

6. Я н и ц к и й, В. А. Автоматизация принятия решений при оперативном управлении работой оборудования тепловых и атомных электрических станций / В. А. Яницкий. – Минск: РУП «БЕЛТЭИ», 2006. – 193 с.

7. И ц к о в и ч, Э. Л. Контроль производства с помощью вычислительных машин / Э. Л. Ицкович. – М., 1976. – 416 с.

8. С м и р н о в, Н. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений / Н. В. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. – М.: Наука, 1969. – 500 с.

Поступила 30.04.2012

УДК 159.9:62+621.311–051:159.9

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА КОТЛОТУРБИННОГО ЦЕХА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Инж. ДМИТРИЕВ П. И.

*Филиал «Учебный центр подготовки
и повышения квалификации персонала РУП «Минскэнерго»»*

Надежность функционирования электростанции зависит от надежности работы оборудования и оперативного персонала. Академик А. И. Берг отмечал, что «при машинном производстве возникает вопрос о надежности работы человека, управляющего работой машины или системой машин. Естественно, что надежность сочетания – рабочая машина и управляющий ею человек – равна произведению надежной работы обоих» [1]. В инженерной психологии этот показатель принято оценивать по комплексу внутренних свойств оперативного персонала, обуславливающих его способность сохранять на заданном уровне показатели труда и поддерживать требуемые рабочие качества в условиях существенного усложнения деятельности [2].

Наиболее сложной и ответственной функцией оперативного персонала котлотурбинного цеха (КТЦ) электростанции считается управление котельным агрегатом в случае возникновения проблемной ситуации (отклонения технологических параметров, резких изменений режимов работы, приводящих к аварийному состоянию, и т. д.). В основу исследования надежности профессиональной деятельности оперативного персонала КТЦ электростанции автором положены две фундаментальные психологические концепции: психического отражения и деятельностного подхода к изучению психических процессов.

Важным свойством психического отражения в живой природе считается его опережающий характер, а результатом – образ [3], который является не только отражением объективной реальности, но и важнейшим звеном в системе регуляции действий человека. Психологически проблема надежности работы оперативного персонала КТЦ электростанции выступает как проблема формирования адекватного отражения объекта управления (котельного агрегата) и соответственно адекватного действия, направляемого этим отражением.

В данной статье оперативный персонал КТЦ электростанции представлен машинистами центрального теплового щита (ЦТЩ) управления котла-

ми и старшими машинистами котельного оборудования (к/о). На примере машиниста ЦТЩ рассмотрим разработанный автором алгоритм определения надежности профессиональной деятельности оперативного персонала КТЦ электростанции.

Адекватность действий машиниста ЦТЩ обусловлена его жизненным опытом, знаниями, полученными им при специальном обучении, а также рядом других факторов – некоторым набором образов реальной и прогнозируемой обстановки, в которой происходит деятельность; знанием совокупности возможных исполнительских действий, свойств объекта управления; широким представлением о задачах системы; мотивами деятельности; знанием последствий правильных и ошибочных решений; готовностью к нестандартным, маловероятным событиям. Все указанное выше

и определяет содержание понятия концептуальной модели [3].

Существуют еще несколько понятий, с которыми важно познакомиться, прежде чем рассматривать предложенный алгоритм. Так, отображенную реальную обстановку можно назвать информационной моделью, которая включает в себя данные об объекте управления (о котельном агрегате), о состоянии внешней среды и самой системы. Образ-цель является идеальным или мысленно представленным конечным результатом деятельности машиниста ЦТЩ.

Моторное поле представляет собой ключи управления, расположенные на соответствующих панелях ЦТЩ управления котельным агрегатом электростанции. Возможно применение других средств управления котельным агрегатом (например, с использованием современных информационных технологий). Кроме того, нужно отличать текущий образ котельного агрегата, который формируется у машиниста ЦТЩ в соответствии с информацией, идущей от работающего котельного агрегата через информационные панели, и эталонный образ, который полностью сформирован у него к моменту, когда он начинает осуществлять контроль за состоянием котельного агрегата. Эффективность управления котельным агрегатом находится в прямой зависимости от качества этих образов, которые тесно взаимодействуют в процессе переработки информации. На рис. 1 представлена структурная схема принятия решения машинистом ЦТЩ КТЦ электростанции по управлению котельным агрегатом.

