



ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В УКРАИНЕ

(доповідь на VI Міжнародній конференції
"Світові тенденції та перспективи розвитку гідроенергетики України"
(14–15 березня 2013 р., Україна, м. Рівне)

АО "Банкомсвязь" — это управленческий и технологический консалтинг по разработке и внедрению автоматизированных систем контроля состояния сооружений, системной интеграции и разработке программного обеспечения. Это — высокотехнологичная компания, которая создает эффективные комплексные решения по управлению информацией для корпоративных клиентов.

Год основания компании — 1993-й.

Компания объединяет более 150 специалистов, обладающих большим опытом работы в области информационных технологий.

Основными бизнес-направлениями нашей компании являются: — телекоммуникационные и специальные системы; — банковские системы программного обеспечения; — дистрибуция компьютерного оборудования и материалов.

Немного истории:

На рубеже XX—XI веков возраст значительной части объектов генерации, в частности гидроэлектростанций, построенных на территории стран бывшего СССР, достиг сорока—пятидесяти лет. Естественные процессы старения сооружений потребовали разработки новых подходов к мониторингу их состояния и безопасности. Влияние процессов старения особо сказывается на состоянии напорных гидротехнических сооружений гидроэлектростанций, вследствие специфики их работы в постоянном контакте с водой.

С целью совершенствования комплексных подходов к безопасности гидротехнических сооружений Укрэнергопроект разработал концептуальный проект "Система обеспечения безопасности (СОБ) гидротехнических сооружений гидроэлектростанций Днепровского и Днестровского каскадов ГЭС".

СОБ ГЭС — это всеобъемлющий комплекс объектов, средств, ресурсов, а также организационных мер производственного, технического, научно-исследовательского, экономического, правового характера, осуществляемых на всех уровнях (от объектового до государственного) и направленных на поддержание максимально высокого уровня надежности работы и технической безопасности сооружений.

Зачем автоматизировать?

Достоверная информация + Качественный анализ → Правильное решение (реальная безопасность).

Информационным источником СОБ о состо-

янии ГЭС в ходе эксплуатации ГЭС является система мониторинга состояния гидротехнических сооружений: натурные наблюдения; инструментальный контроль; сейсмометрический контроль, геодезический контроль и др.

Поставщиком информации о состоянии ГЭС в ходе эксплуатации ГЭС является человек. Экспертом по состоянию ГЭС в ходе эксплуатации тоже является человек.

Уменьшаем количество рутинной работы → Снижаем влияние человеческого фактора → Повышаем достоверность информации → Увеличиваем время на всестороннюю экспертизу информации и принятие решения.

Архитектура автоматизированной системы контроля (АСК).

Предложенная АСК строилась по, уже классической на то время, многоуровневой архитектуре информационных систем:

уровень 1 — *датчики* — получение информации о состоянии объекта в виде аналоговых сигналов;

уровень 2 — *мультиплексоры* — мультиплексирование аналоговых сигналов контрольно-измерительных приборов на регистрационный вход локального концентратора данных;

уровень 3 — *локальные концентраторы данных* — сохранение показаний контрольно-измерительных приборов в энергонезависимой памяти с последующей их передачей на центральный узел обработки данных;

уровень 4 — *центральный узел обработки данных* — сбор данных с локальных концентраторов данных, их сохранение в базе данных и предоставление посредством специальных программных приложений на автоматизированные рабочие места соответствующих специалистов.

Сопровождаем и совершенствуем.

Получив в течение 2002—2005 гг. опыт технического сопровождения, введенных в эксплуатацию АСК ГЭС на Киевской ГЭС и Кременчугской ГЭС, с учетом отзывов специалистов гидротехников, в 2005—2006 гг. компанией было открыто и выполнено ряд инвестиционных проектов:

- разработка защитных устройств для оборудования АСК;
- разработка дистанционного щелемера;
- разработка мультиплексора;
- разработка локального концентратора данных;



- разработка средств связи между локальными концентраторами и центральной подсистемой.

