

УДК 656.085.24
621.398

М.М. Молдабеков, Д.И. Еремин, Ю.А. Понятов

МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ВОДЫ ОЗЕР, РЕК, МОРЕЙ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Территория Казахстана обладает значительными водными ресурсами. Озера и реки являются источниками пресной воды, которая используется как в жизнеобеспечении населения страны, так и для полива сельскохозяйственных угодий. Каспийское и Аральское моря являются ценными природными ресурсами и источником рыбного промысла страны. Проблема Аральского моря носит катастрофический характер. Борьба за восстановление этого некогда четвертого по величине моря небезуспешно продолжается и по сей день [1]. В горной местности Казахстана имеются моренные озера, расположенные на большой высоте.

Использование воды в качестве источника энергии способствовало развитию в Казахстане гидроэнергетической отрасли. В стране функционируют более 30 гидроэлектростанций [2].

Однако фактом остается и разрушительная сила воды, способная сметать на своем пути целые поселения. Опасность таится не столько в затоплении, сколько в возможности образования селевых потоков, которые могут нести камни, ледяные глыбы и т.д. Горьким примером служит недавний прорыв Кызылагашской плотины [3].

Причиной возникновения водной угрозы может стать как неконтролируемое изменение климатических условий, так и деятельность человека. Так, например, изменение русел рек, впадающих в Аральское море, было направлено на подъем аграрно-культурного уровня Советского Союза, а обернулось это мероприятие экологической катастрофой.

Большая доля природных катастроф, источниками которых являются водоемы, вызвана чрезмерным увеличением уровня воды. Защитные сооружения не способны противостоять силе, которая превосходит их характеристики в несколько раз. В то же время слишком низкий уровень воды в реках препятствует развитию речного судоходства. Изменению уровня воды в озерах предшествуют различные факторы. Засушливая погода впоследствии может стать причиной уменьшения уровня воды в озерах. Увеличение количества осадков, как следствие, вызывает пополнение объема воды [4]. Реки подвержены еще большему количеству влияний на их уровень. Например, сброс воды с плотины может сказаться на уровне воды в реке на далеком расстоянии от плотины. Некоторые реки протекают на территории разных государств, вследствие чего обычный сброс воды в реку может стать поводом для политического скандала или вовсе оказаться причиной стихийного бедствия. На незначительные изменения уровня воды в реке способен повлиять даже ветер, в зависимости от его направления относительно течения реки. Встречный ветер может замедлять течение, следовательно ниже по реке уровень воды будет уменьшаться, а вверх по реке - подниматься [5].

Для своевременного принятия мер по недопущению прорыва гидротехнических сооружений и естественных водоемов и рек необходим постоянный мониторинг уровня воды в контролируемом водоеме. В данном аспекте ключевым является слово «постоянный», что и ставит задачу создания автономных средств мониторинга уровня воды в водоемах.

Несмотря на наличие множества методов измерения уровня воды в водоемах, от самых примитивных до высокотехнологичных, – идея создания системы мониторинга является актуальной, так как она предоставляет автоматизированные средства регистрации уровня воды. Уровень воды – высота поверхности воды, отсчитываемая относительно некоторой постоянной плоскости сравнения [6].

В различных реализациях измерителей уровня воды плоскость сравнения может быть разной. Так существуют измерители, которые устанавливаются над поверхностью воды (например, под мостом) и регистрируют расстояние от плоскости их размещения до водной поверхности по принципу эхолота. Данная реализация является привязанной к месту установки устройства.

Один из методов измерений уровня воды – гидростатический метод, который основывается на измерении давления столба жидкости известной плотности на дно сосуда с известной площадью

сечения. Из этих данных вычисляется высота столба жидкости. При данном методе постоянная плоскость – дно сосуда.

Наряду с описанными выше методами измерений уровня воды в водоеме, применяется оборудование, использующее в своей работе буй. Замеряется расстояние от буйка до дна, достичь которого позволяет груз, к которому крепится измерительный трос. Выбор конкретного метода измерения уровня воды зависит от применимости этого метода к водоему и в данной статье не рассматривается.

