Министерство энергетики и электрификации СССР

Главтехуправление

М Е Т О Д И К А

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНОК ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА В АСУ ТП ЭНЕРГОБЛОКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РД 34.04.251-88

Москва 1988

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехническим научно-исследовательским институтом им. Ф.Э.Дзержинского

ИСПОЛНИТЕЛЬ Д.К.Федотов, канд.техн.наук

УТВЕРЖДЕНА Главным научно-техническим управлением энергетики и электрификации Минэнерго СССР 08.06.88

Заместитель начальника А.П.Берсенов

© ВТИ им. Ф.Э.Дзержинского

УДК 62-5

Методика экспериментального определения оценок показателей деятельности оперативного персонала в АСУ энергоблоков электростанций

РД 34.04.251-88
Введены впервые

Срок действия установлен
с 01.01.89
до 01.01.99

Настоящая методика устанавливает расчетную математическую модель и номенклатуру показателей деятельности оперативного персонала в АСУ ТП действующих и модернизируемых электростанций, а также при подготовке персонала на тренажерах; правила проведения экспериментальных исследований, обработки статистических данных.

Методика предназначена для экспериментального определения уровня оценок деятельности персонала в АСУ ТП и их изменений при внедрении новых технических средств отображения информации, дистанционного и автоматического управления, а также создания информационной базы исходных данных при проектировании новых АСУ ТП и является составной частью общей оценки АСУ ТП, включая выбор оптимального варианта.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

I. МОДЕЛЬ И НОМЕНКЛАТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

I.I. Автоматизированная система управления технологическими процессами энергоблока включает комплекс технических средств управления (КТС) и оператора-машиниста, который с помощью КТС и машинистов-обходчиков обеспечивает управление (обслуживание) режимами эксплуатации энергоблока.

АСУ ТП формализуется математической моделью одноканальной (один машинист) системы массового обслуживания без потерь (все режимы должны быть обслужены). В этой модели энергоблок и КТС, то есть совокупность автоматических регуляторов, технологических защит, блокировок и функциональных групп, средств отображения информации и дистанционного управления рассматриваются как обслуживаемая система: оперативный персонал, то есть совокупность машинистов энергоблока, котла, турбины рассматриваются в качестве обслуживающих аппаратов, а последовательность управляющих действий оперативного персонала по изменению и коррекции режимов работы энергоблоков, резервированию работы отказавших систем автоматического регулирования как поток требований на обслуживание.

I.2. Поток требований на обслуживание носит простейший характер и представлен независимой последовательностью действий оперативного персонала по контролю и управлению параметрами, состоянием механизмов собственных нужд и составом тепловой схемы блока при работе его на стационарном уровне нагрузки и алгоритмизированной последовательностью при изменениях нагрузки, останову, пуску и ликвидации нештатных ситуаций.

I.3. Действия оператора по обслуживанию требований формализуются типовыми функциональными структурами.

Типовая функциональная структура-единичное требование-по контролю включает в себя алгоритмизированную последовательность типовых функциональных операций по поиску источника информации, считыванию и декодированию информации, самоконтролю правильности своих действий и принятию решения о состоянии контролируемого параметра.

Типовая функциональная структура-единичное требование-по управлению включает в себя алгоритмизированную последовательность типовых функциональных операций по удержанию в памяти принятого решения, поиску органа управления, воздействию на положение или состояние органа управления, самоконтролю правильности своих действий и оценке соответствия полученных результатов принятому решению.

Таким образом, режим эксплуатации энергоблока на стационарных уровнях нагрузки формализуется выполнением оператором случайного потока типовых функциональных структур по контролю и управлению (единичных требований). Режимы переходов на стационарные уровни нагрузок выхода из нештатных ситуаций, остановов и пусков формализуются жестко алгоритмизированными последовательностями единичных требований и рассматриваются в виде комплексных требований.

I.4. Выполнение единичных и комплексных требований характеризуются одинаковыми показателями:

временем выполнения, $t_т$;

вероятностью своевременного выполнения, P_c;

вероятностью безошибочного выполнения, $P_б$;

временем превышения выполнения сверх нормативного, Δt;

интенсивностью ошибок, допускаемых при его выполнении, ω_o.