Строим сами.

В 2005 году компания получила заказ на строительство АСК ГТС Каховской ГЭС. Проект выполнялся при поддержке Укрэнергопроект. При реализации впервые были применены собственные разработки компании и датчики производства Geokon.

Специальное программное обеспечение "Титан", входящее в состав АСК.

В ходе строительства АСК Каховской ГЭС разработано и применено в составе АСК Каховской ГЭС специальное программное обеспечение СПО "Титан".

Основные функции СПО "Титан":

- опрос дистанционных датчиков в автоматическом режиме;
- подключение различных источников измерений (метеостанции, GPS и другие);
- пересчет показаний датчиков в физические величины, сравнение с предельно допустимыми показателями, автоматическая сигнализация о превышениях;
- контроль своевременности и полноты выполнения регламента натуральных наблюдений;
- диагностика состояния измерительной аппаратуры;
- формирование сообщений о состоянии контрольно-измерительной аппаратуры;
- экспорт данных для последующей обработки и создания отчетов;
- визуализация результатов обработки в виде таблиц и графиков;
- отображение результатов с привязкой к топографической карте, построение изолиний.

СПО "Титан" позволяет визуализировать показания контрольно-измерительных приборов в удобном для восприятия виде (таблицы, графики, зависимости показаний датчиков относительно друг друга), сделать выборку по определяемым пользователем группам датчиков и периодам.

СПО "Титан" позволяет сделать выборку по определяемым пользователем группам датчиков и периодам, а также визуализировать выборку в виде таблиц или графиков (Рис. 2).

В 2007 году, в ходе сопровождения АСК ГТС Каховской ГЭС были разработаны приложения: "Титан-створ" (Рис. 3) — для графической визуализации кривых депрессии фильтрационного режима плотины в поперечных разрезах и "Титан-топография" (Рис. 4) для графической визуализации кривых равных напоров фильтрационного режима плотины с привязкой к топографической схеме плотины.

Новый опыт.

При возобновлении строительства Днестровской ГАЭС, в 2008 году, компания привлекается к

работам по строительству АСК ГТС Днестровской ГАЭС. Проект выполняется при поддержке Укрэнергопроект. При реализации впервые были адаптированы к применению в составе АСК заводские контрольно-измерительные приборы, произведенные в Советском Союзе в начале 90-х годов прошлого века.

В 2009 году компания становится коллективным членом всеукраинской ассоциации Укрэнерго.

В 2010 году компания получает заказ на строительство АСК ГТС на еще четырех станциях Укрэнерго: Каневской ГЭС, Днепродзержинской ГЭС, Днепровской ГЭС и Днестровской ГЭС.

Осваиваем новое.

В строящихся сегодня АСК ГТС нами впервые автоматизируются измерения:

- вертикальных смещений на стыке бетона и скальной породы по вертикально установленным экстензометрам;
- относительных смещений сооружений по обратным отвесам;
- горизонтальных смещений на стыке бетона и скальной породы по экстензометрам установленным наклонно;
- относительных смещений скального массива основания плотины по многоточечным экстензометрам, размещенным в буровых скважинах;
- вертикальных смещений тела плотины на уровне потерны по двухосному инклинометру;
- горизонтального наклона контрольных створов по высоте плотины по инклинометрам, расположенным гирляндами в буровых скважинах;
- относительных смещений бетонного массива плотины по поверхностным тензометрам с вибрирующей струной, размещенным на стенах потерны, и вмурованным в бетон тензометрам (Рис. 5).

И принципиально новое.

В 2010 году дан старт проекту по применению, впервые на ГТС в Украине, средств геодезического контроля для автоматизации измерения пространственных смещений ГТС. Проект выполняется совместно с Leica Geosystems.

Каскадный центр безопасности (Рис. 6)

Почему создание Каскадного центра безопасности (далее КЦБ "Каскад") было доверено нашей компании?

