



e-ISSN: 2319-8753 | p-ISSN: 2347-6710

IJIRSET

International Journal of Innovative Research in
SCIENCE | ENGINEERING | TECHNOLOGY



INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH

IN SCIENCE | ENGINEERING | TECHNOLOGY

Volume 11, Issue 4, April 2022

ISSN INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INDIA

Impact Factor: 8.118

Statement of the Problem of Optimization of Operational Management of the Complex of Structures of the Chirchik River Basin

Khanimkulov B.R.¹

Senior Lecturer of the Department of Mathematics, Chirchik State Pedagogical Institute of Tashkent region. Republic of Uzbekistan.¹

ABSTRACT: the article considers the problem statement for optimizing the operational management of the complex construction of the Chirchik river basin.

KEYWORDS: basin, complex, optimization, operational management.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ СООРУЖЕНИЙ БАССЕЙНА РЕКИ ЧИРЧИК.

Ханимкулов Б.Р.¹

Старший преподаватель кафедры математики

Чирчикского государственного педагогического института Ташкентской области. Республика Узбекистан.¹

Аннотация: в статье рассмотрено постановка задачи оптимизации оперативного управления комплексом сооружений бассейна реки Чирчик.

Ключевые слова: бассейн, комплекс, оптимизация, оперативное управление.

Разработка математических моделей оптимального управления водными ресурсами в водохозяйственных объектах будем формулировать на примере объектов БВО «Сырдарья» - бассейна реки Чирчик.

Рассмотрим математические модели оптимального управления водными ресурсами всего водохозяйственного комплекса объектов БВО «Сырдарья» - бассейна реки Чирчик.

Изменение объемов воды в водохранилищах Чарвак и Газалкентво времени описывается следующими дифференциальными уравнениями:

$$\frac{dW_n^B}{dt} = \sum_{j \in N^{PP}} Q_{jn}^{PP} - \sum_{j \in N_1^{B3}} Q_{jn}^{B3} - Q_n^{\Pi} - Q_n^{ПОП}, \quad i \in N_6 \quad (1.1)$$

$$W_n^B(0) = W_{0n}^B, \quad W^B = F_{wn}(H^{Bn}), \quad S^{Bn} = F_{sn}(H^{Bn}), \quad t \in [0, T]$$

n – номера водохранилищ, $N_6 = \{3.00, 3.03\}$ – множества номеров участка.

На каждом участке реки изменение объема воды описывается дифференциальными уравнениями

$$\frac{dW_i^y}{dt} = Q_i^H - Q_i^K - \sum_{j \in N^{BA}} Q_{ji}^{B3} + \sum_{j \in N^{PP}} Q_{ji}^{PP} + Q_i^{PP} - Q_i^{\Pi}, \quad i \in I_y \quad (1.2)$$

$$W_i^y(0) = W_{0i}^y, \quad W^{yi} = F_{wi}(H^{yi}), \quad t \in [0, T]$$

где

i – номер участка реки, $I_y = \{1, 2, \dots, 6\}$ – множества номеров участка.

Условия соединения участков реки записывается следующим образом

$$\sum_{g \in N_g} Q_g = 0, \quad , \quad g \in N_g \quad (1.3)$$

где i – номер узла, $N_g = \{3.02, 3.04, 3.06, 3.07, 12, 13\}$ – множества номеров участка.

Интегральными критериями, применяемыми при оперативном управлении, являются интегральные отклонения фактических водных ресурсов потребителей от заданных (плановых, лимитированных) в интервале $[0, T]$ и в водохранилище в конце интервала.

$$I_2 = \int_0^T \sum_{i \in N_y} \sum_{j \in N_i^{B3}} (Q_{ji}^n - Q_{ji}(t))^2 dt + \sum_{j \in N_{BDX}^B} (W_{in}^B - W_i(T))^2 \quad (1.4)$$

Кроме интегральных критериев могут быть применены следующие критерии оперативного управления:

$$\begin{aligned} |W_i^B(T) - W_{in}^B| &\leq \varepsilon_1, & i \in N_\varepsilon, \\ |Q_{ji}(t) - Q_{ji}^n| &\leq \varepsilon_2, & j = N_i^{B3}, i \in N_i^y, \end{aligned} \quad (1.5)$$

где ε_1 и ε_2 – заданные положительные числа, характеризующие требования к точности оперативного управления водными ресурсами.

