ него распредѣлителей перваго порядка потери составляютъ соотвѣственно: 0; 10,88; 21,76 и 32,64 секундолитра.

2) Въ каждомъ изъ распредѣлителей перваго порядка на длинѣ ихъ отъ головы до соотвѣствующихъ отходящихъ изъ нихъ распредѣлителей втораго порядка потери составляютъ соотвѣственно: 0; 2,75; 5,51 и 8,26 секундолитра.

3) Потери воды въ каждомъ изъ каналовъ, обслуживающихъ отдѣльные надѣлы соответственно равны 0; 0,57; 0,62; 1,19; 1,27 1,83 секундолитра.

Всѣ эти данныя о разстояніяхъ между головными регуляторами разныхъ каналовъ и потерями воды на этихъ разстояніяхъ подписаны соответственно противъ каждого канала въ трехъ кольцахъ, раздѣляющихъ три порядка каналовъ.

Графикъ оросительнаго модуля разсматриваемой въ нашемъ примѣрѣ оросительной системы изображенъ на черт. № 1; согласно режиму орошенія этого графика распредѣленіе воды въ системѣ за періодъ времени съ 1-го по 10-е іюля и представлено на вышеописанной діаграммѣ водопользованія, изображенной на черт. № 2.

Данныя о нормахъ и срокахъ орошенія, положенныя въ основу этого графика, приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ.

О оша- емая культуры.	‰ сост. культ.	I поливъ.		II поливъ.		III поливъ.		VI поливъ.	
		Полив. норма.	Срокъ полива.	Полив. норма.	Срокъ полива.	Полив. норма.	Срокъ полива.	Полив. норма.	Срокъ полива.
Озимья.	10	120	$\frac{10-20}{V}$	—	—	—	—	180	$\frac{1-25}{IX}$
Яровая.	20	150	$\frac{1-10}{V}$	120	$\frac{1-10}{VI}$	—	—	—	—
Люцерн.	30	150	$\frac{20-30}{IV}$	120	$\frac{10-25}{VI}$	120	$\frac{10-25}{VII}$	—	—
Пропаш.	15	150	$\frac{21-31}{V}$	150	$\frac{25}{VI} - \frac{5}{VII}$	100	$\frac{1-10}{VIII}$	—	—
Сады.	15	100	$\frac{1-5}{V}$	100	$\frac{25}{V} - \frac{10}{VI}$	100	$\frac{25}{VI} - \frac{10}{VII}$	100	$\frac{1-10}{VIII}$
Огороды.	10	700	1 мая по 1 сентября.						

Въ періодъ времени съ 1-го по 10-е іюля, для какового и построена приведенная діаграмма водопользованія, должны быть политы слѣдующія культуры: огороды—во всѣхъ надѣлахъ; сады—въ двухъ третяхъ общаго числа надѣловъ, т.-е. въ 64 надѣлахъ и пропашныя въ половинѣ надѣловъ, т.-е. въ 48 надѣлахъ. Какъ располагаются въ системѣ тѣ надѣлы, на которыхъ въ этотъ періодъ съ 1-го по 10-е іюля производится поливъ названныхъ культуръ, показано на планѣ системы (черт. № 1) при помощи буквъ „О“ (огороды), „П“ (пропашныя) и „С“ (сады):

въ тѣхъ надѣлахъ, гдѣ стоитъ соотвѣтствующая буква, поливается въ рассматриваемый нами періодъ обозначаемая ею культура.

На діаграммѣ водопользованія показаны время, продолжительность и расходы работы каждаго канала оросительной сѣти, обслуживающей рассматриваемую нами часть системы въ 1000 дес. Что касается режима работы самаго главнаго распределителя, то его режимъ складывается изъ суммированія во времени расходовъ четырехъ выходящихъ изъ него распределителей перваго порядка и совпадаетъ съ режимомъ оросительнаго модуля за періодъ съ 1—10 іюля, если всѣ ординаты графика оросительнаго модуля для этого періода умножить на 1000.

