

Разработка методологии модернизации системы контроля и управления теплоэнергетическим объектом на примере котла БГ-35

Автор: Шинарев Дмитрий Александрович – ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Институт тепловой и атомной энергетики, кафедра АСУТП, г. Москва, магистрант.

Аннотация: Были рассмотрены основные стадии и этапы модернизации АСУТП, включающие в себя разработку методологии модернизации системы контроля и управления теплоэнергетическим объектом на примере парового котла БГ-35, а также подбор оборудования для автоматизации.

Ключевые слова: АСУТП, автоматизация, методология, конкурентоспособность, система контроля и управления, котел, SCADA

Хорошо известно, что прибыльность производства зависит от его эффективности. Но в условиях постоянно возрастающей конкуренции случается, что даже преуспевающие компании, сконцентрировавшись на получении прибыли, уделяют этой взаимосвязи недостаточно внимания.

Сейчас особенно высоки требования к темпам производственных операций, а также к их точности и соответствию заданным нормам. Эффективное управление производством в режиме реального времени становится необходимой предпосылкой прибыльности предприятия.

Постоянный рост конкуренции в условиях современного рынка заставляет производителей стремиться к непрерывному сокращению эксплуатационных расходов и совершенствованию производственных процессов. Эффективность производства в значительной мере зависит от возможности доступа, обработки и использования в полном объеме технологических данных предприятия.

В настоящее время на промышленных предприятиях используется большое количество устаревшего оборудования, которое требует модернизации в силу своей низкой эффективности и невозможности выполнять ряд функций, которые требуют современные уровни технологий. Поэтому актуальной является задача разработки методологии модернизации существующих систем управления теплоэнергетическим оборудованием в рамках промышленного предприятия.

Объект исследования — паровой котёл БГ-35.

Предмет исследования — система контроля и управления паровым

котлом БГ-35.

Цель — модернизировать систему контроля и управления котлом БГ-35 на базе современных технических средств, что приведёт к улучшению технико–экономических показателей работы котла.

Для достижения поставленной цели нужно:

1. Подобрать современные средства измерения для контроля технологических параметров работы котла;
2. Разработать спецификацию на средства теплотехнического контроля и измерений;
3. Разработать функциональную схему теплотехнического контроля и структурную схему АСУТП [1] [2];
4. Подобрать программно-технический комплекс на базе контроллера и SCADA-системы;
5. Создать систему контроля и управления котлом БГ-35 в SCADA-системе;
6. Разработать прикладную программу для контроллера в среде разработки [3].

Методология проведения модернизации

Для того чтобы разработать методологию проведения модернизации, нужно проанализировать следующее:

1. Нормативно-техническую документацию ТЭС;
2. Нормативную документацию Ростехнадзора («Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением») [4];
3. Методические указания по объёму технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования на тепловых электростанциях (СО 34.35.101-2003) [5].

На основании этого предлагается следующий алгоритм проведения модернизации:

1. Анализ технического состояния средств автоматизации и теплотехнического контроля.
2. Определение перечня контролируемых и регулируемых параметров.
3. Определение требуемых противоаварийных автоматических защит (ПАЗ).
4. Определение критериев выбора средств измерения и средств автоматизации.
5. Разработка схемы теплотехнического контроля и спецификации оборудования.

6. Разработка проекта системы контроля и управления объектом.

Выбор оборудования на примере контроллера

Для подбора оборудования можно воспользоваться оценкой конкурентоспособности оборудования, используемого в разработке системы контроля и управления котлом БГ-35 [6].

Выбор контроллера:

1. Рассматриваются следующие модели, представленные на целевом рынке:

Таблица 1. «Процессорные блоки»

Обозначение модели	Наименование модели
M ₁	КРОСС-500
M ₂	МФК1500 CPU715
M ₃	Honeywell HC900

2. Существенно значимые характеристики:

Таблица 2. «Характеристики»

Обозначение характеристики	Наименование характеристики
П ₁	Стоимость канала УСО, руб
П ₂	Гарантийный срок эксплуатации, мес
П ₃	Срок службы, год
П ₄	Наличие службы поддержки, %

3. Фактические и идеальные значения характеристик:

Таблица 3. «Фактические и идеальные значения характеристик»

Параметры	КРОСС-500	МФК1500 CPU715	Honeywell HC900	Идеальные (желаемые) значения
Стоимость канала УСО, руб	3500	3000	10000	3000
Гарантийный срок эксплуатации, мес	18	36	48	48
Срок службы, год	10	15	15	15
Наличие службы поддержки, %	50	75	25	100

4. Оценка коэффициентов значимости.