I.5. Поток единичных требований в АСУ ТП является простейшим и характеризуется следующими показателями:

интенсивностью потока выполненных требований, λ ;

коэффициентом оперативной загруженности оперативного персонала, η ;

вероятностью образования очереди в обслуживании, $P_{оч}$.

I.6. Все многообразие единичных и комплексных требований представлено конечным числом их типов, оценки выполнения которых не зависят от эргономических особенностей элементов технических средств и отдельных личностей оперативного персонала.

Типовые единичные требования и аналитически рассчитанные значения времен и вероятностей их безошибочного выполнения, которые рассматриваются в дальнейшем как нормативные, приведены в обязательном приложении 1. Нормативные времена выполнения типовых комплексных требований определяются по производственным инструкциям и режимным картам эксплуатации конкретных энергоблоков.

I.7. Методика экспериментального определения оценок показателей деятельности оперативного персонала разработана на основе приведенной в обязательном приложении 1 номенклатуре типовых единичных и комплексных требований.

При проведении исследований результатов совершенствования АСУ ТП действующих ТЭС следует определять изменения только тех оценок показателей, на которые влияют проведенные мероприятия. При оценочных расчетах эффективности совершенствования АСУ ТП на проектной стадии в качестве базовых допускается использовать

оценки, приведенные в обязательном приложении I.

I.8. Методика может быть применена для выявления эффективности АСУ ТП, в том числе при оценке

исходного технического уровня профессиональной подготовки оперативного персонала;

обучения и восстановления профессиональных знаний операторов на тренажерах;

изменений норм обслуживания оперативному персоналу;

совершенствования технологий остановов, пусков, ликвидаций нарушений в работе энергоблоков, а также совершенствования структур и повышения надежности работы элементов комплекса технических средств управления.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ

Оценки рассчитываются по массиву экспериментально полученных реализаций требований в пределах указанных в обязательном приложении 1 типов.

2.1. Массив реализаций единичных типовых требований формируется следующим образом:

2.1.1. По каждому из типов единичных требований испытателем назначается пять конкретных требований, которым присваивается порядковый номер, например, по обращению оператора к индивидуальным приборам (KI) назначаются конкретные требования контроля температуры острого пара за котлом (I), расхода питательной воды (2), давления острого пара за котлом (3), давления питательной воды перед котлом (4), расхода острого пара (5).

2.1.2. В случайный для оператора момент времени испытателем выдается речевая команда на выполнение одного из конкретных

требований (в случайном порядке как в пределах типовых групп, так и между группами), в середине которой испытателем включается секундомер. Выполнение требования оканчивается сообщением оператора о значении предъявленного к контролю параметра (положении арматуры или состоянии механизма собственных нужд), в середине которого испытатель выключает секундомер и фиксирует в бланке регистрации выполненных требований порядковый номер предъявленного требования и показания секундомера, которые определяют одну из реализаций времени $t_{Tj,i}$. Вид бланка регистрации и пример его заполнения по типовому единичному требованию КІ приведен в рекомендуемом приложении 2.

При допущении оператором ошибок соответствующая реализация отмечается в бланке знаком "ж". Под ошибкой выполнения единичных требований понимается:

факт обращения оператора к не заданному средству отображения информации, неточного указания значения контролируемого параметра (превышающего цену деления шкалы);

факт обращения оператора к не заданному средству дистанционного управления, воздействия на него не по заданному указанию, неточного указания конечного положения арматуры или состояния механизма.

2.1.3. Определение реализаций единичных требований по управлению проводятся на остановленном оборудовании и окончанием правильного выполнения требования следует считать заданное испытателем положение регулируемой и запорной арматуры, состояние механизмов собственных нужд.

2.1.4. Эксперименты по получению реализаций времен выполнения могут производиться в любую смену. Общее число реализаций по

каждому из типовых требований определяется заданной точностью получения оценок (в соответствии с известными зависимостями математической статистики при нормальном законе распределения) и должно быть примерно по одинаковому числу от каждого из операторов. Для практических расчетов общее число реализаций по каждому из типовых требований должно быть не менее 40.

