

**Список использованных источников**

1 Отчет о реализации I этапа (2014–2016 годы) федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы». – М.: Росинформагротех, 2017. – 80 с.

2 Басс, В. Н. Методические указания по эксплуатации автоматизированной системы сбора данных о наличии парка машин и механизмов, находящихся на балансе региональных мелиоративных организаций / В. Н. Басс, В. С. Пунинский. – М.: ВНИИГиМ, 2002. – 26 с.

3 Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М.: Наука, 1978. – 400 с.

4 Методы системного анализа в мелиорации и водном хозяйстве / Б. Г. Штепа [и др.]. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 261 с.

5 Кизяев, Б. М. Методические основы формирования Федеральных регистров технологий и машин для эксплуатации, ремонта и реконструкции мелиоративных сетей / Б. М. Кизяев, В. С. Пунинский // Научные подходы и технические решения мелиорации земель, водообеспечения и водопользования в АПК: сб. науч. тр. – М.: Изд-во ВНИИГиМ, 2019. – С. 129–138.

6 Пунинский, В. С. Система машин для комплексной механизации мелиоративных работ и техника для мелиорации деградированных кормовых угодий / В. С. Пунинский // Кормопроизводство. – 2018. – № 4. – С. 37–45.

7 Пунинский, В. С. Совершенствование механизации технологических процессов биомелиорации и водорегулирования на деградированных землях / В. С. Пунинский // Мелиорация земель – неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации: материалы междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во ВНИИГиМ, 2019. – С. 256–262.

8 Пунинский, В. С. Система машин для комплексной механизации мелиоративных работ как основа для улучшения деградированных кормовых угодий Нечерноземья / В. С. Пунинский // Кормопроизводство. – 2019. – № 6. – С. 38–48.

9 Барсуков, А. Ф. Краткий справочник по сельскохозяйственной технике / А. Ф. Барсуков, А. В. Еленев. – 2-е изд. – М.: Колос, 1974. – 447 с.

10 Сельскохозяйственная техника. Каталог / А. Д. Орехов [и др.]. – 2-е изд. – М.: ЦНИИТЭИ Госкомсельхозтехники СССР, 1982. – Ч. 1. – 474 с. – Ч. 2. – 607 с.

11 Сельскохозяйственная техника. Каталог / Н. В. Краснощеков [и др.]. – М.: Информагротех, 1991. – Т. 1. – 364 с. – Т. 2. – 368 с.

12 Сельскохозяйственная техника. Каталог. – М.: Росинформагротех, 2005. – Т. 1. – 292 с., 2007. – Т. 2. – 288 с., 2007. – Т. 3. – 236 с.

13 Федеральные регистры базовых и зональных технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России до 2010 г. / Б. М. Кизяев [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2003. – 112 с.

УДК 626.823:627.83

**Д. А. Нецепляев, А. А. Белоусов, М. Р. Гонзалез-Гальего, В. И. Коржов**

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

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ  
ВОДОЗАБОРНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ И ТРУБЧАТОЙ  
ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ**

*Целью исследований являлось повышение точности и оперативности расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оро-*

сительной сети, используемых при их эксплуатации. Для этого предложен алгоритм расчета, обеспечивающий возможность разработки простых в применении программных средств. Разработан алгоритм расчета для водозаборных сетей разной конфигурации. Приведена реализация алгоритма в виде прикладной компьютерной программы, а также результаты, демонстрирующие ее возможности. Разработанный программный продукт может быть использован как организациями, так и физическими лицами, занимающимися проектированием и эксплуатацией.

*Ключевые слова:* оросительная система; водораспределительная сеть; водозаборные и регулирующие сооружения; расходы воды; напор воды; автоматизация расчетов.

\*\*\*\*\*

**D. A. Netseplyaev, A. A. Belousov, M. R. Gonzalez-Gallego, V. I. Korzhov**  
Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

### COMPUTATION AUTOMATION OF HYDRAULIC REGIMES OF WATER INTAKE PUMPING STATION AND A PIPE CLOSED IRRIGATION NET

*The aim of the research was to increase the accuracy and efficiency of calculating the hydraulic regimes of water intake pumping station and the pipe closed irrigation net used in their operation. A calculation algorithm providing the ability to develop easy-to-use software products is proposed for this. A calculation algorithm for water intake networks of different configurations has been developed. The algorithm implementation in the form of an applied computer program as well as the results demonstrating its capabilities is presented. The developed software product can be used both by organizations and individuals involved in design and operation.*

*Key words:* irrigation system; water distribution network; water intake and control structures; water discharge; water head; computation automation.