Ограничения на режимы работы участков, водохранилищ и пунктов контроля и управления имеют вид:

$$\begin{aligned} W_i^{Ymin} &\leq W_i^Y \leq W_i^{Ymax}, \\ W_j^{Bmin} &\leq W_j^B \leq W_j^{Bmax}, \\ Q_n^{min} &\leq Q_n \leq Q_n^{max}, \end{aligned} \quad (1.6)$$

где $W_i^{Ymin}, W_j^{Bmin}, W_i^{Ymax}, W_j^{Bmax}$ – минимальное и максимальное значения объемов воды участка реки и водохранилища. Эти величины определяются из морфометрических характеристик участка реки и водохранилища.

Задачу оптимизации оперативного управления комплексом сооружений бассейна реки Чирчик можно сформулировать следующим образом: требуется определить законы изменения во времени расходов и уровней воды в каждой контрольной точке комплекса $G(m, l)$ [1,2] с целью минимизации расхождения фактического уровня воды заданному уровню, а также сокращения непроизводительных потерь водных и энергетических ресурсов. При этом необходимо выполнение плановых режимов водоподачи потребителям и технологических ограничений.

Показатель качества управления процессом водоподачи и водораспределения бассейна реки Чирчик в целом с учетом локальных критериев можно записать в виде функционала

$$I = \alpha_1 I_1 + \alpha_2 I_2 \rightarrow \min, \quad \text{где}$$

$$I_1 = \sum_{j \in M_B} (W_B^j(T_{kn}) - W_n^j)^2 + \int_{T_{in}}^{T_{kn}} Q_n^j(t) dt, \quad (1.7)$$

$$I_2 = \sum_{i \in N_i} \int_{T_k}^{T_{k+1}} \sum_{j=1}^{N_B^i} (Q_{\varepsilon z ij}(t) - Q_{\varepsilon z ij}^*)^2 dt, \quad (1.8)$$

$$\sum_{i=1}^2 \alpha_i = 1, \quad 0 \leq \alpha_i \leq 1 \quad (1.9)$$

Здесь M_B – множество узлов с водохранилищами, N_i – множество номеров участка рек, N_B^i – множество номеров участка, имеющие боковые водовыпуски, T_k – начала k -ой декады, T_{k+1} – начала $k+1$ -ой декады, α_i – весовые коэффициенты, определяемые экспертными оценками значимости отдельных локальных критериев.

Таким образом, проблему оптимального управления водными ресурсами можно рассмотреть как задачу минимизации выбранного критерия качества системы, описываемой движением воды на заданной в графе сети водохозяйственной системы бассейна.

Постановка задачи оптимизации оперативного управления комплексом сооружений магистральной части ирригационной системы «Суенли». Математическая модель участка канала описывается одномерной системой уравнений Сен-Венана для неустановившегося движения воды в открытых руслах. На рисунок 1.3 приведена линейная схема участков ирригационной системы «Суенли», где показаны основные перегораживающие сооружения и водовыпуски. Магистральная часть системы «Суенли» состоит из 6-и гидротехнических сооружений и 6-и участков канала. На участках канала, имеющих разные гидравлические

параметры, расположено 31 основных водозабора и есть приток от Тахиаташской ГРЭС. Участки ирригационной системы связаны между собой гидротехническими сооружениями с плоскими затворами. Режимы истечения перегораживающих сооружений - в основном затопленные и зависят от уровней воды верхнего и нижнего бьефов, а также открытия затворов гидротехнических сооружений [3].

Начальные условия записываются в виде

$$\begin{aligned} Q_i(x_i, t_0) &= Q_{i0}(x_i), & z_i(x_i, t_0) &= z_{i0}(x_i) \\ 0 \leq x_i &\leq \ell_i, & k &= 1, \dots, 9, \end{aligned} \quad (1.10)$$

где $Q_{i0}(x_i)$ и $z_{i0}(x_i)$ – известные функции; t_0 – начальный момент времени.

Граничные условия в точках записываются следующим образом.

