

Так как орошение является сезонным явлением, то для решения данной задачи необходимо знать внутригодовое помесечное распределение объемов стока.

Внутригодовое распределение стока рассчитывается для вероятностей превышения 50, 75 и 95 %. Для лет с заданной вероятностью превышения, используя метод равнообеспеченных величин, определяют месячные доли объема стока и количественные значения последних. Данные, полученные в результате гидрологических расчетов, используются в качестве исходной информации для имитационного водохозяйственного моделирования.

Так как системы водохозяйственного комплекса являются сложными системно-динамическими моделями, то предсказать влияние небольшого изменения на модель в целом достаточно сложно. Для исследований применяются современные средства компьютерного цифрового имитационного моделирования на основе применения водобалансовых методов, позволяющие решать различные водохозяйственные задачи без внедрения изменений в реальную систему.

В данной работе был использован многоцелевой программный комплекс для планирования использования водных ресурсов и управления ими MIKE HYDRO Basin, важной особенностью которого является возможность задавать приоритетность водохозяйственных нужд для каждого водопотребителя.

Итогом последовательного выполнения предложенных действий будет являться карта с нанесенными перспективными участками орошения. Результаты моделирования позволят последовательно оценить потребность в водных ресурсах для каждого водопользователя и, следовательно, определить участки, на которых возможна организация орошения.

Таким образом, применение разработанной методологии позволит эффективно использовать воды местного стока для целей орошения.

Применение ГИС-инструментов и комплексов моделирования значительно сокращает время изысканий и позволяет автоматизировать процессы вычисления, что, в свою очередь, позволит оценивать потенциал земель сельскохозяйственного назначения для орошения на крупных территориях в относительно короткие сроки.

Список использованных источников

1 Гостищев, В. Д. Анализ и перспективы развития инновационных технологий использования водно-энергетических ресурсов на примере мелиоративного комплекса Большого Ставропольского канала / В. Д. Гостищев, Г. А. Сенчуков, Т. С. Пономаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 4(64). – С. 81–87.

2 Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 27 августа 2009 г. № 1235-р // Гарант Эксперт 2018 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2018.

3 Волкова, Н. Е. Дождевание как способ полива в Республике Крым / Н. Е. Волкова, Р. Ю. Захаров // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – № 4(68). – С. 83–89.

4 Бассейновый подход в экологических исследованиях: монография / Т. А. Трифонова [и др.]; под ред. Т. А. Трифоновой. – Владимир: Владимирполиграф, 2009. – 80 с.

УДК 626.823:627.83

А. А. Белоусов

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

СХЕМА КЛАССИФИКАЦИИ РЕЧНЫХ НИЗКОНАПОРНЫХ ПЛОТИННЫХ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Целью исследования является создание схемы классификации для оптимизации выбора водозаборных сооружений на стадии составления технического задания. Предлагается комплексная схема, которая позволяет учитывать экологические требования при проектировании оросительных систем, особенности водоемистика, водозабора и принципы борьбы с наносами. Данная схема будет полезна при предпроектных проработках для выбора типа речного низконапорного плотинного водозаборного узла на стадии разработки технического задания.

Ключевые слова: проектирование, строительство и эксплуатация оросительных систем, низконапорный плотинный водозабор, классификация водозаборных узлов, гидротехнические сооружения, борьба с наносами на водозаборных узлах, требования оросительных систем при проектировании водозаборных сооружений.

A. A. Belousov

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

CLASSIFICATION SCHEME OF RIVER LOW PRESSURE DAM WATER INTAKE STRUCTURES

The aim of the research is to create a classification scheme for optimizing the selection of water intake facilities at the stage of drawing up the technical specifications. A comprehensive scheme that allows to take into account the environmental requirements in the irrigation systems design, features of the water source, water intake and sediment control principles is proposed. This scheme will be useful in pre-design studies for selecting the type of river low-pressure dam intake structure at the stage of development of technical specifications.

Key words: design, construction and operation of irrigation systems, low-pressure dam water intake, classification of water intake structures, hydraulic structures, control of sediments on water intake structures, requirements of irrigation systems in the design of water intakes.

Введение. Существующие схемы водозаборных сооружений несовершенны и имеют ряд недостатков в конструктивных элементах. Повышение технических, экологических, социальных требований обуславливает целесообразность их дальнейшего совершенствования.

В настоящее время в ФГБНУ «РосНИИПМ» ведутся научные работы в данном направлении [1, 2]. Направление является актуальным и требует дальнейших разработок.

Материалы и методы. При выборе типа водозабора (на стадии проектирования) рекомендовано широко использовать схемы классификации водозаборных сооружений [3]. По природным особенностям гидроузлы делятся на речные горные, предгорные и равнинные [4]. По гидравлическим особенностям – на боковые, поверхностные, фронтальные, решетчатые [5]. По области применения – боковой, с поперечной циркуляцией потока, фронтальный, ферганский, донно-решетчатый, послойно-решетчатый [6]. По особенностям борьбы с наносами – двусторонний фронтальный, боковой, решетчатый, улучшенный горный, водозаборные узлы с косонаправленными циркуляционными порогами [7].