Потому что мы:

1. Имеем десятилетний опыт в обеспечении безопасности гидротехнических сооружений.
2. Сотрудничаем с ведущими центрами компетентности в сфере безопасности гидротехнических сооружений в Украине.

3. Располагаем готовым испытанным решением собственной разработки для автоматизации контроля безопасности гидротехнических сооружений стационарного уровня и принципиальными проработками аспектов автоматизации контроля

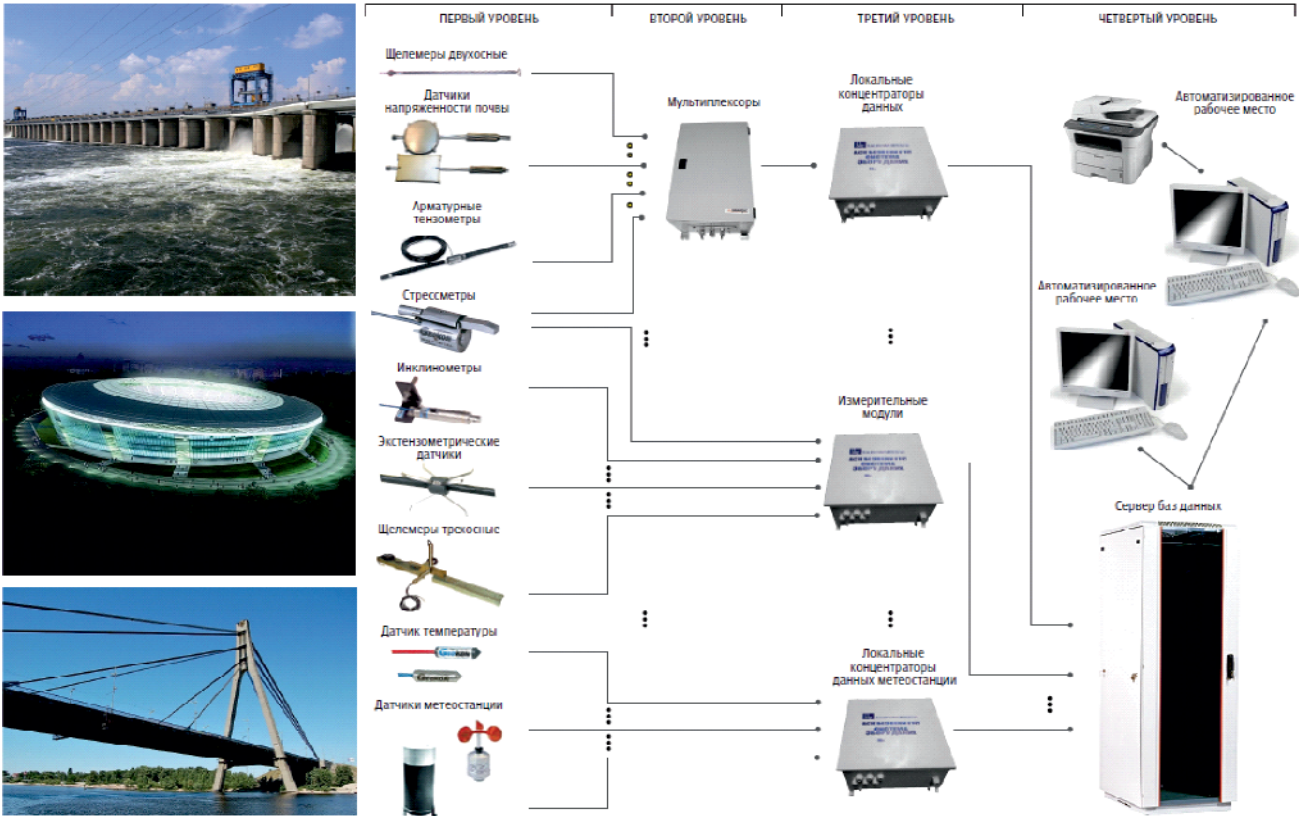


Рис. 1. Архитектура АСК

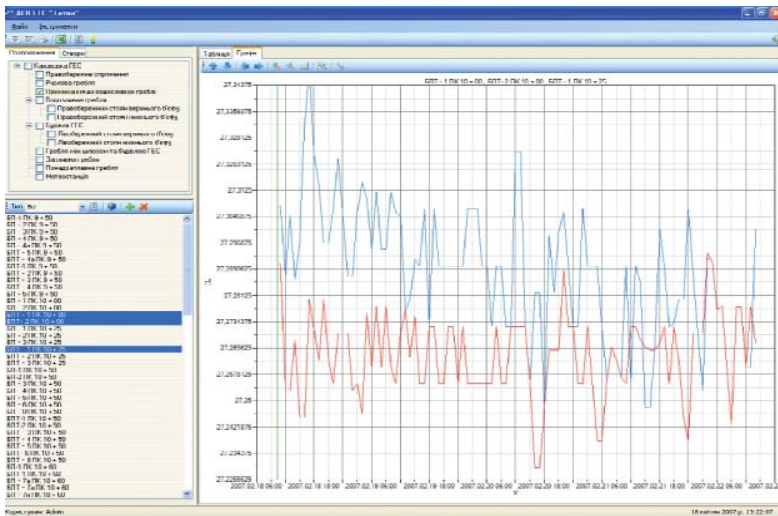


Рис. 2.

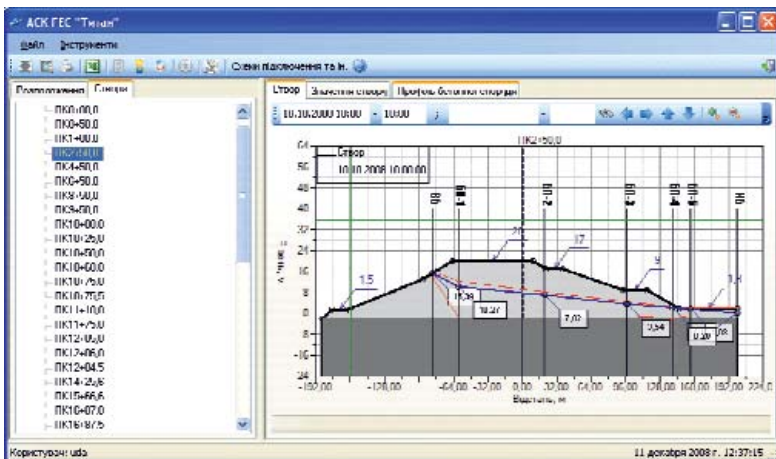


Рис. 3.

раметров, характеризующих состояние гидротехнических сооружений, которые до этого осуществлялись только ручными методами.

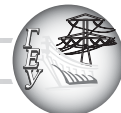
4. Знаем особенности гидротехнических сооружений заказчика, существующих систем их контроля и накопленных баз данных.

5. Принимали участие в инсталляции всех существующих у заказчика систем автоматизированного контроля безопасности гидротехнических сооружений на Киевской ГЭС, Кременчугской ГЭС, Каховской ГЭС, Днестровской ГАЭС.

6. Обеспечиваем в течение более, чем пяти лет техническое сопровождение и обслуживание поставленных нам систем автоматизированного контроля безопасности гидротехнических сооружений заказчика.

7. Выполняем контракт по поставке и инсталляции систем автоматизированного контроля безопасности гидротехнических сооружений заказчика еще на четырех ГЭС: Каневской, Запорожской, Днепро-дзержинской и Днестровской.

8. В активе более, чем пятнадцатилетний опыт внедрения корпоративных информационных систем, среди которых: системы управления сетями банковских платежных терминалов, системы пограничного контроля Украины, распределен-



ные системы видеоконтроля, call-центр киевской городской государственной администрации и другие масштабные проекты.

