

УДК 159.98:62 + 621.311-051:159.9

ЭФФЕКТИВНАЯ ОПЕРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАТОРОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ КАК ДОМИНИРУЮЩИЙ ФАКТОР НАДЕЖНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ

Дмитриев П.И.*

***Министерство энергетики Республики Беларусь**

В статье рассматривается проблема повышения надежности эксплуатации оборудования электростанций энергосистемы Республики Беларусь через призму обеспечения надежности профессиональной деятельности операторов (машинистов котлов, машинистов турбин).

В статье констатируется, что оперативность принятия решений в проблемных ситуациях является одним из важнейших критериев, определяющих надежность профессиональной деятельности операторов электростанций.

Описываются три методики, позволяющие экспериментально определять у операторов электростанций уровни оперативного и логического мышления, способности к эффективному распределению и переключению внимания.

Приведены результаты исследования, проведенного автором статьи среди операторов котлотурбинного цеха филиала РУП «Могилевэнерго» Могилевская ТЭЦ-2 с использованием вышеуказанных методик.

В заключении статьи показано распределение операторов электростанции по уровням развития таких составляющих структуры эффективной оперативной деятельности, как внимание, оперативное и логическое мышление.

Статья представляет интерес для специалистов в области инженерной психологии, а также специалистов, занимающихся вопросами эксплуатации оборудования электростанций и подготовки персонала.

За последние 14 лет в энергосистеме Республики Беларусь всего произошло 10 534 отказа в работе оборудования, из них 7 % отказов по вине персонала.

На основных электростанциях высокого давления за указанный период произошло 1668 отказов, из них 19 % отказов по вине персонала.

Вышеуказанные данные говорят о том, что проблема повышения надежности эксплуатации оборудования электростанций энергосистемы Республики Беларусь является достаточно актуальной.

Надежность работы электростанции зависит как от надежности работы оборудования, так и от надежности профессиональной деятельности операторов (машинистов котлов, машинистов турбин).

Под профессиональной надежностью оператора электростанции понимается безотказность, безошибочность и своевременность его действий, направленных на достижение конкретной цели в заданных условиях при взаимодействии с оборудованием и другими специалистами [1].

Психологически проблема надежности работы оператора выступает как проблема формирования адекватного отражения регулируемого объекта (котла, турбины), и соответственно адекватного действия, направляемого этим отражением.

Операторы электростанций работают, в основном, в двух режимах: наблюдения и регулирования.

Периоды длительного наблюдения сменяются высокой активностью в моменты целевых или нежелательных отклонений в работе оборудования.

Для операторов электростанций (машинистов котлов, машинистов турбин) основным является процесс принятия решений.

Наиболее сложной и ответственной функцией деятельности оператора электростанции считается управление энергооборудованием (котлом, турбиной) при появлении отклонений технологических параметров, особенно в случаях резких изменений режимов, приводящих к аварийному состоянию, т. е. в случае возникновения проблемной ситуации.

Проблемной ситуацией называют ситуацию, включающую в себя противоречия, цель разрешения которой необходимо сформировать и на ее основе из совокупности альтернативных возможных решений с использованием разработанных критериев эффективности осуществить выбор оптимального решения [2].

Оператор электростанции в случае возникновения проблемной ситуации выполняет функции принятия решения по управлению энергооборудованием в условиях неполной информации о процессе, отсутствия известного алгоритма управления и высокой психической напряженности, вызываемой большой ответственностью за принимаемые решения, опасностью и дефицитом времени.

В этом случае у оператора электростанции (в зависимости от квалификации и опыта) может отсутствовать ясное представление о том, как восстановить нормальный режим.

У некоторых операторов появляется состояние эмоционального стресса, при котором они допускают ряд серьезных неоправданных ошибок в своих действиях, ухудшая положение на управляемом энергооборудовании (котле, турбине), или не принимают никаких мер по устранению возможной аварии.

Поэтому оперативность принятия решений в проблемных ситуациях является одним из важнейших критериев, определяющих надежность профессиональной деятельности оператора электростанции.

Деятельность операторов реализуется через такие психические процессы переработки информации, как: восприятие, память, мышление, внимание и прогнозирование.

При этом ведущим, организующим оказывается психический процесс мышления, который настраивает на решение операторской задачи всю систему познавательных (когнитивных) процессов.

Целью исследования, описываемого в настоящей статье, является экспериментальное определение уровней способности к эффективному распределению и переключению внимания, оперативного и логического мышления у операторов электростанций, которые составляют основу эффективности их оперативной деятельности по управлению энергетическим оборудованием (котлом, турбиной).

