

ЛЕОНИД ШТЕЙНБОК

СИТУАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА • ПИЛОТИРУЕМЫЕ СИСТЕМЫ
НЕФТЕГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ • СИТУАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ

ПОДНЯЛ ГЛАЗА — И ВСЕ ПОНЯЛ!



SITUATIONAL TECHNOLOGY OF VISUALIZATION

RAISED MY EYES — AND UNDERSTOOD EVERYTHING!

Basic accents and brief presentation in English

УДК 004.5

ISBN 978-5-4443-0112-8

Ш88 Л.С. Штейнбок. Ситуационная технология отображения информации — М.: Научные технологии, 2017. — 250 с., с ил.

Дизайн и верстка Резникова С.

Формат 60 x 90/16. Гарнитура MetaBookLFC.

Тираж 500 экз.

Подписано в печать с готового оригинал-макета
29.01.2017 г.

Издательство: ООО «Научные технологии»
Москва, Волгоградский просп., 116, корп.1, пом. 10
www.nauteh.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных файлов
в типографии ООО «Типография АзаЛит»
Москва, ул. Грайвороновская, д. 4, стр. 1
www.copypoint.su

ISBN 978-5-4443-0112-8



© Л.С. Штейнбок, 2017

Рассматриваются теоретические и практические основы ситуационной технологии отображения информации, использование которой обеспечивает значительное повышение эффективности и надежности контроля оперативного режима в системах управления сложными технологическими процессами — электроэнергетика, пилотируемые системы, нефтегазовая промышленность, ситуационные центры различного назначения.

Показана возможность достижения качественно нового эффекта оценки оперативной ситуации в информационных системах с большим объемом информации, поступающей в темпе технологического процесса: «Поднял глаза — и все понял».

Приведены примеры практических решений по результатам разработки и внедрений проектов для пунктов оперативно-диспетчерского управления электроэнергетики.

Штейнбок Л.С.,
lssteinbok@yandex.ru,
+7 916 385 46 84

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕМАТИКА МАТЕРИАЛА, РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЗНАКОМЛЕНИЮ И БЛАГОДАРНОСТИ	7
ТЕМАТИКА МАТЕРИАЛА	7
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЗНАКОМЛЕНИЮ	8
БЛАГОДАРНОСТИ	9
СИТУАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ — ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ	11
АКТУАЛЬНОСТЬ	11
ЦЕЛЬ РАЗРАБОТКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ОПЫТ	12
ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ	13
ОПТИМАЛЬНОЕ СОГЛАСОВАНИЕ ПЯТИ СРЕД УПРАВЛЕНИЯ	14
ЭФФЕКТИВНОСТЬ	14
ОБЛАСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	15
ОСНОВНЫЕ ВНЕДРЕНИЯ	15
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ	16

1	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИТУАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ	19
1.1.	НЕДОСТАТКИ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ	20
1.2.	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМЫ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ»	22
1.2.1.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЕРСОНАЛА	23
1.2.2.	ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ — ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ	24
1.2.3.	ИНФОРМАЦИЯ — СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКИ	24
1.2.4.	СРЕДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ	25
1.2.5.	ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	25
1.3.	НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ ПРОБЛЕМЫ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ»	26
1.3.1.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЕРСОНАЛА	26
1.3.2.	ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ — ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ	30
1.3.3.	ИНФОРМАЦИЯ — СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКИ	37
1.3.4.	СРЕДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ	66
1.3.5.	ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	71
1.4.	ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ РАССМОТРЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ	72

2	ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИТУАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ	74
2.1.	АКТУАЛЬНОСТЬ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ	76
2.2.	ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ SITVISION	80
2.2.1.	АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСТАВА И ОБЪЕМА ОТОБРАЖАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ	81
2.2.2.	УСКОРЕНИЕ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ	95
2.3.	СОСТАВ И УЧАСТНИКИ РАБОТ — ОТ РАЗРАБОТКИ ДО ВНЕДРЕНИЯ	101
2.3.1.	ЭТАП 1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ SITVISION	102
2.3.2.	ЭТАП 2. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЕКТА	105
2.3.3.	ЭТАП 3. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	112
2.4.	ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ	113
2.4.1.	УСПЕШНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОТДЕЛЬНЫХ ЭТАПОВ РАБОТ	113
2.4.2.	ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ SITVISION	118
2.4.3.	НАДЕЖДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	123

3	НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ SITVISION	126
3.1.	НЕКОТОРЫЕ РЕШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	127
3.1.1.	ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ТЕХНОЛОГИИ SITVISION	128
3.1.2.	РАЗДЕЛЫ СИТУАЦИОННОГО ЭКРАНА	132
3.1.3.	ФОРМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА	133
3.1.4.	ОСНОВНЫЕ СОСТОЯНИЯ СИМВОЛОВ СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЯ	134
3.1.5.	ИЕРАРХИЧЕСКИЕ УРОВНИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ	135
3.1.6.	ОТОБРАЖЕНИЕ СОБЫТИЙ	136
3.2.	ОТОБРАЖЕНИЕ РЕЖИМА СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЯ	138
3.2.1.	СОСТОЯНИЕ РЕЖИМА НА МНМОСХЕМЕ СЕТИ	138
3.2.2.	СОБЫТИЯ И СОСТОЯНИЯ В РАЗДЕЛЕ ОБЩИХ ДАННЫХ	148
3.2.3.	СОСТОЯНИЕ РЕЖИМА НА РАЗЛИЧНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ УРОВНЯХ	150
3.3.	ЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА ОБОБЩЕННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЯ	168
3.3.1.	СОСТАВ ОПИСАНИЙ	168
3.3.2.	ЛОГИКА ОТОБРАЖЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СВЯЗЕЙ И СШ	169
3.3.3.	ЛОГИКА ОТОБРАЖЕНИЯ ТОПОЛОГИИ УЗЛОВ	180
3.3.4.	ЛОГИКА ГРУППОВОГО ЗАДАНИЯ СОСТОЯНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ В БАЗЕ ДАННЫХ	185
3.3.5.	ЛОГИКА ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЖИМА И ВОПРОСЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ	189
3.4.	ЭРГОНОМИКА	191
3.4.1.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦВЕТА, МИГАНИЕ	191
3.4.2.	РАЗМЕРЫ СИМВОЛОВ	195
3.5.	ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ SITVISION	196
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	198

4	ПРИЛОЖЕНИЯ	200
4.1.	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПАРАМЕТРЫ НАЧЕРТАНИЯ СИМВОЛОВ	201
4.1.1.	СИМВОЛЫ, АКТУАЛЬНЫЕ ДЛЯ ВСЕХ УРОВНЕЙ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ	201
4.1.2.	СИМВОЛЫ ОТДЕЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ	203
4.2.	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВАРИАНТ ИДЕНТИФИКАЦИИ СХЕМ	210
4.2.1.	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	211
4.2.2.	НЕКОТОРЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ	212
4.2.3.	ИЕРАРХИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИДЕНТИФИКАТОРА	213
4.2.4.	УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	214
4.2.5.	ПРИМЕРЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ СХЕМ ПС МОСКОВСКОГО РЕГИОНА	218
4.3.	ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ SITVISION	224
4.3.1.	КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ	224
4.3.2.	СЛАЙДЫ ПРЕЗЕНТАЦИИ	225
4.4.	ПРИЛОЖЕНИЕ 4. SITVISION — BASIC ACCENTS AND PRESENTATION	239
4.4.1.	BASIC ACCENTS	239
4.4.2.	BRIEF PRESENTATION	242
	ЛИТЕРАТУРА	248

ТЕМАТИКА МАТЕРИАЛА, РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЗНАКОМЛЕНИЮ И БЛАГОДАРНОСТИ

ТЕМАТИКА МАТЕРИАЛА

Излагаются теоретические и практические основы разработанной ситуационной технологии отображения информации на пунктах управления сложными технологическими процессами.

Основное назначение материала — показать реальные возможности значительного повышения эффективности и надежности оперативно-диспетчерского управления. Эффективность и надежность управления в реальном времени особенно актуальны для систем, требующих быстрой реакции оперативного персонала (систем быстрого реагирования) в условиях большого объема непрерывно поступающей информации.

К системам быстрого реагирования относятся прежде всего диспетчерское управление в электроэнергетике и управление летательными аппаратами.

Получению значимого результата при разработке и внедрении новой технологии визуализации способствовало сочетание непосредственного опыта работы в ряде смежных областей информационного обеспечения дежурного персонала на пунктах управления:

- ▶ опыта управления в составе дежурной смены на щите управления электростанции;

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ▶ опыта разработки и внедрения функциональных подсистем SCADA для центров оперативно-диспетчерского управления;
- ▶ опыта системного анализа и решения проблем деятельности человека в системах управления.

Практическое использование разработанной технологии визуализации показало возможность достижения нового качественного результата и ключевой поставленной задачи разработки: «Поднял глаза — и все понял».

Следует отметить, что автору неизвестны другие примеры эффективного решения указанной задачи.

При наличии интереса к внедрению разработанной ситуационной технологии визуализации возможно предоставление рабочей документации, консультационное сопровождение и развитие практических и теоретических решений.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЗНАКОМЛЕНИЮ

Построение материала не требует обязательного последовательного ознакомления со всеми главами. Для общего понимания достаточно ознакомиться с вводной главой, в которой представлена краткая информация по проблеме и методам ее решения.

Далее, при наличии интереса, можно обратиться в любой последовательности к основным концептуальным разделам — практическим основам ([глава 2](#)) и презентации в [главе 4](#) (Приложения).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Наименование разделов первых трех глав построено по единому принципу. В процессе ознакомления с практическими основами (глава 2) и необходимости получения более подробной информации, можно обратиться к соответствующим разделам главы 3 и главы 1.

Глава 4 (Приложения) включает некоторые дополнительные данные практического характера, а также Презентацию с содержательными слайдами, иллюстрирующими основные положения новой технологии отображения информации: цели, задачи, методы решения и состав работ при внедрении.

Кроме того, глава 4 содержит англоязычный вариант основных акцентов и краткой презентации по разработанной технологии отображения.

Обеспечение возможности независимого обращения к различным главам привело к необходимости повторения некоторых содержательных тезисов и элементов иллюстраций.

В приведенных иллюстрациях использованы материалы разработанных проектов для центров диспетчерского управления электроэнергетики России.

БЛАГОДАРНОСТИ

Хотел бы выразить признательность руководителям корпораций, организаций, диспетчерских и информационно-технологических подразделений электроэнергетики, без инициативы и помощи которых невозможно было бы практическое внедрение разработанных решений:

Шульгинов Николай Григорьевич и Абраменко Михаил Дмитриевич — руководители корпорации диспетчерского управления

ОГЛАВЛЕНИЕ

электроэнергетикой России, без поддержки которых не состоялось бы внедрение на четырех пунктах управления.

Обуз Александр Вильевич — руководитель Донецкой энергоснабжающей компании, инициатор первого комплексного проекта и организатор его внедрения.

Бердников Владимир Иванович, Балинт Станислав Евгеньевич — соответственно руководители объединенного диспетчерского управления и диспетчерской службы Средней Волги — инициаторы внедрения первых экспериментальных решений и последующего комплексного проекта.

Артемьев Андрей Владимирович и Коршак Ирина Мусиевна — соответственно руководители диспетчерского и информационно-технологического подразделений Ленинградского регионального диспетчерского управления, инициаторы и соисполнители наиболее эффективного внедрения.

Юриков Ярослав Игоревич — руководитель диспетчерской службы Белгородэнерго, инициатор одного из первых внедрений.

Нестеренко Вадим Львович, Конев Андрей Викторович, Крюков Игорь Николаевич — руководители организации-разработчика широко используемого в диспетчерском управлении электроэнергетики России информационного комплекса (SCADA) СК-2003–2007–2011, в составе которого было проведено внедрение новой технологии визуализации на четырех пунктах управления.

СИТУАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ — ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

АКТУАЛЬНОСТЬ

Необходимость повышения скорости и надежности оперативно-диспетчерского управления сложными технологическими процессами, с учетом следующих особенностей и проблем:

- ▶ большие объемы поступающей информации при традиционно неэффективной организации систем отображения;
- ▶ проблема «Человеческого фактора в системах управления»;
- ▶ ограниченное динамическое пространство экранов видеостен и рабочих мест.

ЦЕЛЬ РАЗРАБОТКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ОПЫТ

① Основные цели разработки:

- ▶ обеспечение мгновенной оценки текущей ситуации и ее динамики в условиях больших объемов непрерывно поступающей информации;
- ▶ уменьшение риска нарушений нормального режима, возникновения аварийной ситуации;
- ▶ предотвращение развития наступившей аварийной ситуации и ускорение ее ликвидации;
- ▶ обеспечение информационного комфорта деятельности оперативного персонала.

② Пути достижения основных целей разработки:

- ▶ иерархическое представление информации;
- ▶ приоритетное отображение интегральных характеристик процесса;
- ▶ эффективное отражение динамики текущего режима;
- ▶ активное привлечение внимания к возникающим событиям, изменениям топологии сети и основных параметров режима.

③ Используемый опыт:

- ▶ исследования EPRI (США) совместно с компанией Lockheed по проблеме «Человеческого фактора в системах управления»;
- ▶ опыт ликвидации аварий в электроэнергетике;
- ▶ опыт разработки и внедрения информационных проектов ситуационной технологии визуализации.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

① ЧЕТЫРЕ УРОВНЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ОБ ЭНЕРГООБЪЕКТЕ:

- ▶ сетевой уровень — мнемосхема сети с изображением энергообъектов в виде условных динамических символов;
- ▶ топологический уровень — мнемосхема сети с отображением топологии межобъектных связей и схем энергообъектов;
- ▶ коммутационный уровень — мнемосхема сети с отображением состояния основного оборудования энергообъектов в форме упрощенных схем;
- ▶ объектный уровень — отображение актуальной коммутационной схемы энергообъекта вне мнемосхемы сети.

② ИЗМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНМОСХЕМЫ СЕТИ — ОТОБРАЖЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СВЯЗЕЙ ВМЕСТО СОСТОЯНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ.

③ КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ДИНАМИКИ ТЕКУЩЕГО РЕЖИМА:

- ▶ интегральных показателей режима;
- ▶ состояния межобъектных связей;
- ▶ основных параметров режима;
- ▶ состояния оборудования.

④ АДАПТАЦИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ОБЪЕМА, СОСТАВА И ФОРМ ОТОБРАЖАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ К ОСОБЕННОСТЯМ ТЕКУЩЕЙ СИТУАЦИИ И ВОЗМОЖНОСТЯМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ.

⑤ НАДЕЖНОЕ ПРИВЛЕЧЕНИЕ ВНИМАНИЯ К КРИТИЧНОЙ И СУЩЕСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ РЕЖИМА.

ОПТИМАЛЬНОЕ СОГЛАСОВАНИЕ ПЯТИ СРЕД УПРАВЛЕНИЯ

- ▶ Особенности технологического процесса и виды деятельности оперативного персонала.
- ▶ Текущая информация о технологическом процессе — состав и характеристики.
- ▶ Пользователь (оперативный персонал) — информационные ограничения и требования (вопросы инженерной психологии).
- ▶ Среда на рабочем месте (вопросы эргономики).
- ▶ Организационная среда (проблемы внедрения новых информационных решений).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

- ▶ Оценка текущей ситуации «с первого взгляда» — «Поднял глаза — и все понял».
- ▶ Обеспечение «мобилизационной готовности» персонала к внезапным изменениям режима.
- ▶ Повышение надежности управления, оперативности контроля состояния режима сети и оборудования.
- ▶ Сокращение требуемого пространства отображения за счет сжатия информации, иерархической системы ее представления.

ОБЛАСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- ▶ Пункты оперативно-диспетчерского управления сложными технологическими процессами:
 - электроэнергетика — оперативно-диспетчерское управление в энергосистемах, электрических сетях, генерирующих компаниях, на электростанциях, крупных подстанциях;
 - пилотируемые системы — оперативное управление;
 - транспортировка и добыча нефти и газа — диспетчерское управление;
 - другие сложные технологические комплексы — оперативное управление.
- ▶ Ситуационные центры управления различного назначения.

ОСНОВНЫЕ ВНЕДРЕНИЯ (в хронологическом порядке)

- ▶ *ОДУ Средней Волги* — экспериментальные решения с внедрением в составе SCADA «СК-2003».
- ▶ *Пункт управления высоковольтными сетями Донецкого региона (Украина)* — информационный проект с внедрением в составе SCADA «Siemens Power CC».
- ▶ *Тульское РДУ* — типовой информационный проект.
- ▶ *Белгородэнерго* — информационный проект с реализацией изображения в составе SCADA «Систел».
- ▶ *Ленинградское РДУ* — информационный проект с внедрением в составе SCADA «СК-2007».
- ▶ *Бурятское РДУ* — самостоятельное внедрение персоналом ИТ и диспетчерских подразделений в составе SCADA «СК-2007».
- ▶ *ОДУ Средней Волги* — информационный проект с внедрением в составе SCADA «СК-2007».
- ▶ *ОДУ Центра* — информационный проект.
- ▶ *Московское РДУ* — информационный проект и внедрение в составе SCADA «СК-2007», с коррекцией проекта диспетчерским персоналом и ИТ-разработчиками.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ

Масштабные аварии в технологических системах «быстрого реагирования» (электроэнергетика, летательные аппараты) давно требуют критического рассмотрения сложившихся традиций отображения информации о технологическом процессе.

Имея практически неограниченные возможности современной информационной техники и технологии, крупнейшие разработчики отраслевых информационно-технологических систем, к сожалению, только начинают проявлять интерес к технологии ситуационного отображения информации.

Первоначальный интерес автора к изложенной проблеме относится к началу 60-х годов и связан с практическим опытом работы в смене дежурного персонала на щите управления электрической станции, ликвидации возникающих аварийных ситуаций. Первая публикация автора, посвященная этой проблеме, датирована 1967 г. [1].

Дальнейшая деятельность автора (начало 70-х — середина 80-х годов) связана с разработкой SCADA-комплексов для электроэнергетики, прежде всего подсистем приема и отображения оперативного-диспетчерской информации.

Широкие исследования проблем отображения информации в контексте надежности оперативно-диспетчерского управления впервые в мире были проведены электроэнергетическим исследовательским институтом США (Electric Power Research Institute — EPRI) и изложены в [2]. Проблемы взаимодействия человека-оператора (оперативно-диспетчерского персонала) и информационной среды управления были обозначены как проблема «Человеческого фактора в системах управления».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Рекомендации EPRI [2] основаны на результатах анализа сложных технологических аварий в электроэнергетике США и обследовании значительного количества пунктов оперативно-диспетчерского управления. В многотомном исследовании EPRI подробно рассмотрены возможности человека по восприятию информации, вопросы эргономики, сформулированы рекомендации по отдельным вопросам отображения.

По результатам исследования EPRI и ряду публикаций по аналогичной тематике в 1985 г. и 1990 г. автором были опубликованы обзоры с изложением актуальных положений инженерной психологии и новых информационных решений [3; 4] и опубликован отчет ОАО «Научно-исследовательского института электроэнергетики» (ВНИИЭ) по результатам проведенной научно-исследовательской работы [5].

К началу 2000-х годов в рамках работ ВНИИЭ был подготовлен основной материал теоретических основ ситуационной технологии отображения информации.

С развитием технических и технологических возможностей средств передачи, обработки и отображения информации, а также с ростом готовности эксплуатационного персонала к новым системным решениям, с начала 2000-х годов появились реальные возможности разработки эффективных практических решений и их внедрения, которые были реализованы в рамках договоров ООО «Телекон» при участии ВНИИЭ на конкретных пунктах управления электроэнергетики: ОДУ Средней Волги (г. Самара) — 2000–2002 гг., Высокосовольные электрические сети Донецкого региона (г. Донецк, Украина) — 2003–2004 гг., Тульское РДУ (г. Тула) — 2005 г.

Результаты разработок (в частности [6; 7]) докладывались на 10 ежегодных больших отраслевых семинарах по данной и смежной тематике (до 60 докладов, 200 участников, 120 организаций). Семинары проводились при активном организационном и руководящем участии автора.

ОГЛАВЛЕНИЕ

В 2006–2009 гг. были внедрены очередные проекты новой технологии визуализации на диспетчерских пунктах Белгородэнерго, Ленинградского РДУ, ОДУ Средней Волги, Бурятского РДУ. Результаты опубликованы, в частности, в [8; 9; 10].

В 2014 г. документация с последними практическими решениями была передана Дирекции по дистрибуции и сбыту электроэнергии ДТЭК Украины для разработки технической политики ДТЭК по управлению высоковольтными сетями в части правил отображения диспетчерской информации. В основе интереса ДТЭК Украины к широкому внедрению ситуационной технологии визуализации лежит опыт эксплуатации проекта, внедренного на диспетчерском пункте высоковольтных электрических сетей в г. Донецке.

Из известных автору работ по ситуационной визуализации можно отметить появление в 2010 г. информации ALSTOM Greed по технологии «e-terravision» [11].

Исследования, разработки и внедрения, проведенные ОАО «ВНИИЭ» и ООО «Телекон», а также данный материал учитывают положения, приведенные в исследованиях EPRI [2], а также международных стандартах ISO серии 11 064 под общим названием «Эргономическое проектирование центров управления» [12].

В данном изложении использованы также рабочие материалы «Правил отображения диспетчерской информации на пунктах оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике», в формировании которых автор принимал активное участие.

Ниже представлены существенные положения теоретических и практических основ разработанной технологии ситуационной визуализации.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИТУАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

1.1. НЕДОСТАТКИ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Анализ практики оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике показывает, что в основе современной организации систем отображения лежат традиционные решения, используемые в течение многих десятков лет.

До сих пор на диспетчерских щитах большинства пунктов управления отображается относительно подробная мнемосхема с большим числом динамических элементов индикации и цифровых приборов.

Увеличение объема поступающей информации приводит к дальнейшему обострению информационных проблем деятельности оперативного персонала, снижению надежности контроля и управления текущим режимом.

В основе большинства информационных проблем лежит отсутствие учета известных ограничений человека по восприятию информации, наличие традиционных недостатков отображения информации:

- ▶ объем одновременно отображаемой информации значительно превышает возможности человека по восприятию информации;
- ▶ практически не используются интегральные (ситуационные) методы и формы отображения информации;
- ▶ слабо используются механизмы иерархического представления информации;
- ▶ не разработана эффективная система приоритетности предъявления и квитирования событий;

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ▶ не используются механизмы эффективного представления параметрической динамики режима, тенденции изменения ситуации;
- ▶ практически отсутствует система эффективного привлечения внимания к важнейшим характеристикам текущего режима, в результате чего деятельность персонала по контролю надежности режима требует регулярного визуального сканирования существенных параметрических изменений;
- ▶ не отработана удобная система пространственной и структурной организации данных;
- ▶ иногда имеют место проблемы информационного доступа:
 - иерархии доступа,
 - отображения процедуры приема, подтверждения, выполнения запроса, хода процесса его выполнения и завершения,
 - учета допустимого времени реакции системы на полученный запрос;
- ▶ нередко отсутствует согласованность используемой технологии отображения для различных приложений.

По мнению американских специалистов, занимавшихся соответствующими исследованиями, недостаточное внимание к пониманию, учету и устранению указанных проблем является основными причинами возникновения и развития многих аварий в сложных системах управления.

1.2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМЫ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ»

Эффективность деятельности человека-оператора в системах управления в значительной мере определяется информативностью предъявляемых ему данных.

Основным показателем информативности данных является уровень их согласованности с текущими особенностями оперативной ситуации, требованиями и возможностями пользователя.

Эта проблема является основной частью общей проблемы «Человеческого фактора в системах управления» [2], получившей такое наименование после крупной аварии 1979 г. на ядерном комплексе ТМ1 (Три-Майл-Айленд, шт. Пенсильвания, США).

В результате исследований, проведенных в 1980–1983 гг. EPRI совместно с компанией Lockheed, были разработаны развернутые рекомендации по формам и методам отображения текущей оперативной информации, эргономике рабочих мест. Результаты исследований изложены в шести томах объемом более 1500 страниц.

Основной акцент проведенного исследования — современная технология отображения информации в системах оперативного управления должна обеспечивать оптимальное согласование пяти сред (областей) управления:

- ▶ Технологический процесс и деятельность персонала.
- ▶ Пользователь — информационные ограничения и требования.

- ▶ Информация — состав и характеристики.
- ▶ Среда на рабочем месте.
- ▶ Организационные вопросы.

В данном разделе (раздел 1.2) приведены краткие сведения по каждому из перечисленных выше областей управления, составляющих основу проблемы «Человеческого фактора в системах управления» [2; 3; 4].

1.2.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЕРСОНАЛА

Наиболее критичным с точки зрения деятельности персонала на пунктах оперативно-диспетчерского управления электроэнергетики является информационное обеспечение контроля надежности текущего режима.

К особенностям деятельности по контролю надежности текущего режима относятся:

- ▶ высокий уровень динамики технологического процесса, особенно при нарушении нормального режима — на нижних уровнях управления критичны даже секундные интервалы;
- ▶ большие объемы информации, поступающей в темпе процесса — до нескольких тысяч параметров и сигналов;
- ▶ необходимость высокого профессионализма оперативного персонала, активной концентрации внимания и быстрой реакции при наступлении аварийных ситуаций.

1.2.2. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ — ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ

Рассмотрение информационных ограничений и требований пользователя включает следующие направления:

- ▶ общие характеристики восприятия человека;
- ▶ формы представления информации для различных направлений деятельности пользователя;
- ▶ допустимый объем одновременно отображаемой информации;
- ▶ принципы кодирования отображаемой информации;
- ▶ методы и формы организации отображаемой информации во времени и пространстве.

1.2.3. ИНФОРМАЦИЯ — СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Состав и характеристики отображаемой информации должны соответствовать особенностям технологического процесса, направлениям деятельности оперативного персонала, возможностям пользователя по переработке (восприятию) информации.

При этом должны быть определены следующие параметры визуализации:

- ▶ состав отображаемой мнемосхемы электрической сети;
- ▶ уровни иерархии представления информации;
- ▶ уровень детализации информации об энергообъектах (узлах электрической сети) на различных уровнях иерархии представления информации;
- ▶ состав отображаемых состояний оборудования;
- ▶ характеристики отображаемых параметров режима сети и оборудования, интегральных образов ситуации, в том числе: состав данных, методы обобщения, принципы отображения динамики;

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ▶ информационные приоритеты;
- ▶ состав информационных форматов;
- ▶ принципы распределения отображаемой информации между средствами коллективного и персонального пользования;
- ▶ система обеспечения удобного информационного доступа;
- ▶ требования к фону изображения.

1.2.4. СРЕДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Среда на рабочем месте должна обеспечивать комфортные условия деятельности оперативного персонала и соответствовать положениям инженерной психологии, эргономики и международных стандартов.

К вопросам среды на рабочем месте относятся:

- ▶ допустимые по условиям видимости угловые величины элементов изображения и расстояние наблюдения;
- ▶ расположение персонала, экранов рабочих мест, средств коллективного пользования;
- ▶ требования к организации освещения.

1.2.5. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

К организационным вопросам традиционно относится отбор персонала, его обучение и тренировка, организация смен, информационный обмен между дежурным персоналом, в том числе при передаче смен.

Опыт внедрения информационных проектов показал, что для оценки эффективности результата внедрения важно также учитывать организационные, профессиональные и «человеческие» особенности персонала конкретного пункта управления.

1.3. НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ ПРОБЛЕМЫ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ»

1.3.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЕРСОНАЛА

С точки зрения проблемы «Человеческого фактора в системах управления» отметим следующие особенности оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике:

- ① **Многообразие направлений деятельности дежурного (оперативно-диспетчерского) персонала**, к основным видам которых можно отнести:
 - контроль надежности режима;
 - обеспечение заданных экономических показателей;
 - производство переключений;
 - контроль ремонтов оборудования.
- ② **Большие объемы отображаемой информации**, поступающей в режиме постоянного обновления в секундных интервалах.
- ③ **Высокая динамика поступающей информации** — особенно, при активном изменении нагрузки, нарушении нормального режима, возникновении аварийных ситуаций.
- ④ **Возможность одновременного изменения состояний значительного числа параметров режима и элементов схемы сети.**
- ⑤ **Распределение важной информации по большому визуальному пространству отображения** — диспетчерский щит может иметь размеры по длине до 10 м и более при высоте до 4 м.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Эффективное управление, обеспечивающее поддержание высокой надежности контроля и управления режимом в электроэнергетике, невозможно без существенной коррекции традиционной технологии отображения данных технологического процесса.

При этом крайне важно обеспечить:

- ▶ мгновенное понимание особенностей текущей ситуации;
- ▶ оперативное понимание характера возникших изменений и нарушений;
- ▶ высокий уровень мобилизационной готовности персонала, т.е. оперативной готовности к внезапным изменениям и нарушениям режима.

Требования к составу и технологии отображения информации зависят прежде всего от рода деятельности и текущих задач оператора.

Наиболее критичным с точки зрения представления информации и времени реакции оперативного персонала является деятельность по контролю надежности режима.

В основе контроля надежности режима лежат задачи обеспечения надежной и экономичной работы и координация необходимых мероприятий по коррекции или восстановлению режима при системных нарушениях.

В частности, для дежурного оперативного персонала пункта управления энергосистемой первостепенный интерес представляет информация о состоянии и режиме сети и оборудования, находящихся в его управлении/ведении.

Основная информация для контроля надежности режима обычно размещается на диспетчерских щитах. При необходимости такого

ОГЛАВЛЕНИЕ

рода информация может быть размещена на рабочем месте — на LCD-панелях или экранах мониторов. Такого рода средства отображения логично назвать ситуационными экранами.

Основным показателем качества информационной системы является возможность быстрого и надежного восприятия персоналом возникающих событий, мгновенной оценки общей оперативной ситуации.

Оперативный персонал интересуется прежде всего максимально обшая (интегральная) информация о состоянии текущего режима, с возможностью быстрого доступа к данным необходимого уровня детализации.

При значительных изменениях режима информационная система должна прежде всего обеспечить:

- ▶ надежное привлечение внимания к характерным событиям;
- ▶ гарантированное восприятие информации о событиях, в том числе за счет обеспечения нескольких параллельных уровней их представления;
- ▶ отображение возникающих событий с учетом их приоритетности;
- ▶ возможность получения информации о последовательности событий;
- ▶ выделение событий, связанных по времени или продолжительности;
- ▶ возможность автоматического квитирования сигналов определенных событий.

Для оперативного персонала важно быстро и корректно оценить различные характеристики, связанные с возникновением события:

- ▶ содержание события — место, время, последовательность срабатывания элементов;

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ▶ значение и причины возникшего события;
- ▶ возможные пути развития проблемы;
- ▶ возможные варианты решения;
- ▶ располагаемое время для принятия решения и проведения необходимых операций;
- ▶ располагаемый промежуток времени до наступления других возможных системных проблем.

Исследования EPRI [2] допускают использование для событий до 4–8 уровней приоритета в зависимости от сложности мнемосхемы и числа узлов (энергообъектов). В [2] приводится распределение событий по семи уровням приоритета:

- ▶ **1-й приоритет** — обобщенное событие или важнейшее исходное событие, например внезапное отключение основных генераторов или линий;
- ▶ **2-й приоритет** — отдельное событие меньшей важности (некоторые не очень критичные для режима линии, генераторы);
- ▶ **3-й приоритет** — потеря основной радиальной нагрузки, проблемы надежности связи;
- ▶ **4-й приоритет** — детальная информация по отдельным элементам (выключатели основных линий, крупных генераторов, дифференциальная защита шин или трансформаторов);
- ▶ **5-й приоритет** — некоторые данные, не требующие быстрой реакции оператора — неисправности резервного оборудования, повышение температуры трансформаторного масла;
- ▶ **6-й приоритет** — события, для которых не имеет значения время реакции оператора, например отключение части городского освещения;
- ▶ **7-й приоритет** — некоторые события текущей оперативной деятельности, например переключение на другой канал связи.

События первых трех уровней предполагают отображение индивидуальных сообщений, остальные — групповых.

Помимо сигналов событий и информации о состоянии оборудования и параметров режима (обычно на схемных и табличных

форматах) нередко актуальна и дополнительная информация — список событий, иногда — развернутое сообщение о событии.

Во всех случаях представления событий должно быть обеспечено групповое и индивидуальное квитиование информации о событиях.

1.3.2. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ — ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ

Эффективное отображение информации в системах управления сложными технологическими процессами невозможно без учета психофизиологических особенностей человека по восприятию информации.

Следует заметить, что специалисты в области информационных технологий чаще всего даже не знакомы с основными положениями инженерной психологии, касающихся вопросов взаимодействия человека и отображаемой информации.

Более того, многие считают большинство этих положений примитивными и не заслуживающими внимания. Однако, при кажущейся примитивности отдельных положений грамотное комплексное их применение может иметь кардинальный эффект.

Ниже приведен ряд элементарных, но существенных положений, касающихся вопросов взаимодействия человека и информационной среды.

1.3.2.1. ЭТАПЫ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ ЧЕЛОВЕКОМ, ВРЕМЯ РЕАКЦИИ НА ЗАПРОС

Процесс обработки человеком отображаемой информации в системах управления включает три основных этапа:

- ▶ восприятие информации;
- ▶ формирование проблемной модели ситуации;
- ▶ принятие решения.