Для участка-1 эти условия записываются в виде выражения для расхода воды головного сооружения к «Суенли» и ПС-1:

$$\begin{aligned} Q_1(0, t) &= \mu_1 a_1(t) b_1 \sqrt{2g [z_1^*(t) - z_1(0, t)]} \\ Q_1(l_1, t) &= \mu_2 a_2(t) b_2 \sqrt{2g [z_1(l_1, t) - z_2(0, t)]} + q_1(t) + q_2(t) \end{aligned} \quad (1.11)$$

где

- μ_1 – коэффициент расхода;
- $a_1(t)$ – открытия затвора;
- b_1, b_2 – ширина отверстия затвора;
- $z_1^*(t)$ – отметка уровня воды в створе водозабора головного сооружения к «Суенли»;
- μ_2 – коэффициент расхода;
- $a_2(t)$ – открытия затвора ПС-1;
- $z_1(0, t)$ и $z_1(l_1, t)$ – отметки уровня воды в начале и конце участка 1;
- $q_1(t)$ – расход воды головного сооружения к «Шуманай»;
- $q_2(t)$ – расход воды головного сооружения к «Улкенжап».

Для участка-2 – аналогично выражению для расхода воды головного сооружения к «Параллельный» и расходной характеристики в створе слияния участка канала с к. «Суенли»:

$$\begin{aligned} Q_2(0, t) &= \mu_3 a_3(t) b_3 \sqrt{2g [z_2^*(t) - z_2(0, t)]} \\ Q_2(l_2, t) &= f(z_2(l_2, t)) \end{aligned} \quad (1.12)$$

где

- μ_3 – коэффициент расхода;
- $a_3(t)$ – открытия затвора;
- b_3 – ширина отверстия затвора;
- $z_2^*(t)$ – отметка уровня воды в створе водозабора головного сооружения к «Параллельный»;
- $z_2(0, t)$ и $z_2(l_2, t)$ – отметки уровня воды в начале и конце участка-2;
- $f_2(z_2(l_2, t))$ – расходная характеристика к. «Параллельный» в створе его слияния с к. «Суенли».

Для участка-3 граничные условия записываются в виде выражения для расхода воды в ПС-1 и ПС-2 с учетом притока расхода из к. «Параллельный»:

$$\begin{aligned} Q_3(0, t) &= \mu_2 a_2(t) b_2 \sqrt{2g [z_1(l_1, t) - z_3(0, t)]} + Q_2(l_2, t), \\ Q_3(l_3, t) &= \mu_4 a_4(t) b_4 \sqrt{2g [z_3(l_3, t) - z_5(0, t)]} + q_3(t) + q_4(t) + Q_4(0, t), \end{aligned} \quad (1.13)$$

где

- μ_2 – коэффициент расхода;

- $a_2(t)$ – открытия затвора ПС-1;
 b_2, b_4 – ширина отверстия затвора;
 $z_i(0, t)$ и $z_i(l_i, t)$ – отметки уровня воды в начале и конце участка- i ;
 μ_4 – коэффициентрасхода;
 $a_4(t)$ – открытия затвора ПС-2;
 $q_3(t)$ – расход воды головного сооружения к. «Май жап»;
 $q_4(t)$ – расход воды к. «Олтинкул»;
 $Q_4(0, t)$ – расход воды в начале участка-4 или к. «Киндик-узяк».

Для участка- 4 - аналогично выражению для расхода воды в ПС-2 и ПС-3:

$$\begin{aligned}
 Q_4(0, t) &= \mu_5 a_5(t) b_5 \sqrt{2g [z_3(l_3, t) - z_4(0, t)]}, \\
 Q_4(l_4, t) &= \mu_6 a_6(t) b_6 \sqrt{2g [z_4(l_4, t) - z_1(t)]} + q_5(t) + q_6(t),
 \end{aligned}
 \tag{1.14}$$

где

- μ_5 – коэффициентрасхода;
 $a_5(t)$ –открытия затвора головного сооружения к. Киндикузяк;
 $z_i(0, t)$ и $z_i(l_i, t)$ – отметки уровня воды в начале и конце участка- i ;
 b_5, b_6 – ширина отверстия затвора;
 μ_6 – коэффициентрасхода;
 $a_6(t)$ –открытия затвора ПС-2 к. Киндикузяк;
 μ_6 – коэффициентрасхода;
 $q_5(t)$ – расход воды к. «Тикузяк»;
 $q_6(t)$ – расход воды к. «Кият-жарган».

