

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРАФИКА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

*К.Г.Абидов, д.т.н., профессор кафедры «Электротехника»,
Ташкентского государственного технического университета
Н.Б.Хамудханова, Ташкентский государственный технический
университет, ассистент кафедры «Электротехника»
Б.А.Газиев, Генеральный директор ООО
«ABREST Energy Engineering»*

Аннотация. В данной статье предлагается методический системный подход к формированию графиков водопотребления посевных сельскохозяйственных и садовых культур позволяющий разработать соответствующее математическое и алгоритмическое обеспечение, которое базируется на способах расчета водопотребления и режимов орошения. Формируемые графики водоподдачи насосных станций, как правило, имеют ступенчатый характер за счет сезонности эксплуатации насосных станций и обеспечивается их производительности путем изменении числа работающих насосных агрегатов.

Ключевые слова: насосные станции, система машинного водоподъема, насосная установка, насосный агрегат, график водопотребления, магистральные каналы, электропривод, асинхронный двигатель, подача, номинальная мощность, математическая модель, рабочая характеристика насоса.

Abstract. This article proposes a methodical systematic approach to the formation of water consumption schedules for agricultural and horticultural crops, which allows developing appropriate mathematical and algorithmic support, which is based on methods for calculating water consumption and irrigation regimes. The generated water supply schedules for pumping stations, as a rule, have a stepped character due to the seasonality of the operation of pumping stations and their productivity is ensured by changing the number of operating pumping units.

Key words: pumping stations, machine water lifting system, pumping unit, pumping unit, water consumption schedule, main channels, electric drive, asynchronous motor, supply, rated power, mathematical model, pump performance.

Подача воды насосными станциями на поливные площади должна осуществляться в строгом соответствии с графиками водопотребления орошаемых массивов посевных сельскохозяйственных и садовых культур. На основании этих графиков, необходимо формировать такие декадные, месячные, квартальные и годовые графики водоподдачи насосных станций систем

машинного водоподъема, которые бы максимально приближенно отражали их совпадение с графиками водопотребления сельскохозяйственных и садовых культур. Формируемые при этом графики водоподдачи насосных станций, как правило, будут иметь ступенчатый характер за счет сезонности эксплуатации насосных станций и обеспечения потребной их производительности путем изменении числа работающих насосных агрегатов [1-3].

Однако, в настоящее время, в практике эксплуатации насосных станций данное условие в полном объеме не выдерживается из-за отсутствия полноценно достоверно рассчитанного и сформированного графика водопотребления, в результате чего требуемые для орошения посевных сельскохозяйственных и садовых культур объемы воды и подаваемые насосных станций систем машинного водоподъема – не совпадают. Поэтому имеющее место несоответствие в графиках режимов водоподдачи насосных станций систем машинного водоподъема и водопотребления орошаемых массивов посевных культур приводит к таким отрицательным последствиям [4], как:

- нерациональное использование водных ресурсов;
- подтопление и заболачивание орошаемых земель;
- неоправданный перерасход электрической энергии из-за подачи избыточных объемов воды;
- повышенный износ и уменьшение срока службы гидросилового оборудования насосных станций систем машинного водоподъема;
- снижение урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур и в отдельных случаях их потеря из-за недоподачи воды.

Всесторонний учет почвенно-климатических, гидрогеологических и других факторов при формировании графика водопотребления орошаемых массивов сельскохозяйственных и садовых культур позволит обеспечить подачу и распределение необходимых объемов воды на поливные массивы и, способствуя нормальному развитию посевных культур, получать высокие урожаи.

Предлагаемый ниже методический подход к формированию графиков водопотребления посевных сельскохозяйственных и садовых культур позволяет разработать соответствующее математическое и алгоритмическое обеспечение, которое базируется на известных способах расчета водопотребления и режимов орошения [5-7].

Как правило, в соответствии с методикой гидромодульного районирования разрабатываются технологические карты на возделывание посевных сельскохозяйственных культур. В технологических картах отражаются необходимые данные для расчета и формирования графика водопотребления: количество и сроки проведения поливов, оросительные нормы и их процентное или абсолютное распределение по месяцам оросительного периода для каждой из

возделываемых на рассматриваемом массиве посевных сельскохозяйственных культур [8].

Дополнительно к этим данным, также учитывают: состав посевных культур севооборота, применяемые способы полива, гидрогеологические характеристики, водопроницаемость почвы, площадь, занятую под каждой из культур, и продолжительность полива культур [9-10].