В свою очередь этап восприятия информации включает четыре этапа:

- ▶ обнаружение;
- ▶ различение;
- ▶ опознание;
- ▶ интерпретация.

① ОБНАРУЖЕНИЕ

На этапе обнаружения (первый этап восприятия) устанавливается лишь наличие сигнала в поле зрения, при этом его качества фиксируются весьма грубо.

Надежность обнаружения зависит от числа входных сигналов. Обнаружение сигнала сравнительно легко выполняется на фоне 3–4 подобных сигналов, но уже серьезные затруднения возникают при числе сигналов более 5–6.

Скорость и точность обнаружения могут быть увеличены при объединении сходных сигналов в некоторую структуру, например, в форму простой геометрической фигуры.

② РАЗЛИЧЕНИЕ

На втором этапе восприятия (различение) выявляется та или иная совокупность признаков.

Возможности различения существенно выше возможностей обнаружения, число уровней для одного признака достигает нескольких десятков, а иногда и сотен. Например, при отсутствии ограничения по времени возможно различение до сотни оттенков цвета.

Параметры различения зависят от остроты зрения, расположения символа в поле зрения, его угловой величины, свойств адаптации зрения, контраста между символом и фоном, формы символа, его яркости и цвета.

В частности, область пространства, для которого характерно наилучшее различение деталей и цветов, располагается в пределах 2° относительно линии зрения.

К важным относятся также параметры нормальной линии зрения: для стоящего человека с поднятой головой — примерно на 10° ниже горизонтальной, а для сидящего — на 15° . В состоянии усталости, вследствие наклона головы вперед, нормальная линия зрения понижается примерно до 30° для положения стоя и до 38° для положения сидя.

③ ОПОЗНАНИЕ

Приведенные данные показывают, что возможности идентификации ограничиваются, в основном, 5–10 одномерными сигналами при условии отсутствия в поле зрения других контекстно связанных сигналов.

На третьем этапе восприятия (опознание или идентификация) число точно идентифицируемых сигналов сравнительно невелико и ограничено следующими значениями:

- ▶ 8–10 положений точки на прямой;
- ▶ 5–7 уровней яркости;
- ▶ 8–10 цветов;
- ▶ 5–7 размеров площади простых геометрических фигур;
- ▶ 8–10 различных по длине линий;
- ▶ 8–9 углов наклона прямой линии в пределах одного квадранта;
- ▶ 5–6 величин кривизны дуги (при неизменной ее длине).

Еще в начале XX века было установлено, что в условиях ограничения времени максимальное число воспринимаемых положений указателя на шкале измерительного индикатора находится в диапазоне от пяти до девяти — «Магическое число семь, плюс-минус два» по Дж. Миллеру [13].

Легко опознаваемыми структурами считаются прежде всего замкнутые конфигурации, причем симметричные воспринимаются легче по сравнению с несимметричными.

Высокий уровень опознания характерен при сравнении простых геометрических фигур.

④ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Четвертый, завершающий этап восприятия (интерпретация) сводится к оценке содержания сигнала и его роли в оценке состояния контролируемого процесса и формировании проблемной модели ситуации.

ВРЕМЯ РЕАКЦИИ НА ЗАПРОС

При рассмотрении проблемы обработки информации человеком важную роль играет также время реакции системы на запрос информации.

Считается, что в интерактивном режиме деятельности время ответа системы управления на запрос должно быть не более 2 с. При большем времени идет разрушение параметров запроса в оперативной памяти человека. В напряженном режиме деятельности этот предел снижается до 0,5–1 с.

Рекомендуемое время подтверждения полученного запроса еще ниже — порядка 0,2 с.

При отсутствии интерактивного режима, время ответа (вывода запрошенных данных) может быть более 2 с, при наличии практически немедленного подтверждения запроса.

В общем случае рассматривается три интервала времени ответа: до 2 с — в интерактивном режиме, 2–5 с — для некоторых сложных запросов, 5–15 с — для запросов, требующих длительной обработки, более 15 с — при необходимости выполнения сложных задач. При времени ответа более 5 с рекомендуется с интервалами не более 2 с подтверждать выполнение обработки запроса.

Время ответа на любой запрос должно быть вполне определенным и соответствовать представлениям оператора о длительности его обработки. Допустимым считается разброс времени ответа до 5 % — для 2 с, до 10 % — для 5 с и 50 % при времени ответа 5–30 с.


1.3.2.2. ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ГРУППОВЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

В соответствии с положениями инженерной психологии, организация информации должна учитывать основные законы восприятия групповых взаимосвязей между элементами изображения.

Рис. 1–1. Иллюстрация восприятия групповых взаимосвязей между элементами изображения

- ○ ○ ○ ① *Близость*
Группы следует формировать из близко расположенных друг к другу элементов — воспринимаются вертикальные ряды точек, но не горизонтальные.

- ● ● ② *Подобие*
○ ○ ○ Группы формируются из подобных элементов —
● ● ● воспринимаются горизонтальные ряды точек, но не
○ ○ ○ вертикальные.

-  ③ *Непрерывность*
Необходим определенный порядок расположения элементов — легко определяется расположение следующего элемента, при этом новые данные лучше располагать правее старых.

-  ④ *Завершенность*
Восприятие фигуры (образа) затрудняется при выпадении образующих ее элементов (незавершенности фигуры), при этом легко опознаются любые нарушения комплексности или завершенности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Рис. 1–1 иллюстрирует основные законы восприятия групповых взаимосвязей между элементами изображения, обеспечивающие единое восприятие изображения — близость, подобие, непрерывность, завершенность.

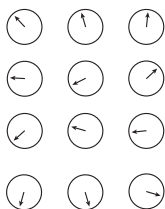
Считается, что связанное представление в пространстве в аналоговой форме нескольких параметров, близких по технологическому смыслу, наиболее совместимо с визуальными механизмами получения информации, позволяет в явной форме показать основные взаимосвязи, и в ряде случаев исключить необходимость многих ступеней обработки информации человеком.

Рис. 1–2 иллюстрирует различные формы представления нескольких технологически связанных параметров режима.

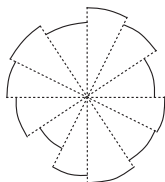
Задача быстрого опознания изменений параметров режима сравнительно легко решается в случае ②, что подтверждает эффективность восприятия данных, организованных в различные геометрические формы, особенно в симметричную конфигурацию.

Рис. 1–2. Иллюстрация различных форм представления нескольких технологически связанных параметров

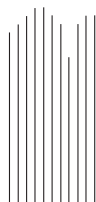
① Положение стрелки на круговом индикаторе



② Радиус сектора



③ Длина линии



④ Набор цифровых величин

889	901	907
905	896	902
914	895	640
890	912	908

1.3.3. ИНФОРМАЦИЯ — СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.3.3.1. ВОПРОСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА И ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ УПРАВЛЕНИЯ

Опыт эксплуатации систем отображения информации, а также результаты анализа аварий в электроэнергетике показали, что традиционная организация отображения практически не учитывает наличие проблемы опознания параметрических изменений оперативного режима и формирования проблемной модели ситуации [9].

В результате оперативным персоналом допускаются действия прямо противоположные требованиям текущей ситуации и инструкциям, полученным в процессе обучения и тренировки.

Технология отображения информации в системах оперативного управления сложными технологическими процессами должна прежде всего обеспечивать:

- ▶ формирование и предъявление интегральной картины текущей оперативной ситуации, с возможностью удобного доступа к ее информативным характеристикам;
- ▶ отражение значимой коммутационной и параметрической динамики режима;
- ▶ ограничение объема одновременно предъявляемой информации о возникающих изменениях и нарушениях.

Современная технология визуализации должна активизировать профессиональные возможности оператора при наступлении критических ситуаций, гарантировать восприятие информации о существенных изменениях и нарушениях нормального режима. Для этого необходимо:

- ▶ автоматическое выявление существенных изменений оперативного режима;
- ▶ автоматическое ограничение объема данных, одновременно предъявляемых оператору;
- ▶ использование активной и удобной для восприятия формы отображения.

Для каждого вида деятельности должны быть заранее определены основные информационные характеристики:

- ▶ требуемая информация;
- ▶ доступная информация;
- ▶ область размещения информации;
- ▶ методы и формы представления информации;
- ▶ методы доступа к информации.

1.3.3.2. КОДИРОВАНИЕ

Основные признаки кодирования

В составе основных характеристик кодирования оперативной информации могут быть использованы различные признаки:

- ▶ изображения — форма, размер, цвет, яркость;
- ▶ характера представления во времени — постоянное или изменяемое (мигание, появление, плавное изменение, реверс);
- ▶ звукового сопровождения.

Для каждого признака предлагаются различные направления использования и допустимое количество уровней.

Кодирование по признаку формы

Кодирование по признаку формы возможно образное и произвольное.

При произвольном кодировании отсутствует ассоциативная связь с объектом кодирования. Пример произвольного кодирования — форма геометрической фигуры.

Форма символа может быть использована для отображения технологически связанных параметров, интегрального образа состояния режима, динамики изменения ситуации.

При произвольной организации изображения предпочтение отдается симметричным геометрическим конфигурациям — наилучшей считается окружность. Допустимое число уровней в последнем случае может достигать 20–30.

Кодирование яркостью

Кодирование яркостью эффективно для выделения заранее определенной области.

В общем случае рекомендуется использовать до четырех уровней яркости (в процентах) — 0, 50, 75, 100.

При необходимости повышения надежности восприятия, например, при резком изменении оперативного режима, следует ограничиться двумя уровнями яркости. В этом случае «слабый» уровень яркости должен составлять примерно 50 % от «сильного» уровня. Значение «сильного» уровня выбирается с учетом фона поля изображения.

Кодирование размером

При кодировании размером обычно ограничиваются пятью ступенями, в ответственных случаях — тремя. Ступени размера рекомендуется выбирать в соответствии с логарифмической шкалой. В общем случае кодирование размером возможно в одномерном, двухмерном и даже трехмерном пространстве.

Кодирование цветом

Цвет может быть использован как эффективный способ выделения информации — отдельных символов, элементов или областей пространства.

Высокая эффективность кодирования цветом требует строгого его обоснования и методов использования. При этом должны учитываться следующие требования эргономических стандартов и положений инженерной психологии:

- ① Цвет рекомендуется использовать только для выделения информации высокой важности.
- ② В общем случае использование цветового кодирования целесообразно после реализации возможностей других признаков кодирования и методов эффективной организации информации в поле изображения.
- ③ При использовании цветового кодирования необходимо учитывать различную чувствительность зрения к отдельным цветам.
- ④ Надежное различение информации обеспечивается при использовании не более 6–8 цветов.
- ⑤ Красный цвет должен использоваться для привлечения внимания, прежде всего, к аварийным ситуациям и, в основном, в форме окантовок символов.
- ⑥ Оранжевый и желтый цвета используются для привлечения внимания к нарушениям нормального режима неаварийного характера.

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ⑦ Не рекомендуется использование цвета для показаний цифровых индикаторов.
- ⑧ Выбор яркости и насыщенности цветов должен быть связан с фоном изображения.
- ⑨ Восприятие цвета активизируется при использовании контрастных эффектов, например при изменении цвета с учетом контраста с фоном изображения.
- ⑩ Порядок изменения цвета во времени влияет на время реакции человека — оно минимально при следовании красного за зеленым, желтым и белым.

В практике оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике традиции использования цвета несколько отличаются для стран постсоветского пространства и евро-американского региона. Последние, как правило, не используют цвет для обозначения уровня напряжения на мнемосхемах.

Кодирование миганием

Кодирование миганием (импульсное изменение яркости) используется как эффективный способ привлечения внимания.

Выбор оптимальных параметров мигания важно для быстрого и надежного опознания событий. Ниже приводятся рекомендации, основанные как на данных инженерной психологии, так и на опыте внедрения технологии ситуационной визуализации.

- ① Частота мигания символов возникающих событий предлагается порядка 1 Гц (в некоторых источниках рекомендуемая частота мигания — 1–5 Гц), при этом она должна быть одинаковой для всех символов и все актуальные символы должны мигать синхронно. Коэффициент уменьшения яркости при мигании — порядка 0,5.

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ② Для большинства событий должно быть предусмотрено автоматическое прекращение мигания символов событий через 10–30 циклов; при этом число циклов мигания не должно изменяться.
- ③ При необходимости продолжения привлечения внимания к событиям, связанным с существенными технологическими нарушениями, частота мигания соответствующих символов должна изменяться примерно до 0,2 Гц после квитирования этих событий (в международных и соответствующих российских стандартах частота мигания символов в ряде случаев рекомендуется в диапазоне 1/3–1 Гц).

Мигание с пониженной частотой может продолжаться до окончания соответствующего события. Коэффициент уменьшения яркости при этом — до 0,7.
- ④ Число одновременно мигающих символов должно быть предельно ограничено, в идеальном случае — до трех в актуальном поле отображения.
- ⑤ Мигание рекомендуется использовать только для отдельных элементов символа события, например, окантовки или других подобных ограниченных в пространстве областей при выполнении следующих дополнительных условий:
 - изменение яркости при мигании — до половины исходной;
 - одинаковость во времени активной и пассивной фазы мигания;
 - единый синхронный цикл мигания для всех символов в поле изображения;
 - наличие легко доступной и быстрой процедуры квитирования и отмены мигания;
 - возможность автоматического квитирования (прекращения мигания) для определенных символов и событий.
- ⑥ Мигание может сопровождаться использованием других признаков (или их комбинации) — изменения размера, цвета, подложки, толщины окантовки.
- ⑦ При необходимости выделения алфавитно-цифрового сообщения целесообразно ограничиться миганием области, примыкающей к сообщению, или его окантовки.

Алфавитно-цифровое и символьное кодирование

Алфавитно-цифровое и символьное кодирование используется для уменьшения плотности отображения и требует повышенного внимания к последовательности использования принятой символики или сокращений.

Звуковая сигнализация

Звуковая сигнализация используется для задания информационного приоритета и требует строго обоснованного применения, вследствие активного ее воздействия на человека. При этом рекомендуется учитывать следующие положения:

- ① Звуковая сигнализация допустима для наиболее значимых событий.
- ② Необходимо обеспечить приемлемость звука по интенсивности, высоте, тональности и длительности.
- ③ Должна быть предусмотрена легко доступная и быстрая процедура квитирования или отмены (маскировки) звукового сигнала.
- ④ Число уровней звукового сигнала не должно превышать 4-х, с возможностью задания внутреннего приоритета.

Принципы эффективного кодирования

Чрезвычайно важным для быстрого восприятия информации человеком является учет основных инженерно-психологических принципов эффективного кодирования.

- ① Возможность быстрого обнаружения признака кодирования.
- ② Возможность надежного различения состояний в пределах одного признака кодирования — чаще всего обеспечивается при числе состояний от 3 до 7.
- ③ Совместимость кода признака кодирования с его смысловым значением.

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ④ Ассоциативность — желательность ассоциативной связи признаков кодирования с характеризуемым объектом или параметром, что обеспечивает легкость идентификации.
- ⑤ Стандартизация признаков кодирования для данного пункта управления, региона или объединения.
- ⑥ Избыточность — комбинированное использование в необходимых случаях двух или более признаков кодирования.
- ⑦ Пространственная разреженность используемых признаков кодирования — в целях уменьшения вероятности ошибочной интерпретации.
- ⑧ Смысловая последовательность применения признаков кодирования.

Рекомендуемая размерность основных признаков кодирования и возможный характер кодируемой информации приведены в таблице 1–1.

Таблица 1–1. Рекомендуемая размерность основных признаков кодирования

№ п/п	Наименование признака кодирования	Рекомендуемое число уровней	Примеры использования
1.	Цвет	4–5 (до 8)	Данные динамики режима, в т.ч.: <ul style="list-style-type: none"> • положение оборудования • существенное изменение важных параметров • нарушение заданных пределов
2.	Яркость	2	Данные динамики режима. Фоновые данные (область актуального энергообъекта, область символа события)
3.	Размер	3 (до 5)	Символы, отражающие динамику режима, количественная информация
4.	Форма	до 10–15	Различные символы и элементы

Комбинированное использование нескольких признаков

Для достижения высокой надежности восприятия событий, связанных с аварийными отключениями оборудования, неожиданным изменением характера оперативного режима, рекомендуется комбинированное использование нескольких признаков.

Так например, отображение аварийного отключения оборудования может одновременно сопровождаться использованием нескольких признаков:

- ▶ появлением символа события;
- ▶ увеличением толщины окантовки символа события;
- ▶ изменением цвета окантовки символа события на ярко-красный;
- ▶ миганием окантовки символа события;
- ▶ изменением заливки символа события;
- ▶ изменением фона области энергообъекта, где произошло событие;
- ▶ миганием окантовки области энергообъекта, на котором возникло событие.

Требования к фону изображения

Инженерная психология не рекомендует использование черного фона для информации длительного пользования из-за возникновения психического дискомфорта: человек привык оперировать с информацией, представленной темным цветом на светлом фоне.

При этом необходимо учитывать проблему «светового давления» на персонал светлого поля экранов значительной площади

(видеостен, больших мониторов). Проблема «светового давления» практически снимается при выборе для общего поля экрана серого фона средней плотности. Фон локальной области экрана может быть на 2–3 ступени светлее общего поля.

В этом варианте обеспечивается приемлемый контраст цветных символов оборудования нескольких уровней напряжения и черного цвета наименований.

Перед окончательным выбором фона и цвета элементов изображения рекомендуется провести тестирование различных вариантов на экранах рабочих мест и видеостены, с учетом их характеристик.

1.3.3.3. Основные виды информационных форматов

Рассмотрим основные требования к организации распространенных информационных форматов — схем, таблиц, столбиковых диаграмм, диаграмм тенденций.

① СХЕМНЫЕ ФОРМАТЫ

Схемные форматы используются для отображения электрических схем сети, энергообъектов или их фрагментов.

При отображении схемных форматов рекомендуется ограничиться тремя иерархическими уровнями представления. Например, для мнемосхемы сети отдельные уровни иерархии могут включать следующую информацию:

- ▶ **на первом уровне** — отображение состояния основных линий, узлов сети и важнейших событий;

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ▶ **на втором уровне** — отображение состояния линий и топологии узлов, находящихся в управлении/ведении, и информации о событиях;
- ▶ **на третьем уровне** — отображение состояния линий, находящихся в управлении/ведении, упрощенной коммутационной схемы важнейших узлов и информации о событиях.

Схемный формат дает основную информацию о текущем режиме. Поэтому важно исключить излишнюю его детализацию, обеспечить максимальную скорость восприятия данных верхнего уровня иерархии и возможность быстрого доступа к необходимой детальной информации, а также обеспечить единство организации информационных кадров одинакового уровня детализации.

② ТАБЛИЧНЫЕ ФОРМАТЫ

Табличное отображение используется чаще всего при необходимости компоновки информации по определенным категориям — энергообъектам, видам информации, дням недели и т.п. Оно обеспечивает дополнительную возможность контроля состояния режима сети и оборудования, задания и контроля технологических пределов и т.п.

Табличные форматы обычно содержат значительный объем алфавитно-цифровой информации и менее эффективны по сравнению со схемными форматами в части выделения актуальной информации и оперативного доступа к ней.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Для табличных форматов имеет значение:

- ▶ минимальная загрузка кадра;
- ▶ смысловой характер группирования параметров и состояния оборудования;
- ▶ приоритетное расположение групп и элементов в группе;
- ▶ согласованность организации данных каждой категории во всех кадрах;
- ▶ ограничение длины наименования 20–30 символами;
- ▶ наличие достаточных по размеру разделительных промежутков — с целью облегчения чтения;
- ▶ обоснованное использование цвета и инверсного отображения.

③ СТОЛБИКОВЫЕ ФОРМАТЫ

Грамотно организованные столбиковые форматы обеспечивают быстрое (с одного взгляда) распознавание состояния параметров, относящейся к общей технологической группе.

Столбиковое отображение обеспечивает качественную оценку данных (ориентировочное значение и показатели текущей динамики) и может использоваться как для отображения единичных параметров, так и группы взаимосвязанных параметров. В последнем случае целесообразно использовать единый (относительный) масштаб.

Для столбикового отображения недопустимо наличие излишних деталей, группирование должно определяться смысловым контекстом.

④ ГРАФИЧЕСКИЕ ФОРМАТЫ

К основному достоинству графического формата следует отнести эффективное отображение тенденции изменения параметра.

Графический формат актуален прежде всего для важнейших параметров режима.

Эффективным вариантом отображения текущей тенденции является использование формата «миниграфика» — появления графика изменения параметра в ограниченном временном диапазоне в составе мнемосхемы сети.

Миниграфик возникает вблизи актуальных символов мнемосхемы — линии электропередачи (ЛЭП), электрической станции, подстанции — в момент внезапного резкого изменения параметра, с данными динамики за несколько минут, предшествующих моменту его изменения.

При этом отображается актуальная шкала изменения параметра, а также его текущее значение в цифровой форме.

Отображение миниграфика продолжается в течение ограниченного интервала времени (например, 5–7 мин.) со сдвигом влево начальной временной точки.

По прошествии заданного интервала времени и стабилизации значения параметра, отображение миниграфика автоматически прекращается.

На миниграфике возможно также отображение другой характерной информации — точек максимума, моментов отклонения от нормы и т.п.

1.3.3.4. ФОРМЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ

Контрольные, качественные, количественные индикаторы

В инженерной психологии принято различать три вида чтения показаний индикатора: контрольное, качественное и количественное [3].

Контрольное чтение связано с восприятием, как правило, одного признака типа «да» — «нет» и может использовать различные признаки кодирования — яркость, цвет, форму, положение в пространстве.

Качественное чтение связано с установлением характера (качества) изменения параметра. В системах управления технологическим процессом его основной целью является получение ориентировочного представления о величине и динамике (тенденции и скорости) изменения параметра или процесса.

Количественное чтение оперирует числовыми значениями параметров.

Соответствующие формы предъявления данных называются контрольной, качественной и количественной.

Эффективное качественное чтение возможно только при аналоговой индикации. Максимальная скорость количественного чтения достигается при цифровой индикации.

Для надежной оценки показателей параметра режима рекомендуется совмещение всех трех форм индикации — количественной, качественной и контрольной.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Простейший пример совмещения качественной и количественной форм индикации — шкала измерительного прибора, на которой между двумя соседними оцифрованными делениями находится определенное число промежуточных делений.

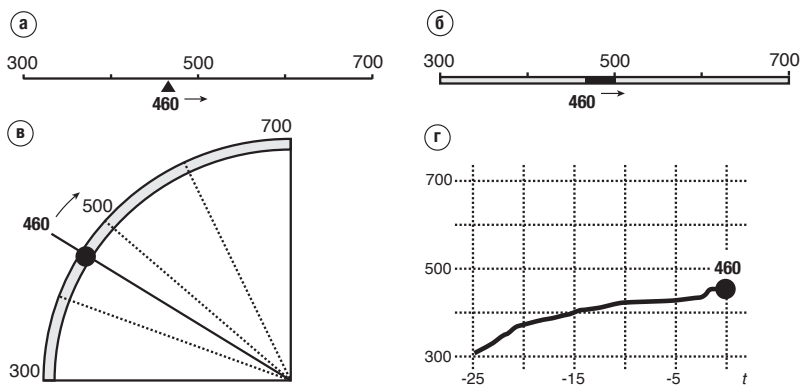
Эффективное качественное чтение может быть обеспечено с помощью достаточно разнообразных механизмов [14]:

- ▶ отображения указателя на условной качественной шкале;
- ▶ столбиковой индикации;
- ▶ отображения миниграфика.

Простейшие примеры совмещения качественной и количественной индикации приведены на рис. 1–3, где показаны примеры различных форм аналогового представления параметра в рабочем диапазоне шкалы: а) линейная шкала с отображением количественного указателя; б) линейная шкала с отображением качественного указателя; в) круговая шкала с отображением количественного состояния вектора; г) миниграфик — график текущей ретроспективы с заданной глубиной по времени.

В общем случае считается предпочтительным аналоговое отображение с пространственно организованными представительными форматами — актуально для технологических процессов с высокой динамикой изменения основных параметров режима.

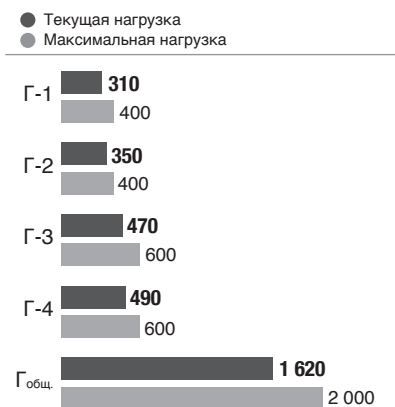
Рис. 1–3. Примеры различных форм аналогового представления параметра режима



Пример отображения технологически связанных параметров

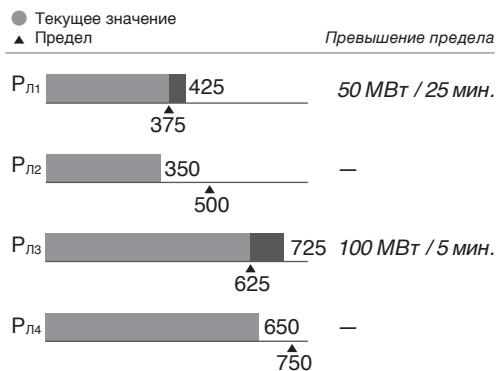
К простейшей форме отображения технологически связанных параметров можно отнести столбиковую индикацию.

Рис. 1–4. Пример столбиковой индикации



Распределение генерации с одновременным отображением информации о резерве по отдельным генераторам и по электростанции в целом

Рис. 1–5. Пример таблично-столбиковой индикации



Перетоки активной мощности по различным ЛЭП

1.3.3.5. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТОБРАЖЕНИЮ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВ

Как уже упоминалось, наиболее критичным с точки зрения представления информации и времени реакции оперативного персонала является деятельность по контролю надежности режима.

В деятельности по контролю надежности режима особое значение имеет возможность максимально быстрого формирования и поддержания общих представлений об особенностях и степени удовлетворительности текущей ситуации.

В обычной практике оперативно-диспетчерского управления персонал вынужден формировать общую картину ситуации на основе большого количества данных о состоянии оборудования и значениях параметров режима.

С учетом практической невозможности восприятия огромного количества отображаемой информации о текущем состоянии режима, возникают проблемы информационной перегрузки персонала, неожиданности возникновения и развития аварийных ситуаций, которые вполне можно было бы предотвратить или уменьшить риск их возникновения и развития.

Именно поэтому важно формирование и эффективное отображение интегральных (обобщенных) образов ситуации. После получения общей картины ситуации, персонал должен иметь возможность удобного доступа к необходимой детальной информации.

В интегральном образе ситуации должна быть представлена информация как характера ситуации в целом, так и состояние основных режимных компонентов с учетом их смысловых взаимосвязей.

Для уменьшения времени восприятия, при формировании интегрального образа необходимо ориентироваться прежде всего на отображение качественных характеристик ситуации и важнейших параметров режима.

Известно, что если возможности качественного чтения с линейной шкалы ограничиваются 5–9 состояниями, то при использовании символа геометрической фигуры, оператор может безошибочно идентифицировать до 16–20 состояний.

Из геометрических фигур для отображения интегрального образа ситуации рекомендуется использовать замкнутые символы правильной конфигурации, которые обеспечивают быстрое восприятие изменения конфигурации, площади символа и величины его компонентов. В этом смысле наилучшей фигурой считается окружность, несколько хуже — правильный многоугольник.

При формировании обобщенного образа ситуации в качестве опорного признака можно использовать не только окружность и правильный многоугольник, но и неправильные фигуры, с их отображением в фоне. Опорными могут быть образы нормальной, допустимой, предшествующей или аналогичной ситуации.

В состав фигуры, отражающей специфику текущей ситуации, могут также включаться основные компоненты ситуации с соответствующими идентификаторами.

По желанию пользователя должно быть обеспечено удобное изменение набора характеристик или параметров, участвующих в формировании символа – образа.

Интегральное представление информации может касаться как общей ситуации текущего режима, так и локальной ситуации, относящейся к отдельному региону или оборудованию.

Примеры отображения общей ситуации

К примерам интегральных символов-образов, которые могут быть использованы для отображения общей ситуации, относятся:

① Радиусно-векторная многопараметрическая индикация

Величины векторов показывают в относительном масштабе значения основных параметров режима и при нормальном состоянии режима формируют окружность (или правильный многоугольник).

Нарушение нормального состояния характеризуется изменением размера векторов и искажением окружности.

Состав изменившихся параметров и степень их изменения определяет различную форму искажения окружности, что определяет специфику соответствующей оперативной ситуации.

② Радиусно-секторная многопараметрическая индикация состояния

Это упрощенная форма индикации состояния, в которой набор секторов изменяемой длины к комплексному виде также отражает специфику ситуации, образуя в нормальном режиме правильный многоугольник.

③ ЛИНЕЙНО-СТОЛБИКОВАЯ ИНДИКАЦИЯ

Так называемая «линия спокойствия».

В нормальном состоянии режима это относительно ровная линия, каждый участок которой соответствует определенному важному параметру режима.

В «линии спокойствия» все элементы светятся ровным зеленым светом, образуя сплошную светящуюся линию.

При нарушении режима соответствующий элемент линии изменяет цвет, а в случае отклонения параметра показывается величина его отклонения, т.е. «линия спокойствия» как бы разрывается этим элементом, что обеспечивает улучшение восприятия возникшего нарушения.

④ МИМИЧЕСКИЙ ОБРАЗ

Иногда можно встретить рекомендации по формированию образа ситуации в виде мимики человеческого лица: улыбка — все в порядке, хмурость — опасность или наличие нарушения нормального режима, ужас — наступление аварийного режима.

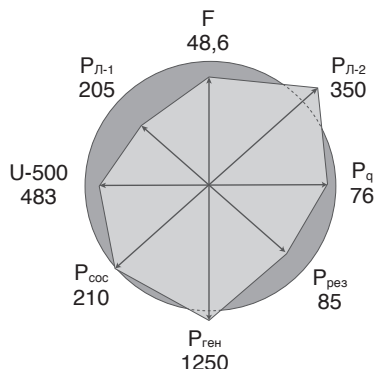
По нашему мнению, мимический образ отличает наиболее низкая эффективность — его использование обеспечивает лишь контрольную индикацию режима.

Эффективное привлечение внимания к существенным изменениям состояния образа ситуации возможно в результате одновременно выделения:

- ▶ актуального элемента интегрального образа;
- ▶ актуальных энергообъектов на схеме сети;
- ▶ актуальных параметров режима сети и оборудования.

На рис. 1–6 показан пример интегрального образа ситуации энергосистемы.

Рис. 1–6. Пример интегрального представления текущего режима электрической сети



Образ ситуации сформирован на базе основных параметров режима: частоты, суммарной генерации, данных собственного резерва по генерации, данных резерва генерации соседей, напряжения в контрольной точке сети, данных реактивной мощности генерации, перетоков активной мощности по двум важным ЛЭП.

При показателях параметров, соответствующих нормальному режиму, интегральный образ ситуации выглядит как окружность. При отклонении показателей от заданных диапазонов, возникают соответствующие изменения формы окружности, которые практически мгновенно опознаются персоналом.

Качественные данные основных параметров режима сопровождаются отображением количественных данных.

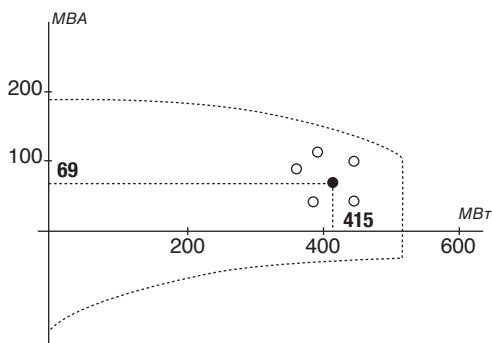
Пример отображения локальной ситуации

На рис. 1–7 дан пример интегрального представления локальной ситуации — данных активной и реактивной мощности генератора на фоне его диаграммы устойчивости.

На приведенном рисунке на фоне допустимых показателей активной и реактивной мощности генератора для различных режимов (диаграммы устойчивости) жирной точкой показано текущее качественное состояние активной и реактивной мощности генератора. Одновременно отображаются их количественные значения.

Кроме того, вокруг текущего состояния показаны точки характерных показаний активной и реактивной мощности для данного времени суток.

Рис. 1–7. Пример интегрального отображения локальной ситуации



1.3.3.6. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОРМАТА

Скорость восприятия информации в значительной мере зависит от принципов организации данных в формате.

Оптимальная организация информационного формата связана с необходимостью выполнения следующих требований:

- ▶ информационный кадр должен содержать только существенную информацию;
- ▶ отображаемые элементы должны быть организованы в смысловые группы и формы, облегчающие извлечение информации;
- ▶ для каждой информационной группы должна быть обеспечена возможность удобного доступа к детальной информации;
- ▶ необходимо строго обоснованное использование цвета с учетом существенности и характера информации;
- ▶ на всех средствах отображения должно быть строго фиксированное расположение информационных зон;
- ▶ организация и параметры расположения информации должны учитывать основные требования инженерной психологии.

