

на естественных и мелиорированных пастбищах Сарпинской низменности / М. В. Власенко, А. К. Кулик, В. П. Воронина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2(34). – С. 83–88.

4 Власенко, М. В. Продуктивность и флористическое разнообразие пастбищ Сарпинской низменности под влиянием фитомелиорации: дис... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Власенко Марина Владимировна. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. – 208 с.

5 Власенко, М. В. Фитомелиорация пастбищ Северо-Западного Прикаспия / М. В. Власенко // Агролесомелиорация в системе адаптивно-ландшафтного земледелия: поиск новой модели (к 90-летию академика РАСХН Е. С. Павловского): материалы Междунар. науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых. – 2013. – С. 72–74.

6 Власенко, М. В. Восстановление деградированных пастбищ полупустынно-степной зоны юга России методом фитомелиорации / М. В. Власенко // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию создания Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института. – Волгоград, 2016. – С. 69–73.

7 Воронина, В. П. Особенности продуктивности пастбищных угодий на зональных почвах Астраханской области / В. П. Воронина, М. В. Власенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 3. – С. 7–14.

8 Власенко, М. В. Изменение растительного покрова под влиянием выпаса сельскохозяйственных животных на пастбищных угодьях Астраханской области / М. В. Власенко // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12–4. – С. 757–759.

9 Рулев, А. С. Прогнозно-картографическое моделирование продуктивности пастбищных ландшафтов в аридных условиях / А. С. Рулев, С. С. Шинкаренко // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2016. – № 67. – С. 107–109.

10 Шинкаренко, С. С. Анализ динамики пастбищных ландшафтов в аридных условиях на основе нормализованного вегетационного индекса (NDVI) / С. С. Шинкаренко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1(37). – С. 110–114.

УДК 626.82:620.91

А. С. Штанько

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

А. А. Куприянов

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

К ВОПРОСУ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Целью исследований является определение и обоснование путей снижения энергоемкости процесса орошения при проектировании оросительных систем. В процессе исследований было установлено, что под энергоэффективной оросительной системой понимается оросительная система, которая реализует имеющиеся гидроэнергетические ресурсы естественных или искусственных водотоков и потенциал местности, характеризующийся наличием значительных перепадов отметок, путем трансформации их в механическую энергию потока жидкости. В результате исследований разработана расчетная схема и система уравнений по определению оптимального расположения створа водозабора относительно орошаемых участков для соблюдения условия энергоэффективности проектируемой оросительной сети.

Ключевые слова: оросительная система, энергоэффективность, водозаборный узел, деривационный водовод, орошаемый участок, напор.

Перспективным направлением разработки энергоэффективных (малоэнергоёмких) оросительных систем является выбор для орошения территорий, характеризующихся наличием определенных природных условий для практического применения потенциальной энергии агроландшафтов (площади с достаточными для устройства самонапорной сети уклонами, водоисточников с отчетливым падением уклонов по длине и др.). Эти условия распространены в предгорных долинах, на конусах выноса, в речных долинах, в дельтовой части рек [1]. В связи с этим под энергоэффективной оросительной системой понимается оросительная система, которая реализует имеющиеся гидроэнергетические ресурсы естественных или искусственных водотоков и потенциал местности, характеризующийся наличием значительных перепадов отметок, путем трансформации их в механическую энергию потока жидкости.

Гидравлическая энергия водотока представляет собой работу, которую совершает текущая в нем вода. Силой, осуществляющей работу водяного потока, является вес воды. Действие силы воды определяется падением водотока, т. е. разностью уровней воды в начале и конце рассматриваемого участка. Если падение участка водотока длиной L составляет H , то при расходе воды Q , равном его среднему значению в начале и конце участка, работа текущей воды в течение одной секунды, т. е. мощность водотока N на рассматриваемом участке составляет [2, 3]:

$$N = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 9810 \cdot Q \cdot H, \quad (1)$$

где N – мощность водотока на рассматриваемом участке, Вт, Дж/с;

ρ – плотность воды, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

Q – расход воды, м³/с;

H – падение участка водотока, м.