Доля оросительной нормы за i - тый месяц для j - той посевной культуры, обеспечиваемая в l - тую декаду в соответствии со сроками полива, может быть определена следующим образом:

$$m_{ji}(l) = \frac{M_j \cdot p_i(l)}{100 \cdot \eta_c}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (1)$$

$$i=1, 2, 3, \dots, 12; \quad j=1, 2, \dots, k; \quad k \in N; \quad l=1, 2, 3.$$

где M_j - годовая оросительная норма j - той культуры, $\text{м}^3/\text{га}$; $p_i(l)$ - доля годовой оросительной нормы за i -тый месяц в l -тую декаду в процентах; η_c - коэффициент полезного действия оросительной сети; k - количество видов орошаемых на севооборотном массиве культур.

В случае, когда доля оросительной нормы приводится в технологических картах в абсолютном ($m_{ji}^0(l)$), а не в процентом выражении, то (1) принимает вид:

$$m_{ji}(l) = m_{ji}^0(l) / \eta_c \quad (2)$$

Транспортировка воды по магистральному и путевым каналам связана в основном с наличием потерь расхода воды на фильтрацию Q_ϕ , величина которого определяется в соответствии с [1] следующим образом:

$$Q_\phi = \sum_{g=1}^{nk} [K_{\phi g} \cdot L_g \cdot (B_{kg} + 2 \cdot h_{kg})], \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3)$$

где $K_{\phi g}$ - коэффициент фильтрации g – го канала, $\text{м}/\text{с}$; L_g - длина g – го канала, м ; B_{kg} - ширина g – го канала по верху, м ; h_{kg} - глубина наполнения g – го канала, м ; nk - общее количество путевых и магистральных каналов.

Потери расхода воды на фильтрацию из оросительных внутрихозяйственных каналов за i -тый месяц в l -тую декаду можно определить по формуле:

$$\Phi_i(l) = (1 - \eta_{BC}) \cdot \sum_{j=1}^k m_{ji}(l) / \eta_{BC}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (4)$$

где η_{BC} - коэффициент полезного действия внутрихозяйственной системы.

Суммарное испарение с орошаемого массива в зависимости от вида посевной культуры, типа почвообразования, широтной зоны и гидромодульного района можно определить расчетным путем, используя формулу С.Ф.Аверьянова:

$$T_{pji}(l) = k_j \cdot E_{pji}(l) \cdot (1 - H_{н.о.} / H'_o)^2, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (5)$$

где $T_{pji}(l)$ - суммарное испарение и транспирация растений с массива, засеянного j -той культурой за i -тый месяц в l -тую декаду; k_j - коэффициент, учитывающий особенности возделываемой культуры; $E_{pji}(l)$ - испаряемость j -той культуры за i -тый месяц в l -тую декаду, $\text{м}^3/\text{га}$; $H_{н.о.}$ - положение уровня грунтовых вод (УГВ), принимаемого для песчаных и глинистых почв – 1,9 м, супесчаных – 2,2 м, легких и среднесуглинистых (пылеватых) – 2,7 м, среднесуглинистых (плотных) и тяжелосуглинистых – 2,3 м; H'_o - параметр, свойственный данной природной обстановке (почвенно-климатической зоне) и УГВ.

Испаряемость $E_{pji}(l)$ можно определить по выражению:

$$E_{pji}(l) = \frac{m_{ji}(l)}{k_1 \cdot k_2} + A_i(l), \quad (6)$$

где $A_i(l)$ - атмосферные осадки за i -тый месяц в l -тую декаду, $\text{м}^3/\text{га}$ (если осадки фиксируются в мм, то 1 мм их соответствует $10 \text{ м}^3/\text{с}$); k_1 - коэффициент, зависящий от вида культуры; k_2 - коэффициент, зависящий от гидрогеологических и почвенно – мелиоративных условий.

Атмосферные осадки принимаются по данным метеорологических станций. Остальные же величины и коэффициенты определяют из технологических карт и соответствующей справочной литературы в зависимости от местоположения поливного участка в почвенно-климатической зоне и от вида посевной культуры. Поливная норма для j -той сельскохозяйственной посевной культуры за в l -тую декаду i -того месяца может быть определена по следующему выражению:

$$m_{ji}^n(l) = \frac{m_{ji}(l) + T_{pji}(l) - A_i(l)}{\eta_{тп}}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (7)$$

где $\eta_{тп}$ - коэффициент полезного действия техники полива.

Тогда требуемый объем воды за l - тую декаду i - того месяца для орошения (полива) j - той культуры определяется следующим образом:

$$V_{ji}(l) = m_{ji}^n(l) \cdot s_j, \text{ м}^3 \quad (8)$$

где s_j орошаемая площадь, занятая под j - тую посевную культуру, га.