Рассмотрим более детально некоторые вопросы организации информации в формате — расположение информации, смысловую и пространственную организацию формата, группирование информации в формате, организацию формата событий.

Расположение информации в формате

Продуманное расположение информации в формате значительно облегчает ее считывание. При этом должно быть обеспечено:

- ▶ максимальное отражение существующих взаимосвязей между отдельными информационными элементами или группами — подобия, различий, тенденции и т.п.;
- ▶ расположение групп по важности слева направо, сверху вниз — в соответствии с направлением считывания;
- ▶ группирование информации неоднородными совокупностями (в том числе по важности, по классам) для облегчения быстрого опознания группы и эффективного отслеживания актуальных изменений;
- ▶ предпочтение графическим методам представления информации относительно табличных.

Смысловая и пространственная организация формата

Требования совместимости и последовательности смысловой и пространственной организации формата включают:

- ▶ единые принципы формирования и размещения сообщений, заголовков, наименований, инструкций;
- ▶ идентичность расположения, структурной организации, вида и назначения элементов;
- ▶ неизменность и последовательность использования смысловых характеристик кодирования — цветов, символов и т.п.;
- ▶ использование общепринятых правил и показателей, например, учет географического расположения.

Группирование информации в формате

Требования к группированию информации включают:

- ▶ необходимость учета общих особенностей технологического процесса;
- ▶ необходимость учета уровня межгрупповых и внутригрупповых технологических взаимосвязей;
- ▶ последовательность размещения групп во времени, в пространстве;
- ▶ соответствие функционального порядка размещения информации ее целевой направленности;
- ▶ соответствие размещения групп и элементов их информационной значимости: наиболее важная или часто используемая информация — в начале или в верхней части формата или группы.

Организация списка событий

События (внеплановые отключения, нарушения, существенные неожиданные изменения) в списке должны следовать в порядке поступления во времени, при этом последняя по времени информация должна размещаться в первой строке и далее смещаться вниз по мере возникновения новых событий.

Наиболее важная информация обычно должна предусматривать индивидуальное квитирование, низкоприоритетная — групповое квитирование.

В каждой строке списка событий должны быть представлены: наименование нарушения и его описание, текущее положение (состояние) оборудования или параметра, время нарушения.

В ряде случаев имеет смысл формирование и отображение событий по категориям оборудования — ЛЭП, генераторы, трансформаторы и т.п. Некоторые из событий могут не требовать необходимости квитирования.

Следует также предусмотреть возможность движения списка вверх и вниз и исключения события из списка.

1.3.3.7. Активность предъявления данных

Основные правила привлечения внимания

Надежность контроля и управления технологическими процессами непосредственно связана с возможностью быстрого восприятия существенных изменений ситуации и отдельных наиболее важных ее компонентов, особенно в условиях быстрой динамики процесса.

Эффективное привлечение внимания к существенным изменениям оперативной ситуации может быть достигнуто при использовании следующих методов предъявления информации:

- ▶ иерархический принцип организации информации;
- ▶ отображение динамики изменения параметров и образов ситуаций;
- ▶ приоритетность предъявления данных, характерных для текущей ситуации;
- ▶ выделение событий и существенных изменений режима с использованием различных информационных признаков: мигания, изменения цвета, специальных сигналов и символов, изменения положения (формы) символа или геометрической фигуры и т.п.;
- ▶ дублирование приоритетной информации в составе различных информационных форматов;
- ▶ минимизация объема одновременно отображаемой информации.

Методы привлечения внимания к актуальной информации

Эффективное привлечение внимания к актуальной информации возможно при одновременном отображении факта, величины, направления и скорости ее изменения.

Отображение этих характеристик логично связано с аналоговой формой представления информации и качественной индикацией. При этом рекомендуется использование следующих признаков кодирования:

- ▶ для факта изменения — яркость и слабый короткий звуковой сигнал;
- ▶ для направления изменения — символ стрелки и яркость;
- ▶ для величины изменения — отображение текущей информации на фоне опорной;
- ▶ для скорости изменения — специальный символ и яркость — например, ровный или мигающий угловой символ (или стрелка под соответствующим углом к горизонтали).

Выделение текущей информации на фоне опорной возможно в форме совместного отображения фактического и заданного графика, фактической и типичной скорости изменения, фактического и нормального (эталонного) образа ситуации, мгновенного и усредненного значения, а также с использованием других аналогичных методов.

Приоритетность представления информации может быть обеспечена в результате комбинированного использования различных признаков кодирования, дополнительного отображения опорной информации, разделения предъявления по времени обобщенной и детальной, актуальной и фоновой информации.

Число используемых уровней приоритета в ответственных случаях не должно превышать 3–5, при этом необходимо учитывать соответствующие ограничения по каждому признаку кодирования.

1.3.3.8. ОГРАНИЧЕНИЕ ОБЪЕМА ОТОБРАЖАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

Экспериментальные данные указывают на существенные ограничения механизмов зрительного восприятия человека по объему перерабатываемой информации.

Очевидно стремление оператора к получению в первую очередь общего представления о состоянии текущей ситуации. Такого рода данные формируются на наиболее высоких уровнях восприятия информации, которые отличает стремление к предельно экономному расходованию ресурсов и невозможность обработки больших потоков детальной информации.

Оценивая эффективность предъявления оператору данных текущего режима, следует выделить необходимость первостепенного решения двух проблем:

- ▶ **уменьшения общего объема одновременно предъявляемой информации;**
- ▶ **повышения информативности предъявления данных.**

Последнее, как уже ранее указывалось, связано с реализацией различных методов и форм выделения существенной информации, формированием интегральных образов текущей ситуации, отражением качественных показателей динамики ситуации и основных ее параметров.

Решение же первой проблемы связано с выбором оптимальных методов сжатия данных, включающих:

- ▶ технологическое сжатие, которое включает:
 - иерархическое предъявление информации, при этом состав отображаемой в текущий момент информации жестко ограничивается особенностями текущего режима и деятельности пользователя,
 - широкое использование обобщенной системы представления информации, в частности, отображение обобщенного коммутационного состояния связей (ЛЭП) между узлами сети вместо отображения состояния отдельных коммутационных аппаратов ЛЭП,
 - привлечение внимания персонала к ситуационному экрану лишь при наличии существенных изменений состояния ситуации и важнейших параметров режима; при этом практически исключается традиционная необходимость регулярного сканирования оператором информационного поля отображения;
- ▶ качественное сжатие, когда информация отображается, в основном, в качественной форме — прежде всего для состояния и динамики основных параметров режима и ситуации в целом;
- ▶ статистическое сжатие, когда учитываются статистические характеристики параметров процесса и реализуются эффективные алгоритмы фильтрации.

В последнем случае, для уменьшения проблемы «дребезга» при отображении цифровых значений и качественных состояний параметра возможно применение относительно простых алгоритмов текущей адаптивной фильтрации.

Указанные алгоритмы могут быть основаны на использовании относительно простых моделей изменения случайной величины во времени, которые описываются с помощью математического аппарата классической теории информации и дискретных марковских процессов.

Комплексное использование перечисленных выше путей сжатия данных обеспечивает возможность сокращения количества предъявляемой информации по крайней мере на 1,5–2 порядка.

1.3.4. СРЕДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

К основным вопросам среды на рабочем месте относятся условия видимости элементов изображения, взаимное расположение персонала и средств отображения информации, организация освещения.

1.3.4.1. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЫСТРОГО ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Конструкция, размещение и состав средств представления информации должны обеспечивать быстрое восприятие информации с рабочих мест оперативного персонала.

При этом необходимо учитывать физиологические основы благоприятных условий видимости:

- ▶ ориентировочные параметры нормальной линии зрения человека:
 - для положения сидя — 15° ниже горизонтали, в состоянии усталости — 38° ,
 - для положения стоя с поднятой головой — 10° ниже горизонтали, в состоянии усталости — 30° ;
- ▶ размещение актуальной информации желательно ограничивать пространством, расположенным в диапазоне: по вертикали — -30° — $+20^\circ$, по горизонтали — -30° — $+30^\circ$;
- ▶ важно обеспечить значительный контраст актуальной информации и фона;
- ▶ необходимо исключить сочетание высококонтрастных поверхностей для снятия проблем адаптации глаз при переключении внимания с темного пространства на светлое и обратно;
- ▶ необходимо обоснованное использование цвета, а также учитывать значительно отличающуюся чувствительность глаз

ОГЛАВЛЕНИЕ

к различным цветам: высокая — для желто-зеленой части цветового спектра, ее снижение к красной и далее к голубой части спектра;

- ▶ успешное опознание информации возможно при наличии в поле зрения не более 5–10 одномерных изображений; для других изображений необходимо учитывать легкость опознания симметричных замкнутых конфигураций;
- ▶ успешное запоминание информации может быть обеспечено при ограничении темпа предъявления информации и использовании различных благоприятных психологических факторов.

1.3.4.2. Угловые величины элементов изображения и расстояние наблюдения

К важным параметрам видимости изображения относятся:

- ▶ допустимые условия видимости — в соответствии с данными инженерной психологии;
- ▶ рекомендуемые условия видимости — в соответствии с требованиями надежности восприятия и оптимального использования динамического поля отображения.

Минимальное значение разрешающей способности глаза составляет примерно $1'$ («'» — угловая минута). Практическое понимание этой величины дает приведенное в таблице 1–2 значение толщины линии (в мм), соответствующее $1'$ при различном расстоянии наблюдения (в м).

В таблице 1–3 приведены некоторые существенные характеристики наблюдения, учитывающие требования инженерной психологии и стандартов отображения к условиям видимости и обеспечению высокой надежности считывания информации.

ОГЛАВЛЕНИЕ

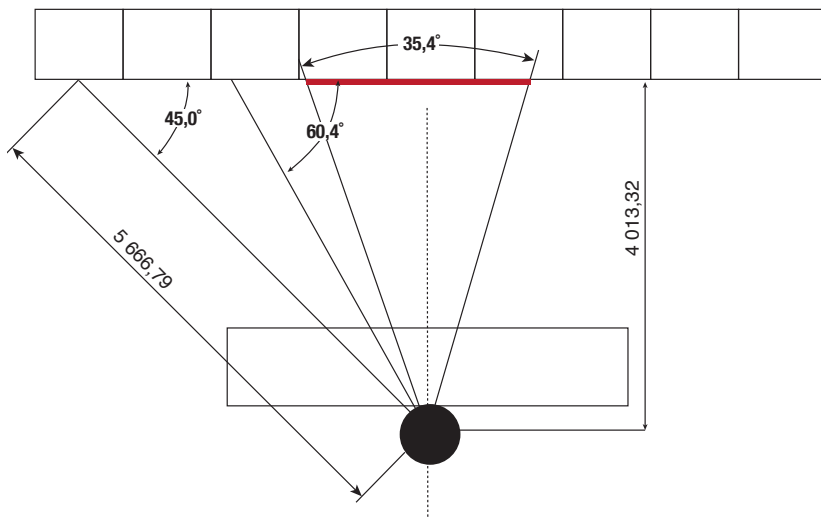
Таблица 1–2. Толщина линии в мм, соответствующая 1' при различном расстоянии наблюдения

Расстояние наблюдения (м)	Толщина линии (мм), соответствующая 1'
0,5	0,145
0,7	0,2
1	0,29
2	0,58
3	0,87
3,5	1,0176
4	1,163
5	1,453
6	1,744
7	2,035
8	2,325

Таблица 1–3. Некоторые существенные характеристики наблюдения

№ п/п	Наименование средства или показателя	Размер пикселя, мм	Типовое расстояние наблюдения, м	Оптимальные показатели
1.	Монитор диагональю 22" • разрешение 1600x1200	0,28	0,7	
2.	Видеокуб диагональю 67" • разрешение SXGA+ (1400x1050) • разрешение XGA (1024x768)	1,0 1,4	5–7	
3.	Толщина любой линии			1,5'–2'
4.	Простейший технологический символ			30'–40'
5.	Высота алфавитно-цифрового символа: • в большинстве случаев • при незнакомом тексте			15' 20'–22'
6.	Ширина поля ясного зрения (рис. 1–8)			до 36°
7.	Угол между линией зрения и поверхностью экрана (рис. 1–8): • рекомендуемый • допустимый			> 60° > 45°

Рис. 1–8. Угловые параметры восприятия информации, отображаемой на диспетчерском щите



1.3.4.3. РАСПОЛОЖЕНИЕ ПЕРСОНАЛА, ЭКРАНОВ РАБОЧИХ МЕСТ

Основные положения эргономики рабочего места включают следующие ориентировочные показатели:

высота дисплейного пульта	120 см
высота столешницы	66–71 см
высота ниши для колен	62 см
глубина ниши для колен	45 см
расстояние наблюдения экрана с диагональю 19–22"	70–75 см
угол установки экрана (при опасности возникновения бликов возможно уменьшение указанной величины)	15°

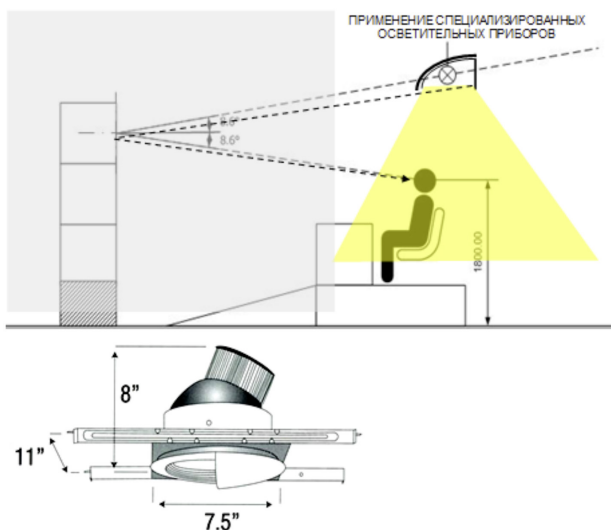
1.3.4.4. ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ОСВЕЩЕНИЯ

Важное значение для деятельности человека в системах управления имеет выполнение определенных требований к организации освещения в помещении:

- ▶ обеспечение равномерного рассеянного освещения помещения;
- ▶ использование в помещении рассеивающих, а не отражающих поверхностей;
- ▶ исключение ярких световых источников в пределах 60° центрального поля зрения;
- ▶ исключение ярких поверхностей в рабочем поле зрения;
- ▶ исключение одинаковых углов освещения и наблюдения по отношению к отражающим поверхностям.

На рис. 1–9 показаны примеры решения проблемы бликов и конструкции специального источника света [доклад Переверзева Б.Л. на презентации ЗАО «Полимедиа»].

Рис. 1–9. Пример использования специальных осветительных приборов



1.3.5. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

Данный материал не включает ряд традиционных организационных вопросов — отбор, обучение, тренировка персонала, организация смен. Эти вопросы детально рассмотрены в исследовании EPRI [2].

Наш опыт разработки и внедрения информационных проектов показал, что успешность результата внедрения в значительной мере связана с необходимостью учета организационных, профессиональных и «человеческих» особенности персонала:

- ▶ уровня инициативности и амбициозности руководящего персонала пункта управления и диспетчерской службы;
- ▶ уровня «продвинутости» диспетчерского персонала, его готовности к новым информационным решениям, к принятию определенных изменений информационного интерфейса, к непосредственному участию в работах по внедрению новой технологии и дальнейшему ее поддержанию в эксплуатации;
- ▶ возможности формирования активной группы технической поддержки внедрения, включающей специалистов широкого профиля, сочетающих знание и опыт в областях технологии управления, технических и программных средств, технологии передачи информации, инженерной психологии и эргономики.

1.4. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ РАССМОТРЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ

Понимание, использование и развитие положений, изложенных в главе 1 (Теоретические основы...) обеспечили практическую возможность разработки новой, ситуационной технологии отображения информации.

К основным особенностям разработанной ситуационной технологии визуализации (технологии SitVision) следует отнести:

- ① **Переход от информационно перегруженного поля отображения (диспетчерского щита, экранов рабочих мест) к резко ограниченным объемам одновременно отображаемой информации — в результате:**
 - использования иерархического принципа предъявления информации;
 - отображения лишь важнейших параметров оперативного режима;
 - использования различных форм обобщенного представления информации.
- ② **Переход от отображения отдельных параметров к комплексному представлению характеристик ситуации:**
 - отображению многопараметрических образов ситуации;
 - представлению в ограниченном пространстве информационно дополняемых экранных форм (мнемосхема, график, столбиковая диаграмма, образ ситуации) при ограничении информации в составе каждой формы.
- ③ **Переход от статичного представления параметрической информации к активному отражению динамики процесса — тенденции (направления и скорости) изменения.**

- ④ **Переход от традиционной технологии визуального («ручного») сканирования поля отображения к автоматическому привлечению внимания к новой существенной информации:**
- активное отображение событий — существенных коммутационных и параметрических изменений;
 - выделение актуальной области поля отображения.

②

ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИТУАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Рассмотрим в кратком изложении практические основы разработанной технологии визуализации (технология «SitVision»), включающей следующие разделы:

- ① Актуальность новой технологии отображения информации.
- ② Основные задачи и направления технологии SitVision.
- ③ Состав и участники работ — от разработки до внедрения SitVision.
- ④ Организационные вопросы разработки и внедрения.

Приведенный в данной главе материал включает лишь основные положения и дает общее представление о многообразии возможных решений при разработке конкретных проектов ситуационной визуализации.

Некоторые детали практических решений приведены в следующей главе (глава 3), которая включает разделы:

- ▶ Основные технологические решения информационных проектов.
- ▶ Основные правила отображения характеристик режима сети и оборудования.
- ▶ Логические правила отображения состояния сети и оборудования на различных уровнях иерархии.

Заключительная глава (глава 4 — Приложения) включает разделы:

- ▶ Параметры начертания символов для различных уровней иерархии.
- ▶ Вариант идентификации схем.
- ▶ Презентация ключевых положений технологии SitVision.
- ▶ Основные акценты и краткая презентация на английском (Basic accents and brief presentation in English).

Важно отметить, что определяющее значение для эффективности конечного результата имеет комплексность использования рассматриваемых положений.

2.1. АКТУАЛЬНОСТЬ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Анализ многочисленных аварий в электроэнергетике показал, что ключевым вопросом обеспечения надежности оперативно-диспетчерского управления является организация информационного обеспечения оперативно-диспетчерского персонала.

Информационное обеспечение оперативно-диспетчерского персонала включает четыре основных направления:

- ① Общая организация автоматизированной системы технологического управления (АСДУ, АСУ ТП).
- ② Организация оперативно-информационных комплексов (SCADA) и системы технологических задач.
- ③ Построение системы сбора и передачи информации.
- ④ Организация средств и технологии визуализации информации.

В течение нескольких последних десятилетий идет активное развитие первых трех направлений, а также технических средств визуализации.

Что касается технологии визуализации, то она сводилась, в основном, к совершенствованию человеко-машинного интерфейса рабочих мест.

В качестве основного средства отображения оперативной ситуации обычно использовался диспетчерский щит (мнемощит), в связи с возможностью размещения общей схемы сети и оборудования при относительно приемлемых условиях видимости.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Основная часть данных, отображаемых на традиционных мнемощитах, — это статическая информация начертания схемы сети и оборудования, находящихся в управлении/ведении оперативного-диспетчерского персонала данного пункта управления.

В последние 10–15 лет на многих диспетчерских пунктах появились динамические щиты. Однако, это не вызвало активного интереса к развитию технологии отображения информации: использование поля щита не претерпело существенных изменений, а на некоторых пунктах управления динамический щит пытались использовать в качестве еще одного экрана (коллективного пользования), с реализацией оконного интерфейса, зумма и т.п.

На динамическом щите часто сохраняется традиционная схема сети с состоянием коммутационных аппаратов и цифровыми индикаторами. С учетом меньших по сравнению с мнемощитом размеров динамического щита, при переносе традиционного изображения еще более обострилась проблема видимости и соответственно проблема скорости оценки общей картины ситуации.

Информативность визуализации является традиционной «ахиллесовой пятой» организации систем управления сложными технологическими процессами, требующими высокой мобильности реакций оперативного персонала. Это особенно актуально для пунктов управления в электроэнергетике и систем управления летательными аппаратами.

Прошло более 30 лет с момента публикации 6-томного системного исследования EPRI [2], посвященного проблеме «Человеческого фактора в системах управления», но проблема осталась примерно на том же уровне, несмотря на интенсивное развитие средств передачи информации, комплексов SCADA, средств вычислительной техники, высокотехнологичных динамических средств визуализации

ОГЛАВЛЕНИЕ

персонального и коллективного пользования, средств динамической графики и человеко-машинного интерфейса.

Из крупнейших зарубежных разработчиков SCADA-EMS (Siemens, ABB, Alstom, General Electric) только Alstom (ALSTOM Grid Inc.) в последние годы заявил о работах в направлении ситуационной визуализации (технология «e-terravision») [11]. Однако, в располагаемой нами информации мы не обнаружили новых принципиальных решений, основанных на глубоком понимании технологии оперативно-диспетчерского управления в напряженных режимах деятельности и основ «Человеческого фактора в системах управления».

В России активные работы в области ситуационной визуализации развернулись с 2000 г. Было разработано около 10 информационных проектов, 7 из которых были внедрены на пунктах оперативно-диспетчерского управления различных уровней: ОАО «СО ЕЭС» — 5 внедрений на уровне управления объединенных и региональных энергосистем, ОАО «Холдинг МРСК» — на пункте управления региональной сетевой компании (РСК), в Украине — на пункте управления крупной электросетевой компании Донецкого региона.

Разработка технологии ситуационной визуализации велась в рамках совместных работ Научно-исследовательского института электроэнергетики (ОАО «ВНИИЭ» — ОАО «НТЦ электроэнергетики») и ООО «Телекон». Программная реализация новой технологии и внедрение проводились совместно с разработчиками комплексов SCADA и персоналом объектов внедрения.

Основные внедрения были проведены на базе SCADA «ОИК СК» [8; 9], одно — на базе «Siemens Power CC», одно — на базе комплекса «Систел». Значительная часть решений была включена в состав типовой конфигурации комплекса «ОИК СК».

Ниже дается характеристика основных направлений разработанной технологии ситуационной визуализации, рассматриваются организационные проблемы ее внедрения и тиражирования.

Технология SitVision ориентирована прежде всего на ситуационное представление информации и на использование выделенного динамического пространства (ситуационного экрана) — это обычно динамический диспетчерский щит (видеостена). В качестве ситуационного экрана возможно также использование LCD-панелей и экранов рабочих мест.

В разработанных проектах основная часть ситуационного экрана отводится для отображения схемы и состояния режима сети и оборудования, меньшая — для отображения общих данных режима.

2.2. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ SITVISION

Основная задача, поставленная при разработке технологии SitVision, — мгновенная (практически — с одного взгляда) оценка оперативной ситуации.

Значительное повышение скорости оценки оперативной ситуации в технологии SitVision стало возможным в результате разработки ряда новых принципов отображения информации:

- ① **Автоматическое событийное регулирование в реальном времени состава и объема отображаемой информации:**
 - Иерархическое представление информации — по уровню обобщенности и существенности.
 - Приоритетное отображение динамики событий — существенных коммутационных и параметрических изменений.
 - Использование ситуационных образов, эффективных методов обобщенного представления.
- ② **Ускорение восприятия в результате выполнения известных инженерно-психологических и эргономических требований.**

Ниже дается краткое текстовое и иллюстративное описание указанных направлений.

2.2.1. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСТАВА И ОБЪЕМА ОТОБРАЖАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

2.2.1.1. ИЕРАРХИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

К основным элементам новизны технологии SitVision относится иерархическое представление информации, включающее в общем случае 4 уровня:

- ① **Сетевой уровень** — схема и состояние важнейших элементов сети с представлением энергообъектов в виде условных динамических символов.
- ② **Топологический уровень** — схема и состояние сети с представлением топологической схемы энергообъектов.
- ③ **Коммутационный уровень** — схема и состояние сети с представлением для узловых энергообъектов упрощенной схемы и состояния основного оборудования.
- ④ **Объектный уровень** — детальная коммутационная схема выбранного энергообъекта вне мнемосхемы сети.

Важной особенностью технологии SitVision является возможность динамических переходов между топологическим (2) и коммутационным (3) уровнем без потери наглядности отображения общей схемы сети.

Сетевой (1) уровень

Сетевой уровень широко используется в различных современных комплексах SCADA-EMS.

На рис. 2–1 на сетевом уровне представлен пример формата обобщенных данных режима сети основного уровня напряжения (500 кВ) объединенной энергосистемы, с отображением перетоков активной мощности в «сечениях».

Этот формат постоянно отображается в разделе видеостены, выделенном для общих данных режима — располагается на 6 правых кубах видеостены.

На рис. 2–1 левее видна часть схемы сети, находящейся в управлении/ведении диспетчерского пункта объединенной энергосистемы — располагается на 18 видеокубах.

Рис. 2–1. Пример сетевого (1) уровня отображения



Топологический (2) уровень

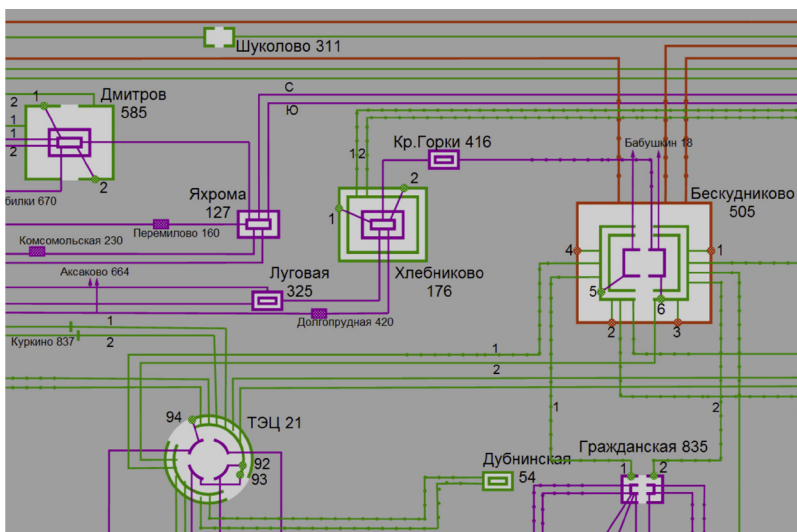
Основное назначение топологического уровня — отображение мнемосхемы сети, находящейся в управлении/ведении, с представлением топологической схемы энергообъектов.

На рис. 2–2 приведен пример изображения на топологическом (2) уровне фрагмента схемы сети региональной энергосистемы, где энергообъекты отображаются в форме концентрических символов.

Топология энергообъектов представлена в виде коммутационного состояния шин основных уровней напряжения и трансформаторных связей.

Для электростанций выбран символ круговой формы, для подстанций — прямоугольной формы. Такой выбор объясняется

Рис. 2–2. Пример отображения фрагмента схемы на топологическом (2) уровне





















ОГЛАВЛЕНИЕ

стремлением обеспечить экономию динамического пространства по вертикали — наиболее критичному для конфигурации видеостены, с учетом того что количество подстанций на мнемосхеме на порядок превышает количество электростанций.

На рис. 2–3 показан пример отображения топологического состояния энергообъекта в зависимости от коммутационного состояния систем шин (СШ) и трансформаторных связей.

Рис. 2–3. Пример отображения на топологическом (2) уровне состояний систем шин и трансформаторных связей

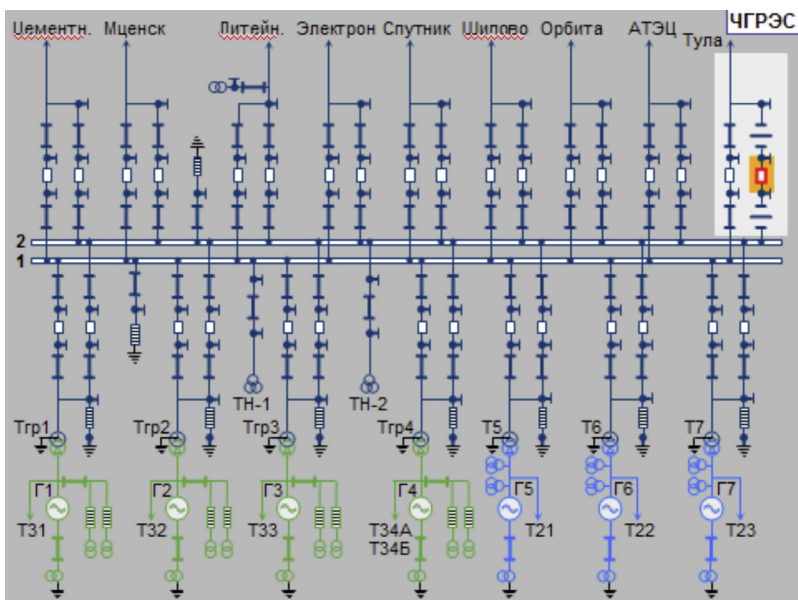
	Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте
Энерго объекты						
Состояние СШ						
Состояние АТ связи						

ОГЛАВЛЕНИЕ

При формировании схемы выбран предельно экономичный вариант представления коммутационных аппаратов.

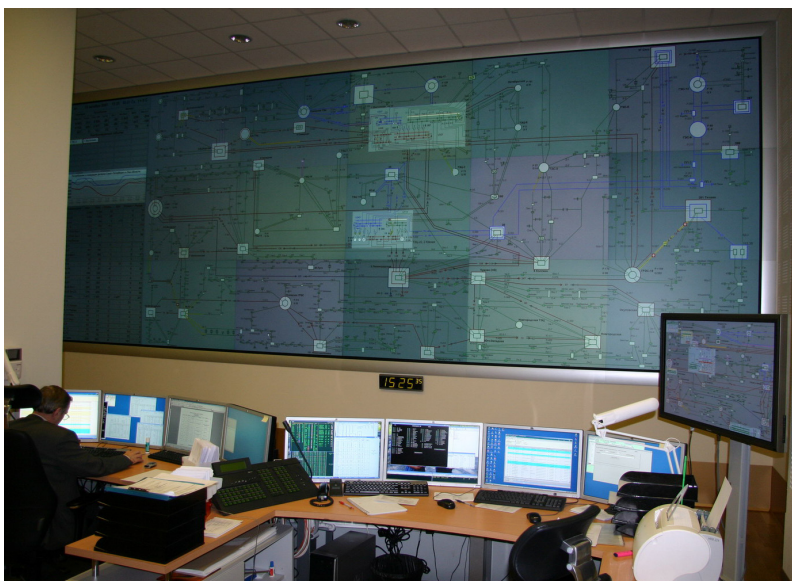
На схеме также показан вариант выделения присоединения, в котором изменилось состояние коммутационного аппарата, а также самого коммутационного аппарата.

Рис. 2–5. Пример объектного (4) уровня отображения



На рис. 2–6 показан пример отображения общей схемы сети на видеостене диспетчерского пункта региональной энергосистемы. На левом разделе видеостены (6 видеокубов из 18) представлены общие данные текущего режима.

Рис. 2–6. Схема сети энергосистемы на видеостене диспетчерского пункта



2.2.1.2. ОТОБРАЖЕНИЕ ДИНАМИКИ ТЕКУЩЕГО РЕЖИМА

Традиционно на средствах диспетчерского щита отображается состояние выключателей и цифровые значения параметров режима — мощности электростанций, перетоки активной мощности по основным связям, напряжения в контрольных точках сети.

Однако, традиционные средства и методы отображения информации не позволяют быстро оценить динамику оперативной ситуации. Поэтому важно рассмотреть новые формы отображения, которые бы позволили получить мгновенное представление как об изменениях отдельных характеристик текущего режима (состояния схемы сети и оборудования, основных параметров режима), так и об особенностях динамики ситуации в целом.

Отображение параметрической динамики

Разработанные подходы к представлению динамики параметров режима показаны на рис. 2–7, на котором показаны следующие символы:

- ▶ резкого изменения активной мощности электростанции в составе общей мнемосхемы сети;
- ▶ резкого изменения перетока активной мощности по ЛЭП — рядом с символом ее состояния — два варианта представления:
 - в верхней строке — качественный индикатор перетока, с отображением символа превышения допустимого значения;
 - в нижней строке — отображение динамики изменения перетока в форме миниграфика;
- ▶ резкого изменения генерации на электростанции и перетока активной мощности по отходящей ЛЭП — в составе образа ситуации;
- ▶ перегрузки трансформатора, с указанием относительной ее величины и допустимого времени — отображается рядом с символом соответствующего трансформатора.