Для оценки коэффициентов значимости воспользуемся методом попарного сравнения со следующей шкалой перевода:

Таблица 4. «Метод попарного сравнения»

Качественная характеристика	Количественная характеристика
Значимость двух сравниваемых характеристик одинакова	1
1-ая характеристика слабо значимее 2-ой	2
1-ая характеристика значимее 2-ой	3
1-ая характеристика сильно значимее 2-ой	4
1-ая характеристика абсолютно значимее 2-ой	5

5. Матрица попарного сравнения. Расчёт коэффициентов значимости.

Расчёт a_i проводится по формуле: $a_i = \Sigma_i / \Sigma_o$

Таблица 5. «Матрица попарного сравнения»

	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	Σ_i	Коэф. знач., a_i
П ₁	1	5	5	5	16	0,541
П ₂	1/5	1	1/3	1/3	1,867	0,063
П ₃	1/5	3	1	3	7,2	0,243
П ₄	1/5	3	1/3	1	4,533	0,153
Σ_o					29,6	1

Полученные коэффициенты значимости подчиняются нормирующему условию $\Sigma a_i = 1$.

6. Определение значений β_i :

Таблица 6. «Определение значений β_i »

Обозначение показателя	Наименование показателя	β_i
П ₁	Стоимость канала УСО, руб	-1
П ₂	Гарантийный срок эксплуатации, мес	1
П ₃	Срок службы, год	1
П ₄	Наличие службы поддержки, %	1

7. Расчет коэффициентов конкурентоспособности:

Таблица 7. «Расчет коэффициентов конкурентоспособности»

Обозначение показателя	Наименование показателя, единицы измерения	a_i	β_i	$\Pi_{i \text{ жел}}$	Π_i		
					Обозначение модели		
					М ₁	М ₂	М ₃
П ₁	Стоимость канала УСО, руб	0,541	-1	3000	3500	3000	10000
П ₂	Гарантийный срок эксплуатации, мес	0,063	1	48	18	36	48
П ₃	Срок службы, год	0,243	1	15	10	15	15
П ₄	Наличие службы поддержки, %	0,153	1	100	50	75	25

Для количественной оценки конкурентоспособности товара используется формула $K_{A,j} = \sum a_{ij} (\Pi_{iA} / \Pi_{i,j \text{ жел}})^\beta$, где:

- Π_{iA} — фактические значения i -й характеристики у продукции A ;
- $\Pi_{i,j \text{ жел}}$ — идеальное (желаемое) для потребителя j -го сегмента значение i -й характеристики;
- $a_{i,j}$ — коэффициент значимости (веса) i -й характеристики для потребителя j -го сегмента;
- $\beta = 1$, если увеличение характеристики Π_{iA} способствует росту конкурентоспособности товара;

- $\beta = -1$, если увеличение $\Pi_i A$ приводит к снижению конкурентоспособности (например, цена).

Таблица 8. «Конкурентоспособность»

Обозначение модели	Наименование модели	Коэффициент конкурентоспособности, К
M ₁	КРОСС-500	0,726
M ₂	МФК1500 CPU715	0,946
M ₃	Honeywell HC900	0,507

В результате количественной оценки конкурентоспособности данных моделей процессорных блоков было установлено, что наилучшим сочетанием характеристик (с учетом их значимости) на данном сегменте рынка обладает модель МФК1500 CPU715. Остальные средства измерений подбираются по такому же алгоритму.

Выводы:

Используя данную методологию, можно провести полную автоматизацию любого теплоэнергетического объекта, что приведёт к улучшению технико-экономических показателей работы объекта, а также обеспечит полный контроль за технологическими параметрами объекта.

В целом, применение автоматизации и диспетчеризации уменьшает вероятность «человеческого фактора», увеличивает скорость реакции в случае аварии или ЧП, а также существенно упрощает работу технического персонала.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. — Взамен ГОСТ 21.404-85; Введ. с 01.11.14. — М.: Стандартинформ, 2015. — 30 с.
2. Иванова Г.М. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов / Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2005. — 460 с.
3. Плетнев Г.П. Автоматизированные системы управления объектами тепловых электростанций: учебник для вузов. — 4-е изд. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007. — 352 с.
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением»: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. — Москва, 2014. — 254 с.
5. СО 34.35.101–2003. Методические указания по объёму технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования на тепловых электростанциях. — Взамен РД 34.35.101-88; Введ. с 01.09.2004. — Москва, 2003. — 92 с.
6. Рогалев Н.Д. Экономика энергетики: учебное пособие для вузов / Н.Д. Рогалев, А.Д. Зубкова, И.А. Мастерова и др. — М.: Издательство МЭИ, 2005. — 288 с.