Зная период в сутках t_l , в течение которого должна обеспечиваться подача декадного объема воды $V_{ji}(l)$ на полив посевных культур, можно определить потребный расход воды $Q_{ji}(l)$ на орошение j - той культуры при круглосуточном поливе:

$$Q_{ji}(l) = \frac{V_{ji}(l)}{86,4 * t_l} \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (9)$$

Однако в практике орошения, часто происходит, что на одном посевном массиве возникает потребность осуществления полива нескольких различных видов (κ) сельскохозяйственных культур. Поэтому востребована необходимость в определении средневзвешенной величины расхода поливной воды $Q_{CP,i}(l)$ в течение декады орошения:

$$Q_{CP,i}(l) = \frac{\sum_{j=1}^{\kappa} Q_{ji}(l) \cdot s_j}{\sum_{j=1}^{\kappa} s_j}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (10)$$

С учетом, имеющих место, потерь воды на фильтрацию при ее транспортировке по магистральному и путевым каналам, а также по оросительным внутрихозяйственным ирригационным системам, искомое значение требуемого расхода воды на полив посевных культур за l -тую декаду i -того месяца может быть определено по выражению:

$$Q_i(l) = Q_{CP,i}(l) + [\Phi_i(l) \cdot \sum_{j=1}^{\kappa} s_j] / (86400 \cdot t_l) + Q_{\phi}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (11)$$

На основе рассчитанных величин потребного расхода воды на полив сельскохозяйственных посевных культур формируется график водопотребления. При этом середина каждого столбика на строящемся графике должна приходиться на заданную декаду начала полива, ширина столбика соответствовать продолжительности полива, а высота – расходу воды. Сформированный таким образом график водопотребления сельскохозяйственных посевных культур является годовым, по которому можно определить также кварталные и месячные (по декадам) изменения потребного расхода воды на орошение.

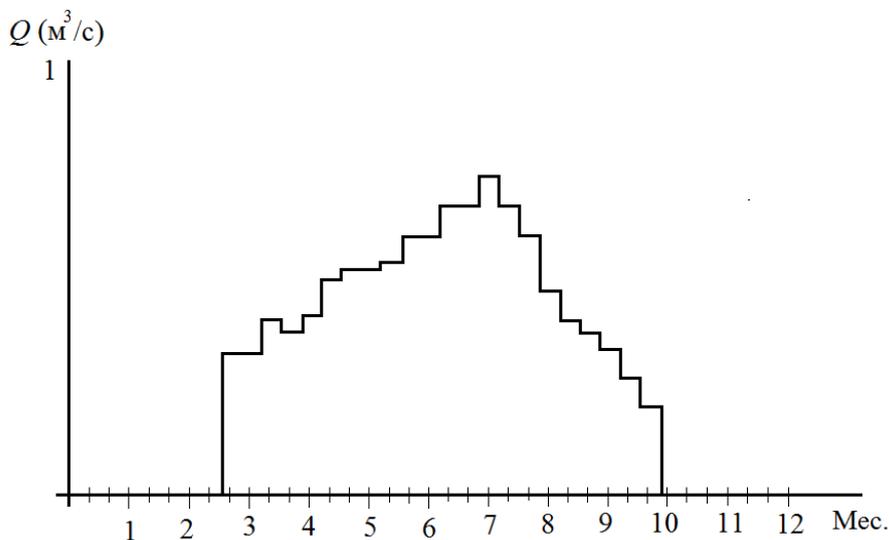


Рис. 1. График водопотребления сельскохозяйственных посевных культур

Необходимо также отметить, что фактический поливной режим культур может быть подвержен изменениям, как по годам, так и в интервале года в зависимости от реально фиксируемых погодных условий. В соответствии с этим предложенная методика и разработанное на ее базе математическое обеспечение позволяют производить оперативную корректировку поливных режимов на ПЭВМ.

В соответствии с предложенными математическим и алгоритмическим обеспечениями разработана программа, на основании которой рассчитаны и сформированы месячный (по декадам), квартальный и годовой графики водопотребления сельскохозяйственных посевных культур (рис.1).

Литература

1. Абидов К.Г. Повышение надежности работы мелиоративных насосных станций с применением самозапуска электродвигателей. // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. -Москва, 2020 № 3 (189) март. С.34-38.

2. Абидов К.Г., Хамудханова Н.Б., Гафурова М.О. Влияния конструктивных параметров на энергосберегающие и эксплуатационные показатели работы водоподъемных насосных агрегатов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. -Москва. №1, 2023. С.56-63.

3. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч. Оптоэлектронное бесконтактное реле напряжения // Агентство по интеллектуальной собственности РесУз. Патент на изобретение № IAP 05122. 29.10.2015.

4. Каримов И.Ч., Каримов Р.Ч. Электр таъминоти тизимларида контактсиз ускуналарнинг ишлатилиши // «Техника юлдузлари» журнали (ISSN: 1682-7686). Тошкент, 2017. - №4. – Б.53-56.

5. Бобожанов М.Қ., Расулов А.Н., Каримов Р.Ч., Саттаров Х.А. Электр таъминоти тизимида контактсиз кучланиш стабилизаторларини тадқиқ қилиш // «Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари» журнали (ISSN: 2181-9211). Тошкент, 2018. - №3(5). – Б.106-109.

6. Каримов Р.Ч., Рўзиназаров М.Р., Паноев А.Т. Электр таъминоти тизимида сифимли филтрли тўғрилагични таҳлил қилиш // «Фан ва технологиялар тараққиёти» илмий-техникавий журнали. Бухоро, 2017. - №1. – Б.22-27.

7. Каримов Р.Ч., Рафиқова Г.Р. Сифимли тўплагичлар энергиясини зарядловчи қурилмаларнинг параметрлари ва иш режимларини танлаш // «Фан ва технологиялар тараққиёти» илмий-техникавий журнали. Бухоро, 2016. - №1. – Б.9-19.

8. Суллийев А.Х., Каримов Р.Ч. Электр таъминоти тизимида опотиристорли контактсиз кучланиш релесини ишлатиш // «ТошТЙМИ ахбороти» журнали (ISSN: 2091-5365). Тошкент, 2018. - №4. – Б.149-154.

9. Бобожанов М.Қ., Каримов Р.Ч. Электр таъминоти тизимида оптоэлектронли резистив занжирларни тадқиқ қилиш // «ТошДТУ хабарлари» журнали (ISSN: 1684-789X). Тошкент, 2017. - №4(101). – Б.53-57.

10. Расулов А.Н., Каримов Р.Ч., Абдураимов Э.Х., Рўзиназаров М.Р. Электр таъминоти тизимида транзисторли резистив занжирларни ишлатиш // «ТошДТУ хабарлари» журнали (ISSN: 1684-789X). Тошкент, 2015. - №3(92). – Б.108-113.

11. Абдураимов Э.Х., Расулов А.Н., Каримов Р.Ч., Рўзиназаров М.Р. Электр таъминоти тизимида куч тиристорларини бошқаришида оптоэлектронли резистив занжирларни ишлатиш // «ТошДТУ хабарлари» журнали (ISSN: 1684-789X). Тошкент, 2015. - №2(90). – Б.103-108.

12. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч. Использование бесконтактных реле для улучшения качества электроэнергии // Журнал «Вестник ТашГТУ» (ISSN: 1684-789X). Ташкент, 2013. - №3-4. – С.48-51.

13. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч., Авлакулов Х.П. Ночизикли электр занжирида динамик жараёнларнинг таҳлили // «ТошДТУ хабарлари» журнали (ISSN: 1684-789X). Тошкент, 2010. - №1-2. – Б.72-75.

14. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч. Нелинейная динамическая цепь с тиристором // Журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент, 2006. - № 2-3. – С.37-41.

15. Bobojanov M.K., Usmanov E.G., Abduraimov E.H., Karimov R.Ch. Resistive time delay switches // Scientific journal «European Science Review» (ISSN: 2310-5577). Vienna (Austria), 2018, January–February. №1-2. – PP.210-212.

16. Karimov R.Ch., Rasulov A.N., Meliqo'ziyev M.V., Almardonov O., Rafiqov M.Z. Analysis on diode electrical circuits // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Issue 3, March 2019, - №6, – P.8294-8298.

17. Rasulov A.N., Karimov R.Ch. The Contactless Relay of Tension in System of Power Supply // Scientific journal «Eastern European» (ISSN: 2199-7977). Dusseldorf (Germany), Ausgabe. 2015. - №4. – PP.174-178.

18. Каримов Р.Ч., Бобожанов М.К. Стабилизаторы напряжения на базе бесконтактных устройств. Монография. – Т.: ТГТУ, 2020, – Стр.113.

19. Karimov R.Ch. Kontaktsiz kommutatsiyalovchi qurilmalar asosida elektr energiya sifatini oshirish. Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya ishi. – Т.: TDTU, 2019, – 113 bet.