9. В компании собственные специализированные отделы по: управлению проектами, разработке аппаратного обеспечения, разработке программного обеспечения, проектированию, предоставлению сервисных услуг.

10. Работаем в соответствии с требованиями системы управления качеством ISO 9001.

Целью разработки КЦБ "Каскад" является консолидация всех данных, характеризующих гидротехнические сооружения, параметров и показателей, характеризующих состояние и влияющих на со-

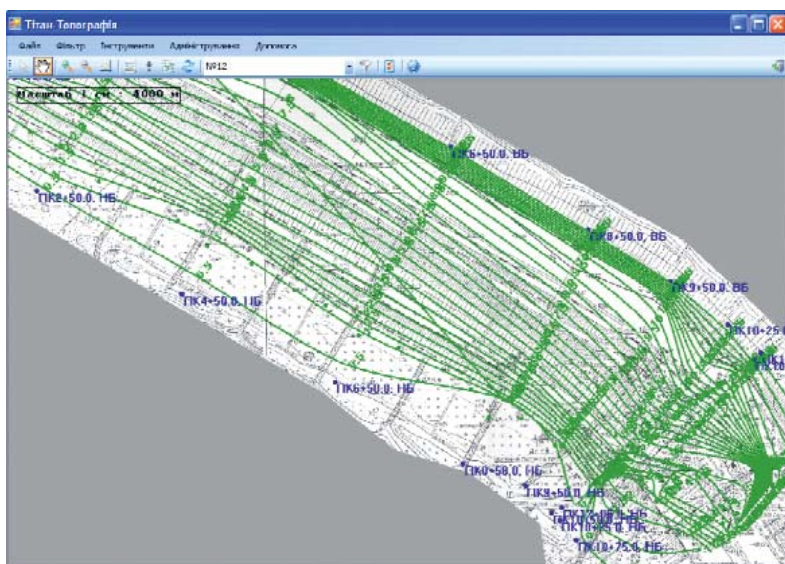


Рис. 4.

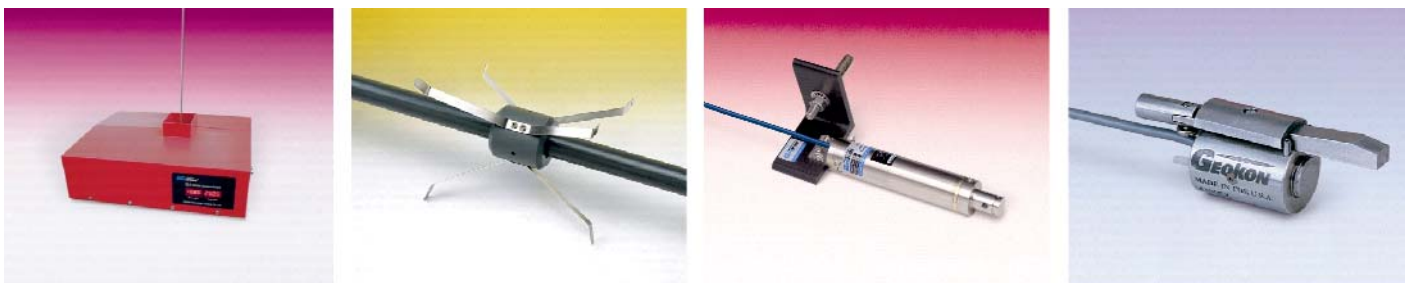


Рис. 5.

Комплексная система безопасности гидротехнических сооружений «Каскад»
Схема концептуальная

