

## Доверие и безопасность в информационном обществе

# БЕЗОПАСНОСТЬ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

**Шахраманьян Михаил Андраникович**

*Доктор технических наук, профессор*

*Финансовый университет при Правительстве РФ, кафедра «Безопасность жизнедеятельности», профессор*

*Москва, Российская Федерация*

*7283763@mail.ru*

### Аннотация

*В статье рассматривается концепция интегрированной системы мониторинга безопасности портовых инфраструктурных объектов, объединяющей различные сенсорные компоненты. Данные элементы предназначены для фиксации технических параметров наблюдаемых конструкций, регистрации вертикальных и горизонтальных деформаций гидротехнических сооружений, а также ряда других критически важных показателей. Анализ информации, поступающей от датчиков, выполняется при помощи специализированных цифровых решений, нацеленных на формирование прогнозных данных для осуществления превентивных мер по поддержанию безопасности портовых комплексов. Приведен расчет экономической эффективности комплексной системы обеспечения безопасности портовых сооружений.*

### Ключевые слова

*портовые сооружения, мониторинг, безопасность, экономическая эффективность*

### Введение

В настоящее время значительная часть портовых сооружений, гидроэлектростанций, гидроузлов и плотин I, II и III классов капитальности уже укомплектована автоматизированными контрольно-измерительными комплексами и информационно-диагностическими системами.

Несмотря на существующий в отечественной практике опыт внедрения передовых (для своего периода) технологий, гарантирующих высокий уровень безопасности для гидротехнических объектов, на большинстве российских портовых конструкций до сих пор применяются простейшие методы ручного наблюдения, лишённые элементов автоматизации и комплексных диагностических систем. Изредка встречаются примеры частичной автоматизации процессов измерения уровня воды, углов наклона и иных показателей, однако такие случаи носят единичный характер, а степень автоматизации явно не соответствует современным требованиям к обеспечению безопасности портовых сооружений.

В последние годы отмечается растущая активность отечественных компаний в сфере технологий мониторинга портовых объектов. Организации изучают зарубежный опыт и инициируют разработку проектной документации для последующего оснащения своих активов автоматизированными контрольно-измерительными средствами. Поэтапно внедряются локальные и централизованные информационно-диагностические и аналитические платформы.

Большинство подобных проектов в настоящее время находятся на начальных стадиях реализации. Тем не менее, наблюдаемая тенденция позволяет прогнозировать, что в течение следующих 5–10 лет все ключевые портовые сооружения получат необходимое оснащение современными высокотехнологичными системами мониторинга.

---

© Шахраманьян М. А., 2026

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «С указанием авторства - С сохранением условий версии 4.0 Международная» (Creative Commons Attribution – ShareAlike 4.0 International; CC BY-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.ru>

[https://doi.org/10.52605/16059921\\_2026\\_02\\_96](https://doi.org/10.52605/16059921_2026_02_96)

## 1 Системы мониторинга безопасности гидротехнических объектов

Проблематике мониторинга безопасности гидротехнических объектов посвящён целый ряд научных публикаций, в частности, эти аспекты рассмотрены в работах [1–3].

Автоматизированная система диагностического контроля (АСДК) представляет собой комплекс для автоматического опроса дистанционно установленной контрольно-измерительной аппаратуры. Система осуществляет одновременное сравнение полученных данных с установленными критериями безопасности с целью оценки текущего технического состояния и уровня безопасности сооружений, включает в себя:

- Информационно-диагностическую систему (ИДС). Система, диагностирующая состояние контролируемого объекта, включающая базу данных наблюдений, программу их обработки и диагностические критерии для оценки состояния сооружений.
- Автоматизированную систему опроса контрольно-измерительной аппаратуры (АСО КИА). Система, состоящая из измерительных преобразователей, средств их коммутации, приём-передачи для автоматизации и компьютерного хранения данных, используемых для контроля состояния и безопасности гидротехнических сооружений электростанции.
- Контрольно-измерительную аппаратуру (КИА). Совокупность технических средств измерений (измерительных приборов, датчиков и др.) и вспомогательных устройств, предназначенных для контрольных натурных наблюдений и исследований состояния сооружения и основания [4].

При наличии в структуре портовых терминалов грунтовых сооружений, требующих контроля положения депрессионной кривой, целесообразна автоматизация соответствующих измерений. Для автоматизированного замера уровней воды в безнапорных пьезометрах широко применяются погружные датчики уровня. Для автоматизации существующего пьезометра достаточно смонтировать на устье скважины комплект аппаратуры для опроса и поместить в сам пьезометр погружной датчик уровня воды (рис. 1).