Взятая въ качествѣ примѣра оросительная система является въ извѣстной мѣрѣ только схематичной, т.-к. отличается полной симметричностью и правильнымъ расположеніемъ оросительной сѣти, что встрѣчается не часто. Это сдѣлано только для того, чтобы сдѣлать болѣе нагляднымъ уясненіе самаго метода построенія діаграммы и не усложнять безъ всякой надобности видъ діаграммы, тѣмъ болѣе, что методъ построенія совершенно не мѣняется—въ зависимости отъ сложности изображаемой оросительной сѣти. Что касается изображеннаго на діаграммѣ № 2 порядка распределенія воды между отдѣльными каналами и надѣлами, то онъ обусловленъ исключительно требованіемъ удовлетворить водой въ указанный періодъ времени опредѣленные надѣлы и при томъ для полива опредѣленныхъ показанныхъ на планѣ культуръ въ каждомъ надѣлѣ, не выходя при этомъ изъ рамокъ работы основнаго распределителя нашей системы; и исходя изъ порядка работы надѣловъ, опредѣляется уже режимъ работы промежуточныхъ распределителей I и II порядка. И мы видимъ, какимъ прерывистымъ получился этотъ режимъ при такомъ способѣ распределенія воды. Поэтому, при рационально организованномъ водопользованіи примѣнимъ другой принципъ распределенія воды: именно исходя изъ—наиболѣе правильнаго и соотвѣтствующаго нормальному графику орошенія—режима работы каналовъ старшаго порядка, отсюда уже опредѣляютъ порядокъ работы надѣльныхъ распределителей, удовлетворяя въ то же время принятымъ нормамъ и срокамъ орошенія каждой культуры. Этотъ второй способъ распределенія воды болѣе отвѣчаетъ экономнымъ условіямъ работы системы и создаетъ меньшую изнашиваемость всѣхъ каналовъ и сооружений сѣти.

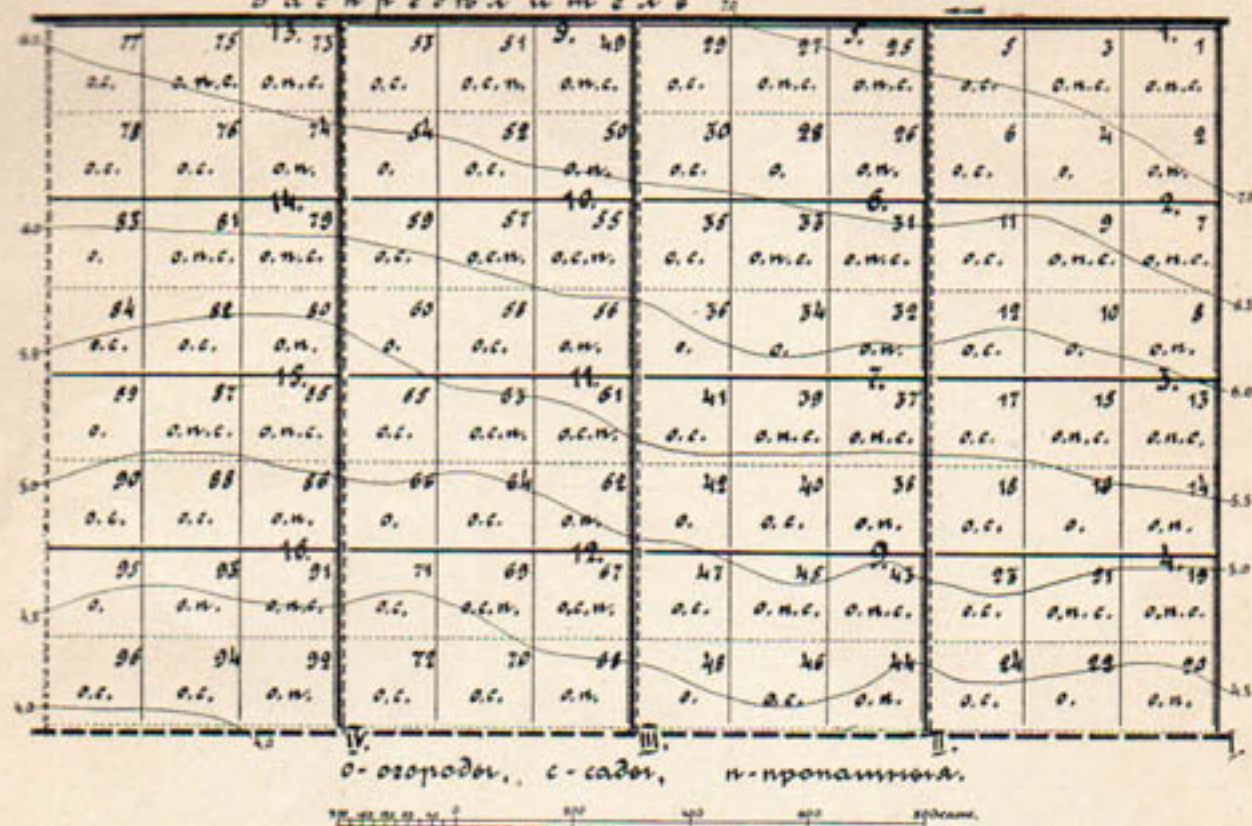
Первый способъ распределенія воды характеренъ главнымъ образомъ для неурегулированнаго водопользованія; второй способъ—присущъ уже строго организованному водопользованію.