Рис. 2–7. Пример отображения динамики основных параметров режима

	Текущ.	Измен.	Квит.
Мощность электростанции			
Переток активной мощности по ЛЭП			
Интегральный образ ситуации - основные показатели режима			
Нагрузка и допустимое время перегрузки трансформатора			

Отображение коммутационной динамики

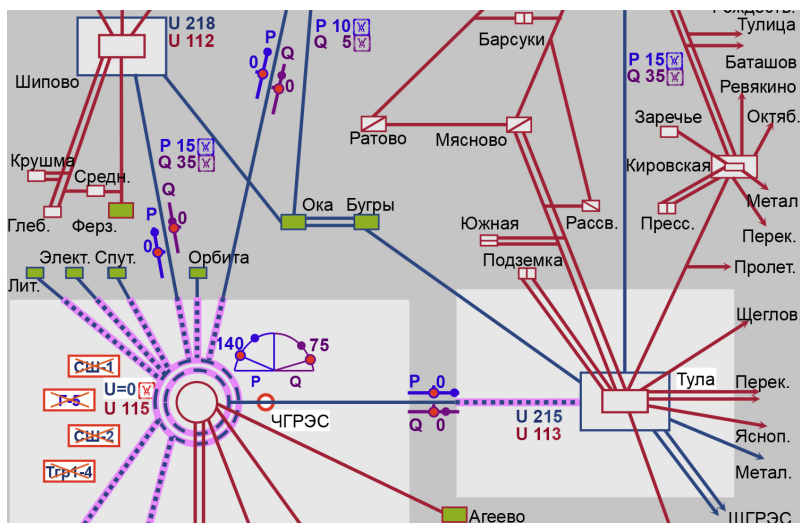
Пример отображения коммутационной динамики приведен на рис. 2–8.

На фрагменте общей схемы сети показаны данные, связанные с отключением ЛЭП при коротком замыкании на ней и отказе выключателя.

На приведенном фрагменте, наряду с информацией о коммутационных переключениях, показаны и ранее упомянутые параметрические форматы, актуальные для возникшего события.

Подробный перечень используемых в разработанной технологии форматов отображения, в том числе форматов и состояний ЛЭП, систем шин, плакатиков событий, приведен в [главе 3](#).

Рис. 2–8. Примеры отображения коммутационных и параметрических событий



ОГЛАВЛЕНИЕ

Возможны также другие способы эффективного отображения коммутационных событий, дающих важнейшую информацию о режиме сети и оборудования:

- ▶ выделение на схеме отделившегося участка сети;
- ▶ выделение на схеме топологически слабых связей — как межобъектных, так и внутриобъектных;
- ▶ отображение различного рода событий, связанных с разделением схемы энергообъекта — как между различными уровнями напряжения, так и в пределах одного уровня напряжения.

Изображение такого рода событий актуально в условиях резкого ограничения динамического пространства, в частности, для сетевого (1) уровня отображения, когда имеет значение реализация эффективных вариантов обобщенного отображения режима сети.

2.2.1.3. СИТУАЦИОННЫЕ ОБРАЗЫ, МЕТОДЫ ОБОБЩЕННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

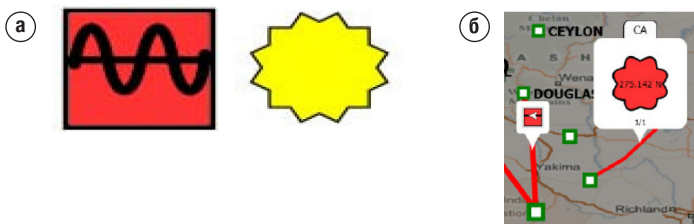
Ситуационные образы

В качестве одного из примеров ситуационного образа иногда упоминается изображение эмоционального состояния лица человека: все в порядке — улыбка, напряженная ситуация — хмурое выражение, авария — состояние «караул!».

Схожий, по нашим представлениям, подход используется и в технологии e-terravision — рис. 2–9 [11], где на формате «а»)» представлены символы колебания и возмущения и на формате «б»)» — потенциально возможное нарушение.

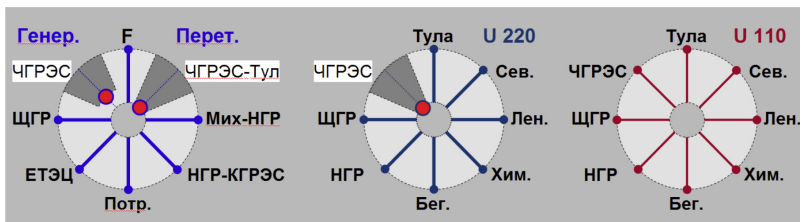
В отличие от приведенного примера, технология **SitVision ориентируется на использование параметрических образов ситуации**. На рис. 2–10 приведен пример параметрических образов ситуаций,

Рис. 2–9. Примеры использования ситуационных образов в технологии e-terrivation



используемых в проекте ситуационного экрана диспетчерского пункта региональной энергосистемы.

Рис. 2–10. Примеры параметрических образов ситуаций



① Образ режима по мощности — данные мощности основных электростанций энергосистемы, перетоков активной мощности по основным ЛЭП, данные потребления и частоты.

② Образ режима по напряжению 220 кВ — данные в контрольных пунктах сети 220 кВ.

③ Образ режима по напряжению 110 кВ — данные в контрольных пунктах сети 110 кВ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1-й образ основан на качественной индикации относительных значений параметров режима по мощности, 2-й и 3-й образы дают информацию о нарушениях предельных значений напряжений в контрольных пунктах: верхнего и нижнего аварийных пределов, верхнего и нижнего предупредительных пределов, снижения до предельно допустимого уровня, обесточения.

Параметрические образы в технологии SitVision формируются на базе качественных показателей режимно- или контекстно связанных важнейших параметров, динамики их изменения, данных нарушения нормального режима, в частности:

- ▶ частоты в контрольных пунктах сети, с контролем:
 - резкого изменения;
 - выхода за границы различных пределов;
 - качества по частоте;
- ▶ напряжения в контрольных пунктах сети, с контролем:
 - резкого изменения;
 - выхода за границы различных пределов;
 - длительности нарушения нормального режима;
- ▶ данных активной мощности по нагрузке и генерации, с контролем:
 - по сечениям — выхода за установленные пределы;
 - по перетокам активной мощности на системообразующих ЛЭП — резкого изменения;
 - по генерации основных электростанций — резкого снижения;
 - по основным трансформаторам связи — величине и длительности перегрузки;
 - по системообразующим ЛЭП — превышения предела по току;
 - по регионам — определения дефицитных частей в случае отключения.

Параметрические образы располагаются в разделе ситуационного экрана, отведенного для общих данных текущего режима.

Обобщенное представление информации

Обобщенное представление информации в технологии SitVision включает не только иерархическое представление информации о схеме сети, но и обобщенное представление информации о коммутационном состоянии сети и оборудования.

Обобщенные коммутационные состояния сети и оборудования интегрально учитывают состояние отдельных коммутационных аппаратов (выключателей, разъединителей, заземляющих ножей), а также наличие или отсутствие напряжения.

В основе набора обобщенных коммутационных состояний сети и оборудования лежат реальные диспетчерские понятия:

- ▶ включено («Вкл.»); для ЛЭП и СШ также отображается состояние «Включено, но обесточено» («Вкл.-Нет U»); на приведенных рисунках показано состояние после квитирования;
- ▶ включилось («Вкл-лось») — с миганием подложки и/или символа;
- ▶ отключено («Откл.»); на приведенных рисунках показано состояние после квитирования;
- ▶ отключилось («Откл-лось») — с миганием подложки и/или символа;
- ▶ разобрано («Разобр.»);
- ▶ в ремонте («В ремонте»); при этом для ЛЭП отображаются также варианты связанных технологических состояний: Заземлено, Заземлено с учетом наведенного напряжения, Заземлено и допущены бригады, Заземлено с учетом наведенного напряжения и допущены бригады, Охранное напряжение (Oxp.U).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Рис. 2–11. Пример отображения состояний ЛЭП

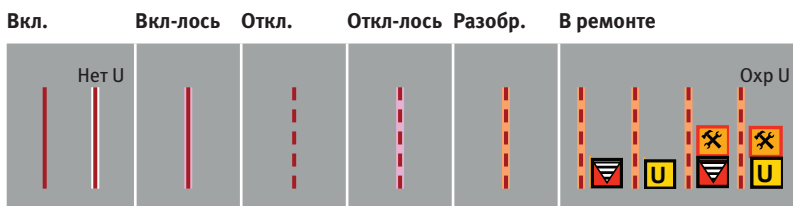
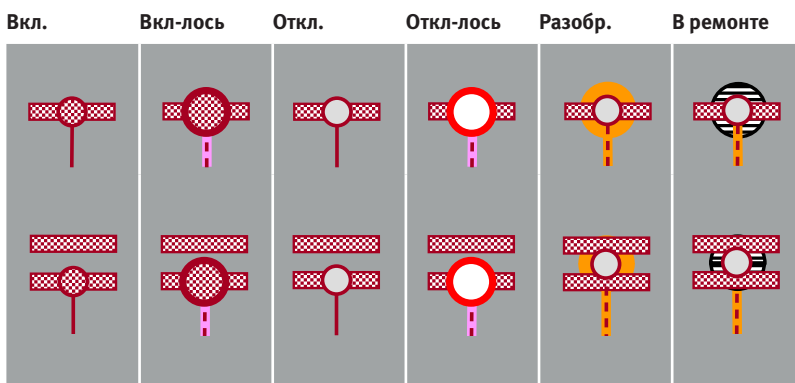


Рис. 2–12. Пример отображения состояний эквивалентного коммутационного аппарата



На рис. 2–11 показан пример отображения состояний ЛЭП, а на рис. 2–12 — состояний так называемого эквивалентного коммутационного аппарата (ЭКА), дающего обобщенное представление о состоянии присоединения ЛЭП или оборудования к системам шин — актуально для коммутационного (3) уровня представления.

Подробное описание набора коммутационных и параметрических состояний приведено в [главе 3](#).

Логическая организация таких обобщенных состояний легко позволяет реализовать «обратную» логику и соответственно групповое (одновременное) «ручное» задание в базе данных с общей мнемосхемы

сети состояний коммутационных аппаратов присоединения. Это актуально, прежде всего, для разъединителей и заземляющих ножей, с учетом существующей в России проблемы телемеханизации а также при нарушении автоматического поступления информации о состоянии коммутационных аппаратов.

2.2.2. УСКОРЕНИЕ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Учет известных положений инженерной психологии и эргономики, существующих международных стандартов отображения, при грамотном их использовании, обеспечивает значительное ускорение восприятия информации.

Ниже дана краткая характеристика некоторых возможностей ускорения восприятия информации.

2.2.2.1. ПРИВЯЗКА ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ РЕЖИМА К МНЕМОСХЕМЕ СЕТИ

Для повышения скорости общего понимания особенностей ситуации важна максимально возможная привязка характерных параметров текущего режима к мнемосхеме сети.

Это не исключает использование дополнительных возможностей ускорения оценки ситуации при отображении различного рода форматов вне мнемосхемы сети — в разделе общих данных режима: обобщенных сигналов событий, интегральных образов ситуации, информативных табличных форматов и т.п.

2.2.2.2. ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

В отличие от традиционного представления коммутационного состояния сети и оборудования в виде «точечных» символов (состояния выключателя), использование распределенных символов состояния линий (рис. 2–11) и символов состояния связей оборудования с системами шин (рис. 2–12) позволяет быстро опознать возникшие изменения, сформировать понимание о составе объектов, затронутых нарушением.

Представленный на рис. 2–8 фрагмент сети иллюстрирует возможность мгновенного опознания отключившихся ЛЭП и проблемных энергообъектов.

2.2.2.3. ИСКЛЮЧЕНИЕ ОКОННОГО ИНТЕРФЕЙСА НА СИТУАЦИОННОМ ЭКРАНЕ

Для основного поля отображения ситуационного экрана с информацией о схеме и состоянии сети и оборудования, считается невозможным использование традиционного оконного интерфейса. Это связано с недопустимостью перекрытия новым информационным окном любого фрагмента информации о состоянии текущего режима.

В технологии SitVision широко используется слоиное отображение информации — переход изображения энергообъекта от топологического (2) к коммутационному (3) уровню происходит в результате «развертывания» его упрощенной схемы. При этом исключается нарушение связности сети — для соответствующего энергообъекта на схеме сети резервируется необходимое динамическое пространство.

Чаще всего количество энергообъектов, для которых актуально отображение упрощенных схем, не превышает 20 % от общего

числа энергообъектов, отображаемых на мнемосхеме сети. Это, как правило, важнейшие узловые энергообъекты сети с несколькими уровнями напряжения. При необходимости количество таких энергообъектов может быть увеличено в результате дополнительных методов оптимизации изображения.

2.2.2.4. ОПОЗНАНИЕ НОВЫХ И КВИТИРОВАННЫХ СОБЫТИЙ

Для адекватной оценки изменений ситуации необходимо четкое различие событий: новых, не квитированных, квитированных.

При разработке информационного проекта формируется определенная система приоритетов, которая позволяет мгновенно отличить новые события (наступившие в течение последних 10–30 с.) от ранее возникших событий, которые были квитированы или по тем или иным причинам не были квитированы персоналом.

Кроме того, по признаку квитирования организуются две группы событий — требующие ручного квитирования и квитлируемые автоматически.

2.2.2.5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦВЕТА, ЯРКОСТИ, ФОНА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Скорость восприятия данных о текущей ситуации в значительной мере зависит от обоснованности использования цвета, яркости и фона изображения.

В технологии SitVision исключено выделение цветом пространства изображения. Основными считаются методы выделения с помощью цветных окантовок, толщины линий, линейных подложек и т.п.

Количество одновременно используемых в одном формате цветов ограничивается 5–6.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Использование яркости ограничивается 3 градациями — для четкого различения и быстрого восприятия возникающих изменений.

При выборе фона изображения учитывается, что скорость и надежность восприятия информации максимальна при отображении темного изображения на светлом фоне. Поэтому в качестве основного используется средне-серый фон, как компромиссный вариант, позволяющий обеспечить высокий уровень надежности считывания информации и исключить «давление» на глаза большого светового пространства. Уровень яркости средне-серого фона в ночное время может уменьшаться по желанию персонала.

2.2.2.6. Информационная избыточность представления событий

Надежность восприятия информации о существенных изменениях ситуации может быть значительно увеличена при использовании различных методов информационной избыточности представления приоритетных событий.

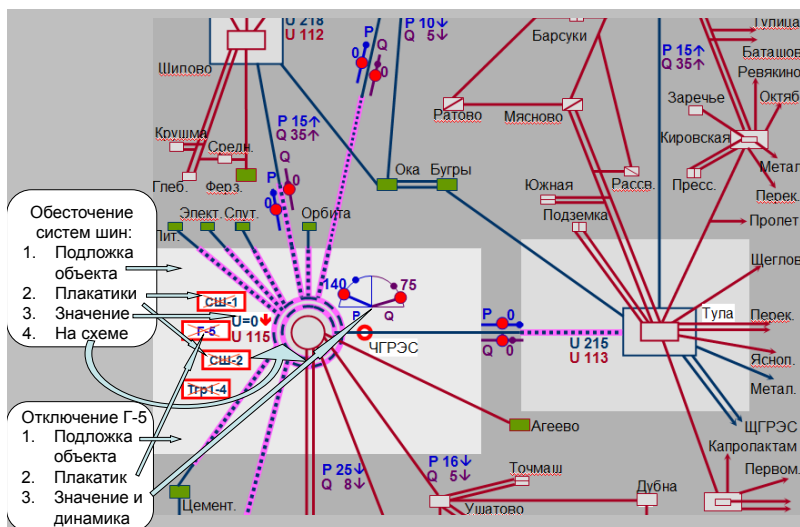
К таким методам можно отнести одновременное использование для важнейших событий нескольких признаков кодирования (выделения), а также одновременное отображение информации в различных точках пространства ситуационного экрана. При этом используется несколько понятийных характеристик и различная степень обобщения.

К примеру использования информационной избыточности можно отнести события, изображенные на рис. 2–8 (фрагмент упомянутого рисунка представлен на рис. 2–13):

- ▶ обесточение систем шин 1СШ и 2СШ сопровождается одновременным появлением на схеме энергообъекта:
 - пунктирной линии символов СШ;
 - подложки символов СШ;
 - плакатиков событий с наименованием «СШ-1» и «СШ-2»;
 - символа снижения напряжения;

ОГЛАВЛЕНИЕ

Рис. 2–13. Иллюстрация информационной избыточности для обеспечения надежности восприятия



- ▶ отключение генератора Г-5 сопровождается одновременным появлением:
 - плакатика события с наименованием «Г-5»;
 - символа комбинированного представления активной и реактивной мощности электростанции с индикацией текущих значений и уровня их снижения.

Одновременно вся область энергообъекта выделяется светлой подложкой и в разделе общих данных появляется плакатик события с кратким наименованием энергообъекта.

2.2.2.7. Условия расположения и видимости

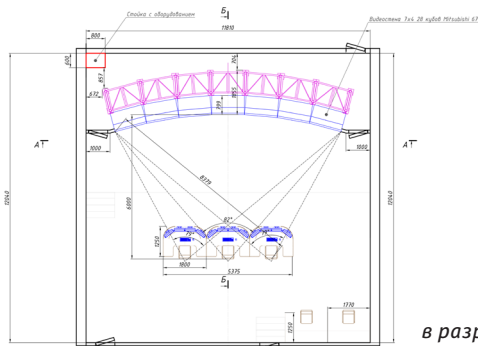
К условиям расположения и видимости относятся:

- ▶ выполнение требований к параметрам взаимного расположения видеостены и рабочих мест;
- ▶ выполнение требований к размерам символов мнемосхемы, промежутков между ними, углам наблюдения и другим параметрам видимости.

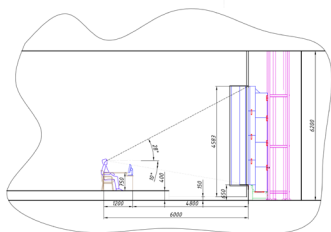
Пример эскиза расположения видеостены и рабочих мест для одного из пунктов управления Московского региона, приведен на рис. 2–14 (ЗАО «Полимедиа», г. Москва).

Рекомендуемые размеры линий и символов мнемосхемы, промежутков между ними, допустимые углы наблюдения и другие существенные параметры приведены в [главе 3](#).

Рис. 2–14. Пример эскиза расположения рабочих мест и видеостены



в разрезе по линии «Б»



вид сверху

2.3. СОСТАВ И УЧАСТНИКИ РАБОТ — ОТ РАЗРАБОТКИ ДО ВНЕДРЕНИЯ

Весь комплекс работ по разработке и внедрению ситуационной технологии визуализации можно разделить на три этапа:

- ▶ **Этап 1.** Разработка собственно технологии SitVision.
- ▶ **Этап 2.** Разработка информационного проекта для конкретного пункта управления.
- ▶ **Этап 3.** Программная реализация и ввод в эксплуатацию.

Выполнение комплекса работ включает следующий состав участников:

- ▶ Разработчик технологии SitVision.
- ▶ Разработчик (поставщик) комплекса SCADA.
- ▶ Персонал объекта внедрения.

Очевидно, что этап 1 выполнялся разработчиком технологии SitVision при консультативном участии по ряду вопросов профессионально и интеллектуально продвинутых активных представителей оперативно-диспетчерского персонала.

Работы по этапам 2 и 3 выполнялись при следующем примерном соотношении упомянутых выше трех групп участников: для этапа 2 — 60 %, 30 % и 10 %, для этапа 3 — 20 %, 50 % и 30 %.

В будущем, при наличии группы подготовленных квалифицированных специалистов-системщиков участие разработчика технологии SitVision в работах по этапам 2 и 3 может быть сведено к консультативной роли.

2.3.1. ЭТАП 1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ SITVISION

Общая блок-схема состава работ по разработке технологии SitVision представлена на рис. 2–15.

Как было показано в предыдущих разделах, в основе разработки технологии SitVision лежат комплексные исследования по анализу и оптимальному согласованию пяти сред, непосредственно связанных с оперативно-диспетчерским управлением:

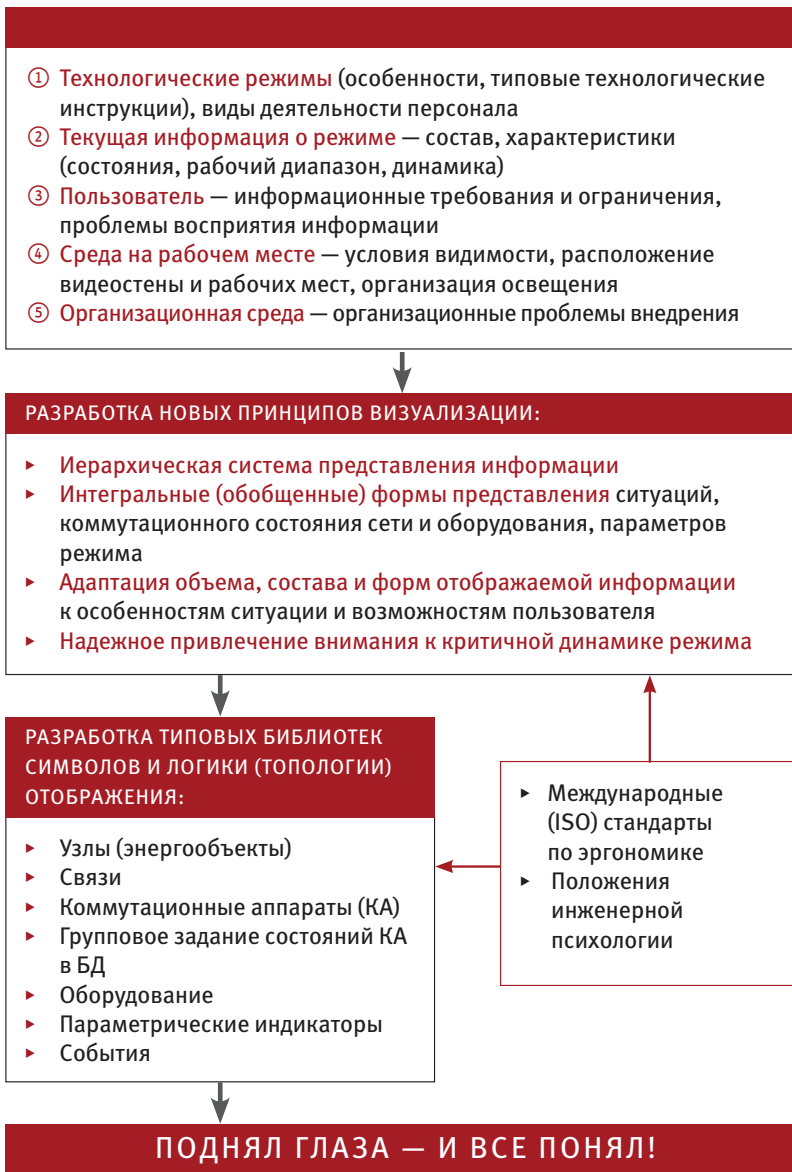
- ▶ Технологические режимы, виды деятельности персонала — особенности, типовые технологические инструкции.
- ▶ Текущая информация о режиме — состав и характеристика (состояния, рабочий диапазон, динамика).
- ▶ Пользователь — информационные ограничения, проблемы и требования к восприятию информации.
- ▶ Среда на рабочем месте — расположение видеостены и рабочих мест, организация освещения.
- ▶ Организационная среда — организационные проблемы внедрения.

Некоторые существенные замечания по организационным проблемам внедрения изложены в следующем разделе данной главы.

На основе полученных результатов по анализу пяти сред управления, при творческом анализе международных (ISO) стандартов и положений инженерной психологии, были разработаны основные направления новой технологии отображения информации и новые принципы визуализации:

- ▶ Иерархическая система представления информации.
- ▶ Интегральные (обобщенные) формы представления ситуаций, коммутационного состояния сети и оборудования, параметров режима.
- ▶ Адаптация объема, состава и форм отображаемой информации к особенностям ситуации и возможностям пользователя.
- ▶ Надежное привлечение внимания к критичной информации.

Рис. 2–15. Блок-схема работ по разработке технологии SitVision



ОГЛАВЛЕНИЕ

Материал, касающийся некоторых практических решений по перечисленному спектру вопросов, приведен в следующей главе ([глава 3](#)).

Разработанные положения новой технологии отображения информации легли в основу разработки инструментального аппарата логики поведения элементов и символов состояния сети и оборудования, параметрических индикаторов состояния режима, символов событий.

К основным направлениям разработанного инструментального аппарата можно отнести:

- ▶ Формирование структуры иерархического отображения информации.
- ▶ Формирование библиотек и логических алгоритмов поведения типовых коммутационных элементов схемы сети:
 - узлов на сетевом (1), топологическом (2) и коммутационном (3) уровнях представления;
 - связей на сетевом (1), топологическом (2) и коммутационном (3) уровнях;
 - команд группового управления состоянием коммутационных аппаратов (КА) в базе данных.
- ▶ Формирование библиотек объектных событий различных уровней представления информации для раздела мнемосхемы сети и раздела общих данных режима.
- ▶ Формирование библиотек символов типовых параметрических элементов схемы сети:
 - параметров режима сети и оборудования — с выбором эффективных форм качественной, контрольной и количественной индикации;
 - интегральных образов ситуации — выбор формы символов и состава компонентов.
- ▶ Разработка алгоритмов фильтрации параметров режима, контроля допустимых уровней перегрузки АТ связи.

Краткая информация по некоторым разделам упомянутого инструментального аппарата представлена в [главе 3](#).

В результате внедрения новых информационных решений была достигнута глобальная цель разработки технологии ситуационной визуализации — обеспечение эффекта «Поднял глаза — и все понял!».

Именно эта фраза прозвучала со стороны оперативно-диспетчерского персонала Ленинградского РДУ (регионального диспетчерского управления) в процессе ликвидации возникшей аварийной ситуации.

2.3.2. ЭТАП 2. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЕКТА

При том что на активный этап работ по исследованиям и разработке технологии SitVision ушло около 10 лет, ее реализация и внедрение на объектах также потребовали значительных временных, интеллектуальных и организационных ресурсов.

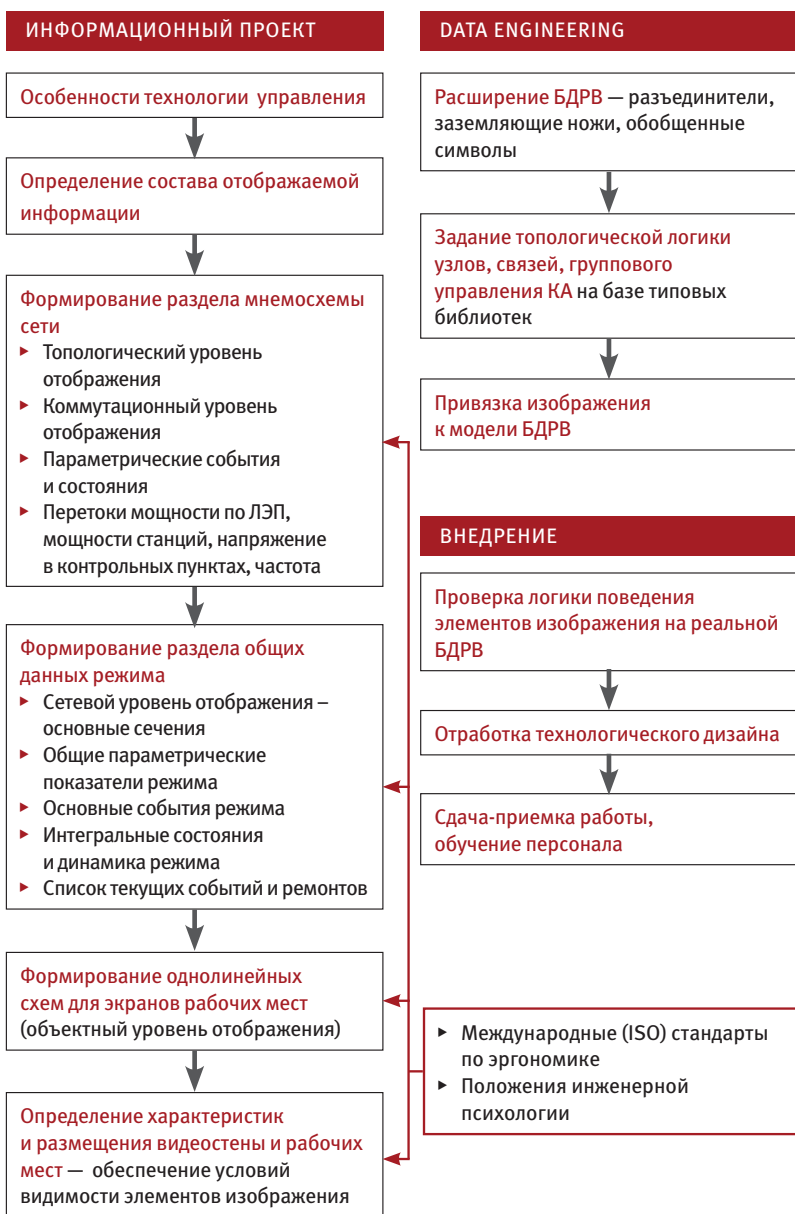
На рис. 2–16 представлена блок-схема следующих этапов работ — разработки информационного проекта (этап 2) и внедрения (этап 3).

Формирование информационного проекта в свою очередь включает два этапа:

- ▶ **предпроектное обследование** с эскизным рассмотрением изложенных выше вопросов, по результатам которого определяются соответствующие спецификации (характеристики), а также размещение видеостены и рабочих мест;
- ▶ **рабочее проектирование**, в процессе которого проводится детальная проработка всех элементов информационного проекта.

При выполнении как эскизного так и рабочего проекта предполагается активное участие персонала объекта внедрения — дежурного и руководящего персонала диспетчерской службы, персонала службы режимов, административного персонала.

Рис. 2–16. Блок-схема работ по разработке и внедрению информационного проекта



Информационный проект включает несколько блоков работ, достаточно емких по затратам времени на их выполнение:

① РАССМОТРЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ РЕЖИМА СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДАННОГО ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ:

- ▶ характеристик напряженных режимов, нарушений и аварий за последние 2–3 года;
- ▶ состава «слабых» связей по ЛЭП, (Авто)трансформаторам (АТ и Т);
- ▶ других существенных режимных ограничений;
- ▶ положений диспетчерских инструкций, в том числе инструкции по переключениям.

② ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТОБРАЖЕНИЯ МНМОСХЕМЫ СЕТИ:

- ▶ состава отображаемой мнемосхемы сети;
- ▶ состава отображаемых состояний ЛЭП;
- ▶ состава диспетчерских пометок;
- ▶ принципов отображения информационных признаков.

③ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА АКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОПЕРАЦИОННОЙ ЗОНЫ ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ.

Основной критерий актуальности — оборудование находится в управлении/ведении дежурного персонала, либо режим оборудования влияет на режим сети, находящейся в управлении/ведении.

К основным системообразующим элементам отображаемой схемы сети относятся ЛЭП и узлы сети (энергообъекты):

- ▶ актуальное оборудование — коммутационные состояния, информация о переключениях;

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ▶ актуальные параметры — состояние и динамика:
 - активные мощности электростанций;
 - перетоки активной мощности по ЛЭП и сечениям;
 - напряжения в контрольных пунктах;
 - перегрузка ЛЭП;
 - перегрузка АТ связи, Т нагрузки;
 - контроль допустимого времени перегрузки АТ и Т;
 - некоторые другие данные.

④ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТОБРАЖАЕМОГО СОСТАВА ДАННЫХ УЗЛА (ЭНЕРГООБЪЕКТА) НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИЕРАРХИИ:

- ▶ на сетевом (1) уровне (в разделе общих данных режима) — элементов обобщенной схемы сети, включающей важнейшие данные режима, с использованием при необходимости механизма эквивалентирования:
 - состава узлов и принципов отображения событий о разделении схемы узла на каждом уровне напряжения и между уровнями напряжения,
 - состава событий, отображаемых около символов узлов,
 - состава событий по напряжению;
- ▶ на топологическом (2) уровне:
 - состава информации о топологии узла,
 - принципов отображения информации о динамике топологии узла (выделения новой конфигурации узла, выделения подложки узла),
 - состава событий, отображаемых около символов узлов;
- ▶ на коммутационном (3) уровне:
 - состава информации о коммутационной схеме узла,
 - принципов формирования наименований оборудования узла,
 - состава данных о состоянии оборудования узла и коммутационной динамике,
 - состава данных о режиме оборудования узла,
 - состава объектных событий узла.

⑤ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ИНФОРМАЦИИ И ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ В РАЗДЕЛЕ ОБЩИХ ДАННЫХ РЕЖИМА:

- ▶ основных показателей режима;
- ▶ данных контроля частоты сети в представительной точке мнемосхемы;
- ▶ состава и форматов событий — объектных, перегрузки ЛЭП, перегрузки АТ связи, перегрузки Т нагрузки;
- ▶ интегральных форматов и образов ситуаций:
 - режим слабых связей — в схемном (сетевой уровень) или другом виде,
 - параметрические образы режима по основным (критичным) перетокам активной мощности,
 - параметрические образы режима по напряжениям в контрольных пунктах;
- ▶ состава параметрических показателей режима (табличная форма) — по регионам, по сечениям, по ЛЭП и т.п., с результатами контроля предельных значений;
- ▶ списка последних важнейших событий, графиков актуальных параметров (например, электроснабжения ответственных потребителей, с учетом качества электроэнергии).