По уклону ландшафтов поперек горизонталей рельеф орошаемой площади условно можно разделить на два типа: равнинный и горный. Границей между ними служит значение критического уклона, являющегося гидравлической характеристикой потока в распределительных каналах [4].

Значение критического уклона канала определяют по зависимости:

$$i_{кр} = \frac{g \cdot \chi_{кр}}{\alpha \cdot C_{кр}^2 \cdot B_{кр}}, \quad (2)$$

где $i_{кр}$ – критический уклон канала,

$\chi_{кр}$ – смоченный периметр, соответствующий критической глубине при заданном расходе, м;

α – коэффициент кинетической энергии;

$C_{кр}$ – скоростной множитель в формуле Шези при критической глубине;

$B_{кр}$ – ширина канала по зеркалу воды при критической глубине, м.

Равнинным условно называют рельеф, имеющий уклон меньше критического. При этом в каналах образуется спокойный режим течения воды, то есть число Фруда меньше единицы. Если местность имеет уклон, который превосходит его критическое значение, то такой рельеф будет условно называться горным. Наиболее эффективное использование энергии водотока возможно при концентрации перепадов уровней на сравнительно коротком участке [5].

Подготовка предпроектной документации на строительство энергоэффективных комбинированных систем в указанных геоморфологических условиях должна базироваться на принципе одновременного учета показателей массива орошения и водоисточника в качестве источников потенциальной энергии местности. В связи с этим тради-

ционные показатели мелиоративной пригодности участков (наличие и гидрологические характеристики водоисточника, рельеф местности, типы и засоленность почв и др.) должны быть дополнены показателями, подтверждающими возможность эффективного использования потенциальной энергии как орошаемого участка, так и водоисточника (условия для создания самонапорной сети, перепады отметок водоисточника для реализации деривационных схем создания напоров, соответствие деривационных напоров шкале расходно-напорных характеристик планируемой дождевальной и поливной техники, небольшое удаление массива орошения от створов водоотведения из вышележащего участка реки и др.).

В результате оценки изучаемой территории по предложенным природно-хозяйственным показателям должна быть решена задача, заключающаяся в определении створа водозабора из источника орошения, в котором обеспечивается максимум соотношений создаваемых напоров на орошаемом участке H_{cti} и протяженностей необходимых для этого деривационных водоводов L_{cti} при соблюдении условия достаточности выделяемых инвестиций $K^{инв}$ стоимости строительно-монтажных работ по выбранному варианту водозабора $K(L^{opt})$ (рисунок 1):

$$\text{определить} \quad \frac{H^{opt}}{L^{opt}} = \max \left\{ \frac{H_{ct1}}{L_{ct1}}, \frac{H_{ct2}}{L_{ct2}}, \dots, \frac{H_{ctn}}{L_{ctn}} \right\} \dots \quad (3)$$

$$\text{при} \quad H^{opt} \geq H_0 + H_L + \Delta H_{oy}, \quad (4)$$

$$K(L^{opt}) \leq K^{инв}, \quad (5)$$

где H^{opt} – оптимальный создаваемый напор на орошаемом участке, м;

L^{opt} – оптимальная протяженность деривационных водоводов, м;

$H_{ct1}, H_{ct2}, \dots, H_{ctn}$ – деривационные напоры за счет водоотведения в створах, м;

$L_{ct1}, L_{ct2}, \dots, L_{ctn}$ – варианты протяженности деривационных водоводов от створов до входа в орошаемый участок, м;

H_0 – требуемый напор на входе в орошаемый участок, м;

