

Концептуальная модель оптимального управления по обеспечению водно-энергетической безопасности в условиях изменения климата

О.Х. Амирзода¹, С.К. Давлатшоев¹, Н.Б. Курбонов¹, Ф.Х. Насруллоев²

¹Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

²Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников» НАНТ

Аннотация: В статье рассматриваются характеристики ледниковой зоны и зоны формирования речного стока Таджикистана в контексте изменением климата. Особая роль в условиях изменения климата отводится разработке концептуальной модели оптимального управления по обеспечению водно-энергетической безопасности Республики Таджикистан на организационном, техническом и экономическом уровнях. Цель разработки концептуальной модели заключается в управлении крупных водохранилищ многолетнего регулирования по выработке электроэнергии и речного стока, создании условий аккумуляции воды в период половодий и увеличению водности рек в период маловодья. Реализация на практике идеи концептуальной модели управления обеспечивает оптимальное управление водно-энергетической системы. Преимуществом модели является переход от командно-административного метода управления на системный метод управления в пределах гидрографических, энергетических и потребительских параметров.

Ключевые слова: атмосферные осадки, речной сток, таяние ледников, климатические условия, водохранилища, гидроэнергоресурсы, многолетнее регулирование, управления, концептуальная модель, оптимизация.

В настоящее время мир полагается на водную энергетику как на один из наиболее важных источников возобновляемой энергии, больше, чем на ветровую или солнечную энергию, а мировая гидроэнергетика в прошлом году достигла беспрецедентного уровня в 1308 гигаватт [1-3]. В этом отношении большого внимания заслуживают возобновляемые источники энергии [4, 5].

Основными факторами, формирующие водные ресурсы Таджикистана, являются: термический режим и атмосферные осадки, определяющие условия увлажнения и водности речного стока; таяние ледников под действием климатических условий; подземные воды.

Основными составляющими, формирующими речной сток Таджикистана, является количество осадков и таяние ледников, расположенных в высокогорье [6, 7].

Республика Таджикистан по гидроэнергетическим ресурсам занимает восьмое место в мире. В республике сосредоточено 54,2% потенциальных гидроресурсов Центральной Азии, при удельном весе территории в 11,2% [8-11].

Известно, что одной из серьезных и актуальных проблем современного мира являются изменения климата, которые повторяются каждые 12-15 лет, каждые 30 лет, каждые 70 лет и более. Здесь можно сделать вывод, что изменения оледенения зависят от данной закономерности [12].

В условиях изменения климата особую роль следует отводить разработке концептуальной модели оптимального управления водно-энергетической безопасности региона.

Поскольку потребность в водно-энергетических ресурсах растёт из года в год, всё более необходимым становится решение проблемы оптимального управления водно-энергетическими ресурсами, и соответственно всё более интенсивно идёт поиск решения данной задачи.

Для решения данной задачи необходимо разрабатывать эффективную систему управления и контроля, обеспечивающую регулирование стока водохранилища в соответствии с требованием водно-энергетической системы.

Наиболее полным и целесообразным использованием речного стока для удовлетворения нужд водно-энергетической системы является его регулирование крупными водохранилищами многолетнего регулирования, позволяющими перераспределение во времени объёма и стока, в соответствии с требованиями водно-энергетической системы.

Для решения вышеупомянутой задачи необходимо разработать концептуальную модель оптимального управления по обеспечению водно-энергетической безопасности, особенно в условиях изменения климата (рис. 1).

Концептуальная модель управления водно-энергетической отрасли позволяет наиболее полно и максимально эффективно использовать водные ресурсы для нужд системы водоснабжения (питьевая вода, коммунальное хозяйство, сельское хозяйство, санитарно-гигиенических услуг), гидроэлектрических станций для выработки электроэнергии потребителям, рыбного хозяйства и рекреации.

