

Министерство образования и науки Украины

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.Е. ЖУКОВСКОГО
«ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»**

На правах рукописи

УДК 504.064.36:[556:621.039]

Бейнер Петр Сергеевич

**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ АЭС**

Специальность 05.13.05 – компьютерные системы и компоненты

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор Косач Наталья Игоревна

Харьков – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| РАЗДЕЛ 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ИИС ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ | 13 |
| ПАРАМЕТРОВ ГТС АЭС | 13 |
| 1.1. Средства сбора и регулирования гидротермического режима ГТС | 13 |
| 1.2 Средства измерений гидрометеорологических параметров циркуляционной воды АЭС | 17 |
| 1.3 Потери информации в каналах связи | 21 |
| Выводы раздела 1 | 24 |
| РАЗДЕЛ 2 УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СБОРА И РЕГИСТРАЦИИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГТС АЭС | 26 |
| 2.1 Математические модели гидротермических процессов в открытых ГТС АЭС | 29 |
| 2.2 Комплекс технических средств сбора и первичной обработки информации | 34 |
| 2.3 Метод передачи результатов измерения..... | 40 |
| 2.3.1 Повышение эффективности и надежности работы БСС..... | 45 |
| 2.3.2 Повышение криптографической устойчивости шифров БСС..... | 47 |
| Выводы раздела 2 | 52 |
| РАЗДЕЛ 3 РАЗРАБОТКА АКТУАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ИИС ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГТС АЭС | 54 |
| 3.1 Разработка метода мониторинга..... | 54 |
| 3.1.1 Проверка системы на исправность..... | 56 |
| 3.1.2 Прием информации с ПИП. | 58 |
| 3.1.3 Основные компоненты ИИС..... | 59 |
| 3.2 Выбор и обоснование средств разработки программного комплекса | 64 |
| 3.2.1 Язык программирования РНР..... | 65 |
| 3.2.2 Язык гипертекстовой разметки HTML. | 67 |

| | |
|---|------------|
| 3.2.3 Язык программирования JavaScript..... | 68 |
| 3.2.4 Каскадные таблицы стилей CSS..... | 69 |
| 3.2.5 Сервер базы данных MySQL..... | 71 |
| 3.3 Метод формирования единой базы данных метеорологической и гидротермической информации в ИИС мониторинга температурного режима ГТС | 73 |
| 3.3.1 Разработка цифровой карты пруда-охладителя АЭС с применением SVG-технологии | 73 |
| 3.3.2 Создание и заполнение базы данных | 77 |
| 3.3.3 Разработка ядра системы на MVC..... | 80 |
| 3.3.4 Серверная часть..... | 83 |
| 3.3.5 Реализация выборки данных средствами MySQL, PHP и JavaScript. ... | 86 |
| 3.3.6. Клиентская часть. Визуализация результатов..... | 87 |
| 3.4 Модернизация режимной карты работы ГТС ЗАЭС | 96 |
| 3.4.1 Усовершенствование режимной карты ГТС ЗАЭС с учетом поправки на ветер..... | 97 |
| 3.4.2 Поддержка принятия решений в ИИС. | 100 |
| 3.5 Метеорологические параметры в районе расположения ЗАЭС..... | 102 |
| 3.5.1 Описание средств метеорологического контроля | 102 |
| 3.5.2 Метеорологические параметры за отчетный год..... | 103 |
| 3.5.3 Метеорологические параметры за 1996-2012 г.г. | 111 |
| РАЗДЕЛ 4. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО КОМПЛЕКСА МОНИТОРИНГА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЭС..... | 115 |
| 4.1. Моделирование работы программного комплекса..... | 115 |
| 4.2. Оценка погрешности и эффективности разработанной системы мониторинга | 122 |
| 4.2.1 Оценка погрешности, предложенной ИИС. | 122 |
| 4.2.2 Оценка эффективности, предложенной ИИС. | 125 |

| | |
|--|-----|
| | 4 |
| Выводы раздела 4 | 134 |
| ВЫВОДЫ | 137 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ | 139 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А Методы проектирования Web-графики: SVG и Canvas . | 157 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б Акты внедрения результатов диссертационных исследований | 159 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В Решения и свидетельства авторского права | 162 |