Для участка -5 - аналогично выражению для расхода воды в ПС-2 и ПС-4:

$$\begin{aligned}
 Q_5(0, t) &= \mu_5 a_5(t) b_6 \sqrt{2g [z_3(l_3, t) - z_5(0, t)]}, \\
 Q_5(l_5, t) &= \mu_8 a_8(t) b_8 \sqrt{2g [z_5(l_5, t) - z_6(0, t)]} + q_7(t) + q_8(t) + q_9(t),
 \end{aligned}
 \tag{1.15}$$

где

- μ_8 – коэффициентрасхода;
 $a_5(t)$ – открытия затвора ПС-2;
 $z_i(0, t)$ и $z_i(l_i, t)$ – отметки уровня воды в начале и конце участка- i ;
 b_5, b_6 – ширина отверстия затвора;
 μ_9 – коэффициентрасхода;
 $a_8(t)$ –открытия затвора ПС-4;
 $q_7(t)$ – расход воды к. «Нурмухаммад»;
 $q_8(t)$ – расход воды к. «Бирлик»;
 $q_9(t)$ – расход воды к. «Равшан».

Для участка-6 – аналогично выражению для расхода воды в ПС-4 и ПС-5:

$$\begin{aligned}
 Q_6(0, t) &= \mu_8 a_8(t) b_8 \sqrt{2g [z_6(l_6, t) - z_5(0, t)]}, \\
 Q_6(l_6, t) &= \mu_9 a_9(t) b_9 \sqrt{2g [z_6(l_6, t) - z_2(t)]} + q_{10}(t) + \\
 &+ q_{11}(t) + q_{12}(t) + q_{13}(t),
 \end{aligned}
 \tag{1.37}$$

где

- μ_8 – коэффициентрасхода;
 $a_8(t)$ –открытия затвора ПС-4;
 b_8, b_9 – ширина отверстия затвора
 $z_i(0, t)$ и $z_i(l_i, t)$ – отметки уровня воды в начале и конце участка - i ;
 μ_9 – коэффициентрасхода;
 $a_9(t)$ –открытия затвора ПС-7;
 $q_{10}(t)$ – расход воды к. «Шамурат»;
 $q_{11}(t)$ – расход воды к. «Жигишке»;
 $q_{12}(t)$ – расход воды к. «Таллик»;

$q_{13}(t)$ – расход воды к «Олтинкул».

Таким образом, математическая модель динамических процессов к. «Суенли» описывается системой дифференциальных уравнений (1.10) с начальными условиями (1.31) и граничными условиями (1.11)-(1.15). Управлением на участках канала является открытие затворов гидротехнических сооружений на границах участка и расходы воды боковых водозаборов

$$U_i(t) = \{a_i^n(t), a_i^k(t), (Q_{\text{вз}ij}(t), j \in N_i^{\text{вз}})\}. \quad (1.16)$$

Критерием оптимальности гидравлических процессов водораспределения имеет вид

$$I_1 = \sum_{i=1}^6 \int_{T_k}^{T_{k+1}} \left[z_i(\ell_i, t) - z_i^* \right]^2 dt, \quad (1.17)$$

где $z(\ell, t)$ – фактическое изменение уровня воды в конце участка канала или в нижнем бьефе; T_k – начала k – ой декады, T_{k+1} – начала $k+1$ – ой декады, НС, z^* – заданное значение уровня воды. Функционал (1.15) показывает то, что в процессе водораспределения на участках канала были минимальными отклонения уровня воды в конце участка канала от заданного значения внутри каждой декады. Это позволяет избежать колебания уровня воды в бьефах насосных станций.

Боковые водопотребители. В боковых водопотребителях критерием качества процесса водораспределения можно выбирать среднеквадратичное интегральное отклонение фактического расхода воды от плановых (лимитированных) значений за период управления, т.е.:

$$I_2 = \sum_{i \in N_i} \int_{T_k}^{T_{k+1}} \sum_{j=1}^{N_B^i} (Q_{\text{вз}ij}(t) - Q_{\text{вз}ij}^*)^2 dt, \quad (1.18)$$

где $Q_{\text{вз}ij}(t)$ – фактическое значение расхода воды i -го бокового водопотребителя; $Q_{\text{вз}ij}^*$ – плановое значение расхода воды i -го водопотребителя.