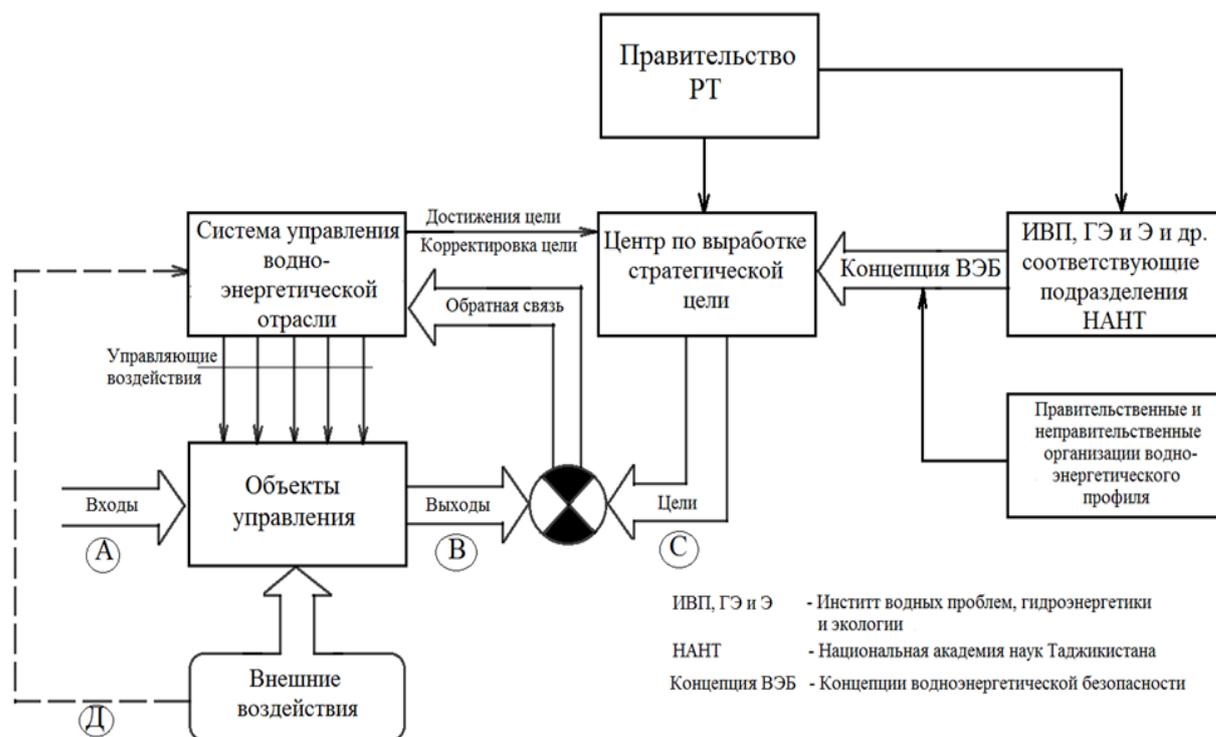


Рис. 1. Концептуальная модель управления водно-энергетической безопасности

Правительство Республики Таджикистан поручает соответствующим подразделениям, в том числе компетентным научным организациям

структуры Национальной академии наук Таджикистана, а также правительственным и неправительственным организациям водно-энергетического профиля разработать концепцию водно-энергетической безопасности страны. На основании разработанной концепции и по поручению Правительства Республики Таджикистан, Центр по выработке стратегической цели формирует общую политику достижения поставленной цели и направляет в водно-энергетическую систему.

Выполнение заданной цели со стороны объектов управления сравнивается с поставленной целью, сформированной Центром по выработке стратегической цели. Результат сравнения цели по обратной связи поступает в систему управления водно-энергетической отрасли. В случае полного достижения цели, система управления сообщает Центру по выработке стратегической цели о достижении цели, в противном случае, система управления запросит корректировку цели.

Входные и выходные параметры объекта управления, состав цели и виды внешних воздействий приведены в таблице 2.

Сущность предлагаемой концептуальной модели состоит в том, чтобы, управляя выработкой электроэнергии и речного стока крупными водохранилищами, создать возможность наиболее полно и эффективно использовать природные водные ресурсы: аккумулировать воду в период половодий; увеличить водность рек в период маловодья.

Таблица 2. Входные и выходные параметры и цели

А	В
- Объём стока воды; - Материалы; - Осадки; - Экологические проблемы; - Испарения;	- Энергетические; - Ирригационные; - Водоснабженческие; - Объём стока воды в низовья; - Качества воды;

- Фильтрация; - Селевые явления; - Заиление водохранилища; - Качество воды.	- Эксплуатационные характеристики; - Холостой сброс.
С	Д
- Корректировка цели; - Реконструкция генерирующих мощностей; - Ввод новых водно-энергетических объектов; - Ввод новых ирригационных систем; - Аккумуляирование воды.	- Климатические условия и риски безопасности; - Непрогнозируемые условия; - Землетрясения; - Эндогенные и экзогенные процессы в береговой зоне водохранилищ.