ОГЛАВЛЕНИЕ

⑥ Оценка возможностей отображения актуальной информации с учетом площади динамического пространства, размещения видеостены и рабочих мест, положений эргономики, инженерной психологии и стандартов отображения:

- ▶ оценка возможностей размещения (в настоящее время и в перспективе) актуальной информации на различных уровнях информационной иерархии;
- ▶ разработка требований по расширению библиотек визуализации мнемосхемы сети и отображению соответствующих элементов с целью повышения эффективности использования динамического пространства.

⑦ Формирование эскиза изображения для ситуационного экрана (видеостены):

- ▶ раздела мнемосхемы сети, с отображением информации о режиме сети и оборудовании, находящихся в управлении/ведении на топологическом (2) и коммутационном (3) уровнях;
- ▶ раздела общих данных режима, включающего различные информационные зоны.

За этапом информационного проектирования следует программная реализация информационного проекта, включая Data Engineering.

Программная реализация и Data Engineering включают следующие направления.

- ① Расширение (в необходимом объеме) библиотек визуализации мнемосхемы сети и разработка соответствующих элементов.
- ② Формирование рабочего варианта мнемосхемы сети — топологический (2) и коммутационный (3) информационные

ОГЛАВЛЕНИЕ

- уровни — с коммутационными и параметрическими данными о состоянии и режиме сети и оборудования.
- ③ Формирование рабочего варианта раздела общих данных режима с зонами общих сигналов событий, сетевого (1) уровня представления мнемосхемы сети или ее участков, интегральными образами ситуаций, табличным форматом основных данных по регионам и другой необходимой информацией, с учетом особенностей режимов, деятельности персонала и обеспечения условий видимости.
 - ④ Разработка программных решений по реализации и коррекции алгоритмов фильтрации данных, контроля допустимых уровней перегрузки АТ связи.
 - ⑤ Программное формирование изображения элементов и логики их поведения:
 - раздел мнемосхемы и раздел общих данных режима;
 - состав и описание библиотек компонентов мнемосхемы:
 - библиотека узлов и их элементов на сетевом (1) уровне,
 - библиотека узлов и их элементов на топологическом (2) уровне,
 - библиотека узлов и их элементов на коммутационном (3) уровне,
 - библиотека соединений — сетевой (1), топологический (2) и коммутационный (3) уровни,
 - библиотека команд группового управления состоянием КА в базе данных реального времени (БДРВ),
 - библиотека объектных событий,
 - библиотека событий раздела общих данных режима.
 - ⑥ Оптимизация изображения мнемосхемы сети.

2.3.3. ЭТАП 3. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Этап ввода в эксплуатацию включает:

- ① Консультации эксплуатационного персонала по привязке изображения к базе данных.
- ② Обучение персонала диспетчерских подразделений эффективному использованию технологии ситуационной визуализации.
- ③ Проверку логики поведения элементов изображения.
- ④ Проверку функции группового управления.
- ⑤ Отработку технологического дизайна.
- ⑥ Подготовку и передачу эксплуатационной документации, пользовательских диспетчерских инструкций.

2.4. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ

2.4.1. УСПЕШНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОТДЕЛЬНЫХ ЭТАПОВ РАБОТ

Появление новой ситуационной технологии визуализации на пунктах оперативно-диспетчерского управления было связано с выполнением трех этапов работ:

- ▶ разработка основ и алгоритмов задач новой технологии;
- ▶ формирование для конкретных пунктов оперативно-диспетчерского управления 10 информационных проектов различного уровня проработки — эскизных, функционально ограниченных и рабочих, и программная реализация 7 рабочих проектов;
- ▶ внедрение 7 рабочих проектов.

Десятилетний опыт разработки и внедрения информационных проектов показали, что для получения эффективного результата необходимо сочетание трех различных факторов:

- ▶ системного опыта работы и знаний у разработчиков проекта;
- ▶ понимания эффективности новых решений и готовности к внедрению у разработчиков комплексов SCADA;
- ▶ готовности персонала объекта внедрения к реализации новых решений.

Ниже дана иллюстрация шансов получения успешного результата на всех трех этапах работ – этапе разработки новой технологии, этапе разработки и программной реализации информационных проектов, этапе внедрения на пунктах оперативно-диспетчерского управления.

ОГЛАВЛЕНИЕ

В иллюстрациях использованы условные круговые символы представления различных понятийных множеств: опыт, знания, интеллектуальные и организационные возможности, успешность выполнения работ.

ЭТАП РАЗРАБОТКИ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Успешный результат разработки технологии SitVision и достижение поставленной цели стали возможны благодаря сочетанию у разработчиков опыта и знаний в трех ключевых для данной разработки направлениях (рис. 2–17):

- ▶ опыта оперативно-диспетчерского управления;
- ▶ опыта разработки информационных комплексов SCADA;
- ▶ базы знаний в области инженерной психологии и эргономики.

Следует еще раз напомнить о большом значении использования материала исследований EPRI [2].

Рис. 2–17. Иллюстрация шанса успеха разработки ситуационной технологии визуализации



ОГЛАВЛЕНИЕ

Комментарием к значимости результата (успеха разработки технологии SitVision), представленного на рис. 2–17, можно считать тот факт, что после аварии на атомном комплексе Три-Майл-Айленд американскому электроэнергетическому институту (EPRI) потребовалось три года исследований, с привлечением серьезного партнера в лице компании Lockheed, для формирования развернутых рекомендаций (в 6 томах), и имеющих, вследствие отсутствия системных выводов и широких практических рекомендаций, слабые перспективы практического использования.

ЭТАП РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЕКТА И ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Рис. 2–18 иллюстрирует шансы успеха второго этапа работ — разработки информационного проекта, его программной реализации и готовности к внедрению на пункте оперативно-диспетчерского управления.

Рис. 2–18. Иллюстрация шанса успеха разработки информационного проекта и готовности к внедрению



ОГЛАВЛЕНИЕ

Успешная разработка проектов была бы невозможна без проявления интереса к новой технологии руководителей корпораций и конкретных пунктов оперативно-диспетчерского управления электроэнергетики, а также разработчиков комплексов SCADA, их веры в возможность повышения эффективности оперативно-диспетчерского управления при использовании технологии SitVision.

Не менее двухсот проведенных презентаций помогли заинтересовать небольшой круг лиц, принимающих решение, и провести успешную разработку более 10 проектов — от эскизного до рабочего уровня.

При этом семь проектов завершилось внедрением.

ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ

Невозможность успешного внедрения новой технологии на ряде пунктов управления можно объяснить консерватизмом значительной части оперативно-диспетчерского персонала, отсутствием необходимой активности даже проявляющих интерес к новым решениям руководителей диспетчерских подразделений и административных руководителей.

Кроме того, на некоторых пунктах управления возникла проблема участия во внедрении персонала IT-подразделений. Для чистоты картины отметим, что основное недовольство этого персонала при внедрении первых проектов было связано с необходимостью проведения большого объема работ по значительному расширению базы данных реального времени и заданию логики топологии схемы сети и энергообъектов.

Изложенные проблемы внедрения иллюстрируются рис. 2–19.

Наибольший интерес к новым решениям и соответственно эффективный результат внедрения имели место на диспетчерских пунктах Донецкой электросетевой компании (Украина) и Ленинградского РДУ.

Под успешностью внедрения понимается активное использование новых решений и достижение реально нового качества оценки ситуации: «Поднял глаза — и все понял».

Рис. 2–19. Иллюстрация шанса успешного внедрения



Если совместно оценить изображенные на рис. [2–17](#), [2–18](#) и [2–19](#) шансы достижения общего положительного результата на всех этапах продвижения новой технологии отображения, то можно понять, почему при практически безграничных возможностях современных технических и программных средств, при крайне высокой актуальности мгновенной оценки ситуации в сложных системах управления, отсутствуют эффективные аналоги технологии SitVision.

2.4.2. ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ SITVISION

Актуальность разработанной ситуационной технологии визуализации не вызывает сомнений. Это подтверждается значительным числом разработанных проектов и их успешным внедрением, активным интересом ряда структур электроэнергетики, пунктов оперативно-диспетчерского управления.

Крайне важно обеспечить широкое распространение новой технологии отображения — слишком дорого обходится большое число аварий в электроэнергетике, одной из основных причин которых является практическое игнорирование проблемы «Человеческого фактора в системах управления».

При том, что прошло полвека с момента возникновения интереса к проблеме эффективности деятельности человека в системах управления и за это время накоплен значительный теоретический и практический материал, до сих пор нельзя говорить о какой-то широкой инициативе внедрения очевидно эффективных решений.

Кратко рассмотрим некоторые психологические, организационные и системные проблемы внедрения, имеющие значение для успешного распространения ситуационной технологии визуализации.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ

Опыт внедрения новой технологии визуализации показал, что результат работы в значительной мере связан с учетом психологических проблем персонала объекта внедрения, которые определяются, с одной стороны, общими психофизиологическими

ОГЛАВЛЕНИЕ

механизмами деятельности человека и, с другой стороны, индивидуальными особенностями лиц, включенных в процесс принятия решений о внедрении и вводе в эксплуатацию.

① ***Проблемы системного восприятия информации***

К актуальным для данного рассмотрения психофизиологическим механизмам следует отнести проблему восприятия человеком информации, включающей большой набор взаимосвязанных малознакомых или новых решений.

Ярким примером проявления такого рода ограничений является тот факт, что после двухчасовой интерактивной презентации новой технологии визуализации, с подробным обсуждением деталей в процессе изложения, уже через 10–15 минут после окончания презентации практически никто из присутствующих не в состоянии сформулировать основное (системное) ее содержание.

Объясняется это тем, что человек в процессе восприятия новой информации ориентируется прежде всего на обработку отдельных ее элементов и, часто не в состоянии воспроизвести содержание информации в целом.

Проблемы системного восприятия информации связаны с типовыми особенностями работы мозга — восприятие человека, как правило, работает по схеме «выборочного внимания», когда «...обрабатываются лишь отдельные элементы происходящего» [15].

② ***Консерватизм человеческого восприятия***

К серьезным проблемам внедрения следует отнести проявление обычного консерватизма человека при восприятии информации, требующей изменения элементов его деятельности, набора профессиональных привычек или поведения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Опыт многочисленных презентаций показал практически повсеместное, за редким исключением, проявление консерватизма дежурного оперативного персонала, которому нелегко перестроиться с традиционного изображения, принятого для мнемощитов, на восприятие и понимание ситуационной технологии отображения информации.

Немалую роль в готовности принятия новых решений играют также индивидуальные особенности отдельных личностей: уровень инициативности, интеллектуальный уровень. Особую практическую значимость это имеет при рабочем взаимодействии с лицами, принимающими решение — руководителями диспетчерских подразделений и административным руководством пункта диспетчерского управления.

Опыт многочисленных презентаций ситуационной технологии визуализации показал наличие двух крайних реакций персонала:

- ▶ бесспорно положительная: «За этим будущее», «А красиво-то как», «То, что надо»;
- ▶ жесткое сопротивление на всех стадиях разработки и внедрения проекта.

Уровень интереса к новым информационным решениям проявляется практически через 10–15 мин. после начала презентации и колеблется от сонливости и даже агрессивного неприятия до полного одобрения.

И все же реальные перспективы успеха связаны, прежде всего, с наличием амбициозных активных руководителей пунктов оперативно-диспетчерского управления и их диспетчерских подразделений.

Еще раз следует отметить, что максимальное понимание и высокая оценка эффективности технологии SitVision были получены на диспетчерском пункте Ленинградского РДУ: во время аварии в начале 2009 г. — «Диспетчер поднял глаза – и все понял».

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ

Опыт внедрения проектов позволяет также сформулировать некоторые организационные рекомендации.

- ① Для диспетчерского пункта, заинтересованного в использовании новой технологии визуализации, важно включение работ по разработке информационного проекта и его внедрению в состав сметы на реконструкцию помещения диспетчерского щита — по аналогии с включением этапа разработки проекта в состав сметы на строительство или реконструкцию зданий и сооружений.

Информационный проект предусматривает выполнение большого комплекса работ — рис. 2–16. В частности, подготовка информационного проекта требует глубокой системной проработки следующих тематических разделов:

- отраслевых особенностей оперативно-диспетчерского управления;
- особенностей режимов данного пункта управления;
- положений инженерной психологии, основ восприятия информации человеком;
- эргономики организации рабочих мест и информационных полей;
- теоретических и практических положений технологии ситуационной визуализации.

На практике, несмотря на большой объем необходимых работ, соответствующие средства финансирования не были предусмотрены в составе общей сметы на реконструкцию (или строительство) диспетчерского пункта и выделялись («выбивались»), как правило, по остаточному принципу — конечно, при наличии активной заинтересованности заказчика.

- ② При внедрении технологии SitVision необходимо формирование комплексных бригад, включающих разработчиков информационного проекта, разработчиков его программной реализации

ОГЛАВЛЕНИЕ

и персонала объекта внедрения, понимающего задачи новой технологии отображения, — специалистов IT-подразделений и диспетчерских подразделений. При этом важное значение имеет курирующая роль влиятельного представителя администрации персонала объекта внедрения, заинтересованного в успешном выполнении работы.

- ③ При наличии продвинутого руководящего персонала и трудно преодолимом консерватизме диспетчерского персонала необходимо попытаться найти опору хотя бы среди одного-двух диспетчеров, и далее развивать их положительный опыт, получая одобрение новых решений другими диспетчерами.

Для успешного внедрения новых решений возможно принять в диспетчерскую службу двух-трех продвинутых специалистов, которые должны стать опорой для отхода персонала от традиционного консерватизма.

- ④ Попытки административного навязывания персоналу новой технологии визуализации без грамотных организационных мер обычно приводят к негативным результатам — ее практическое использование блокируется либо диспетчерским персоналом, либо сотрудниками IT-подразделений, обеспечивающих поддержание эффективной работы комплекса SCADA.
- ⑤ В случае низких шансов на получение эффективного результата внедрения новой технологии, следует еще на этапе формирования деловых отношений отказаться от проведения работ по разработке и внедрению проекта.

Системные проблемы внедрения

Очевидно, учет организационных и психологических аспектов внедрения актуален, если удастся преодолеть или ослабить влияние значительно более серьезных характерных для России системных проблем, к которым относится:

- ① Наличие в корпорациях жесткой вертикали финансирования, когда инициатива продвинутых руководителей пунктов управления, как правило, разбивается о невозможность получения средств на внедрение передовых технологий.
- ② Отсутствие корпоративной технической политики, когда положительный результат внедрения и эксплуатации новых технологий на объектах с интеллектуально и организационно активным персоналом не продвигается руководством корпорации для решения проблем других пунктов оперативно-диспетчерского управления.

2.4.3. НАДЕЖДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

При том, что разработка и внедрение ситуационной технологии визуализации была связана с огромными трудностями, было бы странным после успешного ее внедрения и длительной эксплуатации говорить о невозможности преодоления проблем ее дальнейшего развития и внедрения.

Опыт взаимодействия с достаточно представительной выборкой специалистов из числа диспетчерского, административного и IT-персонала показывает, что основная надежда дальнейшего ее внедрения связана с инициативой продвинутых специалистов, относящихся прежде всего к первой и второй группе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Можно также надеяться, что в системах диспетчерского управления электроэнергетики хотя бы в обозримой перспективе созреет необходимость формирования минимально представительной группы лиц, принимающих решение, которая оценит уровень ущерба от возникающих крупных аварий из-за проблем «Человеческого фактора в системах управления» и сформирует программу внедрения и развития технологии ситуационной визуализации.

Вызывает удивление, что даже развитые страны, с активной системой внедрения новых решений (США, страны Европейского союза), несмотря на регулярные серьезные аварии в электроэнергетике, практически не принимают организационных мер (техника сейчас может все) по изменению существующей ситуации.

Все большее количество специалистов как систем быстрого реагирования (электроэнергетика и пилотируемые системы), так и других систем оперативного управления (нефтегазовая отрасль, ситуационные центры различного назначения) понимают, что использование традиционных технологий отображения информации не позволяет оперативному персоналу быстро и корректно оценить изменившуюся оперативную ситуацию в условиях большого объема отображаемой информации.

По заявлению авиационных специалистов, время падения современного самолета может достигать 1,5–2 мин, при этом экипаж во многих случаях не в состоянии правильно оценить ситуацию и принять необходимые решения. Однако, за многие десятилетия так и не были инициированы активные исследования в области разработки эффективных информационных решений.

Аналогичная картина в электроэнергетике.

Последние шесть проектов в течение 6–8 лет находятся в эксплуатации в трех корпорациях электроэнергетики: пять проектов — в двух корпорациях России и один проект — в Украине. Из них четыре проекта были внедрены прежде всего благодаря поддержке руководства одной из корпораций.

Впрочем, после замены этих руководителей консервативно настроенными специалистами, работала «вертикаль власти», и руководству центров управления, на которых новые решения успешно работали в течение 7–8 лет, в административном порядке было предложено возвратиться к использованию традиционных решений.

Отдельный случай — Украина, где персонал не только внедрил практически своими силами новую технологию на крупном диспетчерском пункте, преодолев проблемы западных комплексов SCADA по включению в их состав нестандартных решений, но и готов принять эту технологию в качестве основы технической политики для корпорации электроэнергетики, которую они представляют.

На фоне быстрого развития современных информационных технологий можно надеяться и верить в возникновение прорыва в сознании руководителей и ведущих специалистов систем управления сложными технологическими процессами, понимания крайней важности активного продвижение эффективных ситуационных технологий визуализации.

НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ SITVISION

Выше представлены ключевые положения теоретических и практических основ разработанной ситуационной технологии визуализации.

В данной главе (глава 3) рассматриваются некоторые инструментальные решения технологии SitVision, существенные для разработки информационных проектов.

Материал главы 3 ориентирован на специфику схем электрических соединений сети и энергообъектов, используемых на территории России, и учитывает российскую и международную нормативную базу по вопросам отображения информации.

3.1. НЕКОТОРЫЕ РЕШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

К основным особенностям разработанной ситуационной технологии визуализации относятся:

- ① Иерархическое отображение информации.
- ② Приоритетное отображение существенных изменений состояния режима:
 - коммутационных переключений;
 - параметрических изменений;
 - интегральных характеристик.
- ③ Оптимальное использование динамического пространства видеостены и рабочих мест.
- ④ Использование эффективных форм и методов отображения информации.
- ⑤ Надежное восприятие персоналом изменений режима сети и состояния оборудования.
- ⑥ Обеспечение благоприятных условий видимости, с учетом существующих положений инженерной психологии и требований международных (ISO) стандартов отображения информации.

Технология ситуационной визуализации SitVision обеспечивает:

- ▶ восприятие информации «с одного взгляда»;
- ▶ мобилизационную готовность персонала к внезапным событиям и нарушениям нормального режима;
- ▶ повышение надежности, оперативности контроля и управления состоянием режима сети и оборудования;
- ▶ сокращение требуемого пространства отображения.

3.1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ТЕХНОЛОГИИ SITVISION

Общие понятия

<i>Коммутационный аппарат (КА)</i>	управляемое устройство, обеспечивающее соединение и разделение оборудования между собой или с заземляющим контуром.
<i>Присоединение</i>	часть распределительного устройства, относящаяся к ЛЭП, трансформатору, генератору или другой электрической цепи.
<i>Тип схемы присоединения</i>	тип коммутационной схемы подключения сетевой или внутриобъектной связи к СШ или оборудованию.
<i>Тип схемы соединения СШ</i>	тип коммутационной схемы СШ.
<i>Коммутационное состояние СШ (секции)</i>	состояние СШ (секции), определяемое состоянием относящихся к ней (чаще всего прилегающих к СШ или секции) коммутационных аппаратов.
<i>Событие</i>	изменение состояния режима, о котором необходимо уведомление диспетчера — коммутационные переключения, нарушение технологических пределов, информация о работе средств релейной защиты и автоматики (РЗА), существенное изменение состояния важных параметров режима, появление некоторых информационных признаков.
<i>Диспетчерские пометки</i>	символы на мнемосхеме, отображение которых происходит по инициативе диспетчера.

ОГЛАВЛЕНИЕ

***Понятия, относящиеся к представлению
мнемосхемы сети и энергообъектов***

<i>Топологический узел</i>	символ, изображающий топологию систем шин (СШ) одного уровня напряжения в составе топологической схемы энергообъекта.
<i>Тип топологического узла</i>	определенный тип схемы соединений СШ, изображаемый в виде соответствующего символа топологического узла.
<i>Элемент топологического узла</i>	символ СШ или секции.
<i>Сетевая (межобъектная) связь</i>	связь между топологическими узлами различных энергообъектов, состояние которой с каждой стороны отражает состояние относящихся к ней коммутационных аппаратов и наличие или отсутствие напряжения.
<i>Коннектор</i>	элемент подключения сетевой связи к символу топологического узла.
<i>Внутриобъектная связь</i>	связь между различным оборудованием в пределах одного энергообъекта, состояние которой отражает состояние относящихся к ней коммутационных аппаратов и наличие или отсутствие напряжения.
<i>Эквивалентное коммутационное состояние межобъектной связи (ЛЭП) или внутриобъектной связи</i>	состояние символа связи, определяемое в общем случае состоянием группы коммутационных аппаратов (чаще всего, выключателей, разъединителей, заземляющих ножей).

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Эквивалентный коммутационный аппарат (ЭКА)</i>	условный символ коммутационного соединения, состояние которого определяется в общем случае состоянием группы коммутационных аппаратов (чаще всего, выключателей, разъединителей, заземляющих ножей) — используется на коммутационном (З) уровне представления схемы энергообъекта.
<i>Обобщенная коммутационная схема энергообъекта</i>	схема, отражающее коммутационное состояние СШ (секций), оборудования, эквивалентных коммутационного аппаратов, сетевых и внутриобъектных связей и соответствующая коммутационному (З) уровню представления схемы энергообъекта.
<i>Эквивалентная соединительная цепочка</i>	условный коммутационный аппарат, состояние которого в общем случае определяется состоянием нескольких последовательно соединенных выключателей и разъединителей, связывающих две СШ одного уровня напряжения энергообъекта.
<i>Эквивалентное межшинное соединение (ЭШС)</i>	условный коммутационный аппарат, состояние которого определяет наличие или отсутствие связи между двумя СШ одного уровня напряжения энергообъекта и может в общем случае учитывать коммутационное состояние нескольких эквивалентных соединительных цепочек.
<i>Групповое задание коммутационных аппаратов</i>	изменение одной командой состояния группы коммутационных аппаратов в базе данных (БД), соответствующих определенному эквивалентному коммутационному состоянию межобъектной или внутриобъектной связи или коммутационному состоянию СШ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Состояние режима сети и оборудования</i>	коммутационное, технологическое, параметрическое (отдельно или в комбинации) состояние отображаемого элемента, участка или режима схемы сети или энергообъекта.
---	---

Типы энергообъектов, отображаемых на мнемосхеме сети

<i>Основные энергообъекты</i>	энергообъекты, отображение которых предусматривается как в форме символов топологических узлов, так и обобщенных коммутационных схем. Это, как правило, энергообъекты с большим числом сетевых связей (ЛЭП) — подстанции с двумя или тремя отображаемыми уровнями напряжения и основные электростанции.
-------------------------------	---

<i>Неосновные энергообъекты</i>	энергообъекты, которые представлены в составе мнемосхемы сети только символами топологических узлов. Это, как правило, энергообъекты с относительно небольшим числом (но более двух) сетевых связей (ЛЭП), с одним или двумя отображаемыми уровнями напряжения.
---------------------------------	---

<i>Второстепенные энергообъекты</i>	транзитные и тупиковые энергообъекты с одним отображаемым уровнем напряжения и представленные в составе мнемосхемы сети простейшими символами топологических узлов.
-------------------------------------	---

3.1.2. РАЗДЕЛЫ СИТУАЦИОННОГО ЭКРАНА

Ситуационный экран — полиэкран видеостены, LCD-панель и/или экран рабочего места, предназначенные для отображения комплексной информации о режиме и состоянии сети и оборудования, находящегося в управлении/ведении данного пункта диспетчерского управления.

Ситуационный экран, как правило, включает два раздела отображения:

- ▶ раздел мнемосхемы сети;
- ▶ раздел общих данных режима.

На мнемосхеме сети отображается необходимая коммутационная и параметрическая информация о состоянии и режиме сети и оборудования энергообъектов.

Раздел общих данных обычно содержит информацию общего характера о состоянии режима сети и оборудования, в том числе:

- ▶ день недели, текущее время, дата, общая генерация — в цифровой форме;
- ▶ частота сети — в цифровой форме и в форме миниграфика при резком ее изменении, с индикацией установленных пределов и моментов их нарушения;
- ▶ обобщенная схема сети основного уровня напряжения с отображением основных узловых энергообъектов — сетевой (1) уровень, перетоков активной мощности по сечениям (индикация качественная, цифровая, динамики изменения, отклонения от предельных значений и направления перетока), событий на энергообъектах;
- ▶ зона сигналов с отображением наименований энергообъектов, важнейших ЛЭП и трансформаторов связи, на которых произошли события;
- ▶ интегральные параметрические символы текущего режима с группированием по основным параметрам режима, напряжениям (по классам) в контрольных пунктах сети, с качественной

ОГЛАВЛЕНИЕ

- индикацией параметров и контролем их отклонения от предупредительных и аварийных значений;
- ▶ таблица основных параметров режима по регионам с индикацией нарушения установленных предельных значений.

3.1.3. ФОРМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА

Таблица 3–1. Формы отображения параметров режима

Наименование	Форма отображения	Основное назначение
Цифровая индикация	Цифровое значение	Значение параметра в цифровой форме
Качественная индикация	Столбиковые индикаторы	Сравнительный уровень значений однотипных параметров, например, нагрузки электростанций
	Линейные и круговые индикаторы и символ изменения состояния	Отображение существенного изменения параметров режима, например, перетоков мощности, нагрузки электростанций и генераторов
	Графический индикатор	Отображение резкого изменения важнейших параметров режима
Контрольная индикация	Символ изменения состояния	Отображение нарушений параметрами режима области заданных значений

В таблице 3–1 приведены используемые в технологии SitVision формы отображения параметров режима и их основное назначение.

Для быстрой оценки как общей ситуации, так и локальных особенностей режима, различные формы отображения параметрической информации используются в необходимых сочетаниях.

ОГЛАВЛЕНИЕ

При качественной и контрольной индикации могут отображаться следующие состояния параметров режима:

- ▶ стабильное состояние — изменение параметра не превышает 10–12 % рабочего диапазона;
- ▶ существенное изменение — изменение параметра превышает 10–12 % рабочего диапазона;
- ▶ нарушение нормального или аварийно-допустимого режима — определяется диапазоном допустимых значений.

Рассматриваемые состояния параметров режима и их обозначения, приведены в таблице 3–2.

Таблица 3–2. Рассматриваемые состояния параметров режима

№	Наименование состояния	Обозначение	
			после квитирования
1.	Стабильное	Стаб.	—
2.	Существенное изменение	Измен.	—
3.	Нарушение нормального режима	Наруш. Н	Наруш. Н-к
4.	Нарушение аварийно-допустимого режима	Наруш. А	Наруш. А-к

3.1.4. ОСНОВНЫЕ СОСТОЯНИЯ СИМВОЛОВ СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЯ

В таблице 3–3 показаны используемые в технологии SitVision эквивалентные коммутационные состояния сети и оборудования и их обозначения.

Таблица 3–3. Эквивалентные коммутационные состояния сети и оборудования

№	Наименование состояния	Обозначение
1.	Включено	Вкл.
2.	Включилось, не квитировано	Вкл-лось
3.	Отключено	Откл.
4.	Отключилось, не квитировано	Откл-лось
5.	Схема разобрана	Разобр.
6.	В ремонте	В ремонте

Могут также отображаться и другие, в том числе промежуточные состояния, в частности, состояние неполнофазного режима.

3.1.5. ИЕРАРХИЧЕСКИЕ УРОВНИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Иерархическое отображение информации о состоянии сети и оборудования в технологии SitVision предусматривает использование четырех уровней:

- ▶ сетевой (1) уровень;
- ▶ топологический (2) уровень;
- ▶ коммутационный (3) уровень;
- ▶ объектный (4) уровень.

В таблице 3–4 представлен состав информации, отображаемой на различных уровнях иерархии.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–4. Уровни представления и характеристика состава информации

Уровни иерархии представления	Отображаемая информация		
	Общая характеристика	Информация, характерная для данного уровня	
Сетевой (1)	Обобщенная конфигурация сети	Конфигурация и состояние важнейших связей, данные сечений Условные символы энергообъектов и обобщенных событий	
Топологический (2)	Топология в узлах Общая информация о событиях и состояниях	Топология энергообъектов — состояние СШ и трансформаторных связей Плакатики событий и состояний оборудования	Состояние межобъектных связей (ЛЭП) Параметры режима Информационные признаки Состояние средств РЗА Диспетчерские пометки
Коммутационный (3)	Конфигурация коммутационных связей в узлах Состояние оборудования	Состояние коммутационных связей на схеме энергообъекта Состояние оборудования	Общая информация о событиях и состояниях
Объектный (4)	Подробные схемы энергообъектов	Детальная информация о схеме, параметрах, состоянии и характеристиках оборудования энергообъекта	

Отображаемая информация о коммутационном состоянии сети и оборудования для сетевого (1), топологического (2) и коммутационного (3) уровней формируется на основании логики состояний, задаваемой в табличной форме или с помощью графа топологии в рамках универсального процессора топологии.

3.1.6. ОТОБРАЖЕНИЕ СОБЫТИЙ

В технологии SitVision для индикации возникновения событий могут использоваться три фазы отображения:

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ▶ мигание — для привлечения внимания к символу события или изменившегося состояния;
- ▶ прекращение мигания и выделение нового состояния — с целью последующего надежного опознания персоналом возникших изменений;
- ▶ прекращение выделения события — квити́рование (фиксация возникших изменений).

Для надежного опознания последовательности возникновения изменений, мигание, как правило, автоматически прекращается через 10–30 с.

Квити́рование обеспечивает переход символа в устойчивое состояние и сопровождается использованием комбинаций различных элементов отображения:

- ▶ исчезновение или уменьшение толщины окантовки;
- ▶ изменение тона или цвета подложки;
- ▶ уменьшение размера символа до нормальной величины;
- ▶ изменение других параметров отображения.

При этом для каждого символа предусматривается возможность выбора:

- ▶ принципа квити́рования — общего, группового и индивидуального;
- ▶ интервала времени мигания — в рамках соответствующей группы символов.

3.2. ОТОБРАЖЕНИЕ РЕЖИМА СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЯ

3.2.1. СОСТОЯНИЕ РЕЖИМА НА МНЕМОСХЕМЕ СЕТИ

3.2.1.1. ОТОБРАЖЕНИЕ МЕЖОБЪЕКТНЫХ СВЯЗЕЙ (ЛЭП)

В таблице 3–5 показаны символы ЛЭП при различных коммутационных и эксплуатационных состояниях, с учетом используемого фона видеостены.

В приведенной таблице:

- ▶ **первая строка** — коммутационные переключения ЛЭП с одной стороны;
- ▶ **вторая строка** — коммутационные переключения ЛЭП с одной стороны при наличии отпаек; при этом в состоянии «В ремонте» показаны варианты наличия заземления — «Заземл.» и наличия заземления и допуска бригад — «Доп.бриг.»;
- ▶ **третья строка** — коммутационные переключения ЛЭП с двух сторон; при этом в состоянии «В ремонте» показано также состояние «Охр.У» — наличия охранного напряжения;
- ▶ **четвертая строка:**
 - коммутационное состояние «Вкл.» при отсутствии напряжения;
 - коммутационное состояние «В ремонте» при наличии заземления с учетом наведенного напряжения (символ «У») и то же — с наличием допуска бригад.

Таблица 3–5. Отображаемые состояния ЛЭП

Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте		
					Заземл.	Доп.бриг.	Охр.U

Для быстрого восприятия информации, возникновение состояний «Вкл-лось» и «Откл-лось» сопровождается появлением подложки и миганием символа или подложки. Прекращение мигания происходит автоматически через заранее заданный интервал времени (10–30 сек.). После квитирования индикация состояния ЛЭП соответствует состояниям «Вкл.» или «Откл.» в зависимости от исходного ее состояния.

Следует обратить также внимание на возможность индикации обесточенного состояния ЛЭП — актуально для коммутационного

ОГЛАВЛЕНИЕ

состояния «Вкл.» (четвертая строка). В момент обесточения при отсутствии коммутационных переключений на ЛЭП появляется и мигает светлая подложка. После квитирования ее мигание прекращается, но индикация подложки сохраняется до восстановления напряжения.

3.2.1.2. ОТОБРАЖЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА

В таблице 3–6 показан состав отображаемых состояний параметра (при цифровой его индикации), соответствующих как нормальному режиму, так и различному характеру нарушений.

Для повышения надежности восприятия одновременно используются несколько признаков кодирования:

- ▶ в момент нарушения режима («Наруш.Н») — появляется желтая окантовка, поле значения становится светлым, возникает мигание окантовки;
- ▶ при квитировании события о нарушении («Наруш.Н-к») — прекращается мигание желтой окантовки, ее толщина уменьшается, поле значения затемняется, при этом для сохранения внимания к существующему нарушению степень затемнения может быть меньше по сравнению с исходной.