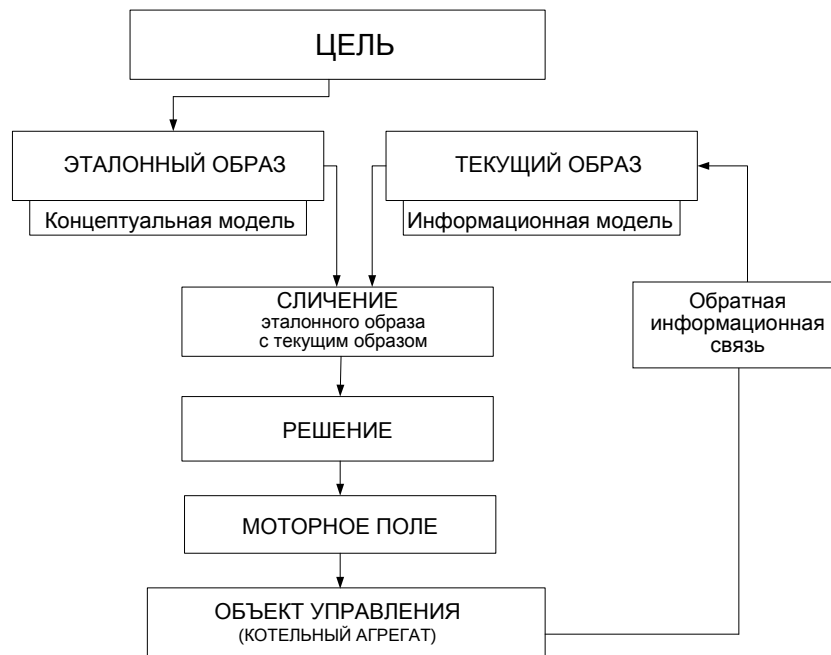


Рис. 1. Структурная схема принятия решения машинистом ЦТЩ КТЦ электростанции по управлению котельным агрегатом

Машинист ЦТЩ на основе сличения текущего и эталонного образов состояния котельного агрегата производит оценку ситуации, принимает решение и осуществляет воздействие на котельный агрегат посредством органов управления, которые представляет ему моторное поле. Надежные управляющие действия машиниста ЦТЩ во многом определяются полноценностью формируемого у него психического образа. Если после воздействия машиниста ЦТЩ на котельный агрегат текущий и эталонный образы состояния котельного агрегата совпадут, то задача управления в данном случае считается выполненной.

Алгоритм определения надежности профессиональной деятельности машиниста ЦТЩ состоит в следующем.

1. Машинисту ЦТЩ предъявляется информационная модель, отражающая нарушение в работе котельного агрегата.

Материальной формой реализации данной информационной модели являются расположенные на ЦТЩ управления котлами электростанции информационные панели, где на табло сигнализаций моделируется сообщение о нарушении, а на приборах – значения параметров, характеризующих соответствующее нарушение в работе котельного агрегата. На основе предъявляемой машинисту ЦТЩ информационной модели у него формируется текущий образ ситуации.

Экспериментатором регистрируется момент времени T_1 , в который машинисту ЦТЩ предъявляется эта информационная модель.

2. Машинист ЦТЩ сличает текущий образ ситуации с эталонным, т. е. с тем состоянием котельного агрегата, которое соответствует нормальному режиму его работы, и определяет тип возникшего нарушения.

Экспериментатором регистрируется момент времени T_2 , в который машинист ЦТЩ определяет тип нарушения в работе котельного агрегата.

3. Далее машинист ЦТЩ принимает решение о восстановлении нормального режима работы котельного агрегата и начинает воздействовать на ключи управления. Алгоритм действий машиниста ЦТЩ по восстановлению нормального режима работы котельного агрегата в данном случае является реальным.

Экспериментатором регистрируется момент времени T_3 , в который машинист ЦТЩ начинает воздействовать на ключи управления, расположенные на моторном поле ЦТЩ управления котлами.

4. Машинист ЦТЩ, завершив необходимую последовательность действий, по значениям показаний соответствующих приборов на ЦТЩ управления котлами электростанции убеждается в восстановлении нормального режима работы котельного агрегата.

Экспериментатором регистрируется момент времени T_4 , в который машинист ЦТЩ завершил последовательность действий по восстановлению нормального режима работы котельного агрегата.

Последовательность реальных действий, выполненных машинистом ЦТЩ, также регистрируется экспериментатором.

Для оценки уровня надежности профессиональной деятельности машиниста ЦТЩ рассчитываются:

- время T_{21} , за которое машинист ЦТЩ определяет тип нарушения в работе котельного агрегата ($T_{21} = T_2 - T_1$);
- время T_{43} , затраченное машинистом ЦТЩ на восстановление нормального режима работы котельного агрегата отдельно по каждому нарушению в его работе ($T_{43} = T_4 - T_3$);
- коэффициент надежности профессиональной деятельности машиниста ЦТЩ (K_n) по формуле

$$K_n = K_3 K_T,$$

где K_3 – коэффициент эффективности выполнения машинистом ЦТЩ действий по восстановлению нормального режима работы котельного агрегата; K_T – коэффициент затраченного машинистом ЦТЩ времени на восстановление нормального режима работы котельного агрегата;

- коэффициент эффективности (K_3) выполнения машинистом ЦТЩ действий по восстановлению нормального режима работы котельного агрегата по формуле

$$K_3 = \frac{N_{p3}}{N_3},$$

где N_{p3} – количество совпадений реальных действий машиниста ЦТЩ с эталонным алгоритмом действий по восстановлению нормального режима работы котельного агрегата; N_3 – общее количество действий машиниста ЦТЩ согласно эталонному алгоритму восстановления нормального режима работы котельного агрегата по конкретному нарушению в его работе;

- коэффициент затраченного времени (K_T) машинистом ЦТЩ на восстановление нормального режима работы котельного агрегата по формуле

$$K_{\tau} = \frac{T_p}{T_{cp}},$$

где T_p – реальное время, затраченное машинистом ЦТЩ на восстановление нормального режима работы котельного агрегата по конкретному нарушению в его работе; T_{cp} – среднее время, затраченное машинистом ЦТЩ на восстановление нормального режима работы котельного агрегата по конкретному нарушению в его работе.