Показатель качества управления процессом водоподачи и водораспределения бассейна реки Чирчикв целом с учетом локальных критериев можно записать в виде функционала

$$I = \alpha_1 I_1 + \alpha_2 I_2 \rightarrow \min, \quad (1.19)$$

где

$$I_1 = \sum_{i=1}^6 \int_{T_k}^{T_{k+1}} \left[z_i(\ell_i, t) - z_i^* \right]^2 dt, \quad (1.20)$$

$$I_2 = \sum_{i \in N_i} \int_{T_k}^{T_{k+1}} \sum_{j=1}^{N_B^i} (Q_{\text{вз}ij}(t) - Q_{\text{вз}ij}^*)^2 dt, \quad (1.21)$$

$$\sum_{i=1}^2 \alpha_i = 1, \quad 0 \leq \alpha_i \leq 1 \quad (1.22)$$

Здесь M_B – множество узлов с водохранилищами, N_i – множество номеров участка рек, N_B^i – множество номеров участка, имеющие боковые водовыпуски, T_k – начала k – ой декады, T_{k+1} – начала $k+1$ – ой декады, α_i – весовые коэффициенты, определяемые экспертными оценками значимости отдельных локальных критериев.

Таким образом, проблему оптимального управления водными ресурсами можно рассмотреть как задачу минимизации выбранного критерия качества системы описываемыми движения воды на заданной в графе сети магистральной части ирригационной системы Суенли.

Литература:

1. Чуб В.Е. Агальцева, Н.А., Мягков С.В. (САНИГМИ), "Методы прогноза режима природных вод", "Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря" сборник статей Центрально-Азиатской международной научно-практической конференции, 5-8 мая, Алматы 2003 г. стр.274-281.
2. Агальцева Н.А Долгосрочные прогнозы стока малых рек // Тр. САНИГМИ. - 2001. – вып.163(244), стр. 113-122.



3. Агальцева Н.А Долгосрочный прогноз притока в Нурекское водохранилище на реке Вахш // САНИГМИ, - 1996. Вып. 149 (230), стр. 101-108.
4. Агальцева Н.А., Василина Л.Ю. Долгосрочный прогноз притока воды в Чарвакское водохранилище // Тр. САНИГМИ. - 1992. - Вып. 145, стр. 52-58
5. Мягков С.В. Метод долгосрочного прогноза стока реки Амударьи в створах п.Керки и п.Дарганата с учетом хозяйственной деятельности // Руководящий документ. Методические указания. РН 68.02.07:2001. - Ташкент: САНИГМИ. -2001г., стр. 15.
6. Шерматов Е. Динамическая модель климатических показателей Средней Азии. Современное состояние подземных вод: проблемы и их решения. Материалы Международно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения Н.А. Кенесарина Ташкент, 2008, стр.89-91.
7. Шерматов Е. и др. Один из подходов к вопросу прогноза объема стока реки Амударьи в зависимости от изменчивости солнечной активности //Материалы республиканской научно-практической конференции, посвященной «Проблемы улучшения обеспеченности, качества водных ресурсов и мелиорации орошаемых земель республики Узбекистан» - Ташкент, 2013 –стр. 217-224.
8. A ZhSeitov, BR Khanimkulov. [Mathematical models and criteria for water distribution quality in large main irrigation canals](#). Academic research in educational sciences. Uzbekistan. Ares.uz. Vol. 1. №2, 2020. ISSN 2181-1385. Pp.405-415. (№5, web of science IF=5.723)
9. А. Ж. Сейтов, Б. Р. Ханимкулов, М. Гаипов, О. Хамидуллаева, Н. К. Мурадов. Численные алгоритмы решения задач оптимального управления объектами каршинского магистрального канала. academicresearchineducationalsciencesvolume 2 | ISSUE 3 | 2021 ISSN: 2181-1385 ScientificJournalImpactFactor (SJIF) 2021: 5.723 DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00519. pp. 1145-1153. (№5, web of science IF=5.723)
10. Ханимкулов, Б. Р. (2021). ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ. Экономика и социум, 5 (84).
11. Шерматов, Е., Якубов, М. А., Ханимкулов Б. Р. (2021). ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ АМУДАРЬИ. Экономика и социум, 5 (84).



**Impact Factor:
7.569**



INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH

IN SCIENCE | ENGINEERING | TECHNOLOGY

 **9940 572 462**  **6381 907 438**  **ijirset@gmail.com**



www.ijirset.com

Scan to save the contact details