В данном исследовании принимали участие машинисты центрального теплового щита, машинисты-обходчики по котельному оборудованию, машинисты-обходчики по турбинному оборудованию котлотурбинного цеха филиала РУП «Могилевэнерго» Могилевская ТЭЦ-2, общее количество которых составило 30 человек.

Описание методик, использованных в исследовании.

Методика № 1 «Отыскивание чисел по таблицам Шульте».

Методика предназначена для определения уровней способности к эффективному распределению и переключению внимания у операторов электростанций.

Порядок ее проведения следующий.

Оператору электростанции предъявляются последовательно 5 (пять) таблиц Шульте (номера с 1 по 5).

В каждой из этих таблиц размером 5×5 в беспорядке расположены цифры от 1 до 25.

В качестве примера приводим таблицу Шульте № 1 (рисунок 1).

14	18	7	24	21
22	1	10	9	6
16	5	8	20	11
23	2	25	3	15
19	13	17	12	4

Рисунок 1 — Таблица Шульте № 1

Сущность методики заключается в том, чтобы как можно быстрее отыскивать последовательно числа в каждой из этих таблиц, начиная со значения, равного 1, в возрастающем порядке, т. е. 1, 2, 3, ..., 21, 22, 23, 24, 25.

Время, которое отводится оператору электростанции для отыскивания чисел отдельно в каждой из 5 (пяти) таблиц Шульте, равно 30 секундам.

Способ отыскивания чисел оператором электростанции состоит в следующем: указкой показывается найденное число в таблице Шульте и одновременно произносится вслух значение этого числа.

Экспериментатор фиксирует количество чисел, которое оператор электростанции успевает отыскать отдельно в каждой из 5 (пяти) таблиц Шульте и записывает результат поиска (количество отысканных чисел) в соответствующую таблицу.

Методикой № 1 также предусматривается измерение пульса каждого оператора электростанции до выполнения и после выполнения всего задания в целом.

Для определения уровня способности операторов электростанции к эффективному распределению и переключению внимания рассчитываются:

I. Коэффициенты эффективности ($K_{\text{эф. т}}^i$) выполнения операторами ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots, 29, 30$) электростанций задания по каждой из пяти ($m = 1, 2, 3, 4, 5$) таблиц Шульте отдельно;

II. Коэффициент эффективности общий ($K_{\text{эф. общий}}^i$) выполнения операторами электростанции задания по всем пяти таблицам Шульте.

Методика № 2 «Приведение предложенного варианта размещения цифр к эталонному».

Методика предназначена для определения уровня оперативного мышления у операторов электростанций.

Порядок ее проведения следующий.

Оператору электростанции предлагается четыре варианта (B1, B2, B3, B4) размещения цифр в таблицах, состоящих из шести ячеек, и эталонный вариант размещения этих же цифр.

Необходимо каждый из вариантов размещения цифр в таблицах (B1, B2, B3, B4) привести к эталонному за оптимальное количество ходов.

В качестве примера приводим вариант № 4 (B4):

В4

эталону

1	3	2
	5	4

привести к

1	2	3
	4	5

Чтобы привести предлагаемый вариант размещения цифр к эталонному, необходимо перемещать цифры в свободные ячейки.

Условие: цифры можно перемещать в свободные ячейки только по горизонтали и вертикали на один ход.

Суть задания состоит в том, что испытуемый может привести предложенный вариант размещения цифр к эталонному как за оптимальное количество ходов (т. е. минимальное количество ходов), так и за другое количество ходов.

Для выполнения всего задания в целом отводится 20 минут.

В интервале этого времени фиксируется время выполнения оператором электростанции отдельно каждого из предложенных вариантов (В1, В2, В3, В4).

Также определяется реальное количество ходов, за которое каждый оператор в отдельности приводит в соответствие эталонному m -й вариант размещения цифр в ячейках таблицы ($m = 1, 2, 3, 4$).

Все вышеуказанные данные записываются в соответствующую таблицу.

Методикой № 2 также предусматривается измерение пульса каждого оператора электростанции до выполнения и после выполнения всего задания в целом.