Аналогично — при нарушении аварийных пределов, с условием уже обязательного сохранения некоторого просветления при квитировании.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–6. Состояния параметров режима — количественная и контрольная индикация

Стаб.	Измен.	Наруш. Н	Наруш. Н-к	Наруш. А	Наруш. А-к
Переток мощности					
P 698 →		P 927 →	P 927 →	P 1053 →	P 1053 →
Нагрузка трансформатора					
582		1107	1107	1236	1236
Допустимое время перегрузки трансформатора					
		T-1 60	T-1 60	T-1 10	T-1 10
Частота					
F 49,99		F 49,95	F 49,95	F 49,9	F 49,9
Напряжение					
U 218		U 245	U 245	U 255	U 255

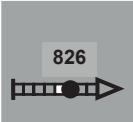
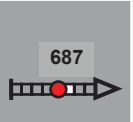


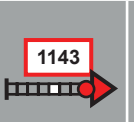
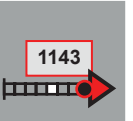

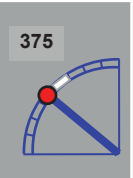
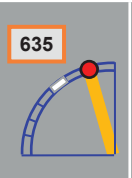
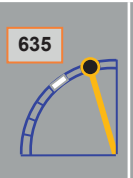
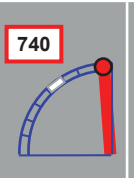
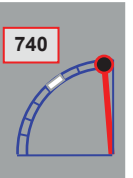

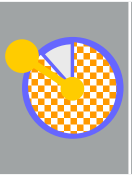
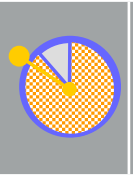

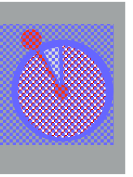
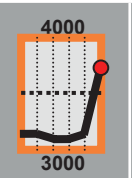

Далее, в таблице 3–7 показаны различные варианты отображения на мнемосхеме состояний параметра режима при качественной индикации:

- ▶ **в первой строке** — для перетока активной мощности по ЛЭП, с совмещением качественной и количественной индикации на линейной шкале;
- ▶ **во второй строке** — для активной мощности электростанции, с совмещением качественной и количественной индикации на круговой шкале;

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ▶ **в третьей строке** — для мощности генератора, с качественной индикацией уровня его загрузки;
- ▶ **в четвертой строке** — для перетока активной мощности по ЛЭП, с появлением, в случае резкого его изменения, оперативного графика значений (миниграфика) и исчезновении графика через определенный интервал времени при уменьшении динамики изменения параметра.

Таблица 3–7. Состояния параметров режима — качественная индикация

Стаб.	Измен.	Наруш. Н	Наруш. Н-к	Наруш. А	Наруш. А-к
Переток мощности — качественный индикатор					
					
Мощность электростанции — качественный индикатор					
					
Мощность генератора — качественный индикатор					
					
Резкое изменение перетока мощности — качественный индикатор					
					

ОГЛАВЛЕНИЕ

Под резким изменением понимается изменение параметра, превышающего 10–12 % рабочего диапазона в течение заданного интервала времени — порядка 20–60 с.

Цифровые значения в приведенных примерах качественной индикации могут отображаться постоянно, вообще не отображаться либо отображаться по запросу персонала или автоматически — при существенном изменении параметра.

Совместно используются также все перечисленные выше способы привлечения внимания — появление толстой мигающей окантовки, просветление подложки, а также способы сохранения внимания к возникшему нарушению при квитировании.

3.2.1.3. ОТОБРАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ

Технология SitVision предполагает сочетание максимально возможной информативности данных и целесообразного уровня их обобщения.

В отличие от ряда западных SCADA, в которых рядом с параметром предусмотрено отображение большого числа информационных признаков, в технологии SitVision даже на объектном (4) уровне представления используется всего четыре обобщенных информационных признака:

- ▶ признак первичного источника информации:
 - получено от датчика (от систем передачи или обработки в реальном времени),
 - задано вручную («Р» в поле признака);
- ▶ признак вторичного источника информации («&» в поле признака), например:
 - получено от резервного источника информации, например, с другого конца ЛЭП,
 - получено от программы достоверизации,
 - получено от программы оценки состояния,

ОГЛАВЛЕНИЕ

- получено из массива суточной ведомости,
- получено из базы данных заявок;
- ▶ признак нарушения достоверности («?» в поле признака);
- ▶ признак нарушения поступления информации («X» в поле признака), в частности:
 - нарушения регулярности обновления информации,
 - отсутствия поступления информации.

Состав отображаемых информационных признаков представлен в таблице 3–8.

Таблица 3–8. Отображаемые информационные признаки

Группы информационных признаков		Наименование информационных признаков	Обозначение
Источник информации	Первичный источник информации	▶ Получено от телемеханики или SCADA	
		▶ Задано вручную	«P»
	Вторичный источник информации	▶ Получено от резервного источника (например, с другого конца ЛЭП) ▶ Получено в результате доверификации ▶ Получено в результате оценки состояния ▶ Получено из массива суточной ведомости ▶ Получено из базы данных заявок	«&»
Качество информации	Нарушение достоверности	▶ Нарушение достоверности	«?»
	Нарушение поступления информации	▶ Нарушение обновления информации	«X»

ОГЛАВЛЕНИЕ

Признаки источника информации могут быть сформированы по результатам работы программных приложений как данного, так и других пунктов управления.

Признак нарушения поступления информации может относиться как к одному информационному элементу, так и ко всему энергообъекту, например, при неисправности (выводе из работы) устройства телемеханики.

Перечисленные выше информационные признаки отображаются в поле признака рядом с соответствующей информацией — состоянием параметра или оборудования.

Получить детальную информацию о причинах появления перечисленных признаков можно по запросу, например, через контекстное меню.

Появление информационных признаков включает, по аналогии с отображением основной информации, три фазы отображения:

- ▶ появление толстой мигающей окантовки с активным просветлением поля признака;
- ▶ квитирование, которое может быть автоматическим по истечении определенного интервала времени;
- ▶ сохранение индикации тонкой окантовки и некоторого просветления поля признака после квитирования.

В данном решении важно, что в целях экономии динамического пространства отображения, для символа признака предусматривается резервирование только одного знакоместа.

В таблице 3–9 показан вариант отображения возможных состояний информационных признаков.

Таблица 3–9. Состояния информационного признака

Описание состояния	Возникн.	Квиртн.
Недостоверность	582 ?	582 ?
Нарушение обновления	582 X	582 X
Вторичный источник информации	582 &	582 &
Ручной ввод	582 P	582 P

3.2.1.4. ОТОБРАЖЕНИЕ СОСТОЯНИЙ СРЕДСТВ РЗА











Перечень отображаемых состояний средств РЗА приведен в таблице 3–10, описание состояний — в таблице 3–11. При этом предполагается, что отображение состояния средств РЗА возникает только при их выводе из работы.

Таблица 3–10. Перечень отображаемых состояний средств РЗА

№ сост.	Наименование состояния	Обозначение
1.	В работе (включено)	Вкл.
2.	Выведено из работы (отключено)	Откл.
3.	В ремонте	В ремонте

ОГЛАВЛЕНИЕ




Таблица 3–11. Иллюстрация состояний средств РЗА

Описание состояния	Вкл.	Откл.	В ремонте
Состояния выведенной из работы РЗ			
Состояния выведенной из работы ДЗШ			
Состояния выведенного из работы УРОВ			
Состояния выведенного из работы АПВ			
Состояния выведенного из работы АВР			

3.2.1.5. ОТОБРАЖЕНИЕ ДИСПЕТЧЕРСКИХ ПОМЕТОК

Пример обозначения некоторых диспетчерских пометок приведен в таблице 3–12.

Таблица 3–12. Диспетчерские пометки

№	Наименование	Обозначение
1.	Работают бригады	
2.	Телеуправление запрещено	
3.	Отклонение от нормальной схемы	

Ряд диспетчерских пометок с развитием программных решений могут переходить в разряд автоматически устанавливаемых символов. Так символ отклонения от нормальной схемы может быть сформирован автоматически в результате сравнения текущего коммутационного состояния оборудования с состоянием, соответствующему нормальному режиму — при условии корректного отражения текущих состояний в базе данных.

3.2.2. СОБЫТИЯ И СОСТОЯНИЯ В РАЗДЕЛЕ ОБЩИХ ДАННЫХ

Раздел общих данных включает несколько информационных зон.

Зона сигналов предназначена для отображения плакатиков с наименованием энергообъектов, на которых произошли события (нарушения нормального режима).

В таблице 3–13 приведен перечень состояний формата событий.

Таблица 3–13. Состояния формата событий в зоне сигнала

№ сост.	Наименование состояния	Обозначение
1.	Возникновение	Возникн.
2.	Квитирование	Квитир.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–14 иллюстрирует порядок отображения формата события.

Таблица 3–14. Пример форматов событий в зоне сигнала

Описание события	Возникн.	Квитир.
Внезапные коммутационные переключения на ПС Восточная	Восточная	
Перегрузка трансформатора АТ1 на ПС Восточная	АТ1–500 Вст	АТ1–500 Вст

В первой строке таблицы 3–14 показан порядок отображения события, связанного с внезапными коммутационными переключениями. При появлении события обеспечивается активное привлечение внимания персонала:

- ▶ появляется плакатик с наименованием энергообъекта;
- ▶ поле плакатика имеет высокую яркость, резко контрастирующую с фоном видеостены;
- ▶ толстая красная окантовка мигает в течение заданного интервала времени.

После квитирования формат данного события исчезает из зоны сигналов.

Во второй строке таблицы 3–14 показан порядок отображения события, связанного с перегрузкой трансформатора связи. В этом случае описанные выше способы привлечения внимания к возникшему событию сохраняются, лишь вместо красной используется желтая окантовка плакатика события.

В связи с необходимостью сохранения внимания к факту продолжающейся перегрузки силового трансформатора, отображение плакатика сохраняется и после квитирования до прекращения перегрузки. При этом поле плакатика после квитирования несколько

ОГЛАВЛЕНИЕ

затемняется и изменяется частота мигания желтой окантовки с 1 Гц до 0,2 Гц.

Таблица 3–15 иллюстрирует примеры форматов событий и текущих ремонтов оборудования, отображаемых в списке событий или ремонтов — размещается в разделе общих данных.

Таблица 3–15. Пример форматов события и ремонта в списке событий

Строка события	Символ события	Наименование энергообъекта	Наименование присоединения	Время события
Строка ремонта	Наименов. ремонтир. оборудов.	Наименование энергообъекта	Наименование присоединения	Время окончан. ремонта

3.2.3. СОСТОЯНИЕ РЕЖИМА НА РАЗЛИЧНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ УРОВНЯХ

3.2.3.1. СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ — ОТОБРАЖЕНИЕ УПРОЩЕННЫХ СИМВОЛОВ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ






Сетевой (1) уровень предусматривает максимально общее отображение важнейших элементов мнемосхемы сети и упрощенных динамических символов основных энергообъектов:

- ▶ тепловых электростанций (ЭС);
- ▶ гидроэлектростанций (ГЭС);
- ▶ атомных электростанций (АЭС);
- ▶ подстанций (ПС).

ОГЛАВЛЕНИЕ

В таблице 3–16 показаны пример изображения символов энергообъектов на сетевом (1) уровне.

Таблица 3–16. Символы энергообъектов на сетевом (1) уровне

ТЭС	ГЭС	АЭС	ПС	ПС -узел нагрузки
				

Предлагаемое начертание символа (круг — для электростанции, прямоугольник — для подстанции) дает экономию 10–20 % пространства видеостены по вертикали — наиболее критичному для размещения большого числа энергообъектов.

При этом учитывается, что число символов подстанций на схеме сети обычно в 5–10 раз превышает число символов электростанций.

В таблице 3–17 показан пример отображения события на энергообъекте.

Таблица 3–17. Пример отображения события на энергообъекте на сетевом (1) уровне

Возникн.	Квитир.
Любое событие из заданного набора	
	

ОГЛАВЛЕНИЕ

При возникновении события, например, отключении генератора, реализуются описанные выше способы надежного восприятия информации о событии:

- ▶ символ энергообъекта просветляется;
- ▶ цвет окантовки символа изменяется на красный;
- ▶ резко увеличивается толщина окантовки;
- ▶ линия окантовки мигает в течение заданного интервала времени.

При этом рядом с символом энергообъекта может возникать плакатик с указанием вида события.

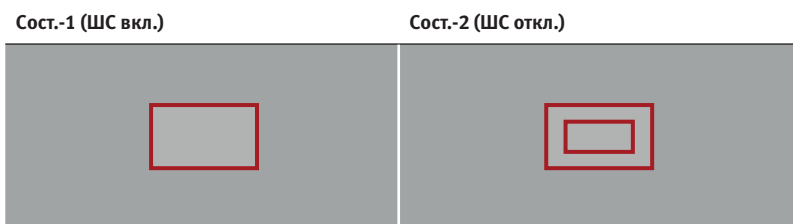
После квитирования исходные параметры начертания символа энергообъекта восстанавливаются.

3.2.3.2. ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ — ОТОБРАЖЕНИЕ ТОПОЛОГИИ СХЕМЫ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ

Основой отображения информации о состоянии энергообъекта на топологическом (2) уровне является символ коммутационного состояния СШ, форма начертания которого определяется состоянием межшинных и межсекционных связей — соответственно ШС и СС.

В целях экономии динамического пространства и отображения уровня приоритета энергообъектов, символы коммутационного состояния СШ по размерам и способам изображения различаются для основных, неосновных и второстепенных энергообъектов.

В таблицах 3–18 и 3–19 показаны примеры отображения на топологическом (2) уровне подстанции (ПС) с двумя несекционированными СШ для одного и двух уровней напряжения — при включенном и отключенном состоянии межшинных связей.

Таблица 3–18. Пример отображения ПС с двумя несекционированными СШ**Таблица 3–19. Пример отображения ПС с двумя несекционированными СШ для двух уровней напряжения**



Ниже показаны отображаемые состояния ПС для различных схем соединений СШ.

Таблица 3–20 включает символы ПС для следующих схем соединений СШ.

- ▶ одна несекционированная СШ;
- ▶ одна секционированная СШ с двумя секциями;
- ▶ одна секционированная СШ с тремя секциями.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–20. Пример отображения состояний ПС с одной СШ — несекционированной и секционированной

Одна несекц. СШ	Одна СШ с 2 секциями		Одна СШ с тремя секциями			
Сост.-1	Сост.-1	Сост.-2	Сост.-1	Сост.-2	Сост.-3	Сост.-4
						

В таблице 3–21 показан набор возможных состояний ПС для схемы соединений с двумя секционированными СШ, с учетом возможных перекрестных связей между секциями.

Таблица 3–21. Отображение состояний ПС для схемы с двумя секционированными СШ и возможностью перекрестных связей


















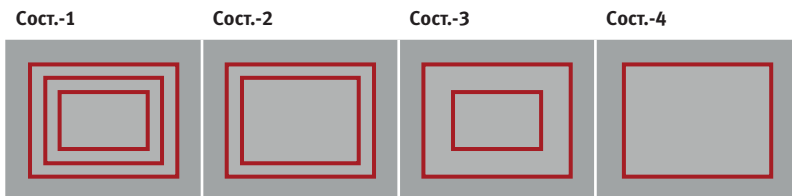
Сост.-1	Сост.-2	Сост.-3	Сост.-4	Сост.-5	Сост.-6
					
					
					

Таблица 3–22 содержит символы ПС для схемы соединений с тремя несекционированными СШ.

Таблица 3–22. Пример отображения ПС для схемы с тремя СШ



В таблице 3–23 показаны варианты возможных состояний символа второстепенных ПС при следующих схемах соединения:

- ▶ одна несекционированная СШ;
- ▶ одна секционированная СШ с двумя секциями;
- ▶ одна секционированная СШ с тремя секциями.

Для ПС с одной СШ и двумя секциями в «Сост.-2» показаны различные варианты изображения разделения СШ — выбор изображения зависит от направления подхода ЛЭП к символу ПС.

Для большинства второстепенных ПС отсутствие коммутационной связи в узле отображается с помощью внутрисимвольных разделительных линий.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–23. Примеры отображения второстепенных ПС с одной СШ

Одна несеkc. СШ	Одна СШ с 2 секциями		Одна СШ с тремя секциями			
	Сост.-1	Сост.-1	Сост.-2	Сост.-1	Сост.-2	Сост.-3

Во всех случаях показывается коммутационное состояние СШ или секции.

В таблице 3–24 для примера показаны коммутационные состояния 1СШ для схемы ПС с двумя несеkcионированными СШ.

Таблица 3–24. Состояния 1СШ для ПС с двумя несеkcионированными СШ

Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте

Таблица 3–25. Состояния секции 1с секционированной 2СШ для схемы с двумя СШ

Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте

ОГЛАВЛЕНИЕ

В таблице 3–25 показан пример возможных состояний секции 1с секционированной 2СШ для схемы ПС с двумя СШ. В данном примере предполагается наличие электрической связи 1СШ с 2с 2СШ.

Для отображения подключения ЛЭП к определенной СШ используется символ коннектора (конца ЛЭП).

В таблице 3–26 показаны примеры подключения двух ЛЭП (их коннекторов) для схем ПС с двумя несекционированными СШ и различными схемами присоединений.

Таблица 3–26. Примеры отображения коннектора для схемы ПС с двумя несекционированными СШ

Две ЛЭП одного присоединения отключены от схемы ПС						
Есть ШС	Есть ШС	Нет ШС	Нет ШС (различные варианты подключения ЛЭП)			
						

В частности, во втором и третьем столбце показан случай отделения от ПС двух ЛЭП одного присоединения для схем подключений 4/3 и 3/2.

Примеры отображения на топологическом (2) уровне коммутационных состояний ПС с учетом состояния СШ и АТ связи приведены на [рис. 2–3](#).

Следует обратить также внимание на возможность индикации обесточенного состояния СШ, секции или связи по аналогии с индикацией обесточенного состояния ЛЭП ([таблица 3–5](#)) — актуально для коммутационного состояния «Вкл.».

3.2.3.3. КОММУТАЦИОННЫЙ УРОВЕНЬ — ОТОБРАЖЕНИЕ КОММУТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ СХЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЯ

Для рассматриваемых в данном параграфе элементов схемы сети и оборудования учитывается возможность индикации обесточенного состояния при коммутационном состоянии «Вкл.» — по аналогии с индикацией обесточенного состояния ЛЭП ([таблица 3–5](#)).

Состояние эквивалентного коммутационного аппарата (ЭКА)

В таблице 3–27 показан набор возможных состояний ЭКА для коммутационного (3) уровня отображения схемы энергообъекта:

- ▶ первая строка — состояния «промежуточного» ЭКА (актуально для схем подключения 3/2 и 4/3;
- ▶ вторая строка — состояния «шинного» ЭКА для схемы с одной СШ;
- ▶ третья строка — состояния «шинного» ЭКА для схемы с двумя СШ и одним выключателем на присоединение.

В состоянии «Разобр.» возможно три варианта состояния ЭКА:

- ▶ для первой строки:
 - разобрано с одной стороны;
 - разобрано с другой стороны;
 - разобрано с обеих сторон.
- ▶ для второй и третьей строк:
 - разобрано со стороны оборудования;
 - разобрано со стороны СШ;
 - разобрано с обеих сторон.

Таблица 3–27. Состояния эквивалентного коммутационного аппарата

Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте

ОГЛАВЛЕНИЕ

Отображение состояния «Заземл.» для ЭКА отличается от отображения аналогичного состояния другого оборудования. Это связано с необходимостью экономии динамического пространства.

Во всех случаях первостепенное внимание обращалось на визуальную эффективность восприятия состояний ЭКА. Так в состоянии «Откл-лось» для надежного привлечения внимания одновременно используется несколько признаков кодирования:

- ▶ резко увеличивается размер символа ЭКА;
- ▶ появляется толстая красная окантовка ЭКА;
- ▶ окантовка ЭКА мигает в течение заданного интервала времени;
- ▶ символ ЭКА в одном случае резко просветляется, в другом случае используется плотная штриховка;
- ▶ под соединительными линиями ЭКА появляется розовая подложка.

Вторая строка в состояниях «Вкл-лось», «Откл-лось» показывает неполнофазный режим.

Состояние основного оборудования

Символы состояния основного оборудования для коммутационного (З) уровня представлены в таблицах 3–28, 3–29.







Отображение состояния оборудования на мнемосхеме определяется коммутационным состоянием связей и заземляющих ножей.

Для генератора в состоянии «Вкл.» одновременно используется качественная индикация нагрузки. При этом в состояниях «Вкл.» и «Вкл-лось» увеличивается размер символа генератора и отображается примерная нагрузка генератора.

Таблица 3–28. Состояния основного оборудования

Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте
Двухобмоточный трансформатор					
Автотрансформатор					
Генератор					
Шунтирующий реактор					
Шинный разъединитель при отсутствии выключателя					

Таблица 3–29. Состояния СШ или секции на коммутационном (3) уровне отображения

Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте
					

В таблице 3–29 для коммутационного (3) уровня показаны использованный в проектах принцип отображения состояний СШ и секций.






Состояние внешних связей оборудования

Символы коммутационного состояния внешних связей оборудования позволяют однозначно отобразить его коммутационное состояние.

В общем случае состояние внешних связей оборудования определяется коммутационным состоянием соответствующих выключателей и разъединителей.

В таблице 3–30 показаны состояния внешних связей оборудования. Некоторые из состояний для отображения конкретной связи могут не использоваться.

Таблица 3–30. Состояния внешних связей оборудования на коммутационном (3) уровне отображения

Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.
Соединительная линия				
				

По аналогии с изображением ЛЭП, для внешней связи возможен вариант отображения состояния «Вкл» при отсутствии напряжения.

3.2.3.4. ОБЪЕКТНЫЙ УРОВЕНЬ — ОТОБРАЖЕНИЕ СОСТОЯНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ (КА) И СШ

Таблица 3–31 иллюстрирует различные состояния КА на объектном уровне.

Вторая строка при обозначении символа выключателя показывает переходное состояние.

Таблица 3–31. Состояния коммутационных аппаратов на объектном (4) уровне отображения

Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте
Выключатель					
Разъединитель					
Отделитель					
Заземляющий нож					

ОГЛАВЛЕНИЕ

В таблице 3–32 для объектного (4) уровня показан набор отображаемых состояний СШ.

Таблица 3–32. Состояния СШ на объектном (4) уровне отображения

Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте
Система шин или секция					
					

Для рассмотренных в данном параграфе элементов схемы сети и оборудования следует также учитывать возможность индикации обесточенного состояния при коммутационных состояниях «Вкл.» — по аналогии с индикацией обесточенного состояния ЛЭП (таблица 3–5).

3.2.3.5. ОТОБРАЖЕНИЕ ПЛАКАТИКОВ СОБЫТИЙ И СОСТОЯНИЙ НА МНМОСХЕМЕ СЕТИ

На всех уровнях представления информации для правильного понимания изменений состояния сети и оборудования важное значение имеют символы, дающие дополнительную информацию о возникающих событиях.

В технологии SitVision высокий информационный смысл придается принципам отображения символов (плакатиков) событий, непосредственно привязанных к схеме сети.

Наиболее широко плакатики событий используются на топологическом (2) уровне, учитывая относительно невысокий уровень детализации информации на этом уровне отображения. Однако, символы событий могут нести дополнительную информацию и на коммутационном (3) уровне. Что касается сетевого (1) уровня, то здесь возможности включения плакатиков событий в схему сети определяются располагаемым динамическим пространством.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–33 содержит примеры символов событий, указывающих на изменение состояния оборудования.

Таблица 3–33. Форматы событий и состояний

События на мнемосхеме		
Описание события	Возникн.	Квитир.
Отключение генератора Г-1		
Отключение нескольких генераторов		
Отключение трансформатора Т-1		
Отключение нескольких трансформаторов		
Разделение СШ одного уровня напряжения		
Разделение между уровнями напряжения (отключение трансформаторов связи)		
Перегрузка трансформатора — символ используется при недостатке свободного пространства около символа трансформатора		
Перегрузка трансформатора Т-1		
Перегрузка нескольких трансформаторов		
Перегрузка трансформатора Т-1 с контролем допустимого времени перегрузки — осталось 60 мин (нарушение нормального режима)		
Перегрузка трансформатора Т-1 с контролем допустимого времени перегрузки — осталось 10 мин (нарушение аварийно-допустимого режима)		




ОГЛАВЛЕНИЕ

Для ряда событий квитирование прекращает отображение соответствующих плакатиков. Существенным основанием для такого решения может быть необходимость уменьшения общего объема одновременно отображаемой информации, обеспечения надежности привлечения внимания к возникающим событиям.

По аналогии с рассмотренными ранее принципами, в приведенной таблице для эффективного привлечения внимания одновременно используется несколько информационных признаков — толщина окантовки и ее уменьшение при квитировании, мигание окантовки с прекращением через определенный интервал времени, просветление поля плакатика и его затемнение при квитировании.

В таблице 3–34 показан пример отображения состояния ремонта основного оборудования.

Таблица 3–34. Состояния ремонта основного оборудования

Состояние ремонта основного оборудования		
Описание состояния	В работе	В ремонте
Ремонт трансформатора Т-1		
Ремонт нескольких трансформаторов		
Ремонт генератора Г-1		
Ремонт нескольких генераторов		

3.3. ЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА ОБОБЩЕННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЯ

3.3.1. СОСТАВ ОПИСАНИЙ

Логические правила обобщенного представления коммутационного состояния сети и оборудования описывают отображение состояний на топологическом и коммутационном уровнях. Правила включают три библиотеки:

- ▶ библиотека логики отображения коммутационного состояния связей и СШ;
- ▶ библиотека логики отображения топологии узлов;
- ▶ библиотека логики задания состояния связей и СШ и соответствующих КА в БД.

Библиотека логики отображения коммутационного состояния связей и СШ описывает логику отображения коммутационных состояний ЛЭП, СШ, эквивалентных коммутационных аппаратов, основного оборудования энергообъекта (трансформаторов, генераторов, реакторов) в зависимости от состояния коммутационных аппаратов в БД. Библиотека актуальна для топологического и коммутационного уровней представления.

Библиотека логики отображения топологии узлов описывает логику отображения символов топологии узла (СШ одного уровня напряжения) в зависимости от состояния коммутационных аппаратов в БД. Библиотека актуальна для топологического уровня представления.

Библиотека логики задания в БД состояния связей и СШ описывает состояния групп коммутационных аппаратов, соответствующих

ОГЛАВЛЕНИЕ

принятому набору состояний связей и СШ. Задание состояния производится в результате выполнения соответствующей команды с экрана рабочего места.

Групповое задание в БД состояний КА включает также возможность задания нормального состояния КА.

Групповое задание в БД состояний КА не исключает возможности индивидуального задания состояний КА.

Все библиотеки учитывают наборы типовых схем, используемых в электроэнергетике, количество которых для каждой библиотеки обычно не превышает 20.

При наличии на объекте нетиповой схемы, библиотеки описаний расширяются в процессе разработки конкретного информационного проекта. Опыт внедрения показывает, что число нетиповых схем обычно не превышает 4–5.

3.3.2. ЛОГИКА ОТОБРАЖЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СВЯЗЕЙ И СШ

Коммутационное состояние связей — сетевых (межобъектных) или внутриобъектных определяется состоянием соответствующих коммутационных аппаратов.

В общем случае логика коммутационного состояния связей формирует отображение состояния как непосредственно символа связи, так и соответствующего оборудования.

Состав элементов отображения состояний сети и оборудования на топологическом (2) и коммутационном (3) уровнях приведен в таблице 3–35.

Таблица 3–35. Состав элементов отображения на топологическом (2) и коммутационном (3) уровнях отображения

№ п/п	Перечень описаний	Уровни отображения	
		Топологический (2)	Коммутационный (3)
1.	Состояние эквивалентного коммутационного аппарата	–	★
2.	Коммутационное состояние связи	★	★
3.	Топологическое состояние коннектора	★	–
4.	Состояние символа топологического узла	★	–
5.	Коммутационное состояние СШ	★	★

В частности, для связи с СШ отображаются следующие элементы:

- ▶ на топологическом (2) уровне:
 - коммутационное состояние связи;
 - коммутационное состояние СШ;
 - топологическое состояние коннектора;
 - состояние символа топологического узла (топологии СШ).
- ▶ на коммутационном (3) уровне:
 - коммутационное состояние связи;
 - состояние эквивалентного коммутационного аппарата;
 - коммутационное состояние СШ.

В таблице 3–36 показан набор отображаемых состояний связей и СШ, с описанием коммутационной логики состояний и символики отображения (сокращение: «В» — выключатель).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–36. Коммутационные состояния связей и СШ — описание и символика

Обознач.	Наименование состояния	Описание состояния		Символика отображения
		для связей	для СШ	
Вкл.	Включено — под напряжением	Включен при собранной схеме и есть напряжение	Включено хотя бы одно присоединение, от которого может быть подано напряжение на СШ и есть напряжение на СШ	Непрерывная линия
	Включено, но нет напряжения	Включен при собранной схеме, но нет напряжения	Включено хотя бы одно присоединение, от которого может быть подано напряжение на СШ, но нет напряжения на СШ	Непрерывная линия с ярко-светлой подложкой, последнее исчезает при появлении напряжения
Вкл-лось	Включилось	Включился при собранной схеме	Включилось хотя бы одно присоединение, от которого может быть подано напряжение на СШ	Непрерывная линия мигает, появление розовой подложки — до квитирования
Откл.	Отключено	В отключен при собранной схеме	Не актуально	Пунктирная линия
		Не актуально	Отключены все присоединения, от которых может быть подано напряжение на СШ	Пунктирная линия с ярко-светлым заполнением
Откл-лось	Отключилось	В отключился при собранной схеме	Не актуально	Пунктирная линия мигает, появление розовой подложки — до квитирования
		Не актуально	Отключились все присоединения, от которых может быть подано напряжение на СШ	Пунктирная линия с яркосветлым заполнением мигает, появление розовой подложки — до квитирования
Разобр.	Разобрано	Схема разобрана, состояние В не имеет значения	Разобраны схемы всех присоединений данной СШ	Пунктирная линия с оранжевой подложкой

ОГЛАВЛЕНИЕ

Технологические варианты состояния «В ремонте» описаны в таблице 3–37 (сокращения: «В» — выключатель, «ЗН» — заземляющий нож).

Таблица 3–37. Некоторые технологические варианты состояния «В ремонте»

Обознач.	Наименование состояния	Описание состояния		Символика отображения
		для связей	для СШ	
В ремонте	Заземлено	ЗН включен	Включен хотя бы один ЗН для данной СШ	Пунктирная линия с оранжевой подложкой, символ заземления
	Заземлено с учетом наведенного напряжения	ЗН с учетом наведенного напряжения включен	Не актуально	Пунктирная линия с оранжевой подложкой и символом заземления с учетом наведенного напряжения
	Заземлено и допущены бригады	ЗН включен	Не актуально	Пунктирная линия с оранжевой подложкой, символы заземления и допуска бригад
	Заземлено с учетом наведенного напряжения и допущены бригады	ЗН с учетом наведенного напряжения включен	Не актуально	Пунктирная линия с оранжевой подложкой, символ заземления с учетом наведенного напряжения и символ допуска бригад
	Охранное напряжение	В включен при собранной схеме и подано охранное напряжение	Не актуально	Непрерывная линия с оранжевой подложкой

ОГЛАВЛЕНИЕ

Иллюстрация описанных в таблицах 3–36 и 3–37 состояний дана на рис. 3–1.

Рис. 3–1. Коммутационные состояния связей и СШ для топологического (2) уровня.

Состояния связей и СШ – топологический уровень						
	Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте
лЭП	Нет U 					
Откл. В - сх.2/1,3/2,4/3						
ШСВ отключен						
СШ						
ШСВ не откл-лся						
АТ связи						
Генераторы						

Во второй строке рис. 3–1 показаны различные состояния при отключении одного выключателя (В) для схем подключений 2/1, 3/2, 4/3 и сохранения связи с данным топологическим узлом.

В третьей строке рис. 3–1 показаны различные состояния топологического узла с двумя СШ: в верхней части — при отключенном состоянии шиносоединительного выключателя (ШСВ), в нижней части — для случая отказа в отключении ШСВ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

В четвертой строке показаны различные состояния автотрансформатора (АТ) связи между двумя уровнями напряжения подстанции (ПС).

Иллюстрация коммутационных состояний связей и СШ для коммутационного (3) уровня представления дана на рис. 3–2.

При изменении коммутационного состояния связи или СШ с «Вкл.» на «Откл.» и с «Откл.» на «Вкл.» под соответствующим символом появляется розовая подложка. При этом символ мигает в течение заданного интервала времени, а подложка сохраняется до квитирования.

В верхней строке показаны возможные состояния эквивалентного коммутационного аппарата для схем с одной и двумя СШ при различных состояниях коммутационных аппаратов.