Вліяніє обоихъ этихъ способовъ на общій видъ и методъ построенія діаграммъ водопользованія совершенно одинаковое; и если мы остановились въ качествѣ примѣра на первомъ способѣ, то только потому, что для уясненія отдѣльныхъ элементовъ діаграммы онъ является болѣе показательнымъ.

Въ заключеніе позволимъ себѣ отмѣтить, что на даваемый методъ построенія діаграммъ водопользованія, мы смотримъ пока какъ на первоначальный предварительный опытъ примѣненія графическаго метода къ рѣшенію вопросовъ водопользованія.

План оросительной сети на площади в 1000 десят.

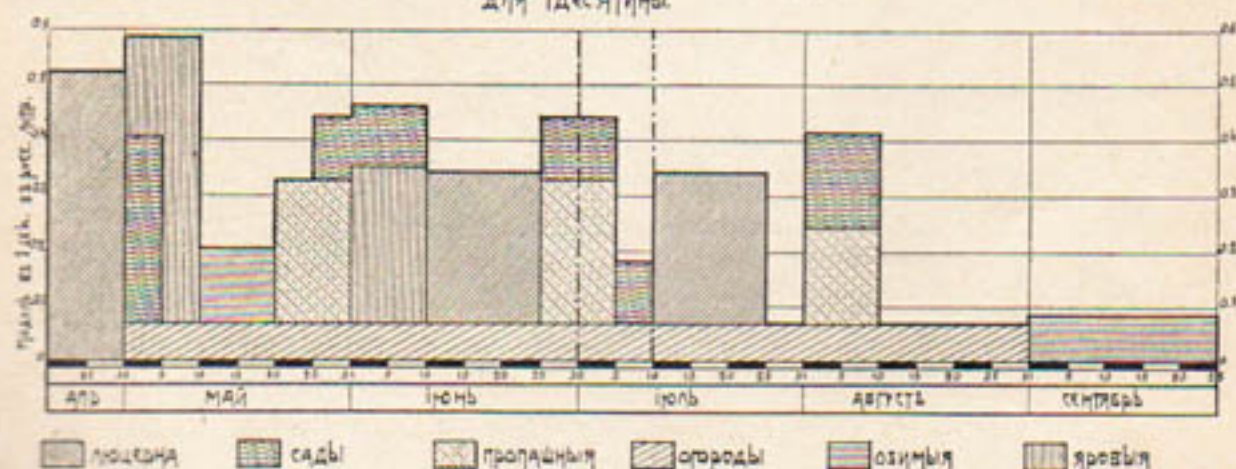
Распределение



— распределение главной
— " 1^й порядка
— " 2^й "
— " 3^й "
--- сброс главной
----- " 1^й порядка



График оросительного модуля
для десятины.