2.2. Массив реализаций комплексных типовых требований формируется следующим образом:

2.2.I. Экспериментальное определение выполнения отдельных реализаций комплексных требований осуществляется путем фиксации испытателем в бланке регистрации первичных сведений деятельности оператора по выполнению им этого требования.

Форма бланка регистрации первичных сведений о выполнении комплексного требования и пример его заполнения приведен в рекомендуемом приложении 3. Основу бланка составляет приведенная в графе 2 жесткая последовательность технологических подзадач, составляющая алгоритм выполнения типового режима в целом. Бланки следует разрабатывать для каждого из исследуемых типовых комплексных требований.

2.2.2. В качестве испытателей следует назначать оперативных работников котлотурбинных цехов ТЭС или инженеров-теплоэнергетиков, хорошо знающих исследуемые режимы.

2.2.3. После команды о начале исследуемого режима испытатель в бланке регистрации первичных сведений заносит время этого указания как начало режима и далее фиксирует:

в графе 3 - время начала выполнения отдельных технологических подзадач алгоритма режима;

в графе 4 - продолжительность (по секундомеру) выполнения

оператором каждой из подзадач;

в графе 5 – факты наличия отказов технологического оборудования и КТС, отмечаемые знаком "да" и порядковым номером, под которым на обороте бланка записывается вид отказавшего оборудования или КТС, признаки отказов и меры, принятые оператором;

в графе 6 – факты наличия ошибок, допускаемых испытуемым оператором по выполнению конкретной подзадачи и отмечаемых знаком "да" и порядковым номером (если их больше одной), а на обороте бланка записываются признаки ошибок.

Под ошибкой выполнения комплексных требований понимаются невыполнение (не полное выполнение) подзадачи, выполнения подзадачи не в заданной последовательности, выполнение подзадачи за время, более чем в I,5 раза превышающее среднее, наличие во время выполнения подзадачи отклонений контролируемых параметров от их заданных значений на величину более цены деления контрольного прибора, появление не предусмотренных режимом промежутков времени между двумя подзадачами.

2.2.4. Эксперименты по определению реализаций комплексных требований осуществляются при реальном выполнении оперативным персоналом типовых режимов пуска и останова. По каждому из исследуемых типовых режимов число реализаций определяется заданной точностью оценки (см.2.I.3). Эти реализации могут быть определены по ряду однотипных блоков одной электростанции с целью сокращения продолжительности времени получения заданного количества реализаций. Для практических расчетов, общее число реализаций по каждому из комплексных требований должно быть I5–20.

2.2.5. Каждая реализация режима просматривается руководителем испытаний для внесения дополнений и уточнений. Реализации, в

которых из-за отказа технических средств или указаний вышестоящих лиц наблюдается увеличение режима более чем в I,5 раза отбраковываются. Также не принимаются к обработке "сомнительные" реализации.

2.2.6. Продолжительность выполнения режима (комплексного требования) вычисляется как разность между временами окончания выполнения последней подзадачи алгоритма и начала режима.

2.2.7. Массив реализаций исследуемых нештатных режимов формируется по сведениям оперативных журналов энергоблоков и других технических материалов, например, по сведениям журналов учета и анализа браков и аварий в работе оборудования. Из отчетных материалов извлекаются первичные данные по форме рекомендуемого приложения 3 для определения фактов выполнения (невыполнения) исследуемых режимов и реализаций фактической продолжительности режима. Для практических расчетов общее число реализаций по каждому из нештатных режимов должно быть 5-I0.

2.3. Расчет оценок показателей выполнения единичных и комплексных требований происходит по одинаковым формульным зависимостям, приведенным ниже.