Рис. 3–2. Состояния связей оборудования и СШ на коммутационном (3) уровне

Состояние связей и СШ - коммутационный уровень							
	Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте	
СШ и эквивалентный КА	Одна система шин						
	Две системы шин						
Генератор							
Трансформатор							
Система шин							

ОГЛАВЛЕНИЕ

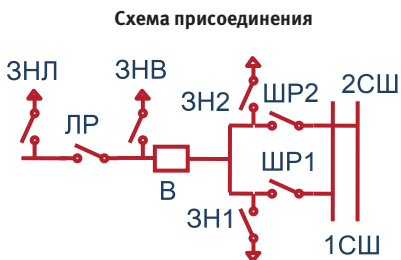
Например, для присоединения со схемой подключения 1/1 (с одним выключателем и двумя СШ) во второй полу-строке верхней строки показано пять возможных вариантов изображения, определяемых состоянием линейного разъединителя (ЛР) и двух шинных разъединителей — ШР1 и ШР2:

- ▶ верхний символ — ЛР отключен, ШР1 включен, ШР2 отключен;
- ▶ нижний символ — ЛР отключен, ШР1 отключен, ШР2 включен;
- ▶ первый символ в середине строки — ЛР включен, ШР1 и ШР2 отключены;
- ▶ второй символ в середине строки — ЛР, ШР1 и ШР2 отключены;
- ▶ третий символ в середине строки — ЛР отключен, ШР1 и ШР2 включены.

Пример логики отображения состояний связей, коннектора и эквивалентного коммутационного аппарата (ЭКА) для схемы подключения 1/1 показан в таблице 3–38.

Представительный набор типовых схем присоединений, использованных при разработке и внедрении проектов ситуационной технологии визуализации, приведен в таблице 3–39.

Таблица 3–38. Логика коммутационных состояний присоединения при схеме 1/1



Коммутационные аппараты								Отображаемое состояние			
ШР1	ШР2	ЛР	ЗНЛ	ЗНВ	ЗН1	ЗН2	В	Связи	Кон-ра	ЭКА	
1	0	1	0	0	0	0	1	Вкл.	1СШ	Включено на 1СШ	
0	1	1	0	0	0	0	1		2СШ (1СШ)*	Включено на 2СШ	
1	0	1	0	0	0	0	0	Откл.	1СШ	Откл. прис. к 1СШ	
0	1	1	0	0	0	0	0		2СШ (1СШ)*	Откл. прис. к 2СШ	
1	0	0	0	0	0	0		Разобр.		ЛР откл./ ШР1 вкл.	
0	1	0	0	0	0	0				ЛР откл./ ШР2 вкл.	
1	1	0	0	0	0	0				ЛР откл./ ШР1 и ШР2 вкл.	
0	0	1	0	0	0	0				ШР1, ШР2 откл./ ЛР вкл.	
0	0	0	0	0	0	0				ЛР, ШР1, ШР2 откл.	
1	0	0	1	0	0	0		Ремонт		ЛР откл./ ШР1 вкл.	
0	1	0	1	0	0	0			1СШ	ЛР откл./ ШР2 вкл.	
1	1	0	1	0	0	0				ЛР откл./ ШР1, ШР2 вкл.	
0	0	1	1	0	0	0				ШР1, ШР2 откл./ ЛР вкл.	
0	0	0	1	0	0	0				ЛР, ШР1, ШР2 откл.	
0	0	0	1	1	1					Ремонт	
0	0	0	1	1		1		Ремонт с уч. навед. напряж.		ЛР, ШР1, ШР2 откл.	
0	0	0	0	1	1						Ремонт
0	0	0	0	1		1					Ремонт

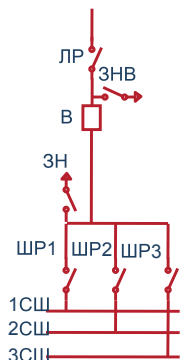
(*) — в скобках указано состояние коннектора при соединении 1СШ и 2СШ

ОГЛАВЛЕНИЕ

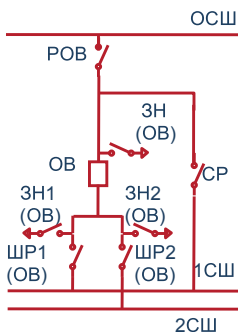
Таблица 3–39. Типовые схемы присоединения

В	Один В, одна СШ	Один В, две СШ	Два В, две СШ, нет ЛР в схемах 2/1, 3/2, 4/3	Два В, две СШ, есть ЛР в схемах 2/1, 3/2, 4/3
	<p>Два В, одна секционированная СШ</p>	<p>Два В, две секционированные СШ</p>	<p>Один В, одна СШ и РП</p>	

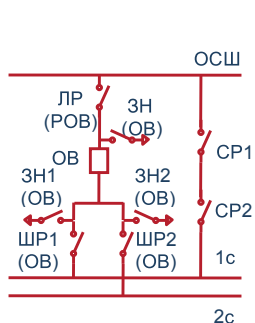
Один В, три СШ



ОВ совмещен с ШСВ при двух СШ и ОСШ



ОВ совмещен с СВ при двух секциях и ОСШ



Для каждой схемы присоединения, представленной в таблице 3–39, была разработана логика отображения коммутационных состояний — по аналогии с таблицей 3–38.

Как уже ранее указывалось, обычно количество актуальных для разработки проекта схем присоединений не превышает 20.

3.3.3. ЛОГИКА ОТОБРАЖЕНИЯ ТОПОЛОГИИ УЗЛОВ

Логика отображения топологии узлов описывает изменение символа топологического узла (СШ одного уровня напряжения) в зависимости от состояния КА.

На рис. 3–3 даны примеры изображения топологии узлов.

При необходимости отображения нескольких уровней напряжения (чаще — 2, редко — 3), символы узлов разных уровней показываются как вложенные фигуры и различаются цветом.

Основные, неосновные и второстепенные энергообъекты отличаются размерами символов узлов.

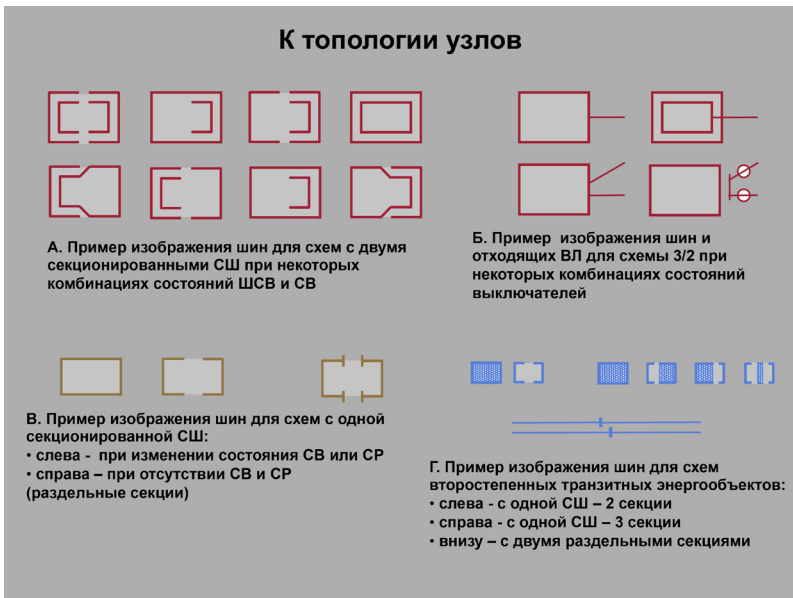
Конфигурация символа топологического узла определяется типом схемы СШ и состоянием шинных и секционных соединений.

Символ топологического узла предполагает строгую определенность изображения СШ (наружный контур — 1СШ, внутренний — 2СШ, слева — 1с, справа — 2с; при изменении расположения секций или при числе секций более двух указывается номер секции). При наличии шинного соединения показывается только внешний контур.

На фрагменте «А» даны примеры изображения символа топологического узла для схемы с двумя секционированными СШ и возможностью перекрестных связей между секциями 1СШ и 2СШ при некоторых коммутационных состояниях шиносоединительных и секционных выключателей.

Топологическое состояние коннектора определяет подключение связи к определенной СШ или секции — актуально только для

Рис. 3–3. Примеры изображения топологии СШ для некоторых энергообъектов



топологического (2) уровня представления — и зависит от состояния шинного соединения и коммутационного состояния связи.

При отсутствии соединения СШ (или секций) подключение коннектора отображается к СШ (или секции) в соответствии с коммутационным состоянием связи. При наличии связи между СШ отображается общий (внешний — при схеме с двумя или тремя СШ) контур, и подключение коннектора фиксируется к этому общему контуру.

На фрагменте «Б» показаны примеры состояния коннекторов ЛЭП для схемы подключения 3/2 при различном состоянии шинных связей и различных состояниях двух (из трех) выключателей данного присоединения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Принятый состав элементов отображения исключает изображение ОСШ на топологическом (2) уровне и допускает в исключительных случаях изображение ОСШ на коммутационном (3) уровне.

Подключение связи через ОВ при отсутствии изображения ОСШ показывается на символе связи с помощью плакатика «ОВ» — это актуально для состояний связи «Вкл.», «Вкл-лось», «Откл.», «Откл-лось».

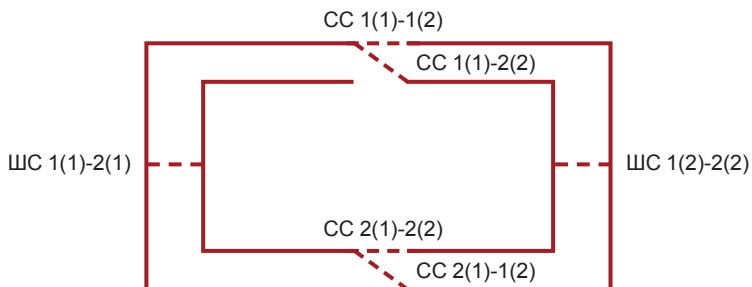
При состояниях связи «Разобр.» или «В ремонте» коннектор (в пунтирном изображении) подключается к внешнему контуру.

На фрагменте «В» приведен пример изображения символов топологических узлов для неосновных энергообъектов, и на фрагменте «Г» — вариант для второстепенных энергообъектов, несколько отличающийся от приведенного в [таблице 3–23](#).

Для фрагмента «А» ниже (рис. 3–4, [таблица 3–40](#)) показан пример состава состояний топологического узла при схеме с двумя секционированными СШ (две секции на каждой СШ).








Рис. 3–4 содержит обозначения, используемые в [таблице 3–40](#).

Рис. 3–4. Обозначения СШ, шинных и секционных соединений в схеме с двумя секционированными СШ (используются в [таблице 3–40](#))











ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–40. Логика состояний символа топологического узла с двумя секционированными СШ с учетом возможности перекрестных соединений секций различных СШ

Условный номер состояния	Состояние межсекционных и межшинных соединений						Состояние символа топологии СШ
	МС 1(1)-1(2)	МС 1(1)-2(2)	МС 2(1)-2(2)	МС 2(1)-1(2)	ШС 1(1)-2(1)	ШС 1(2)-2(2)	
1.	0	0	0	0	0	0	
2.	1	0	0	0	0	0	
3.	0	1	0	0	0	0	
4.	1	1	0	0	0	0	
	1	0	0	0	0	1	
	x	1	0	0	0	1	
5.	0	0	1	0	0	0	
6.	1	0	1	0	0	0	
7.	0	1	1	0	0	0	
	0	1	0	0	1	0	
	0	x	1	0	1	0	

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условный номер состояния	Состояние межсекционных и межшинных соединений						Состояние символа топологии СШ
	МС 1(1)-1(2)	МС 1(1)-2(2)	МС 2(1)-2(2)	МС 2(1)-1(2)	ШС 1(1)-2(1)	ШС 1(2)-2(2)	
8.	1	1	1	0	0	0	
	1	1	0	1	0	0	
	1	0	1	1	0	0	
	x	1	1	1	0	0	
	1	1	0	0	1	0	
	1	x	1	0	1	0	
	x	1	0	1	1	0	
	x	x	1	1	1	0	
	1	0	1	0	0	1	
	x	1	1	0	0	1	
	1	0	0	1	0	1	
	x	1	0	1	0	1	
	1	0	1	1	0	1	
	x	1	1	1	0	1	
	1	0	0	0	1	1	
	x	1	0	0	1	1	
x	x	1	0	1	1		
x	x	0	1	1	1		
x	x	1	1	1	1		
9.	0	0	0	1	0	0	
	1	0	0	1	0	0	
10.	1	0	0	0	1	0	
	x	0	0	1	1	0	
11.	0	1	0	1	0	0	
12.	0	0	1	1	0	0	
	0	0	1	0	0	1	
	0	0	x	1	0	1	
13.	0	0	0	0	1	0	
14.	0	0	0	0	0	1	
15.	0	0	0	0	1	1	

3.3.4. ЛОГИКА ГРУППОВОГО ЗАДАНИЯ СОСТОЯНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ В БАЗЕ ДАННЫХ

Групповое задание КА — это одновременное изменение в базе данных (БД) состояния группы КА, соответствующее коммутационному состоянию связи или СШ, в результате задания определенной команды с экрана рабочего места.

Групповое задание КА возможно с использованием различных видов схем — общей мнемосхемы сети, однолинейной схемы энергообъекта, специального навигатора.

Групповое задание КА предполагает использование, как правило, схемы энергообъекта топологического (2) или коммутационного (3) уровня отображения.

При необходимости индивидуального задания состояния отдельных КА в БД используется однолинейная схема энергообъекта — объектный (4) уровень отображения.

При выполнении команды группового задания КА происходит сравнение задаваемых состояний КА с нормальным состоянием КА, и при необходимости — отображение символа отклонения от нормального состояния.

Для КА, исходное состояние которых в БД отличается от задаваемого, выполнение команды группового управления сопровождается установкой признака «Р» (ручного задания) рядом с символами соответствующих КА.

При наличии механизма подтверждения исполнения команды должна существовать возможность отмены команды (отката).

Механизм группового задания КА предполагает использование:

ОГЛАВЛЕНИЕ

- ▶ идентификатора типа схемы присоединения;
- ▶ определенного набора команд для данного типа схемы присоединения;
- ▶ состава КА данного типа схемы присоединения.

Библиотека логики группового задания КА в БД включает набор типовых команд, которые могут уточняться в конкретных проектах.

Пример состава логики команд группового управления КА для присоединения со схемой подключения 1/1 (один В и две СШ) приведен ниже.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Задание 0 для ЗНЛ, ЗНВ и ЗН в большинстве команд связано с необходимостью фиксации их нового состояния по окончании ремонта.

Отсутствие задания состояния для выключателя В в ряде команд объясняется тем, что состояние В при этом не имеет значения для символов отображения топологического (2) и коммутационного (3) уровней.

Отсутствие задания состояния КА в командах «Ремонт» и «Ремонт В» обеспечивают возможность задания этих команд в любой последовательности.

При отсутствии ЗН2 предполагается иметь подтип данного типа присоединения, в таблице которого исключается колонка ЗН2.

Логика задания КА в БД предусматривает использование следующих перечисленных в [таблице 3–8](#) информационных признаков:

- ▶ «Х» — признак нарушения автоматического поступления информации;
- ▶ «?» — признак недостоверности;
- ▶ «Р» — признак ручного задания состояния.

Кроме того, используется признак «Н» — отклонения состояния оборудования от «нормального» состояния.

3.3.5. ЛОГИКА ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЖИМА И ВОПРОСЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Логика отображения состояния сети и оборудования предполагает использование набора схем присоединений и СШ, основная часть которых состоит из принятых в электроэнергетике типовых схем.

Пример набора типовых схем присоединений приведен в [таблице 3–39](#).

Важное значение для выполнения любых логических функций обращения к схемам присоединения имеет принятая система идентификации этих схем и их элементов.

Логические функции обращения к этим схемам могут определяться либо правилами топологии при наличии универсального процессора топологии в составе комплекса SCADA, либо через табличную логику.

В процессе большинства внедрений технологии SitVision, в связи с отсутствием в составе соответствующих комплексов SCADA универсального процессора топологии, использовался метод табличного задания логики отображения присоединений и СШ.

Следует отметить, что если реализация табличного задания логики отображения схем присоединений достаточна прозрачна, то табличное задание логики отображения СШ требует значительных затрат времени как на ее внедрение, так и на проверку корректности задания. Поэтому важно наличие в комплексах SCADA функционально развитого процессора топологии.

Проведенные эксперименты по использованию универсального процессора топологии показали относительно простые

ОГЛАВЛЕНИЕ

возможности описания изложенной выше логики отображения схем присоединений и СШ с его помощью.

При использовании любых механизмов описания важное значение имеет принятая система идентификации схем присоединений и СШ, которая должна соответствовать логическим правилам их отображения.

Разработанный вариант идентификации, в котором представлен показанный выше набор типовых схем присоединений, приведен в главе 4.

3.4. ЭРГНОМИКА

3.4.1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦВЕТА, МИГАНИЕ

3.4.1.1. ЦВЕТ

Основные положения по использованию цвета и фона изображения изложены в [главе 1](#).











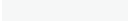
В данном параграфе приводятся краткие рекомендации по динамической раскраске ЛЭП и СШ для различных уровней напряжения (таблица 3–42), раскраске символов событий и состояний (таблица 3–43), цифровых и текстовых форматов.

Рассмотренный вариант раскраски предполагает использование на экране плотно-серого фона. При выборе темного фона экрана, цветовая схема динамической раскраски может смещаться в область более светлых тонов.

При том что приведенная в таблице 3–42 цветовая схема предусматривает использование 11 цветов, следует учитывать, что формат отображения схемы любого иерархического уровня обычно включает не более 3–4 уровней напряжения, т.е. естественным образом выполняются рекомендуемые ограничения (до 5–6) по количеству одновременно используемых цветов в одном формате отображения.





ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–42. Пример цветовой схемы динамической раскраски символов ЛЭП и СШ по уровням напряжения

№	Уровень напряжения	Цвет (RGB)	Цвет
1.	1150 кВ	255:0:255	
2.	750 кВ	0:0:255	
3.	500 кВ	165:0:33	
4.	330 кВ	0:204:0	
5.	220 кВ	0:153:255	
6.	110 кВ	0:128:128	
7.	27–60 кВ	153:51:255	
8.	6–24 кВ (генер.)	128:128:128	
9.	6 кВ (СН)	102:102:153	
10.	ППТ (800 кВ)	204:0:204	
11.	Без напряжения (подложка символов ЛЭП, связей и СШ)	250:250:250	

ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица 3–43. Цветовая схема динамической раскраски элементов символов событий и состояний

№	Элементы отображения	Цвет (RGB)	Цвет
1.	Окантовка символов событий о нарушении аварийно допустимого режима	255:0:0	
2.	Окантовка символов событий о нарушении нормального режима Подложка коммутационных связей в состоянии «Разобр.»	255:153:0	
3.	Подложка коммутационных связей в состоянии «Вкл-лось», «Откл-лось»	255:153:255	
4.	Фон символа состояния оборудования «В ремонте»	255:204:0	

К основным рекомендациям по цветовой раскраске цифровых и текстовых форматов относятся:

- ▶ цифровые показания перетоков активной и реактивной мощности — отличающиеся цвета: (165:0:33) и (0:0:255);
- ▶ значение нагрузки трансформаторов — цвет высшего уровня напряжения;
- ▶ значение напряжения — цвет соответствующего уровня напряжения;
- ▶ обозначение трансформатора в символах событий и состояний, например, «Т-1...» — цвет высшего уровня напряжения.

Приведенные рекомендации по цветовой раскраске цифровых и текстовых форматов актуальны только для случаев крайней необходимости выделения цветом таких форматов. Ранее уже упоминалось о недопустимости в обычной практике использования цветов для цифровых и текстовых форматов.

3.4.1.2. МИГАНИЕ

Развернутый материал с характеристиками мигания приведен в [главе 1](#). Здесь приведем лишь несколько наиболее значимых положений, использованных при разработке информационных проектов.

Количество миганий при реализации информационных проектов задавалось при настройке изображения в диапазоне 10–30 — одинаковое для определенного вида символа.

Для выделения новой информации по окончании мигания использовались различные признаки (или их комбинации) — размер, цвет подложки, толщина окантовки.

Для выделения важнейших событий были выбраны следующие параметры частоты мигания: 1 Гц — при возникновении события и 0,2 Гц — при необходимости сохранения информации о событии после его квитирования.

Примером необходимости сохранения информации о событии после его квитирования является событие перегрузки трансформатора связи, при появлении которого возникает символ события с миганием его окантовки частотой 1 Гц. После ручного квитирования частота мигания изменяется на 0,2 Гц, при этом мигание прекращается автоматически только по окончании перегрузки.

3.4.2. РАЗМЕРЫ СИМВОЛОВ

Используемые в информационных проектах угловые размеры символов в угловых минутах (') для различных уровней представления информации приведены в Приложении 1.

Основными критерием выбора начертания и угловых размеров было достижение компромисса между удобством восприятия и экономией динамического пространства отображения.

3.5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ SITVISION

7 проектов технологии SitVision были внедрены в условиях достаточного для реализации динамического пространства видеостен.

Впрочем, на одном диспетчерском пункте, где количество отображаемых объектов было более 400, а межобъектных связей (ЛЭП) — до 1000, при располагаемом пространстве видеостены в 28 кубов с размером диагонали в 67, возникли серьезные проблемы по выполнению запросов диспетчерского персонала по количеству энергообъектов, отображаемых на коммутационном (3) уровне.

Такого рода проблема так и не получила удовлетворительного решения. Впрочем, она и не могла быть решена, так как с увеличением количества отображаемых элементов требуется увеличение площади поля отображения. Но с увеличением площади поля отображения приходится увеличивать расстояние от рабочих мест до видеостены, исходя из требований к условиям видимости.

Единственно приемлемым решением в таких случаях может быть ограничение уровня подробности отображения, т.е. ограничение количества энергообъектов, для которых может быть предусмотрен коммутационный (3) уровень отображения.

В этих условиях актуально повышение информативности представления схем энергообъектов на более общих уровнях отображения — топологическом (2) и сетевом (1) уровнях.

С учетом возникших проблем, в дальнейшем были разработаны механизмы более продвинутого топологического отображения и эффективного выделения актуальной информации:

- ▶ реализация более развитой обобщенной топологии на сетевом (1) уровне;
- ▶ выделение на мнемосхеме сети топологически слабых связей — как сетевых, так и внутриобъектных;
- ▶ эффективное отображение приоритетных событий на топологическом (2) уровне отображения, например:
 - выделение (отделение) участка сети;
 - разделение на энергообъекте в пределах одного уровня напряжения;
 - разделение на энергообъекте между разными уровнями напряжения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт внедрения ситуационной технологии визуализации SitVision показывает, что она успешно выполняет решение основной поставленной цели ее разработки — мгновенное восприятие оперативной ситуации:

«Поднял глаза — и все понял».

Разработчики технологии SitVision выражают надежду, что данный материал привлечет внимание специалистов, имеющих отношение как к разработке, так и эксплуатации информационных систем, связанных с отображением больших объемов технологической информации, поступающей в реальном масштабе времени.

Приведенное изложение имеет особую практическую значимость для технологических систем быстрого реагирования, к которым относятся прежде всего электроэнергетика и летательные аппараты.

На основе данного материала может быть разработан эффективный информационный интерфейс для других систем управления технологическими процессами — нефтегазовой отрасли, ситуационных центров различного назначения.

Изложенные положения ориентированы на практическую реализацию и имеют различные варианты решений, учитывающих специфику технологического процесса.

Разработчики SitVision готовы к сотрудничеству в любой форме — начиная от предоставления подробных презентаций и консультаций до непосредственного участия в проектах и подготовки групп системных специалистов, которые могут самостоятельно разрабатывать и внедрять проекты с использованием эффективной ситуационной технологии визуализации.

Автор выражает надежду, что данный теоретический и практический материал, сформированный на основе многолетних исследований и результатов внедрений на крупных диспетчерских пунктах электроэнергетики России и Украины будет востребован, и что данную разработку не постигнет участь огромного исследовательского проекта, разработанного Электроэнергетическим институтом США (EPRI) [2] в 1983 г.

Основанием для таких надежд являются появление за последние десятилетия на пунктах управления электроэнергетики «продвинутых» и инициативных руководителей и специалистов, практически безграничные возможности современной техники и технологии отображения информации, а также крайнюю важность обеспечения мгновенной оценки ситуации в сложных системах технологического управления.

Можно надеяться, что с учетом значительного количества аварий, возникающих прежде всего в системах быстрого реагирования (электроэнергетика, летательные системы) из-за проблем понимания оперативным персоналом текущей ситуации, наличия реальных практических возможностей решения этих проблем и повышения надежности и эффективности оперативно-диспетчерского управления, в соответствующих корпорациях будут сформированы организационно-интеллектуальные группы системных специалистов для внедрения уже проверенной в течение многих лет новой технологии отображения информации.

Автор со своей стороны готов оказать посильную помощь в развитии и продвижении новых технологических решений.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Данная глава включает:

- ▶ **Приложение 1** — практические рекомендации по параметрам начертания отображаемых символов.
- ▶ **Приложение 2** — вариант идентификации схем и оборудования.
- ▶ **Приложение 3** — презентация, иллюстрирующая основные акценты технологии SitVision.
- ▶ **Приложение 4** — основные акценты и краткая презентация технологии SitVision на английском.

4.1. ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

ПАРАМЕТРЫ НАЧЕРТАНИЯ СИМВОЛОВ

4.1.1. СИМВОЛЫ, АКТУАЛЬНЫЕ ДЛЯ ВСЕХ УРОВНЕЙ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

① **Символ ЛЭП:**

- толщина линии — не менее 2', для высшего уровня напряжения — до 5';
- подложка символа — ширина на 4'–6' больше толщины линии ЛЭП;
- параметры начертания:
 - по возможности прямые линии между энергообъектами;
 - при необходимости излома предпочтительны тупые углы, максимально приближающиеся к 180°;
 - недопустимо использование углов излома менее 90°. Вместо излома в 90° рекомендуется в большинстве случаев использовать два излома с тупыми углами.

② **Символ события или состояния — толщина окантовки:**

- 5' — до квитиования;
- 2'–3' — после квитиования.

③ **Диспетчерская пометка — не менее 25'–30'.**

④ **Параметры наименований:**

- для всех наименований используется шрифт — Arial, начертание — «Ж»;
- размеры шрифта наименований могут иметь различное значение в зависимости от уровня приоритета объекта наименования и места его расположения:

	на мнемосхеме	в разделе общих данных
для первого уровня приоритета	17'–18'	22'–25'
для второго уровня приоритета	14'–15'	18'–20'

⑤ **Цифровой индикатор — высота цифр:**

- 18' — при отображении на мнемосхеме;
- 25' — при отображении в разделе общих данных.

⑥ **Качественный индикатор:**

- переток мощности:
 - элемент шкалы — 8'×8';
 - индикаторная точка на шкале — диаметр 12';
 - длина шкалы — 80';
 - длина стрелки — 20';
- мощность электростанции:
 - внешний радиус — 70';
 - элемент шкалы — 8'×10';
 - индикаторная точка на шкале — диаметр 14';
- мощность генератора:
 - диаметр — 45';
- резкое изменение перетока мощности:
 - формат миниграфика в прямоугольнике — 60'×100'.

⑦ **Символы в разделе общих данных режима должны быть на 25–40 % больше аналогичных символов, отображаемых в разделе мнемосхемы.**

4.1.2. СИМВОЛЫ ОТДЕЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ

① **Символ энергообъекта:**

- основная электростанция — диаметр 70’;
- основная ПС — 70’×50’;
- неосновная электростанция — диаметр 55’;
- неосновная ПС — 55’×30’.

ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

② **Символ основного энергообъекта:**

	электростанция	ПС
1СШ внутреннего контура напряжения	диаметр 70’	70’×50’
расстояние между СШ одного уровня напряжения	15’	15’
расстояние между СШ соседних уровней напряжения	25’	25’

③ **Символ неосновного энергообъекта:**

	электростанция	ПС
1СШ внутреннего контура напряжения	50’	50’×30’

КОММУТАЦИОННЫЙ УРОВЕНЬ

① Символ эквивалентного коммутационного аппарата:

- толщина линий контура:
 - 4'–5' — в состояниях «Вкл-лось», «Откл-лось»;
 - 1'–2' — в других состояниях;
- диаметр — 15' в состояниях «Откл.», «Вкл.» и 25' — в состояниях «Откл-лось», «Вкл-лось»;
- диаметр оранжевого полукруга в состоянии «Разобр.» — 25'–30';
- плотность штриховки в состоянии «Вкл-лось» увеличивается примерно в 1,5–2 раза по сравнению с состоянием «Вкл.».

② Символы трансформатора, автотрансформатора, реактора — размеры приведены в разделе символов объектного уровня.

③ Символ генератора:

- в состояниях «Вкл.» и «Вкл-лось» и необходимости качественной индикации — диаметр 45';
- оранжевая подложка при состояниях «Разобр.» и «В ремонте» — диаметр 45'.

④ Символ СШ:

- толщина линии — 2';
 - ширина символа — 9'–10';
 - ширина подложки 15'–18'.
-

ОБЪКТНЫЙ УРОВЕНЬ

Перечень и угловые размеры символов оборудования объектного уровня приведены ниже.

Таблица 4–1. Символы коммутационных аппаратов

Наименование	Символы оборудования и размеры в угл.мин.
Выключатель	
Разъединитель	
Отделитель	
Заземляющий нож	
Земля	

Дополнительные параметры символа выключателя в состояниях «Вкл-лось» и «Откл-лось»:

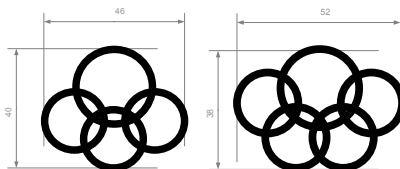
- ▶ цвет окантовки — красный (255; 0; 0);
- ▶ толщина окантовки — 3' (в других состояниях 1');
- ▶ плотность штриховки в состоянии «Вкл-лось» увеличивается примерно в 1,5–2 раза по сравнению с состоянием «Вкл.».

Таблица 4–2. Символы силовых трансформаторов

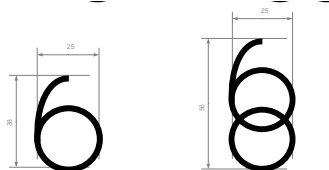
Наименование	Символы оборудования и размеры в угл.мин.
Трансформатор 2-х обмоточный Трансформатор 2-х обмоточный с РПН	
Трансформаторы 3-х обмоточные	
Трансформатор 3-х обмоточный с РПН	

ОГЛАВЛЕНИЕ

Трансформатор 4-х обмоточный
Трансформатор 5 обмоточный



Автотрансформаторы



Автотрансформаторы с РПН

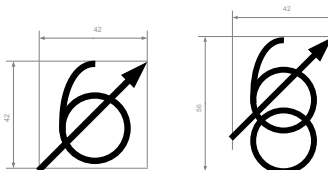
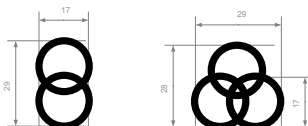


Таблица 4–3. Символы измерительных трансформаторов

Наименование

Символы оборудования и размеры в угл.мин.

Трансформаторы напряжения



Трансформаторы тока

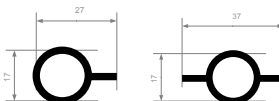

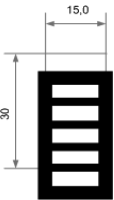
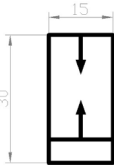


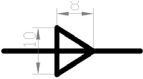


Таблица 4–4. Символы для основных источников и потребителей активной и реактивной мощности и токоограничивающего оборудования

Наименование	Символы оборудования и размеры в угл.мин.
Генератор	
Синхронный компенсатор	
Конденсаторная батарея	
Реактор токоограничивающий	
Реактор компенсирующий неуправляемый Реактор компенсирующий управляемый	

Таблица 4–5. Некоторые символы вспомогательного оборудования

Наименование	Символы оборудования и размеры в угл.мин.
Катушка, заградитель высокочастотный	
Ограничители напряжения	
Разрядник	
Фильтр присоединения	
Рабочее заземление	
Кабельная муфта	

4.2. ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВАРИАНТ ИДЕНТИФИКАЦИИ СХЕМ

В отличие от обозначений оборудования, использованных для типовых схем присоединений (таблица 3–39), при разработке варианта идентификации использовалась общепринятая в международной практике аббревиатура сокращений англо-язычного наименования.

Описанные ниже вариант идентификации и аббревиатура сокращений, в основе которых лежат рассмотренные типовые схемы присоединений, использовался в процессе экспериментальной оценки функционально развитого процессора топологии, разработанного во ВНИИЭ И.А.Головинским [16] (igolovinskij@gmail.com).

Изложенные ниже принципы идентификации используют схемы конкретных энергообъектов, включающие, наряду с типовыми, разнообразные «экзотические» схемы. Показано, что схемы этих энергообъектов практически полностью описываются с помощью приведенных выше типовых схем присоединений.