Для определения уровня оперативного мышления операторов электростанции рассчитываются:

I. Коэффициент оптимальности ($K^n_{\text{оптим. т}}$) решения m -го варианта задачи ($m = 1, 2, \dots, 4$) n -м оператором ($n = 1, 2, 3, 4, \dots, 29, 30$);

II. Временной коэффициент оперативного решения ($BK^n_{\text{орв. т}}$) m -го варианта задачи ($m = 1, 2, \dots, 4$) n -м оператором ($n = 1, 2, 3, 4, \dots, 29, 30$);

III. Коэффициент эффективности ($K^n_{\text{эф. т}}$) решения m -го варианта задачи ($m = 1, 2, 3, 4$) n -м оператором ($n = 1, 2, 3, \dots, 29, 30$);

IV. Коэффициент эффективности общий ($K^n_{\text{эф. общий } m}$) выполнения операторами ($n = 1, 2, 3, \dots, 29, 30$) всех четырех вариантов задачи ($m = 1, 2, 3, 4$).

Методика № 3 «Определение соответствия букв заданным цифрам в предложенных арифметических примерах».

Методика предназначена для определения уровня логического мышления у операторов электростанций.

Порядок проведения методики № 3 следующий.

Оператору электростанции предлагается четыре варианта арифметических примеров, к каждому из которых приведены заданные цифры.

В качестве примера приводим вариант 3.

Вариант 3

Арифметический пример

	В	С	Е	С
+	Е	С	Е	Е
<hr/>				
А	Е	Е	А	Е

Заданные цифры

0; 1; 3; 5; 7; 9

Необходимо установить соответствие между буквами *A, B, C, D, E, F* и цифрами 0, 1, 3, 5, 7, 9 при условии решения заданного арифметического примера.

Сущность методики № 3 заключается в том, чтобы путем последовательных мыслительных операций по выполнению предложенных арифметических примеров установить соответствие между заданными цифрами и буквами.

Время, за которое необходимо выполнить оператору электростанции каждый из вариантов задания по методике № 3, равно 5 минутам.

В результате выполнения операторами электростанции задачи, согласно методике № 3, регистрируются следующие данные.

I. Время (*t*) выполнения оператором электростанции отдельно каждого варианта задачи, составляющей содержание методики № 3.

II. Результат решения варианта задачи:

знак «+» — решен;

знак «—» — не решен.

Все вышеуказанные данные заносятся в соответствующую таблицу.

Методикой № 3 также предусматривается измерение пульса каждого оператора электростанции до выполнения и после выполнения всего задания в целом.

Для определения уровня логического мышления у операторов электростанции рассчитываются «веса» для каждого из решаемых ими вариантов задачи на основе зарегистрированных значений времени (t_m^n), где $n = 1, \dots, 30$; $m = 1, 2, 3, 4$.

Итогом выполнения расчетов по вышеуказанной формуле является последовательность значений «весов» выполнения каждым оператором электростанции задачи согласно методике № 3.

Полученные результаты и их анализ.

Полученные общие значения коэффициентов эффективности ($K_{\text{эф. общий}}^i$) выполнения операторами электростанции задания по всем пяти таблицам Шульте, согласно методике № 1, находящиеся в пределах от 0,5 до 1,0, разбиваем с интервалом, равным 0,17, на три группы [3].

Первая группа — это операторы, которые имеют высокий уровень способности к эффективному распределению и переключению внимания. В эту группу вошли операторы с коэффициентом эффективности общим, находящимся в пределах: $0,84 < K_{\text{эф. общий}}^i \leq 1,0$.

В первой группе оказались 16 операторов электростанции, что составляет 53 % от общего числа операторов, принявших участие в выполнении задания по методике № 1.

Вторая группа — это операторы, которые имеют средний уровень способности к эффективному распределению и переключению внимания. В эту группу вошли операторы с коэффициентом эффективности общим, находящимся в пределах: $0,67 < K_{\text{эф. общий}}^i < 0,84$.

Во второй группе оказались 11 операторов электростанции, что составляет 37 % от общего числа операторов, принявших участие в выполнении задания по методике № 1.

Третья группа — это операторы, которые имеют низкий уровень способности к эффективному распределению и переключению внимания. В эту группу вошли операторы с коэффициентом эффективности общим, находящимся в пределах: $0,5 \leq K_{\text{эф. общий}}^i < 0,67$.

В третьей группе оказалось 3 оператора электростанции, что составляет около 10 % от общего числа операторов, принявших участие в выполнении задания по методике № 1.

Полученные общие значения коэффициентов эффективности ($K_{\text{эф. общ. } m}^n$) выполнения операторами электростанции задания по всем четырем вариантам ($m = 1, 2, 3, 4$) методики № 2, находящиеся в пределах от 0,1 до 1,2, разбиваем с интервалом, равным 0,37, на три группы.