2.3.I. Оценка математического ожидания времени выполнения типового единичного требования рассчитывается по зависимости

$$\bar{t}_{T,j} = \frac{1}{n_{i,б}} \cdot \sum_{1}^{n_{i,б}} t_{T,i} \quad , \qquad (I)$$

где j - условное обозначение типа требования;

i - порядковое обозначение реализаций типового требования;

$t_{T,i}$ - время выполнения реализаций типового требования;

$n_{i,б}$ - число безошибочного выполненных реализаций типо-

вого требования.

Для типового комплексного требования

$$\bar{\ell}_{T,j} = \frac{1}{n_i} \cdot \sum_{1}^{n_i} \ell_{T,i} \quad , \qquad (2)$$

где n_i – число реализаций типового требования, принятых к расчету.

2.3.2. Оценка математического ожидания вероятности своевременного выполнения типового единичного требования рассчитывается по зависимости

$$\bar{P}_{c,j} = \frac{1}{n_{i,\delta}} \cdot \sum_{1}^{n_{i,\delta}} m_i \quad , \qquad (3)$$

где m_i – реализации из $n_{i,\delta}$, где $\ell_{T,i} \leq \ell_{T,H}$

$\ell_{T,H}$ – нормативное время выполнения единичного или комплексного требования.

Для типового комплексного требования

$$\bar{P}_{c,j} = \frac{1}{n_i} \cdot \sum_{1}^{n_i} m_i \qquad (4)$$

где m_i – реализации из массива n_i (принятых к расчету).

2.3.3. Оценка математического ожидания вероятности безошибочного выполнения рассчитывается по зависимости

$$\bar{P}_{\delta,j} = \frac{1}{n_i} \cdot \sum_{1}^{n_i} (n_i - C_{j,i}) \quad , \qquad (5)$$

где $C_{j,i}$ – реализации, выполненные с ошибками, т.е. отмеченные знаками "ж" для единичных и "да" – для комплексных требований;

n_i – общее число реализаций, предъявленных к выполнению.

2.3.4. Оценка математического ожидания времени превышения типового единичного требования рассчитывается по зависимости

$$\bar{\Delta\tau} = \frac{1}{n_{i,\delta}} \cdot \sum_{1}^{n_{i,\delta}} \left(\ell_{T,i} - \ell_{T,H} \right), \qquad (6)$$

а для реализаций типового комплексного требования, где $\ell_{T,i} > \ell_{T,H}$, по зависимости

$$\bar{\Delta\tau} = \frac{1}{n_i} \cdot \sum_{1}^{n_i} \left(\ell_{T,i} - \ell_{T,H} \right) \qquad (7)$$

2.3.5. Оценка математического ожидания интенсивности ошибок рассчитывается по зависимости

$$\bar{\omega}_{o,j} = \frac{1}{n_i} \cdot \sum_{1}^{C_i} \omega_{o,i} \qquad (8)$$

где $\omega_{o,i}$ - число допущенных ошибок по каждой из реализаций C_i .

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ПОТОКА ЕДИНИЧНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

3.I. Оценки показателей потока единичных требований определяются при эксплуатации энергоблоков в их регулировочном диапазоне по массиву экспериментально зафиксированной последовательности реализаций отдельных типовых единичных требований.

3.2. Массив реализаций единичных требований формируется следующим образом:

3.2.I. Испытатель сопровождает деятельность оператора за все рабочее время смены и фиксирует в бланке регистрации потоков требований факты выполнения их единичных типовых требований.

Сопровождение заключается в постоянном наблюдении за обращениями оператора к средствам отображения информации и дистанционного управления, общими обзорами панелей и пультов, пе-

реговорами его по телефону.

Бланк и пример его заполнения приведен в рекомендуемом приложении 4. Он представляет собой разграфленное поле, по горизонталям которого проставлен с интервалом в 5 мин 2-х часовой отрезок времени оперативной смены. В вертикальных колонках указаны условные обозначения оперативных панелей и пультов управления, на которых размещены средства отображения информации и дистанционного управления.

3.2.2. При проведении эксперимента испытатель в соответствующих клетках поля бланка отмечает условными обозначениями типовых требований (см.приложение I) факты обращения оператора к СОИ и его воздействий на СДУ. В колонке "нагрузка" указывается величина вырабатываемой оборудованием мощности, а в колонке "примечания" - факты отказов оборудования и элементов КТС. В этой же колонке фиксируются условными знаками "/" "/" факты поступления и выдачи команд (информации) по телефону.