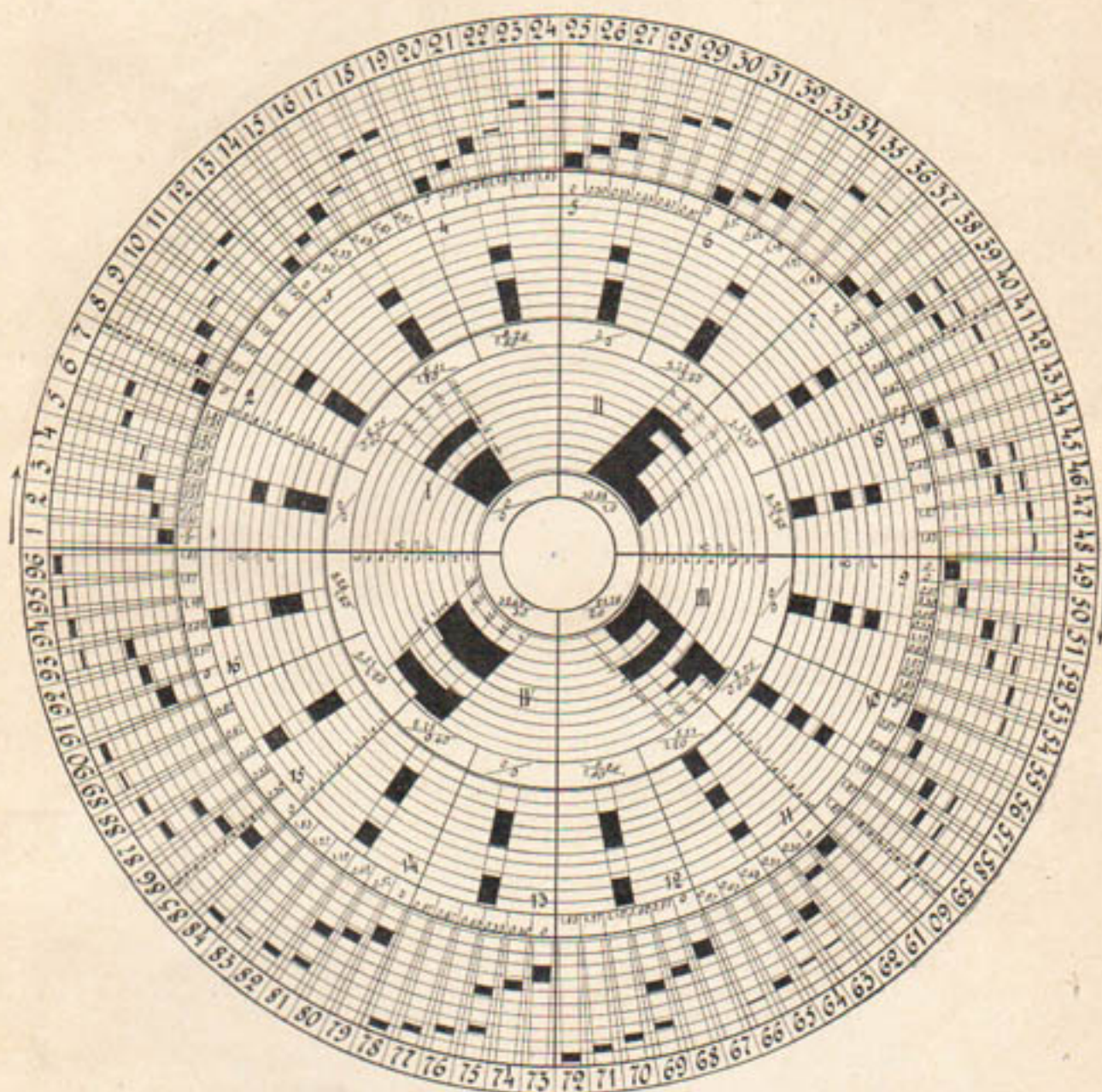


Черт. № 1.

ДІАГРАММА ВОДОПОЛЬЗОВАНІЯ

СЪ 1 ПО 10 ЮЛЯ

ИЗЪ РАСПРЕДѢЛИТЕЛЯ ОРОШАЮЩАГО ПЛОЩАДЬ ВЪ 1000 ДЕС.



М.М. распределителей 1^{го} порядка съ
I-V - цифрами / римскими / въ секторахъ
внутреннего кольца.
М.М. распределителей 2^{го} порядка съ 1-16 - ци-
фрами въ лѣвыхъ углахъ секторовъ средна-
го кольца.
М.М. надѣловъ съ 1-26 - цифрами по наружной
окружности внешнего кольца.
Длины старшихъ распределителей отъ ихъ
главныхъ регуляторовъ до регуляторовъ вых-
одныхъ изъ нихъ младшихъ каналовъ и по-

тери на этихъ длинахъ показаны
цифрами въ видѣ дробей по наружному ду-
гамъ секторовъ каждаго канала. Дробная
цифра дроби - потери въ русск. секундахъ
а числитель - длина въ верстахъ.
Выходъ и время работы каждаго канала за-
мечены сплошной краской. Масштабы на ор-
динахъ вѣтъ: для времени - 1 см. ка. = 24
гаса / - 65. миллиметровъ, для расхода - 1 см.
русск. секундъ = 1 сантиметр.

Черт. № 2

(уменьшено въ 4,3 раза).

Изданія Гидромодульной Части.

- Выпускъ 1. Отчетъ Гидромодульной Части за 1913 г. Часть I. Организация, программы и методы работъ 1914. Стр. XII + 338 + 49.
- " 2. Отчетъ Гидромодульной Части за 1913 г. Часть II. Описание и результаты работъ въ Туркестанѣ и Закавказьѣ. 1914. Стр. XIX + 392 + 344.
- " 3. Матеріалы по изученію гидромодуля. Т. I. А. Н. Костяковъ. Обзоръ оросительныхъ нормъ въ разныхъ странахъ 1914. VII + 460.
- " 4. Приложенія къ Инструкціи по производству гидромодульных изслѣдованій. 1914. Стр. 50.
- " 5. А. Н. Костяковъ. Гидромодульная Часть; предметъ, задача и значеніе ея работъ. 1915. Стр. 39.
- " 6. А. Н. Костяковъ. Основные элементы расчета осушительныхъ системъ; матеріалы, программы и методы ихъ изученія. 1916 г. Стр. VII + 403.
- " 7. Отчетъ Гидромодульной Части за 1914 г. Гидромодульные изслѣдованія въ Европейской Россіи въ 1914 г. Стр. 150.
- " 8. Матеріалы по изученію водопользованія въ Туркестанѣ въ 1914 г. 1916. Стр. VII + 527.
- " 9. Матеріалы по изученію оптимальнаго модуля орошенія въ Туркестанѣ въ 1914 г. 1916. Стр. VII + 230.
- " 10. Матеріалы по изученію водопользованія на Кавказѣ (готовятся къ печати).