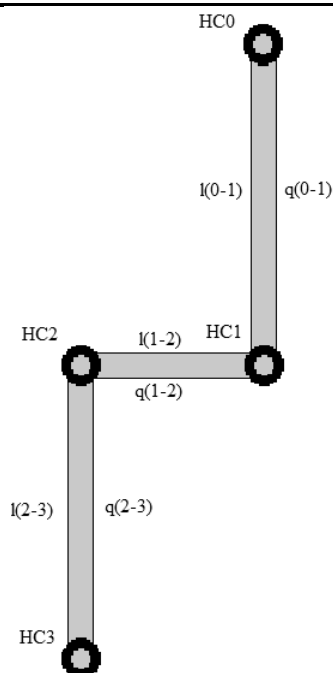
**Введение.** Одними из важнейших критериев, составляющих основу расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оросительной сети, являются значения протяженностей участков расчета и расходов на них [1]. Кроме того, гидравлические режимы зависят от технических характеристик труб, их пропускных способностей, диаметра. Очевидно, что простое в использовании средство расчета может существенно облегчить трудоемкую задачу расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оросительной сети. Исходя из этого, задачей настоящей работы являлась разработка методических и программных средств для обеспечения возможности расчета гидравлических режимов водозаборных насосных станций и трубчатых закрытых оросительных сетей в зависимости от исходных эксплуатационно-технических характеристик насосной станции и трубчатой оросительной сети.

**Материалы и методы.** Решение поставленной задачи предполагает наличие следующих исходных данных [2–4]: длина участка, расход на участке.

В качестве примера, демонстрирующего процедуру построения алгоритма расчета, была взята схема водозаборной насосной станции, представленная на рисунке 1.

Алгоритм моделирования работы водозаборных сооружений насосных станций сводится к следующему.

На основе данных о требуемых напорах на выходе сети, геодезическом напоре, расходах, длинах расчетных участков трубопроводов и ассортименте используемых на них труб проводится расчет потерь напора по участкам сети, суммарных потерь напора и полного напора на выходе головной водозаборной насосной станции, подающей воду в эту сеть [5, 6].



НС0, НС1, НС2, НС3 – насосные станции;  $l(0-1)$ ,  $l(1-2)$ ,  $l(2-3)$  – длины участков;  
 $q(0-1)$ ,  $q(1-2)$ ,  $q(2-3)$  – напор на участках

**Рисунок 1 – Схема водозаборной насосной станции, демонстрирующая процедуру построения алгоритма расчета**

Блок-схема алгоритма, иллюстрирующая реализацию вышеприведенного алгоритма расчета, приведена на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оросительной сети**

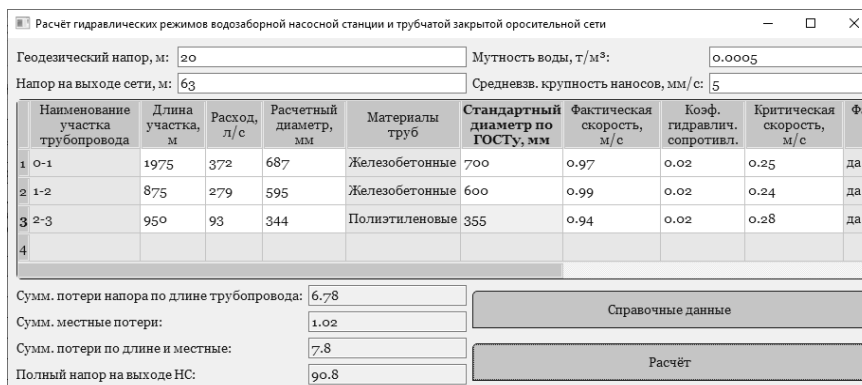
**Результаты и обсуждение.** Приведем данные для расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оросительной сети (таблица 1):

- геодезический напор 20 м;
- напор на выходе сети 63 м;
- мутность воды  $0,0005 \text{ т/м}^3$ ;
- средневзвешенная крупность наносов 5 мм/с.

**Таблица 1 – Исходные данные для расчета**

Наименование участка трубопровода	Длина участка, м	Расход, л/с	Расчетный диаметр, мм	Материал труб	Стандартный диаметр по ГОСТу, мм
0–1	1975	372	687	Железобетонные	700
1–2	875	279	595	Железобетонные	600
2–3	950	93	344	Полиэтиленовые	355

Пример экранной формы разработанной компьютерной программы, демонстрирующей результаты расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оросительной сети при вышеприведенных исходных данных, представлен на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Пример экранной формы программы для расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оросительной сети**

Пример экранной формы разработанной компьютерной программы, демонстрирующей вывод справочных данных программы, представлен на рисунке 4.