Для работы практически любого измерительного оборудования необходима электрическая энергия, обеспечение которой порой является невозможным, например, при размещении оборудования контроля уровня воды в море или озере на удалении от береговой линии, либо в случае с моренными озерами.

В общих чертах необходимое средство мониторинга уровня воды в водоемах можно охарактеризовать как устройство сбора и передачи данных об уровне воды, способное функционировать самостоятельно.

Сформулируем требования к средствам мониторинга.

Технические средства должны быть защищенными. Необходимо обеспечить надежную защиту от попадания влаги, которая неизбежно вызовет повреждение и выход из строя электронных компонентов, входящих в состав средства мониторинга. Вода некоторых водоемов включает в свой состав примеси, имеющие агрессивную природу, т.е. способные вызвать коррозию материалов, из которых построена конструкция средства мониторинга. Нужно обеспечить защиту от коррозии материалов внешней конструкции средства мониторинга. Электронные компоненты оборудования мониторинга должны быть защищены от ударов, вибраций, поскольку в больших водоемах и реках вода практически никогда не находится в спокойном состоянии.

Важная составляющая процесса мониторинга – сбор данных. Данные, получаемых с датчиков технических средств мониторинга, должны передаваться с заданной периодичностью в центр сбора и обработки данных. Передача данных не должна сопровождаться привязкой к месту установки средств мониторинга. Исходя из этих требований, можно реализовать передачу данных посредством низкоорбитальных космических систем связи (НКСС).

Наиболее остро стоит вопрос обеспечения электропитания всего комплекса оборудования. Оптимальным источником энергии, доступным в описанных условиях эксплуатации, является солнечная энергия.

Обобщив все обязательные условия, можно подойти к выводу, что решение задачи мониторинга уровня воды в озерах, реках, морях и гидротехнических сооружениях находится в применении систем «Автоматизированная подсистема энергоснабжения спутниковых систем передачи данных» и «Унифицированная система передачи данных» в комплексе с измерительными средствами.

Концепции и структура указанных систем описываются в других статьях, посвященных этим системам. В данной статье приведем лишь краткое описание этих систем.

Унифицированная система передачи данных предоставляет средства и инструменты для организации передачи данных посредством спутниковых систем связи.

Автономная подсистема энергоснабжения для спутниковых систем передачи данных включает в себя комплекс оборудования, функции которого заключаются в выработке и накоплении энергии для последующего его использования в целях обеспечения электропитания оборудования передачи данных.

Оборудование измерений уровня воды может быть различным. Для обеспечения функционирования системы измерительное оборудование будет сопрягаться с подсистемой передачи данных и подсистемой энергообеспечения.

Сопряжение указанных систем позволит осуществлять мониторинг уровня воды в моренных озерах, расположение которых является крайне труднодоступным.

Технические средства, измеряющие уровень воды, должны быть способны получать данные с датчиков с различной периодичностью. Как было сказано выше, данные, поступающие с измерительного оборудования, будут передаваться в центр сбора и обработки данных посредством НКСС.

Схема, отражающая концепцию системы мониторинга уровня воды, приведена на рис. 1.