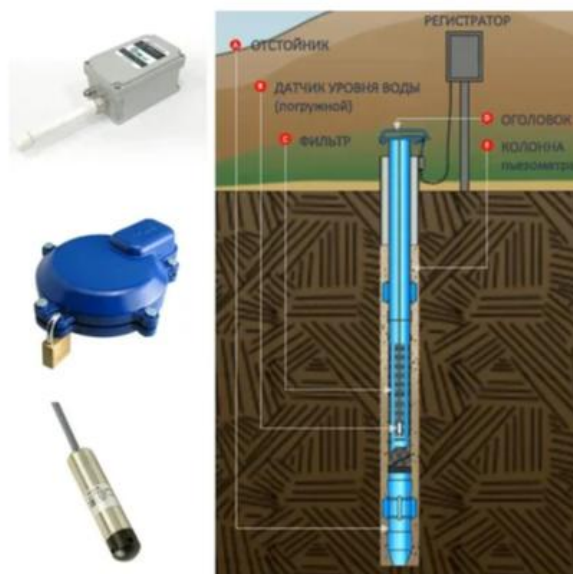


Рис.1 Погружные датчики уровня воды

Роботизированные тахеометры обеспечивают выполнение геодезических наблюдений за отражателями, установленными на объекте, с точностью, соответствующей первому классу триангуляции. Данное оборудование применяется для определения плановых смещений, а также осадок гидротехнических сооружений (рис. 2)



Рис.2. Роботизированные тахеометры

Очевидным условием для применения данного метода автоматизации геодезических измерений является наличие прямой видимости между тахеометром и отражателем, что достижимо не во всех случаях. Увеличение количества тахеометров для охвата всех измерительных точек требует проведения сравнительного анализа с альтернативными методами автоматизации геодезических работ.

Поскольку роботизированные тахеометры обычно размещаются на открытых площадках и подвержены воздействию внешних факторов, необходимо обеспечивать их надёжную защиту и сохранность в зависимости от условий эксплуатации.

Спутниковые системы навигации, требующие установки на объекте специальных приёмников, позволяют с точностью, достаточной для мониторинга грунтовых гидротехнических сооружений, определять их горизонтальные и вертикальные смещения. Ключевым преимуществом данной технологии является отсутствие требования прямой видимости между измерительными пунктами (рис. 3). Кроме того, такое оборудование является более устойчивым к внешним воздействиям и требует меньшего обслуживания по сравнению с системами на основе роботизированных тахеометров с отражателями, требующие ухода.



Рис.3 Спутниковая система навигации

Точность измерений спутниковой системы навигации в целом ниже, чем у роботизированного тахеометра. Однако она является вполне достаточной для организации непрерывного мониторинга грунтовых сооружений. В статическом режиме работы точность может достигать 6 мм, что более чем удовлетворяет требованиям задачи обеспечения безопасности, например, грунтовых дамб хвостохранилищ [5].

Для агрегации и обработки данных, поступающих от упомянутых датчиков и сенсоров, задействуются специализированные цифровые платформы.

Одним из примеров таких платформ является система SODIS Building M, позволяющая в режиме реального времени получать оперативные данные о текущем техническом состоянии контролируемых элементов объекта и измерительных подсистем. В случае выявления изменений система обеспечивает возможность оперативного принятия корректирующих мер.

Интерфейс системы онлайн-мониторинга отличается простотой и интуитивной понятностью. Оператору предоставляется полная информация о расположении контролируемых элементов сооружения, измерительных подсистемах и их компонентах, включая фотографии, эксплуатационные инструкции и регламенты технического обслуживания.

SODIS Building M визуализирует на экране диспетчера трёхмерную модель объекта мониторинга, созданную с применением технологий информационного моделирования (BIM) и интегрированную со всем комплексом технических средств системы мониторинга.

## 2 Экономическая эффективность систем мониторинга портовых сооружений

Помимо конструктивной безопасности портовых сооружений необходимо также обеспечивать безопасность от угроз техногенного характера и террористических атак, в том числе и с применением беспилотных летательных аппаратов.

Ниже приведен пример расчета экономической эффективности комплексной системы обеспечения безопасности портовых сооружений на примере условного среднего портового терминала по перевалке нефтепродуктов.

Затраты на создания системы мониторинга безопасности данного объекта (капитальные и операционные) приведены в таблице 1.

Таблица 1. Затраты на создание системы мониторинга безопасности

Капитальные затраты	Операционные затраты
Оборудование (камеры с термосенсорами, серверы, детекторы): 5 000 000 руб. Программное обеспечение (лицензии, настройка): 1 500 000 руб. Монтаж и пусконаладка: 1 000 000 руб. Проектирование: 500 000 руб. <b>Итого: 8 000 000 руб.</b>	Обслуживание системы (инженеры, запчасти): 400 000 руб./год. Электроэнергия и каналы связи: 150 000 руб./год. <b>Итого: 550 000 руб. в год</b>

В таблице 2 приведен предотвращенный ущерб и экономические выгоды за счет внедрения систем мониторинга безопасности при воздействии различных угроз (техногенные аварии, террористические атаки), а также страховые взносы.

Таблица 2. Предотвращенный ущерб и экономические выгоды

Предотвращение техногенных аварий	Предотвращение террористических угроз (диверсии)	Снижение страховых взносов
<b>Риск:</b> разрушение строительных конструкций, возгорание на конвейере или разлив нефтепродуктов из-за потери герметичности, замеченной слишком поздно. <b>Средний ущерб</b> от одной аварии (по статистике): 15 000	<b>Риск:</b> Проникновение нарушителя на территорию с целью подрыва или поджога. Потенциальный ущерб: 80 000 000 руб. (разрушение крана, остановка работы на месяц, репутация). Вероятность в год: 0,05 (1 раз в 20 лет, так как порты-объекты	Страховые компании часто дают скидки на страхование имущества при наличии современных систем безопасности.