На основе разработанного алгоритма было проведено экспериментальное исследование на одной из электростанций государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» по выявлению уровней надежности профессиональной деятельности оперативного персонала КТЦ электростанции. Объектом управления являлся котельный агрегат БКЗ-210-140Ф, который имел паропроизводительность 210 т/ч; давление в барабане 156 Н/см²; давление за главной паровой задвижкой 140 Н/см²; температуру перегретого пара 560 °С.

Управление котельным агрегатом осуществлялось оперативным персоналом (машинистами ЦТЩ, старшими машинистами к/о) КТЦ с ЦТЩ управления котлами.

Автором разработаны четыре информационные модели, отражающие нарушения в работе котельного агрегата:

- 1) повышение давления перегретого пара;
- 2) перепитка котла;
- 3) повышение температуры перегретого пара;
- 4) упуск уровня воды в барабане котла.

Выбор данных нарушений в работе котельного агрегата обосновывается тем, что это наиболее характерные ситуации, которые возникают на электростанции. С учетом экспертной оценки специалистов электростанции указанные выше нарушения в работе котельного агрегата распределены по уровням сложности (табл. 1).

Таблица 1

Распределение нарушений в работе котельного агрегата по уровню сложности

Тип нарушения	Уровень сложности
Повышение температуры перегретого пара	Низкий
Повышение давления перегретого пара	Средний
Перепитка котла	Высокий
Упуск уровня воды в барабане котла	Высокий

По каждому из указанных выше нарушений в работе котельного агрегата с участием специалистов электростанции, стаж работы которых составляет от 10 до 30 лет, разработаны эталонные алгоритмы действий оперативного персонала КТЦ электростанции по восстановлению нормального режима его работы. В данном исследовании принимал участие оперативный персонал (машинисты ЦТЩ, старшие машинисты к/о) КТЦ электростанции (16 чел.).

Были рассчитаны коэффициенты надежности профессиональной деятельности (K_n) оперативного персонала КТЦ электростанции отдельно по каждому из четырех нарушений в работе котельного агрегата и средние значения коэффициентов надежности профессиональной деятельности ($K_{n,ср}$) оперативного персонала КТЦ электростанции по всем четырем нарушениям в работе котельного агрегата. Полученные $K_{n,ср}$ по всем четырем нарушениям в работе котельного агрегата разбили с интервалом 0,26 на три группы.

Первая группа – оперативный персонал, который имеет высокий уровень надежности профессиональной деятельности. В этой группе оказался оперативный персонал со средними значениями коэффициентов надежности профессиональной деятельности, находящихся в пределах $0,74 < K_{n,ср} \leq 1,00$.

Это составило 12 % от общего числа специалистов, принимавших участие в данном исследовании.

Вторая группа – оперативный персонал, который имеет средний уровень надежности профессиональной деятельности. В этой группе оказался оперативный персонал со средними значениями коэффициентов надежности профессиональной деятельности, находящихся в пределах $0,48 < K_{n,ср} < 0,74$.

Это составило 50 % от общего числа специалистов, принимавших участие в проводимом исследовании.

Третья группа – оперативный персонал с низким уровнем надежности профессиональной деятельности. В этой группе оказался оперативный персонал со средними значениями коэффициентов надежности профессиональной деятельности, находящихся в пределах $0,22 \leq K_{n,ср} < 0,48$.

Это составило 38 % от общего числа специалистов, принявших участие в исследовании.

В соответствии с полученными расчетными данными оперативный персонал КТЦ электростанции распределился по уровню надежности профессиональной деятельности следующим образом: высокий уровень имеют 12 %, средний – 50 % и низкий – 38 % специалистов.

ВЫВОДЫ

1. Среди оперативного персонала котлотурбинного цеха электростанции достаточно велика группа специалистов, имеющих низкий уровень надежности профессиональной деятельности (38 %).

2. При подготовке и повышении квалификации оперативного персонала котлотурбинного цеха электростанции необходимо применять методики, позволяющие формировать у персонала качественные эталонные и текущие образы ситуаций, возникающих при управлении котельным агрегатом. Это позволит повысить надежность действий специалистов котлотурбинного цеха при управлении котельным агрегатом в экстремальных ситуациях и соответственно надежность работы энергетических объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг, А. И. Избранные труды / А. И. Берг. – М.; Л.: Энергия, 1964. – Т. 2. – 224 с.

2. Б о д р о в, В. А. Психология и надежность: человек в системах управления техникой / В. А. Бодров, В. Я. Орлов. – М.: Институт психологии РАН, 1998. – 288 с.
3. З а в а л о в а, Н. Д. Образ в системе психической регуляции деятельности / Н. Д. Завалова, Б. Ф. Ломов, В. А. Пономаренко. – М.: Наука, 1986. – 174 с.

Поступила 30.04.2012