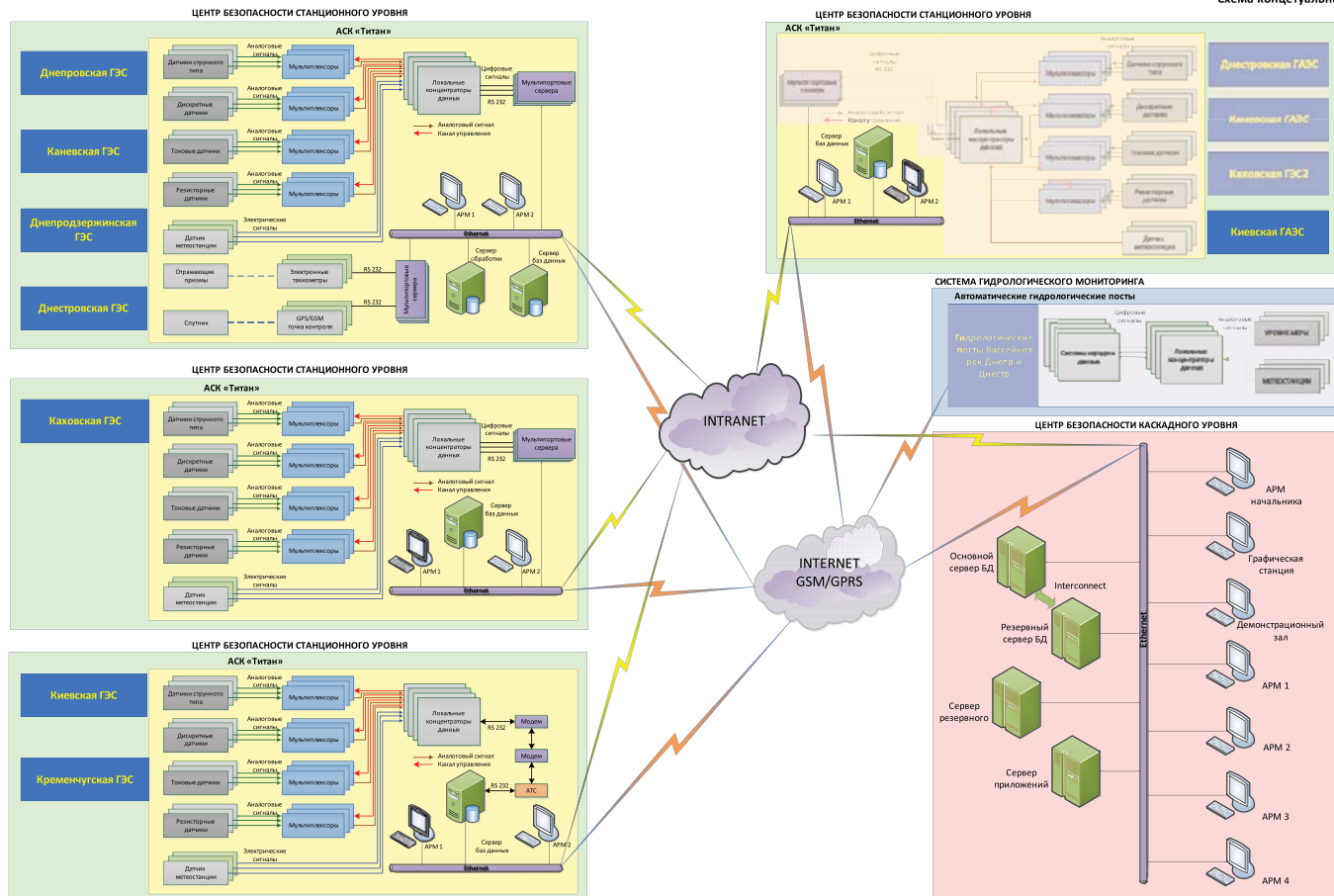


Рис. 6. Каскадный центр безопасности



стояние гидротехнических сооружений для обеспечения возможности комплексной оперативной обработки и всестороннего анализа собранной информации и получения комплексной оценки состояния и работоспособности гидротехнических сооружений.

С применением программного обеспечения "Каскад" должны быть обеспечены возможности решения следующих эксплуатационных задач:

- оценка состояния сооружений и с возможностью разработать необходимые и своевременные меры по обеспечению их надежной и безопасной эксплуатации;

- изучение объективно неизбежных процессов старения конструктивов сооружений для прогнозирования их долговечности;

- пополнение информационного банка данных для научных целей, совершенствования норм проектирования и эксплуатации ГТС.