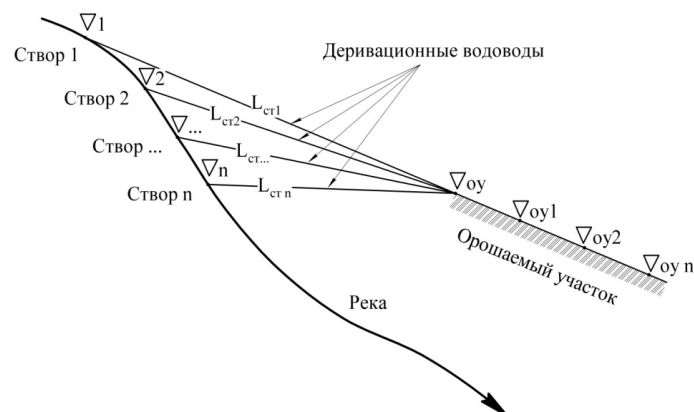
H_L – потери напора в деривационных водоводах L_{cti} (включая местные потери в задвижках, поворотах и т. д.), м;

ΔH_{oy} – потери напора от входа в орошаемый участок до самого удаленного гидранта, м;

$K(L^{opt})$ – стоимость строительства по выбранному варианту водозабора, руб.;

$K^{инв}$ – выделяемые инвестиции, руб.

Определенные по зависимостям (3)–(5) параметры являются узловыми параметрами схемы генплана оросительной системы. К их числу относятся: местоположение створа водоотведения, водность источника орошения, размещение, протяженность участка деривации, расходы воды по деривационному водоводу, деривационный напор на входе в орошаемый участок и др. Затем эти данные и результаты районирования используются при проектировании организации территории системы, выборе дождевальных машин и схем поливной сети, определяемых гидравлическими, прочностными и технико-экономическими расчетами. При этом орошаемые участки с уклонами поверхности 0,003–0,008 должны рассматриваться в качестве дополнительных (к создаваемым деривационным напорам) источников энергии, на которых проектируется самонапорная или комбинированная сеть [6, 7].



$\nabla_1, \nabla_2, \dots, \nabla_n$ – отметки (геодезические высоты) створов реки; ∇_{ou} – отметка входа в орошаемый участок; $\nabla_{ou1}, \nabla_{ou2}, \dots, \nabla_{oun}$ – отметки поверхности орошаемого участка

Рисунок 1 – Схема определения напоров за счет водоотведения в вышерасположенных створах реки и уклона поверхности орошаемого участка

Рассмотренные способы создания напора путем водоотведения от вышерасположенных участков водоисточника и за счет естественного уклона поверхности самого орошаемого участка с учетом конкретных геоморфологических условий могут применяться раздельно или комбинированно. Перспективным представляется также использование разностей геодезических высот смежных объектов (главного русла, протоков, озер в пойме реки и др.) для устройства локальных энергоустановок и организации машинного водоподъема на орошаемые участки надпойменных террас.

Список использованных источников

- 1 Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. – В 2 ч. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – Ч. 1. – 283 с.
- 2 Денисов, И. П. Основы использования водной энергии / И. П. Денисов. – М.: Энергия, 1974. – 270 с.
- 3 Гидроэнергетика: учеб. для вузов / В. И. Обрезков [и др.]; под ред. В. И. Обрезкова. – М.: Энергоиздат, 1981. – 608 с.
- 4 Бобохидзе, Ш. С. Гидравлическая автоматизация водораспределения на оросительных системах / Ш. С. Бобохидзе. – М.: Колос, 1973. – 248 с.
- 5 Гидроэлектрические станции: учеб. для вузов / Н. Н. Аршеневский [и др.]; под ред. Ф. Ф. Губина, Г. И. Кривченко. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. – 368 с.
- 6 Салахов, Ф. С. Самонапорная система орошения дождеванием / Ф. С. Салахов, С. Х. Гусейн-Заде. – М.: Колос, 1964. – 128 с.
- 7 Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / И. П. Айдаров [и др.]; под ред. Б. Б. Шумакова. – М.: Колос, 1999. – 432 с.

УДК 631.61

Л. Н. Медведева

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРАЦИИ НА ГОРОДСКИХ ЗЕМЛЯХ

Целью исследования является использование опыта, накопленного в области научных знаний, по мелиорации на городских землях. Применение мелиоративных меро-