Имеются схемы районирования водозаборных сооружений, комплексно учитывающие природные, технические и эксплуатационные факторы [3]. Существующие деления не всегда отличаются строгостью: боковой тип может быть с использованием поперечной циркуляции потока, боковых решетчатых водоприемников; фронтальный – с использованием поперечной циркуляции потока, донно- и послойно-решетчатых водоприемников; с поперечной циркуляцией потока – с фронтальным и боковым; решетчатый и улучшенный – фронтальным и с поперечной циркуляцией потока; с косонаправленными циркуляционными порогами – фронтальным, боковым, с поперечной

циркуляцией потока и пр. Дальнейшее совершенствование схемы классификации выполнено на основе учета природных условий делением русел рек по участкам; требований оросительных систем – ограничениями при водозаборе; особенностей забора воды – гидравлическими условиями; очистки воды от наносов – этапностью и составом основных технических средств борьбы с ними.

В соответствии с существующими рекомендациями [3–8] основные участки рек: горный, предгорный, равнинный. Изменение средних продольных уклонов русел соответственно от 0,002 до 0,2; от 0,0005 до 0,02; от 0,00001 до 0,005; максимальных расходов – от 10 до 10000; от 10 до 20000 и от 10 до 200000 м³/с.

В качестве основных требований оросительных систем приняты: обеспечение планового водозабора и водоподачи, очистка воды от наносов, плавника и шуги, подача воды на один и два берега. Ограничения по водозабору косвенно отражаются значением коэффициента водозабора: малый до 0,4, средний от 0,4 до 0,6, повышенный от 0,6 до 0,8 и высокий от 0,8 до 1,0.

Гидравлические условия водозабора учитываются особенностями потока в плане, по глубине и структуре. В плане – боковой и фронтальный типы; по глубине – поверхностный, послойный и донный; по структуре – боковое смещение струй у водоприемника, вдоль порогов с перераспределением удельных расходов воды, встречные донные течения.

Очистка воды от наносов поэтапная: в верхнем бьефе задерживаются и регулируются влекомые наносы средними диаметрами от 10 до 100 см, в створе водозабора сбрасываются в нижний бьеф от 0,025 до 0,20 см, на головном участке канала от 0,0025 до 5 см.

Требования к качеству очистки воды определяются конструкцией оросительной системы, способом полива. На открытых системах ориентировочно допускаются фракции наносов с максимальным диаметром 0,25 мм и удельным содержанием по массе 2,0 г/дм³, при диаметре 0,15 мм удельное содержание по массе составит от 0,05 до 20 г/дм³. На закрытых системах при максимальном диаметре 0,25 мм удельное содержание по массе 0,05–10,0 г/дм³.

Основные технические элементы, используемые для борьбы с наносами, в нижнем и верхнем бьефах – прямолинейные и криволинейные зарегулированные русла. На участке водозабора – пороги, галереи, полоки, карманы. На головном участке канала – отстойники, пескогравиеловки.

Результаты и обсуждение. Разработанная схема классификации речных низконапорных плотинных водозаборных сооружений комплексно учитывает природные, эксплуатационные, гидравлические условия и особенности борьбы с наносами (таблица 1).

Согласно схеме при средних и малых коэффициентах водозабора на горных участках рек могут использоваться односторонние и двусторонние, боковые и фронтальные, поверхностные и донные, с подводящим прямолинейным и криволинейным зарегулированным руслом, с порогом и галереями, пескогравиеловкой и отстойником водозаборные сооружения. Исходя из местных условий, накопленного опыта проектирования, строительства и эксплуатации выбираются простые, с малыми удельными капитальными вложениями и эксплуатационными затратами, надежные водозаборные сооружения.

При повышенных и высоких коэффициентах водозабора на горных участках рек используются односторонние и реже двусторонние сооружения, фронтальные и реже боковые, с приподнятой над дном водоприемной галереей и поверхностные, с подводящим криволинейным и реже – прямолинейным зарегулированным руслом, косонаправленным ступенчатым порогом и отстойником с уступом на входе, периодическими гидравлическими промывками отложений наносов в бьефах сооружения. В этом случае прежде всего учитывается надежность водозабора и эксплуатационные затраты.