Полнота объема зафиксированных фактов обращения к СОИ и СДУ определяется ответственностью испытателя. При этом следует учитывать, что испытатель фиксирует все факты выполнения оператором типовых требований вида К-2+У4 и 90% фактов выполнения типовых требований вида К1.

3.2.3. Эксперименты по определению оценок потока требований проводятся в любую смену и должны охватывать равномерно все вахты. Общая продолжительность испытаний должна составлять не менее 80 часов. В течение одной смены эксперимент должен быть непрерывным.

3.3. Зафиксированные в бланках данные о потоках являются исходным массивом для расчета:

оценок интенсивности всего потока требований;

оценок интенсивностей потоков типовых единичных требований;

оценок интенсивностей потоков единичных типовых требований в режимах разных уровней вырабатываемой мощности и режимов перехода с одного уровня нагрузки на другой.

3.4. В зависимости от выбранных факторов весь массив группируется на соответствующие выборки, в пределах которых и происходит их количественный анализ известными методами математической статистики. Из рассмотрения изымаются отрезки времени, в которых происходили отказы оборудования и элементов КТС.

3.5. Расчет оценок показателей потока в пределах выборок по исследуемому фактору производится по одинаковым формульным зависимостям, приведенным ниже:

3.5.I. Оценка математического ожидания интенсивности потока единичных типовых требований рассчитывается по зависимости:

$$\bar{\lambda}_j = \frac{1}{T}\sum_{o}^{T} i_j \,, \qquad (9)$$

где T - продолжительность испытаний (по выборке),

i_j - реализации единичных требований типа j, ед.

3.5.2. Оценка математического ожидания коэффициента оперативной загруженности рассчитывается по зависимости

$$\bar{\eta} = \sum_{1}^{j} \left(\bar{\lambda}_j \cdot \bar{t}_{T,j}\right) \qquad (10)$$

3.5.3. Оценка математического ожидания вероятности образования очереди в обслуживании рассчитывается по зависимости

$$\bar{P}_{оч} = \bar{\eta}^2 \qquad (11)$$

3.5.4. В случае $\bar{\eta} \geqslant 0{,}2$ необходимо пересчитать экспериментально определенные для типовых единичных требований оценки вероятности безошибочного выполнения

$$\bar{P}_{б,ож} = \bar{P}_{б,j} \cdot (1 - P_{оз}) \qquad (I2)$$

и интенсивность ошибок

$$\bar{\omega}_{о,ож} = -\ln \bar{P}_{б,ож} \qquad (I3)$$

Последняя зависимость учитывает увеличение ошибочности в деятельности оператора из-за наличия очереди в обслуживании требований (факт отсутствия обслуживания требования в момент его появления в системе рассматривается как ошибка в его обслуживании).

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ

4.I. Для оценки эффективности проектных решений или внедрения мероприятий по АСУ ТП действующих энергоблоков в соответствии с п. I.6 настоящей методики. Для этого следует сравнить оценки показателей деятельности операторов в условиях, предшествующих мероприятиям (базовый вариант) и определить оценки показателей деятельности операторов в условиях после реализации этих мероприятий (новый вариант).

4.2. Примеры применения методики при оценке мероприятий по совершенствованию действующих АСУ ТП энергоблоков приведены в справочном приложении 5.