Первая группа — это операторы, которые имеют высокий уровень оперативного мышления. В эту группу вошли операторы со значениями коэффициента эффективности общего, находящегося в пределах:

$$0,84 \leq K^n_{\text{эф. общ. } m} \leq 1,2.$$

В эту группу попали 3 оператора электростанции, что составляет 10 % от общего числа операторов, принявших участие в выполнении вариантов задач по методике № 2.

Вторая группа — это операторы, которые имеют средний уровень оперативного мышления. В эту группу вошли операторы со значениями коэффициента эффективности общего, находящегося в пределах:

$$0,47 < K^n_{\text{эф. общ. } m} < 0,84.$$

В эту группу попали 7 операторов электростанции, что составляет 23 % от общего числа операторов, принявших участие в выполнении вариантов задач по методике № 2.

Третья группа — это операторы, которые имеют низкий уровень оперативного мышления. В эту группу вошли операторы со значениями коэффициента эффективности общего, находящегося в пределах:

$$0,1 < K^n_{\text{эф. общ. } m} \leq 0,47.$$

В третьей группе оказалось 17 операторов электростанции, что составляет 67 % от общего числа операторов, принимавших участие в выполнении задания по методике № 2.

В результате выполнения задания по всем четырем вариантам методики № 2 операторами электростанции образовалась группа операторов, состоящая из 3 человек, которые не выполнили ни одного из вариантов методики № 2.

Полученные значения «весов» выполнения каждым оператором электростанции всех четырех вариантов задачи, согласно методике № 3, находящегося в пределах от 0,03 до 1,0, разбиваем с интервалом, равным 0,32, на три группы.

Первая группа — это операторы, которые имеют высокий уровень логического мышления. В эту группу вошли операторы со значениями «веса», находящегося в пределах:

$$0,67 < \text{«Вес»} \sum_{i=1}^m < 1,0.$$

В эту группу попал один оператор электростанции, что составляет около 3 % от общего числа операторов, принявших участие в выполнении вариантов задачи методики № 3.

Вторая группа — это операторы, которые имеют средний уровень логического мышления. В эту группу вошли операторы со значениями «веса», находящегося в пределах:

$$0,35 < \text{«Вес»} \sum_{i=1}^m < 0,67.$$

В эту группу попали 7 операторов электростанции, что составляет около 23 % от общего числа операторов, принявших участие в выполнении вариантов задачи методики № 3.

Третья группа — это операторы, которые имеют низкий уровень логического мышления. В эту группу вошли операторы со значениями «веса», находящегося в пределах:

$$0,03 < \text{«Вес»} \sum_{i=1}^m < 0,35.$$

В третьей группе оказалось 17 операторов электростанции, что составляет 57 % от общего числа операторов, принявших участие в выполнении вариантов задачи методики № 3.

В результате выполнения вариантов задачи методики № 3 операторами электростанции образовалась группа операторов, состоящая из 5 человек, которые не выполнили ни одного из вариантов задачи методики № 3.

Выводы:

Составляющими структуры эффективной оперативной деятельности операторов электростанций являются необходимые уровни развития у них таких психологических важных качеств, как распределение и переключение внимания, оперативное и логическое мышление.

В результате анализа данных, полученных в ходе проведения вышеуказанного исследования среди операторов котлотурбинного цеха филиала РУП «Могилевэнерго» Могилевская ТЭЦ-2, было установлено следующее:

1. Операторы имеют высокий (53 %), средний (37 %) и низкий (10 %) уровни способности к эффективному распределению и переключению внимания.

2. По уровню оперативного мышления операторы соответственно распределились : с высоким уровнем — 10 % , средним — 23 % и низким — 67 %.

3. Операторы имеют высокий (3 %), средний (23 %) и низкий (56 %) уровни логического мышления.

Из вышеизложенного вытекает необходимость проведения тренингов с операторами котлотурбинного цеха филиала РУП «Могилевэнерго» Могилевская ТЭЦ-2, способствующих повышению уровня их оперативного и логического мышления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бодров, В.А. Психология и надежность: человек в системах управления техникой / В.А. Бодров, В. Я. Орлов. — М.: Ин-т психологии РАН, 1998. — 288 с.
2. Кремень, М.А. К вопросу определения понятия «оперативный интеллект» / М.А. Кремень // Адукацыя і выхаванне. — 2006. — № 8.
3. Кремень, М.А. Математические методы в научных исследованиях: для педагогов и психологов / М.А. Кремень. — Минск: НИО, 1998. — 92 с.

Поступила в редакцию 19 апреля 2007 г.