Система управления водно-энергетической отрасли с детальными представлениями самых объектов управления приведена на рис. 2, которая состоит из: Центрального диспетчерского управления (ЦДУ); Показателей производимой электроэнергии; Показателей потребляемой электроэнергии и водных ресурсов на нужды ирригации и водоснабжения; Гидропостов; Рогунской ГЭС с водохранилищем многолетнего регулирования; Нурекской ГЭС с водохранилищем многолетнего регулирования; Малых и средних ГЭС Вахшского бассейна с водохранилищами сезонного и суточного регулирования; Малых и средних ГЭС других бассейнов с водохранилищами сезонного и суточного регулирования; Тепловых электрических станций; Других видов источников электроэнергии; Ирригационных систем и систем водоснабжения; Входов и выходов системы; Передачи сведений объёмов речного стока из гидропостов в ЦДУ; Осадков; Управляющего сигнала о переводе режима выработки электроэнергии в режим аккумуляирования воды; Управляющего сигнала по производству электроэнергии, регулирования системы ирригации и водоснабжения; Общей линии энергетической сети; Линии связи.



Рис. 2. Система управления водно-энергетической отрасли

Другое преимущество концептуальной модели заключается в оптимизации управления водно-энергетической отрасли на региональном уровне, с помощью перехода от командно-административного метода управления на системный метод управления в пределах гидрографических, энергетических и потребительских параметров.

Информация об объеме воды, поступающей из гидропостов на входе и выходе бассейнов рек и каскада водохранилищ, и количестве осадков по линии спецсвязи, вырабатываемом объеме электроэнергии на гидроэлектростанции с крупными водохранилищами по линии связи, малых и средних ГЭС с водохранилищами сезонного суточного регулирования, тепловых электрических станций, других источниках электрической энергии и ирригационных системах и системах водоснабжения по линии связи, поступают в Центральное диспетчерское управление. Выдачу мощности электрической энергии производители электрической энергии осуществляют по общей энергетической сети. Данные о количестве производимой энергии и данные о потребляемой энергии по линии связи поступают в Центральное

диспетчерское управление. При появлении избытка электроэнергии в многоводные периоды гидроэлектростанции с крупными водохранилищами многолетнего регулирования переводятся в режим аккумуляирования воды и снижения выработки электроэнергии, а в маловодные периоды в режим выработки электроэнергии.

В целом полагаем, что разработанная на базе Рогунского, Нурекского и планируемого Даштиджумского водохранилища многолетнего регулирования система позволяет обеспечить водно-энергетическую безопасность Республики Таджикистан, а с включением в состав системы Токтогульского и Камбаратинского водохранилищ многолетнее регулирование позволяет обеспечить водно-энергетическую безопасность в Центральной Азии.

Выводы.

1. Методическая база инженерно-гидрологических расчетов, отсутствие единой информационной базы гидрологических данных в настоящее время не позволяют должным образом реагировать на возникающие проблемы изменения гидрологического режима, вследствие климатических изменений и антропогенных преобразований.

Необходима модернизация существующих методов расчета гидрологических характеристик на основе новых вероятностных моделей, новых методов оценивания параметров, направленных на увеличение объема независимой информации, новых подходов к долгосрочному прогнозированию изменений гидрологического режима в условиях климатических изменений.

2. Решение практических гидрологических задач в бассейнах рек Таджикистана потребует разработки новых методов решения современных задач инженерной гидрологии, позволяющих получать количественные оценки речного стока в нестационарных условиях, возникающих в связи с

происходящими изменениями климата и вызываемых причинами антропогенного характера. В основе методов должны лежать новые вероятностные модели и способы оценивания, основанные на групповом анализе данных, композиции разнородных распределений.

3. Регулирование речного стока крупными водохранилищами многолетнего регулирования приведёт к наиболее полному перераспределению во времени объёма и стока (позволит аккумулировать воды в период половодий и увеличить водность рек в период маловодья), в соответствии с требованиями водно-энергетической системы, удовлетворит нужды водно-энергетической системы.

4. Концептуальная модель обеспечивает оптимизацию управления водно-энергетической отраслью на региональном уровне, переходя от командно-административного метода управления на системный метод управления в пределах гидрографических, энергетических и потребительских показателей.

5. Предложенная концептуальная модель оптимального управления водно-энергетической системы на базе Рогунского, Нурекского и планируемого Даштиджумского водохранилища многолетнего регулирования позволит обеспечить водно-энергетическую безопасность Республики Таджикистан, а с включением в состав системы Токтогульского и Камбаратинского водохранилищ многолетнего регулирования позволит обеспечить и водно-энергетическую безопасность Центральной Азии.

Литература

1. Степаненко В. А., Шеина С.Г. Исследование мирового опыта использования возобновляемых источников // Инженерный вестник Дона, 2020. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6362.