<p>000 руб. (простой, штрафы, ремонт). <b>Вероятность в год:</b> 0,1 (1 раз в 10 лет). После внедрения: Тепловизоры и газоанализаторы позволяют обнаружить проблему за час до катастрофы. Вероятность крупной аварии снижается до 0,02 (1 раз в 50 лет). <b>Годовой эффект</b> (среднеожидаемый): 15 000 000 * 0,08 = 1 200 000 руб./год <b>Статистические данные Росморречфлота и Минтранса</b></p>	<p>критической информационной инфраструктуры После внедрения: Интеллектуальная система охраны периметра (радары + камеры) исключает незамеченное проникновение. Вероятность успешной диверсии падает до 0,005. Снижение риска: 0,05 - 0,005 = 0,045. Годовой эффект: 80 000 000 * 0,045 = 3 600 000 руб./год</p>	<p>Годовой эффект: 150 000 руб./год</p>
--	--	---

Годовой эффект от предотвращенного ущерба: 840 000 + 1 200 000 + 3 600 000 + 150 000 = 5 790 000 руб. Затраты: - 85500 00 руб. Срок окупаемости -1.5 года.

Для портовых сооружений, расположенных в зоне вечной мерзлоты, системы мониторинга конструктивной целостности являются не просто экономически выгодными, а критически необходимыми. Глобальное потепление и таяние грунтов увеличивают риски деформации и разрушения зданий и сооружений.

## Заключение

Внедрение автоматизированных систем мониторинга на этапе эксплуатации позволит существенно повысить уровень безопасности и надёжности портовых сооружений. Подобные системы обеспечивают возможность проведения ремонтных работ на ранних стадиях возникновения дефектов, не допуская их развития. Оперативное оповещение ответственных лиц о превышении допустимых нагрузок или о появлении аномальных показателей измерений позволяет своевременно принять превентивные меры, что в конечном итоге способствует повышению общей безопасности портовой инфраструктуры. Проведенные расчеты по экономической эффективности применения систем обеспечения комплексной безопасности от угроз природно-техногенного и террористического характера на примере условного среднего портового терминала по перевалке нефтепродуктов свидетельствуют, что срок окупаемости таких систем составляет примерно 1.5 года.

## Литература

1. Костюков В. Д. Надежность морских причалов и их реконструкция. М.: Транспорт, 1987. 223 с.
2. Марлей В. Е., Ольхович Е. О. и др. Разработка автоматизированной системы для непрерывного контроля технического состояния гидротехнических сооружений. Гидротехника, 2013/ № 2. С. 50–53.
3. Портовые гидротехнические сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. ГОСТ Р 54523-2011. Стандартиформ, 2012.
4. Сооружения ГЭС гидротехнические. Общие требования по организации и проведению мониторинга. ГОСТ Р 55260.1.4-2012. Стандартиформ, 2014.
5. Устинов А. В. Технологии спутникового геодезического мониторинга гидротехнических сооружений. Гидротехническое строительство, 2014. № 6. с. 39–43.

## SAFETY OF PORT FACILITIES: TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS

**Shakhramanyan, Mikhail Andranikovich**

*Doctor of technical sciences, professor  
Financial University under the Government of the Russian Federation  
Department of life safety, professor  
Moscow, Russian Federation  
7283763@mail.ru*

### **Abstract**

*This article examines the concept of an integrated security monitoring system for port infrastructure facilities, integrating various sensor components. These elements are designed to record the technical parameters of monitored structures, register vertical and horizontal deformations of hydraulic structures, and a number of other critical indicators. Sensor data is analyzed using specialized digital solutions aimed at generating predictive data for the implementation of preventive measures to maintain port complex security. A cost-effectiveness calculation for an integrated security system for port facilities is presented.*

### **Keywords**

*port facilities, monitoring, safety, economic efficiency*

### **References**

1. Kostyukov V. D. Nadezhnost' morskikh prichalov i ih rekonstrukciya. M.: Transport, 1987. 223 s.
2. Marlej V. E., Ol'hovich E. O. i dr. Razrabotka avtomatizirovannoj sistemy dlya nepreryvnogo kontrolya tekhnicheskogo sostoyaniya gidrotekhnicheskikh sooruzhenij. *Gidrotekhnika*, 2013/ № 2. S. 50–53.
3. Portovye gidrotekhnicheskie sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya. GOST R 54523-2011. Standartinform, 2012.
4. Sooruzheniya GES gidrotekhnicheskie. Obshchie trebovaniya po organizacii i provedeniyu monitoringa. GOST R 55260.1.4-2012. Standartinform, 2014.
5. Ustinov A. V. Tekhnologii sputnikovogo geodezicheskogo monitoringa gidrotekhnicheskikh sooruzhenij. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo*, 2014. № 6. s. 39–43.