Таблица 1 – Схема классификации речных низконапорных плотинных водозаборных сооружений для горного участка рек

Ограничение водозабора		Гидравлические условия			Этап и средство борьбы с наносами		
Коэффициент водозабора	Отвод	План	Глубина	Поперечные течения	Верхний бьеф	Водоприемник	Головной участок канала
$\leq 0,4$	Односторонний, двусторонний	Боковой	Поверхностный	Боковое смещение струй в зоне водоприемника	Прямолинейное русло	Порог	Пескогравиеловка, отстойник
$\leq 0,6$	Односторонний	Боковой, фронтальный	Поверхностный с приподнятой над дном водоприемной галереей	Поперечная циркуляция потока в подводящем канале	Криволинейное русло	Порог, галереи	Отстойник, пескогравиеловка
$\leq 0,8$	Односторонний, двусторонний	Фронтальный, боковой	С приподнятой над дном водоприемной галереей, поверхностный	Поперечное течение с перераспределением удельных расходов в зоне водоприемника, встречное донное течение в зоне водоприемника	Прямолинейное русло	Порог ступенчатый, карман	Отстойник, пескогравиеловка
$\leq 0,9$	Односторонний	Фронтальный, боковой	С приподнятой над дном водоприемной галереей, поверхностный	Поперечная циркуляция потока в подводящем русле, поперечное течение и перераспределение удельных расходов в зоне водоприемника или встречное донное течение	Криволинейное русло (жесткое крепление вдоль вогнутого берега)	Порог (ступенчатый, косонаправленный), карман	Отстойник (уступ на входе)
$\leq 1,0$	Односторонний, двусторонний	Фронтальный, боковой	С приподнятой над дном водоприемной галереей	Поперечное течение с перераспределением удельных расходов в зоне водоприемника, поперечная циркуляция потока в подводящем русле	Прямолинейное русло (жесткое крепление вдоль вогнутого берега), периодические гидравлические промывки	Порог (ступенчатый, косонаправленный), карман	Отстойник (уступ на входе, многокамерный)

На предгорном участке дополнительно используются полоки, галереи, карманы, не применяется донный отбор воды. На равнинном – комплексы порогов, полоки с прорезью, послойный отбор воды, многокамерные отстойники; не применяются косо-направленные ступенчатые пороги, жесткое крепление вдоль вогнутого берега, уступ на входе в отстойную камеру и др.

Рассмотренная схема классификации может использоваться при подготовке материалов для предварительного выбора типа речного низконапорного плотинного водозаборного узла на стадии разработки технического задания.

Выводы. Предложенная схема классификации комплексно учитывает требования оросительной системы, особенности водоисточника, водозабора и борьбы с наносами.

Требования экологии учитываются косвенно путем установления допустимого значения коэффициента водозабора.

Комплексная схема классификации полезна при выборе речного низконапорного плотинного водозаборного узла на стадии составления технического задания.

В качестве примера в таблице 1 приводится схема классификации для горного участка.

Список использованных источников

1 Пат. 2606282 Российская Федерация, МПК⁶ Е 02 В 9/04, Е 03 В 13/00. Фильтрующее водозаборное сооружение на горных и предгорных участках рек / Щедрин В. Н., Васильев С. М., Лобанов Г. Л.; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – № 2015150357; заявл. 24.11.15; опубл. 04.04.17, Бюл. № 10. – 3 с.

2 Пат. 2615467 Российская Федерация, МПК⁶ Е 02 В 9/04, Е 02 В 3/32. Водозаборный узел оросительной системы / Щедрин В. Н., Шкура В. Н., Штанько А. С.; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – № 2015132308; заявл. 03.08.15; опубл. 10.01.17, Бюл. № 1. – 4 с.

3 Васильев, С. М. Состояние и перспективы использования орошаемых земель в Ростовской области / С. М. Васильев, Т. В. Сергеева // Вопросы мелиорации: информ. бюл. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2005. – № 7–8. – С. 29–36.

4 Основные принципы и методы эксплуатации магистральных каналов и сооружений на них: монография / В. Н. Щедрин [и др.]; под общ. ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – 361 с.

5 История мелиорации России / Б. С. Маслов [и др.]; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации. – М.: Росинформагротех, 2002. – Т. 1. – 506 с.

6 Алтунин, С. Т. Водозаборные узлы и водохранилища / С. Т. Алтунин. – М.: Агропромиздат, 1964. – 429 с.

7 Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография. В 2 ч. Ч. 2 / В. Н. Щедрин [и др.]. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 307 с.

8 Инструкция по проектированию низконапорных плотинных речных водозаборов оросительных систем: ВСН-П-14-76: введ. в действие с 01.01.77 – М.: Союзводпроект, 1976. – 57 с.

УДК 631.67:633.11:633.15:633.34:631.582

П. В. Писаренко, Н. П. Малярчук, Г. М. Исакова, Д. А. Булыгин, И. Ю. Лужанский
Институт орошаемого земледелия Национальной академии аграрных наук Украины,
Херсон, Украина

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕРНА В КОРОТКОРОТАЦИОННОМ ОРОШАЕМОМ СЕВООБОРОТЕ