В ПО "Каскад" нашей компанией будут реализованы возможности выполнять в автоматизированном режиме как количественный, так и качественный анализ, с целью определения соответствия поведения сооружения параметрам, заданным при проектировании (устойчивость, прочность сооружения, развитие повреждений, оценка надежности). Для выполнения качественного анализа состояния гидросооружения будет реализован механизм интерпретации и оценки следующих аномальных проявлений, указывающих на неисправность и возможную потерю работоспособности сооружений и их элементов *для грунтовых гидросооружений*:

- тенденция увеличения во времени при одних и тех же напорах на гидросооружение фильтрационных расходов (суммарных и на отдельных участках) через тело сооружения, основание, береговые примыкания, сопряжения;

- тенденция увеличения во времени количества взвешенных частиц (мутности) в профильтрованной воде либо тенденция изменения химического состава воды;

- тенденция увеличения во времени интенсивности перемещений (осадок и горизонтальных смещений) в отдельных точках сооружения, основания, береговых примыканий, сопряжений при одних и тех же уровнях верхнего и нижнего бьефов;

- нарушение во времени закономерности реакции пьезометров (с учетом определенных лагов, заданных вручную или установленных аналитической моделью) на колебания уровней воды в бьефах;

- тенденция увеличения во времени при одних и тех же напорах на сооружение порового давления в водоупорных элементах, сопряжениях и в теле сооружений, выполненных из глинистых грунтов, в после стабилизационный период;

- тенденция уменьшения во времени потерь напора на противofильтрационных завесах в ос-

новании, береговых примыканиях и на противofильтрационных устройствах в теле гидросооружений при одних и тех же уровнях воды в бьефах;

- тенденция увеличения во времени потерь напора перед дренажными устройствами в теле и основаниях гидросооружений при одних и тех же уровнях воды в бьефах.

- колебания средних значений (регрессии) потерь напора в теле грунтовой плотины при одном и том же (контрольном) уровне воды в верхнем бьефе с тенденцией их уменьшения, указывающей на подъем кривой депрессии,

для бетонных гидросооружений:

- тенденция увеличения во времени при одних и тех же напорах на сооружение фильтрационных расходов (суммарных и на отдельных участках) через тело сооружения, основание, береговые примыкания;

- тенденция увеличения во времени при одних и тех же напорах на сооружение фильтрационных расходов (среднегодовых и в летний период) через трещины в бетонной кладке;

- тенденция увеличения во времени количества взвешенных частиц (мутности) в профильтрованной воде либо тенденция развития неблагоприятных изменений химического состава воды (увеличение содержания ионов Ca^{2+} , SO_4^{2-});

- тенденция увеличения во времени раскрытия трещин и швов в теле бетонного гидросооружения и основании (среднегодовых и в летний период — в конце второй половины теплого периода);

- тенденция увеличения во времени интенсивности осадок, взаимных смещений секций по межсекционным швам, горизонтальных смещений, наклонов и изгибов бетонного гидросооружения (секций, устоев, плит и пр.), деформаций основания, береговых примыканий (необратимых перемещений, выделенных из суммарных перемещений гидросооружения и его основания);

- нарушение закономерности реакции пьезометров (пьезодинамометров) (с учетом установленных временных лагов) на колебания уровней воды в бьефах;

- тенденция уменьшения потерь напора на противofильтрационных завесах в основании, береговых примыканиях, теле сооружений;

- тенденция увеличения потерь напора перед дренажными устройствами;

- тенденция изменения во времени при одних и тех же нагрузках (уровнях верхнего бьефа и собственном весе) динамических и вибрационных характеристик бетонного сооружения и конструктивных элементов (изменение частот и увеличение амплитуд вибраций).

Будет также обеспечена возможность автоматизированного анализа вышеперечисленных аномальных проявлений в сооружениях.