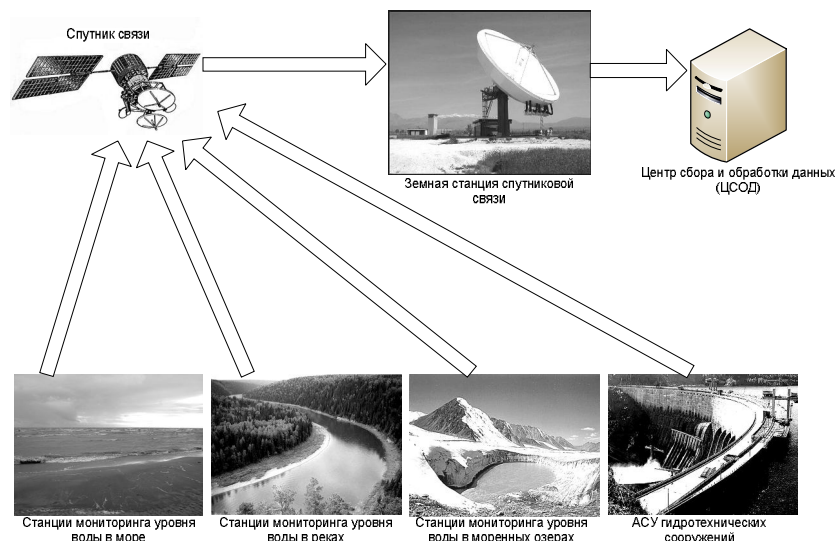


Рис. 1. Концепция мониторинга уровня воды

Накапливаемые данные будут передаваться в ситуационные центры и использоваться специальными службами для прогнозирования возможных паводков и наводнений, подсчета расхода воды и в прочих целях.

Система мониторинга может быть связана с другими автоматизированными системами, например системами забора и сброса воды на плотинах гидроэлектростанций, системами тревожного оповещения, и прочими функционально взаимосвязанными системами.

Внедрение Системы мониторинга уровня воды позволит осуществлять профилактику возникновения чрезвычайных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свободный источник Интернет – http://www.ecoproblems.org/2009/01/blog-post_25.html.
2. Свободная энциклопедия – Википедия – [http://ru.wikipedia.org/wiki/Список гидроэлектростанций Казахстана](http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_гидроэлектростанций_Казахстана).
3. Новостной портал Kazakhstan Today – <http://www.kt.kz/?lang=rus&uin=1133168071&chapter=1153530244>.
4. Ю. Мизун, Уровень воды в озерах и солнечная активность, М.: Вече, 2000 – http://solncev.narod.ru/Soln_a2.htm.
5. В. А. Михеев, Гидрология, Динамика уровня воды в озерах – <http://samorazvitie.net/book/105-gidrologiya-v-a-mixeev/40-44-dinamika-urovnya-vody-v-ozerax.html>.
6. Свободная энциклопедия – Википедия – [http://ru.wikipedia.org/wiki/Уровень воды](http://ru.wikipedia.org/wiki/Уровень_воды).

Резюме

Мақалада ел халқының өмірі мен денсаулығына төнетін әлеуетті қауіп көздері болып табылатын гидротехникалық құрылымдар мен көлдер, өзендер мен теңіздердегі су деңгейінің мониторингін жүргізу мәселелеріне сипаттама берілген. Мәселелердің сипатталуымен қатар, оларды эзірленетін автоматтандырылған жүйелердің негізінде шешу әдістері де келтірілген.

Мақаланың жазылу мақсаты – салдары, әдетте, ауқымды материалдық нұқсан мен адам өліміне алып келетін дүлей апаттар мен төтенше жағдайлар болып табылатын мәселелерге назар аударту болып табылады.

Мақаланың міндеттері су қоймаларындағы су деңгейінің мониторингін жүргізу әдістері мен құралдарын орнатудан құралады. Сипатталатын әдістер су қоймаларындағы су деңгейі туралы ақпаратты жинаудың техникалық құралдарын қолдануға негізделеді.

Мақаланың соңында жасалған қорытындылар су қоймаларындағы су деңгейін бақылау әдістері мен құралдарын ендіру мен қолданудан берілетін болжамды әсерге негізделеді.

Summary

This article provides the description of problems of monitoring the water level in lakes, rivers, seas and waterworks which are potential threat source for safety of life and health of population. Together with the problem description are provides the methods of solving based on developing automated systems.

The target of writing of this article is attention drawing to problem which result as a rule to natural disasters and emergency situation which accompanied by great material damage and human deaths.

The tasks of the article includes of establishing methods and the means of monitoring of the water level in ponds. The described methods are based on using technical means of collect of information about the condition of water level in ponds.

Conclusions which are presented at the end of article are based on intended effect of implementation and use the methods and means of water level control in ponds.

Институт космической техники и технологий

Поступила 10.12.12 г.