Приложение I

Обязательное

I. Типовые единичные требования и нормативные (расчетные) оценки времени и вероятности безошибочности их выполнения

Условные обозначения требований	Содержание требования	Оценка математического ожидания времени выполнения, с	Оценка математического ожидания вероятности безошибочного выполн.
КI	Обращение оператора к индивидуальным источникам информации (показывающим, одноточечным самопишущим приборам, индикаторам положения арматуры и состояниям механизмов собственных нужд, общий обзор панелей, пультов, мнемосхем)	7,2	0,980
К2	Обращение оператора к групповым показывающим приборам (комплекты с блоками контроля по вызову - БКВ, переключателями точек измерения - ПИТ), переговоры по телефону	20,4	0,965
К3	Обращение оператора к многоточечным регистрирующим приборам, ведомостям печатающих машинок	27,7+τ_1	0,960
К4	Обращение оператора к устройствам технологической, предупредительной, аварийной сигнализации при их срабатывании, электронно-лучевым индикатором	I7,0	0,988
УI	Воздействие на изменение положения двухпозиционной арматуры при ее индивидуальном управлении	24,I+τ_2	0,965
У2	Воздействие на изменение положения двухпозиционной арматуры при управлении ее по вызову	3I,3+τ_2	0,935
У3	Воздействие на изменение положения регулирующей арматуры, задатчик автоматического регулятора	26,5	0,920
У4	Воздействие на изменение состояния механизмов собственных нужд	28,3	0,905

τ_1 - среднее время ожидания фиксации контролируемого параметра;

τ_2 - время движения арматуры из одного в другое крайнее положение

2. Типовые комплексные требования

Условные обозначения требований	Содержание требования	Оценка времени выполнения, час, мин
УК1	Останов блока на 8–24 часа (от команды на останов до включения валоповоротного устройства турбины)	Определяется по режимной карте на испытуемое энергооборудование
УК2	Останов блока на 30–45 часов (от команды на останов до включения валоповоротного устройства турбины)	То же
УК3	Пуск блока после останова до 8 часов (от команды на пуск до набора оговоренного уровня мощности)	-"-
УК4	Пуск блока после останова от 8 до 24 часов (от команды на пуск до набора оговоренного уровня мощности)	-"-
УК5	Пуск блока после останова от 30 до 45 часов (от команды на пуск до набора оговоренного уровня мощности)	-"-
УК6	Нештатная ситуация (отключение одного корпуса, отключение питательного турбонасоса, отключение мельниц, отключение группы ПВД и т.п.)	-"-
УК7	Аварийный останов блока	-"-

Приложение 2

Рекомендуемое

Б Л А Н К

регистрации времени выполнения единичных требований

Электростанция _____ Тип блока, (ст.№)_____

Должность и фамилия оператора _____

Смена _____

№ реализации	Условные обозначения типовых требований				Время выполнения t_{ij} (сек)	№ реализации	Условные обозначения типовых требований				Время выполнения t_{ij} (сек)
	K1	K2	K3	K4			K1	K2	K3	K4	
I						2I	4				7,0
2	2				4,0	22					
3						23	2				3,0
4	I				6,0	24					
5	3				6,0	25					
6						26	I				5,0
7						27					
8	5				4,0	28	3				5,0
9						29	5				3,0
I0	4				6,0	30					
II	I				4,0	3I	3				5,0
I2						32	2				3,0
I3	3				5,0	33					
I4						34	4				6,0
I5	5				4,0	35					
I6						36					
I7						37	I				4,0
I8	2				4,0	38					
I9	4				7,0	39	5				3,0
20						40					

Дата " "_____ Подпись испытателя

Приложение 3

Рекомендуемое

Б Л А Н К

регистрации первичных сведений о выполнении режима:
"Перевод паровой турбины в режим пониженных оборотов"

Электростанция - Добротворская ГРЭС. Тип оборудования (ст.№); ВК-100 (№ 5)

Должность, фамилия оператора:

№№ последовательности подзадач	Наименование выполняемых технологических подзадач	Время начала выполнения, час, мин	Продолжительность выполнения	Факты отказов оборудования и КТС "да" (1,2,...) "нет"	Факты ошибок оператора "да" (1,2,...) "нет"
1.	По получении распоряжения о переводе турбины в "РПО" проинформировать о начале режима обходчика и машиниста котла	0-24	1 мин	нет	нет
2.	Закрыть линию на обдувку котлов от первого отбора турбины	0-35	40 сек	нет	да (1)
3.	Разгрузить турбину до 70 МВт	0-25	10 сек	нет	нет
4.	При нагрузке 60-70 МВт переключить дренажи греющего пара из ПВД-6 в ПНД-5	0-26	4 мин	нет	нет
5.	Разгрузить турбину до 40-50 МВт	0-30	10 сек	нет	нет
6.	Отключить подогреватели высокого давления	0-31	4 мин	нет	нет
.					
.					
.					
12.	Закрыть задвижку на напоре пускового маслонасоса и доложить начальнику смены об окончании режима	0-50	40 сек	нет	нет