2. Шеина С.Г. Грачев К.С. Лучшие европейские практики для внедрения возобновляемых источников энергии в РФ // Инженерный вестник Дона, 2019. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993.
3. Адриенна Бернхард. Самая мощная возобновляемая энергия, 2020. URL: bbc.com/future/article/20200713-the-most-powerful-renewable-energy-да.
4. Bukhkalov S., Olkhovska O. Prospects of using methods effective use of alternative energy // Environmental Problems = Екологічні проблеми. – 2016. – Vol. 1, № 2. – pp. 129-132.
5. Shokarov D., Chorna V., Bogodist K. Economic feasibility study of expediency of establishment of solar modules in the private household // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ»: зб. наук. пр. Сер.: Енергетика: надійність та енергоефективність. – Харків: НТУ "ХПІ", 2017. – № 31 (1253). – pp. 87-92.
6. Концепция по рациональному использованию и охране водных ресурсов в Республике Таджикистан. – Душанбе, 2001. – 19 с.
7. Амиров О.Х. Теоретико-прикладные аспекты использования гидрологических данных речного бассейна Республики Таджикистан // Вестник 1(39) КГУСТА, -Бишкек, 2013. – С. 100-106.
8. Мухабатов Х.М. Природно-ресурсный потенциал горных регионов Таджикистана. - Москва, 1999. - 335 с.
9. Хоналиев Н.Х. Энергетические ресурсы и энергетическая безопасность Республики Таджикистан // Материалы II Межд. науч. конф. «Проблемы и перспективы экономики и управления». - Санкт-Петербург, Россия. - июнь 2013. - С.33-37.
10. Валамат-Заде Т. Энергетика Таджикистана: настоящее и ближайшее будущее // Центральная Азия и Кавказ. - 2008. - №1(55). - С.104-113.
11. Курбонов Н.Б., Набиев Ш.М., Курбонов Г.Б. Эколого-экономическая оценка альтернативных источников энергии Таджикистана при изменении



климата // Материалы VI межд. конф. «Глобальные энергетические и экономические тренды». - Москва, Россия, 21 декабря 2018 г. – С. 161-169.

12. Курбонов Н.Б., Восидов Ф.К., Мирзохонова С.О., Халимов А.М. Процесс деградации ледников верховья бассейна реки Зарафшан в условиях современного изменения климата // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук, 2019. - №2. - С.58-67.

References

1. Sheina S. G. Stepanenko V. A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6362.
2. Sheina S. G. Grachev K. S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993
3. Adrienne Bernhard. Samaya moshhnaya vozobnovlyаемaya e`nergiya. [The most powerful renewable energy]. July 14, 2020. URL: bbc.com/future/article/20200713-the-most-powerful-renewable-energy-да.
4. Bukhkalov S., Olkhovska O. Environmental Problems = Екологічні проблеми. 2016. Vol. 1, № 2. pp. 129-132.
5. Shokarov D., Chorna V., Bogodist K. Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ»: зб. наук. пр. Сер.: Енергетика: надійність та енергоефективність. Харків: НТУ "ХПІ", 2017. № 31 (1253). pp. 87-92.
6. Konceptsiya po racional'nomu ispol'zovaniyu i ohrane vodnyh resursov v Respublike [Tadzhikistan Concept for the rational use and protection of water resources in the Republic of Tajikistan]. Dushanbe, 2001. 19 p.
7. Amirov O.Kh. Vestnik 1 (39) KGUSTA, Bishkek, 2013. pp. 100-106.
8. Mukhabatov Kh.M. Prirodno-resursnyj potencial gornyh regionov Tadzhikistana. [Natural resource potential of mountainous regions of Tajikistan]. Moskva, 1999. 335 p.



9. Khonaliev N. Kh. Materialy II Mezhd nauch konf Problemy i perspektivy ekonomiki i upravleniya. Sankt-Peterburg Rossiya, iyun 2013, pp. 33-37.
10. Valamat-Zade T. TSentralnaia Aziia i Kavkaz. 2008. No. 1 (55). pp.104-113.
11. Kurbonov N.B., Nabiev Sh.M., Kurbonov G.B. Materialy VI mezhd konf Globalnye energeticheskie i ekonomicheskie trendy. Moskva Rossiia 21 dekabria 2018 g. pp. 161-169.
12. Kurbonov N.B., Vosidov F.K., Mirzokhonova S.O., Halimov A.M. Nauka i innovatsiia. Seriiia geologicheskikh i tekhnicheskikh nauk, 2019, № 2. pp. 58-67.