Трубы из полиэтилена ПЭ 100 (ГОСТ 18599-2001)			Железобетонные трубы (ГОСТ 12586.1-83)				
Средний наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Давление:	Марка трубы прочности на сжатие	Класс бетона по прочности на сжатие	Расход бетона, м³	Расход стали, кг
1 32	3	26	0 класс до 2 МПа	ТН50-0	В40	0.53	70.8
2 40	3.7	33	I класс до 1,5 МПа	ТН50-I	В40	0.53	61.3
3 50	4.6	41	II класс до 1 МПа	ТН50-II	В40	0.53	44.7
4 63	5.8	51	III класс до 0,5 МПа	ТН50-III	В30	0.53	44.7
5 75	6.8	61		ТН60-0	В40	0.76	78.6
6 90	8.2	74		ТН60-I	В40	0.76	74.4
7 110	10	90		ТН60-II	В40	0.76	52.4
8 125	11.4	102		ТН60-III	В30	0.76	49.3
9 140	12.7	115		ТН80-I	В40	0.99	106.6
10 160	14.6	131		ТН80-II	В40	0.99	92.7
11 180	16.4	147		ТН80-III	В40	0.99	67.2
12 200	18.2	164		ТН100-I	В40	1.42	186.5
13 225	20.5	184		ТН100-II	В40	1.42	158.2
14 250	22.7	205					
15 280	25.4	229					

**Рисунок 4 – Пример экранной формы справочных данных программы для расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оросительной сети**

Разработанный для решения поставленной задачи алгоритм определил целесообразность разработки программных средств, реализующих его работу

В качестве инструментария для разработки программных средств был выбран язык программирования высокого уровня Python с использованием библиотеки PyQt5.

**Выводы**

1 В ходе решения задачи расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оросительной сети возникает потребность в определении значений длин участков, расходов на участках, диаметров труб на участках.

2 В целях повышения оперативности решения поставленной задачи необходимо использовать простые в использовании программные средства.

3 Предложенный вариант прикладного программного обеспечения для расчета гидравлических режимов водозаборной насосной станции и трубчатой закрытой оросительной сети позволяет оперативно осуществлять расчет необходимых параметров и представляет результат в удобном виде.

4 Разработанное программное средство может быть использовано как организациями, так и физическими лицами, занимающимися вопросами проектирования и эксплуатации оросительной сети.

**Список использованных источников**

1 Васильев, С. М. Стратегические направления развития мелиоративного сектора в АПК / С. М. Васильев // Стратегические направления развития АПК стран СНГ: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., г. Барнаул, 27–28 февр. 2017 г. – Новосибирск: СФНЦ РАН, 2017. – Т. 2. – С. 167–169.

2 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.

3 Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Слабунов, О. В. Воеводин, А. Л. Кожанов, А. С. Штанько, С. Л. Жук; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2014. – 171 с. – Деп. в ВИНТИ 14.04.14, № 96-B2014.

4 Щедрин, В. Н. Совершенствование конструкций открытых оросительных систем и управления водораспределением / В. Н. Щедрин. – М.: Мелиорация и вод. хозво, 1998. – 160 с.

5 Анализ влияния новых средств и способов полива на процессы управления водораспределением / В. И. Коржов, О. В. Сорокина, Т. В. Коржова, Г. О. Матвиенко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2018. – № 4(32). – С. 105–125. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=567&id=574>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2018-4-105-125.

6 Коржов, В. И. Информационно-технологическое обеспечение водопользования на оросительных системах: монография / В. И. Коржов. – Ростов н/Д.: Изд-во журн. «Известия вузов. Северо-Кавказский регион», 2006. – 127 с.

УДК 626.823:627.83

**М. Р. Гонзалез-Гальего, А. А. Белоусов, Д. А. Нецепляев, В. И. Коржов**

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

**ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА  
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ВОДОЗАБОРНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

*Целью исследований являлось уменьшение трудоемкости гидравлических расчетов водозаборных сооружений оросительных систем, используемых при их проектировании и эксплуатации, путем автоматизации необходимых расчетов. Для этого предложен алгоритм расчета в виде блок-схемы, адаптированный для компьютерной обработки с использованием широкодоступных и простых в применении программных средств. Приведен пример реализации разработанных средств в виде прикладной ком-*