Дата " " _____ Подпись испытателя

Приложение 4
Рекомендуемое

Б Л А Н К
регистрации потоков требований

Электростанция: _____ Тип блока: _____

Должность и фамилия оператора: _____

Дата _____ Смена: _____

Время, час., мин.	Информация: Пульты ПТ 1-2	ПТ 3-4	ПТ 5-6	Панели Т-1	Т-2	Т-3	Т-4	Т-5	Т-6	С x)	Управление: Пульты М	ИВ	ПТ-1	ПТ-2	ПТ-3	ПТ-4	Панели ПТ5	ПТ6	ПТ1	С	Нагрузка, МВт	Примечание
00 ч 00	К1																				160	
05			К1									К4		У2							-"-	
10						К2															-"-	
15									К2			К2									-"-	
20		К1																			-"-	
25								К2													-"-	
30	К1				К1											У3					-"-	
35												К4									-"-	
40			К1																		-"-	
45								К1													-"-	
50									К1												-"-	
55	К1			К2								У3									-"-	
01 ч 00		К1																			160	
05						К2						К4									-"-	
10			К1								К2										-"-	
15																					-"-	
20	К1		К2																		-"-	
25			К2					К3													-"-	
30	К1																			У4	-"-	
и т.д.																						

x) С – отдельные панели технологической сигнализации
М – мнемосхема
ИВ – информационная ведомость печатающих машин ИВК

Приложение 5

Справочное

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ДЕЙСТВУЮЩИХ АСУ ТП ЭНЕРГОБЛОКОВ

I. Расширение зоны обслуживания.

Экспериментальными исследованиями установлена недостаточная загруженность операторов энергоблоков при работе последних в пределах регулировочного диапазона по нагрузке. С целью выявления возможности расширения зоны обслуживания операторов в этих режимах

одной из газомазутных электростанций с блоками мощностью 300 МВт был проведен промышленный эксперимент по обслуживанию двух энергоблоков одним машинистом в смену и определены оценки показателей функциональной деятельности машинистов при обслуживании ими одного энергоблока (базовый режим) и двух энергоблоков (новый режим). Эксперимент сопровождался определением оценок психофизиологического состояния машинистов при работе их в базовом и новом режиме.

В начале были проведены экспериментальные исследования по определению оценок типовых единичных требований. В результате были определены оценки математического ожидания времени выполнения требований шифра К1, К2 и У2, которые составили соответственно 5,0; 10,0 и 12,0 (без τ_2) сек. Оценки вероятностей безошибочности экспериментально определить не удалось и было принято решение пользоваться расчетными оценками $P_б$ и $\ell_{т,д}$ выполнения ти-

повых единичных требований (см. обязательное приложение I), и принять ρ_c = I,0 и $\Delta\bar{\tau}$ = 0,0.

Результаты экспериментального исследования интенсивностей потока в целом выполненных единичных типовых требований приведены в табл.I.

Таблица I

Обозначение	Типовые требования								
	К1	К2	К3	К4	У1	У2	У3	У4	$\Sigma\lambda_i$
$\lambda_{\delta,\tau^{-1}}$	60,0	5I,0	4,0	3,0	6,5	4,0	3I,0	I,5	I6I,0
$\lambda_{н,\tau^{-1}}$	94,0	57,0	I0,0	I0,0	6,5	6,5	36,0	2,0	222,0

Результаты расчета оценок функциональной деятельности машинистов на основе полученных экспериментальных данных (по зависимостям I-I3) приведены в табл.2.

Таблица 2

Наименование показателя	Оценки		
	При постоянной нагрузке блока	При изменении нагрузки блока	Среднесуточные
I	2	3	4
Время выполнения требования, сек	8,2/8,2*	9,I/9,I	8,3/8,4
Вероятность безошибочного выполнения требования	0,855/0,735	0,530/0,530	0,832/0,705
Вероятность своевременного выполнения требования	I/I	I/I	I/I
Время превышения сверх нормативного	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0
Интенсивность ошибок	0,I6/0,3I	0,63/0,63	0,I8/0,35
Интенсивность потока выполненных требований, τ^{-1}	I49,0/2I3,0	264,0/264,0	I6I,0/222,0

Таблица 2 (продолжение)

I	2	3	4
Коэффициент оперативной загруженности	0,34/0,49	0,67/0,67	0,37/0,52
Вероятность образования очереди	0,I2/0,24	0,45/0,45	0,I4/0,27

* - Числитель - при базовом режиме обслуживания, знаменатель - при новом.

Как следует из табл.2 оперативная загруженность машинистов в новом режиме составила 0,52 и даже при изменении нагрузки блока не превысила нормативную, оцениваемую в 0,7-0,8. Количество ошибок возросло примерно в два раза, однако в расчете на один блок их приходится столько же, сколько и при базовой организации обслуживания. Таким образом можно сделать вывод о возможности расширения зоны обслуживания вдвое в регулировочном диапазоне по нагрузке блока при существующем типовом объеме и надежности работы технических средств управления. Медицинские исследования не показали превышения допустимого физиологического состояния машинистов при новой организации обслуживания, а психотехнические характеристики машинистов стали значительно лучшими.

2. Сравнение технологии выполнения маневренных режимов.

Для более экономичного выполнения разуплотненного графика нагрузки на одной из неблочных электростанций с котлами ТП-IO и турбинами ВК-IOO были предложены режимы перевода котлов на микронагрузку и турбин в режим пониженных оборотов вместо останова их на 6-8 часов.

Для этого были определены оценки деятельности машинистов котлов и турбин по выполнению ими альтернативных маневренных

режимов – комплексных типовых требований.

Исследуемые режимы были представлены последовательностью выполнения технологических операций и по которым были составлены бланки регистрации первичных сведений и проведены испытания по п.2.2 Методики. По каждому из сравниваемых режимов было получено годных для обработки от 7 до I4 реализаций. В табл.3 приведены экспериментальные оценки выполнения машинистами комплексных типовых требований – альтернативных маневренных режимов оборудования.

Таблица 3

Вид маневренных режимов (типовых комплексных требований)	Оценки				
	$\bar{t}_{т,j}$ мин.	$\bar{P}_{б,j}$	$\bar{P}_{с,j}$	$\Delta\bar{t}_j$ мин.	$\bar{\omega}_{o,j}$ ед.
Останов котла в резерв на 6–8 ч.	2I,0	0,07	–*)	–	2,I5
Перевод котла в режим микронагрузки	I3,5	0,66	–	–	I,65
Растопки и нагружение котла после простоя в резерве 6–8 ч.	7I,5	0,08	0,54	26,0	I,65
Вывод котла из микронагрузки и его нагружение	22,0	0,50	–	–	I,40
Останов турбины в резерв на 6–8 ч.	23,0	0,00	–	–	4,I5
Перевод турбины в режим пониженных оборотов	25,0	0,20	–	–	I,50
Пуск и нагружение турбин из простоя в режиме 6–8 ч.	78,0	0,00	0,43	24,0	5,60
Вывод турбины из режима пониженных оборотов и последующее ее нагружение	46,5	0,08	–	–	I,55

*) Отсутствуют нормативные времена выполнения таких режимов.

Как следует из табл. 3 предложенные режимы перевода (вывода) котлов на микронагрузку, а турбин на пониженные обороты существенно быстрее выполняются машинистами, которые к тому же допускают примерно в два раза меньше ошибок при их выполнении.

Отдел научно-технической информации

Ротапринт ВТИ им. Ф.Э.Дзержинского
Заказ № 816 Тираж 250 экз.
Уч.-изд. л. 1,25 Цена 26к.

gost.e-ecolog.ru