4.2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- ① Структура идентификатора отражает технологическое назначение и место оборудования на мнемосхеме.
- ② Каждый уровень идентификатора представляется в виде символьных групп и разделительных знаков между ними.
- ③ Разделительные знаки между символьными группами облегчают их восприятие на мнемосхеме и в составе RDF-файлов.
- ④ Количество уровней и, соответственно, длина идентификатора зависят от вида оборудования и его места на принципиальной схеме, но при этом используется минимально необходимое количество элементов. Тем самым обеспечивается высокая информационная «прозрачность» идентификатора.
- ⑤ В идентификаторе исключается повторение одинаковых или схожих понятий.
- ⑥ В идентификаторе используются буквы латинского алфавита, арабские цифры и разделители. Первая буква наименования объекта — всегда прописная, последующие могут быть строчные, например, Gen — обозначение генератора.
- ⑦ Цифровые символы в идентификаторе по возможности отражают диспетчерскую нумерацию.
- ⑧ Примечания:
 - В иллюстрационных примерах не показана символьная группа с наименованием подстанции.
 - Коммутационное оборудование показано в состоянии «Отключено».
 - Перечень обозначений ограничен оборудованием, входящим в состав иллюстраций.

4.2.2. НЕКОТОРЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- ① Вау (Цепь, Присоединение) — электрическая цепь, включающая коммутационное, компенсационное, защитное, измерительное и вспомогательное оборудование, находящееся между точками подсоединений к СШ, ЛЭП, силовым трансформаторам, генераторам, описываемая максимальным графом, и которая может быть собрана по различным схемам подключения к СШ, в том числе по схеме 2/1, 3/2, 4/3, или иметь автономную схему — схема многоугольника, схема блока Трансформатор — Линия и другие схемы. При этом в точке подключения Трансформаторов собственных нужд может иметь место подсоединение двух Присоединений.
- ② Групповое присоединение — Присоединение, включающее более одной цепи ЛЭП, (Авто)трансформатора (в том числе и ТСН), Генератора в любом их сочетании.
- ③ Equipment's Group (Группа оборудования или Функциональная группа) — электрическая цепь, включающая коммутационное, компенсационное, защитное, измерительное и вспомогательное оборудование и обеспечивающая выполнение определенной технологической функции.

Примерами групп оборудования могут быть группы: линейная, (Авто)трансформаторная, компенсирующая, трансформатора напряжения.

Группы оборудования могут быть вложены одна в другую — например, группа трансформатора напряжения может входить в состав линейной группы.

- ④ Power Equipment — Силовое оборудование — (Авто)трансформатор, Генератор, средства компенсации реактивной мощности на СШ. Группа «(Авто)трансформатор», «Генератор» включает также оборудование, относящееся к внутренней схеме, а также

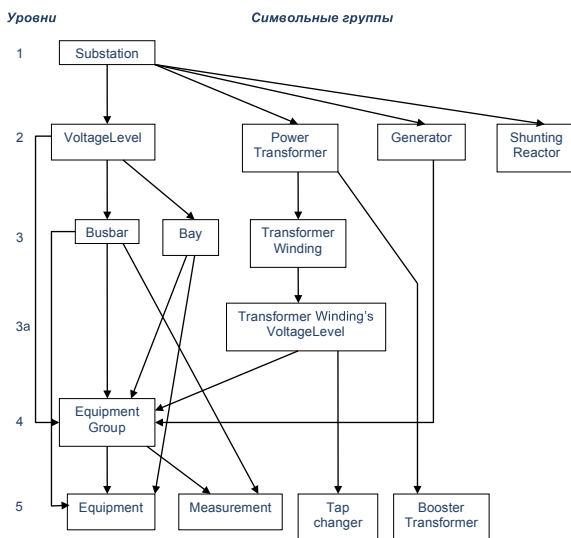
внешнее коммутационное, защитное, измерительное оборудование при отсутствии внешних связей.

Например, для (Авто)трансформатора к оборудованию, относящегося к внутренней схеме, относятся устройства регулирования под нагрузкой, вольтодобавочный трансформатор, коммутационное, защитное, измерительное оборудование нейтрали.

4.2.3. ИЕРАРХИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИДЕНТИФИКАТОРА

Пример распределения символьных групп идентификатора по иерархическим уровням приведен на рис. 4–1.

Рис. 4–1. Распределение символьных групп идентификатора по иерархическим уровням



4.2.4. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1-й уровень иерархии

- ① Substation (Наименование ПС), например, Vst (Восточная).

2-й уровень иерархии

- ② VoltageLevel (Уровень напряжения) — 4 символа:
- V500, V220, V35, V6.3, V0.4, V999 — при уровне напряжения выше 1000 кВ.
- ③ PowerTransformer (Силовой трансформатор):
- Т — Трансформатор, АТ — Автотрансформатор.
 - АТ2, АТ3, АТ5, Т1, Т2, Т3, АТ42 — обозначение силовых трансформаторов с сохранением их диспетчерских наименований (АТ42 — автотрансформатор АТ4–2).
- ④ Generator (Генератор):
- Gen1, Gen12 — обозначение генераторов, с сохранением диспетчерской нумерации.

3-й уровень иерархии

- ① Busbar (Система шин):
- Bus1, Bus2 — первая и вторая система шин при отсутствии секционирования.
 - Bus11, Bus12 — первая цифра — номер системы шин, вторая цифра — номер секции.
 - BusT — Transfer Bus (Обходная СШ).
 - BusC — Connecting Bus (Ремонтная перемычка).

② Bay (Цепь, Присоединение):

- для группового присоединения — C1, C2, ...C11, ..., где цифровое значение — номер цепи в пределах одного уровня напряжения (по возможности совпадает с диспетчерским номером);
- для присоединения (Авто)трансформатора и Генератора — совпадает с диспетчерским номером;
- для присоединения ЛЭП — L (идентификатор линии), где идентификатор может иметь следующие альтернативы: номер ЛЭП в пределах одного уровня напряжения, номер ЛЭП в соответствии с диспетчерской нумерацией, номер ЛЭП в соответствии с принятой единой нумерацией ЛЭП в пределах России, краткое наименование основной ПС с другой стороны ЛЭП и номер цепи, если в данном направлении имеется более одной ЛЭП.

③ Transformer Winding (Обмотка силового трансформатора):

- TW1, TW2, TW3 — номера указываются только при наличии нескольких обмоток на одном уровне напряжения.

④ Tap changer (Устройство регулирования под нагрузкой):

- LTC.

⑤ Уровень иерархии «3а» — Transformer Winding's VoltageLevel (Напряжение обмотки силового трансформатора):

- V500, V220, V35, V6.3, V0.4 (4 символа).

4-й уровень иерархии

- ① Equipment Group (Группа оборудования):
- L — Line (Группа высоковольтной линии).
 - T — Transformer (Группа силового трансформатора), далее — обозначение с сохранением диспетчерского наименования.
 - RS — Shunting Reactor (Группа шунтирующего реактора).
 - VT — Voltage Transformer (Группа трансформатора напряжения).

5-й уровень иерархии

- ① Equipment (Оборудование):
- RS — Shunting Reactor (Шунтирующий реактор).
 - VT — Voltage Transformer (Трансформатор напряжения).
 - B — Breaker (Выключатель):
 - B — Breaker (Выключатель присоединения силового оборудования или линии).
Выключатели в схемах 2/1, 3/2, 4/3 рядом с шиной имеют номер этой шины (но не секции), а дальше от шин — по нарастающей с нечетной стороны. В схемах с единственным выключателем выключатель не имеет номера. Пример: цепочка из 4-х выключателей (схема 4/3) между двумя секциями шин Bus11 и Bus21 имеет нумерацию: Bus11 — B1 — B3 — B4 — B2 — Bus21.
 - BB — Bus Breaker (Выключатель шиносоединительный),
 - BS — Section Breaker (Выключатель секционный),
 - BT — Transfer Bus (Выключатель обходной),
 - BTV — ШОВ (Выключатель совмещенный обходной и шиносоединительный),
 - BTS — COB (Выключатель совмещенный обходной и секционный),
 - BTVS — Межшинная перемычка для COB.
 - F — Fuse (Предохранитель).

ОГЛАВЛЕНИЕ

- D — Disconnecter (Разъединитель):
 - DBB — Bus Disconnecter (Разъединитель шиносоединительный),
 - DSS — Section Disconnecter (Разъединитель межсекционный),
 - DB1 — Bus1 Disconnecter (Разъединитель к 1СШ) — при наличии развилки разъединителей,
 - DB2 — Bus2 Disconnecter (Разъединитель к 2СШ) — при наличии развилки разъединителей,
 - DL — Line Disconnecter (Разъединитель линейный),
 - DT — Transfer Disconnecter (Разъединитель к ОСШ),
 - DS1 — Section1 Disconnecter (Разъединитель к 1 секции) — для секционного выключателя,
 - DS2 — Section2 Disconnecter (Разъединитель ко 2 секции) — для секционного выключателя.

Разъединители нумеруются следующим образом:

- в схемах 4/3, 3/2, 2/1 — ближе к 1СШ — DX1, ближе к 2СШ — DX2, где X — номер выключателя,
- в схеме 1/1, двумя СШ и ОСШ — DB1, DB2, DL, DT,
- в схеме 1/1, при наличии ОСШ и присоединении к одной СШ — DB, DL, DT,
- в схеме с одной СШ без выключателя — D.
- G — Ground Disconnecter (Заземляющий нож).
- AD — Automatic Disconnecter (Отделитель).
- CT — Current Transformer (Трансформатор тока).
- VT — Potential Transformer or Voltage Transformer (Трансформатор напряжения).
- OS — Over-Voltage Suppressor (Ограничитель напряжения).
- A — Arrester (Разрядник).
- CC — Coupling Capacitor (Конденсатор связи — в контуре в/ч обработки).
- LT — Line Trap (Высокочастотный заградитель).
- IC — Inserted Cable (Кабельная вставка).
- W — Wire lead (Токопровод).

② Measurement (Измерения):

- P — активная мощность.
- Q — реактивная мощность.
- U — напряжение.

Идентификаторы измерений привязываются к соответствующему оборудованию — СШ, ЛЭП, трансформатору и т.п.

4.2.5. ПРИМЕРЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ СХЕМ ПС МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Рис. 4–2. Схема с двумя секционированными СШ и секционированной ОСШ — два обходных, два шиносоединительных и два секционных В (фрагмент схемы ПС)

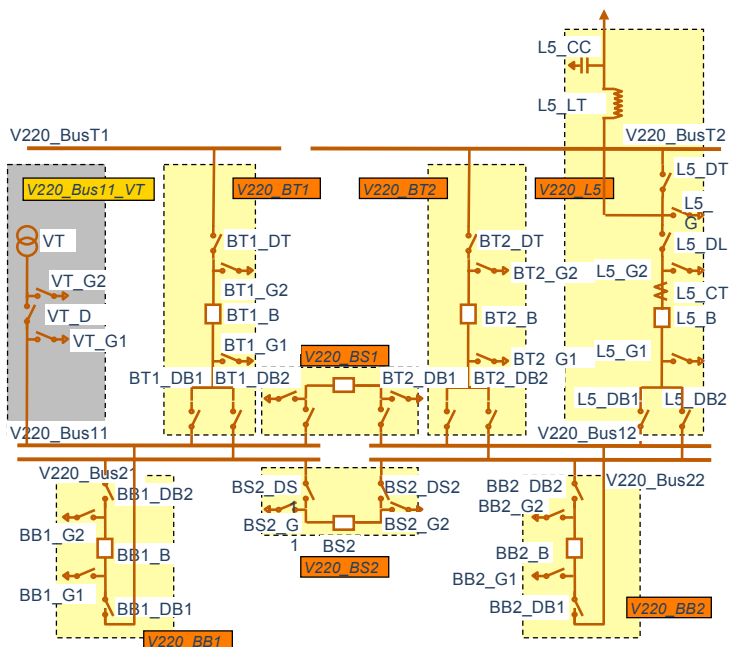


Рис. 4–3. Схема с двумя В и одной секционированной СШ (фрагмент схемы ПС)

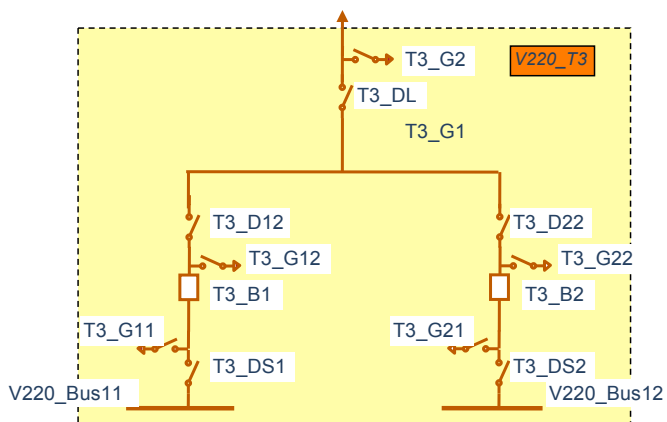


Рис. 4–4. Схема с двумя В и двумя секционированными СШ (фрагмент схемы ПС)

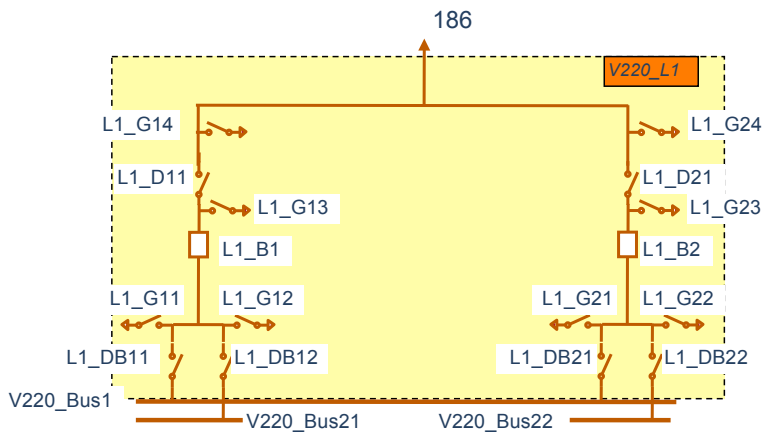


Рис. 4–5. Схема совмещенного секционного и обходного В (фрагмент схемы ПС)

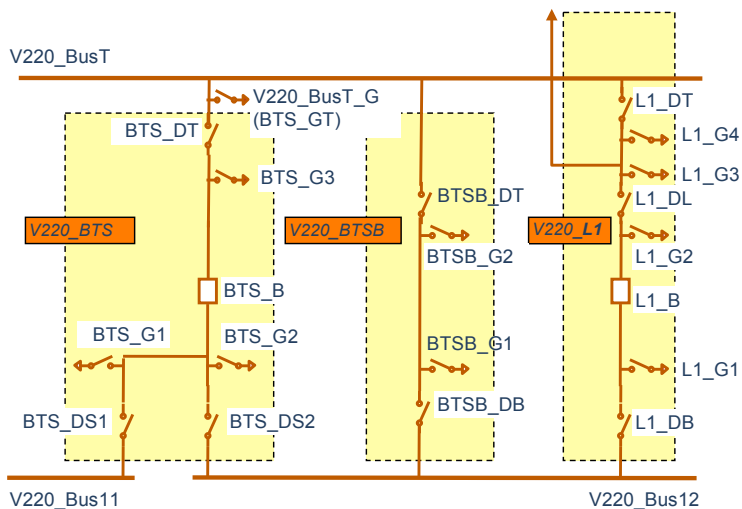


Рис. 4–6. Схема совмещенного шиносоединительного и обходного В (фрагмент схемы ПС)

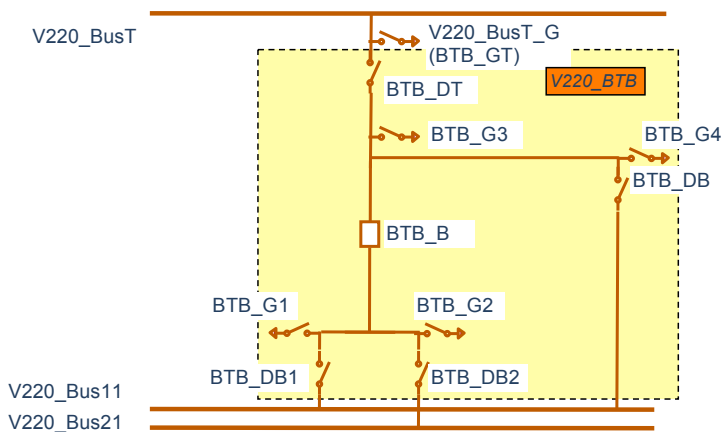


Рис. 4–7. Схема с ремонтной перемычкой (фрагмент схемы ПС)

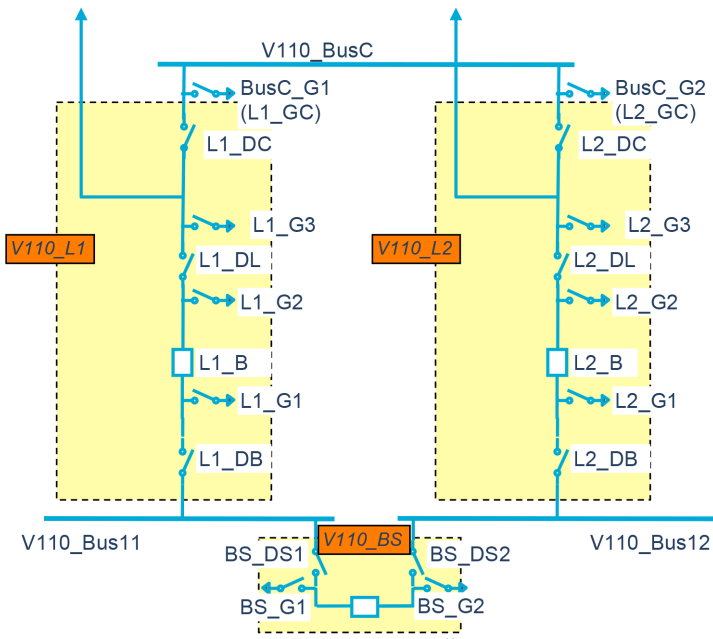


Рис. 4–8. Кольцевая схема (фрагмент схемы ПС)

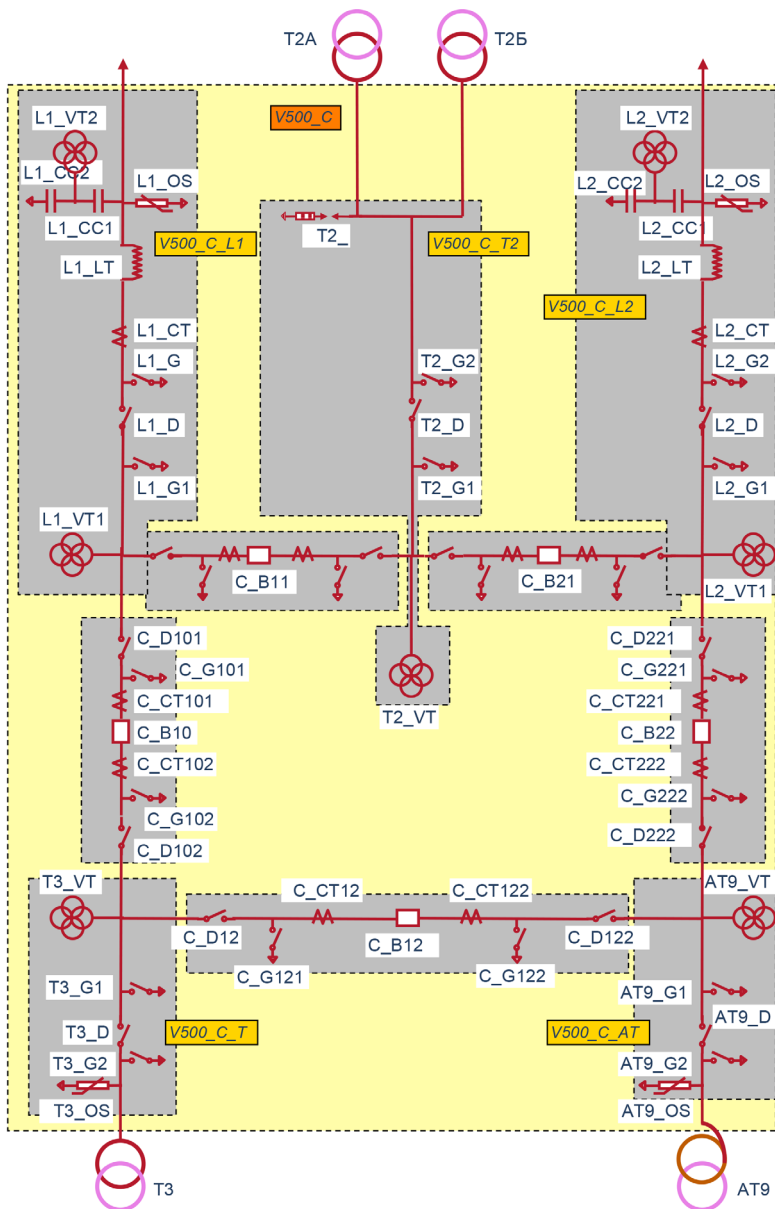
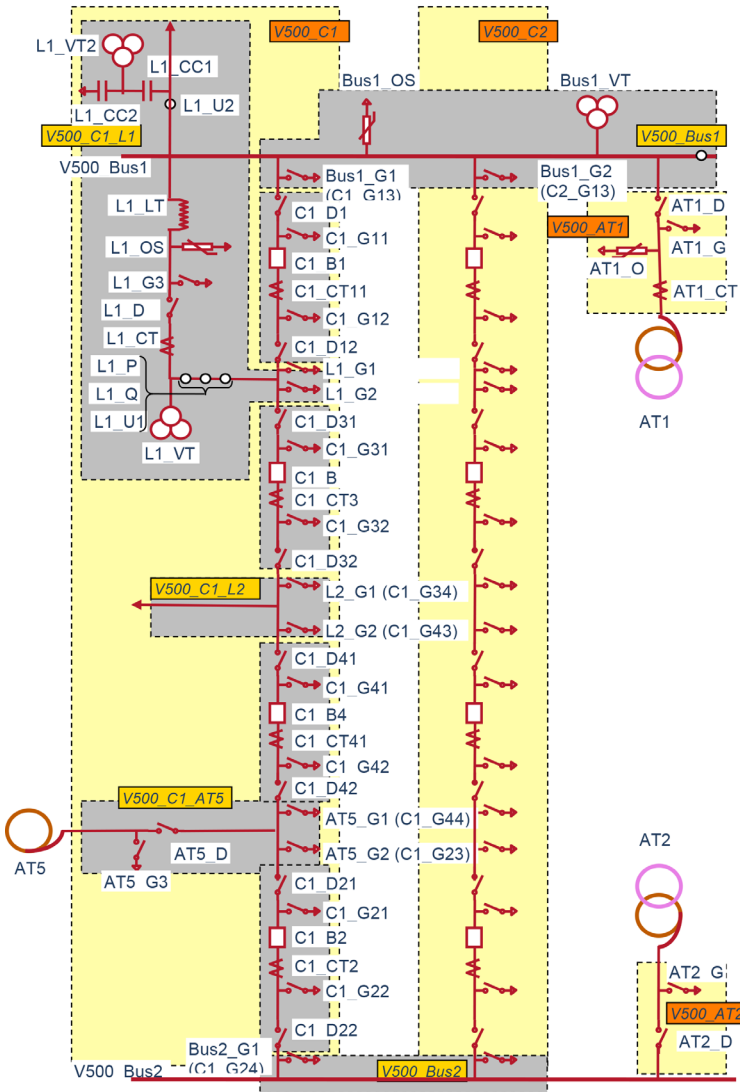


Рис. 4–9. Схема 4/3 — с 4 В на 3 присоединения (фрагмент схемы ПС)



4.3. ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ SITVISION

4.3.1. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ

Ниже представлены информационные кадры презентации технологии SitVision.

В презентации используются фрагменты электрических схем, находящихся в управлении/ведении пунктов оперативно-диспетчерского управления региональных и объединенных энергосистем России, для которых были разработаны информационные проекты.

Основное назначение презентации — отразить новизну и эффективность технологии SitVision, показать ее основные отличия от технологии отображения, традиционно используемой на диспетчерских пунктах электроэнергетики.

Презентация включает следующие разделы:

- ▶ технология визуализации информации — одна из важнейших задач информационного обеспечения дежурного оперативного персонала;
- ▶ основные методы обеспечения мгновенной оценки оперативной ситуации;
- ▶ иерархические уровни представления информации;
- ▶ отображение динамики событий;
- ▶ ситуационные образы и обобщенная визуализация;
- ▶ реализация требований инженерной психологии и эргономических стандартов;
- ▶ иллюстрация внедрения технологии SitVision на видеостене диспетчерского пункта энергосистемы;

- ▶ составляющие эффективности ситуационной визуализации;
- ▶ состав и задачи разработки технологии ситуационной визуализации;
- ▶ состав работ при внедрении технологии SitVision;
- ▶ состав разработки информационного проекта технологии SitVision;
- ▶ объекты внедрения технологии SitVision;
- ▶ перспективные технологические области использования SitVision;
- ▶ практические условия актуальности и успеха внедрения SitVision;
- ▶ организационные проблемы тиражирования технологии SitVision в России;
- ▶ теоретическая база разработки технологии SitVision;
- ▶ реквизиты разработчика SitVision.

4.3.2. СЛАЙДЫ ПРЕЗЕНТАЦИИ

Основные направления информационного обеспечения дежурного оперативного персонала

- Организация АСДУ (АСУ ТП)
- Организация SCADA и системы технологических задач
- Построение системы сбора и передачи информации
- Организация средств и технологии визуализации информации

Ситуационная визуализация (*SitVision*) – мгновенная оценка оперативной ситуации

- Автоматическое регулирование состава и объема отображаемой информации
- ✚ Иерархическое представление информации
- ✚ Приоритетное отображение динамики событий
- ✚ Использование ситуационных образов, обобщенного представления информации
- Реализация инженерно-психологических и эргономических требований и стандартов

SitVision - иерархическое представление информации

- Сетевой (1) уровень
- Топологический (2) уровень
- Коммутационный (3) уровень
- Объектный (4) уровень

Сетевой (1) уровень в SitVision

мнемосхема сети с изображением энергообъекта в виде условного динамического символа



Фрагмент изображения на видеостене диспетчерского пункта – сеть 500 кВ и индикаторы сечений

Топологический (2) уровень в SitVision

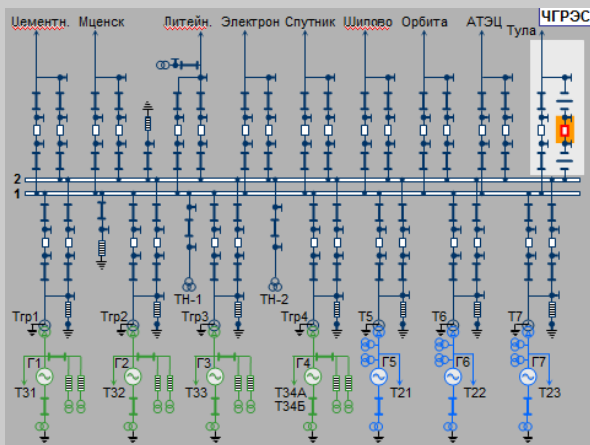
коммутационные состояния систем шин и трансформаторных связей

	Вкл.	Вкл-лось	Откл.	Откл-лось	Разобр.	В ремонте
Энерго объекты						
Состояние СШ						
Состояние АТ связи						

Отображение основных коммутационных состояний в составе топологического символа энергообъекта

Объектный (4) уровень в SitVision

коммутационная схема энергообъекта - вне мнемосхемы сети.



Фрагмент схемы электростанции

Отображение динамики событий в SitVision

- Отображение параметрической динамики
- Отображение коммутационной динамики
- Отображение ситуационной динамики

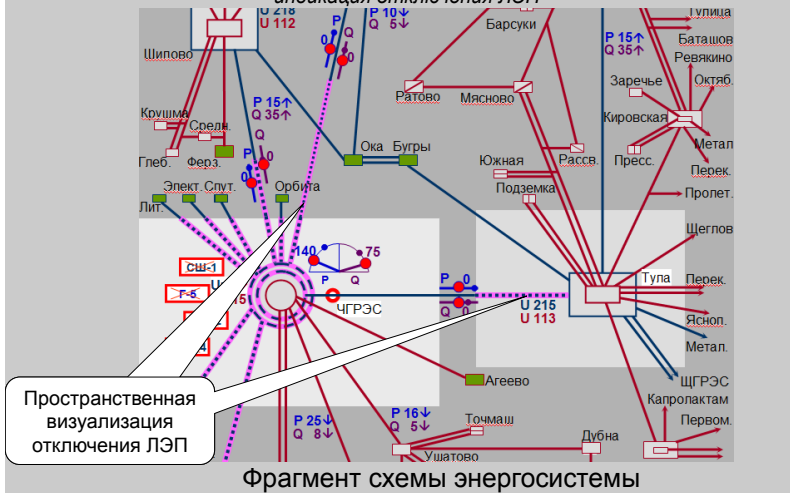
Параметрическая и ситуационная динамика в SitVision

К отображению параметрической динамики

	Текущ.	Измен.	Квит.
Мощность электростанции			
Переток активной мощности по ЛЭП			
Интегральный образ ситуации - основные показатели режима			
Нагрузка и допустимое время перегрузки трансформатора			

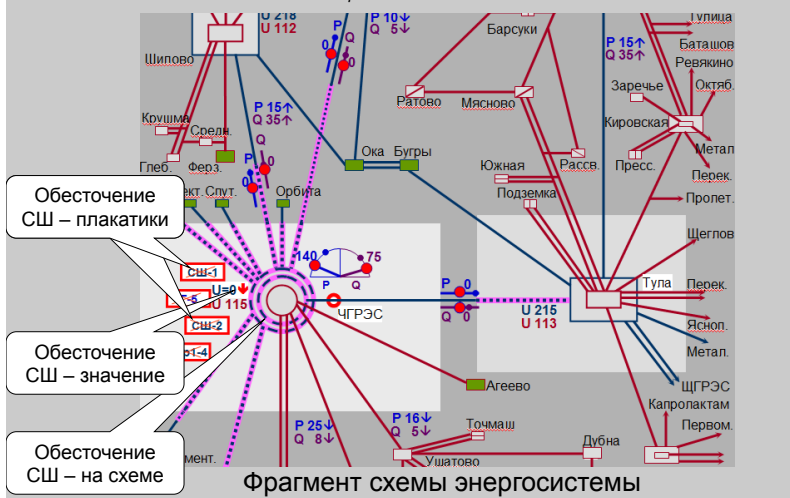
К коммутационной динамике в SitVision

- индикация отключения ЛЭП



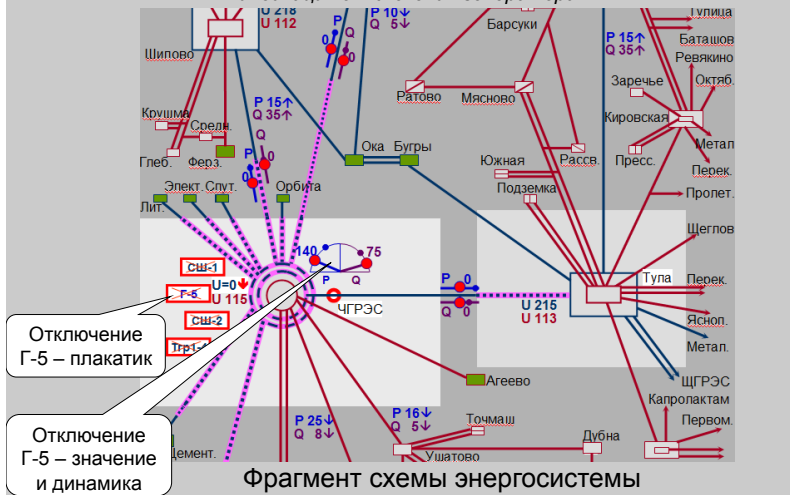
К коммутационной динамике в SitVision

- индикация обесточения СШ

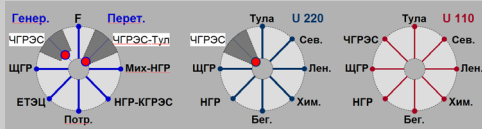


К коммутационной динамике в SitVision

- индикация отключения генератора



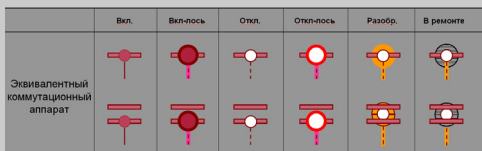
Ситуационные образы и обобщенная визуализация в SitVision



Параметрические образы ситуаций



Коммутационные состояния ЛЭП



Состояния эквивалентного выключателя

SitVision -

реализация инженерно-психологических и эргономических стандартов и требований

- Максимальная привязка данных к схеме сети
- Пространственно-распределенное отображение информации
- Исключение оконного интерфейса на ситуационном экране (мнемощите)
- Различение новых и квитированных событий
- Обоснованное использование размера, цвета, яркости и фона элементов изображения
- Информационная избыточность индикации событий



Эффективность ситуационной визуализации *SitVision*

- Восприятие информации «с одного взгляда»
- Мобилизационная готовность персонала к внезапным событиям и нарушениям
- Повышение надежности и оперативности управления
- Сокращение требуемого пространства отображения

Состав и задачи разработки

- Организация информации
 - ✚ ➔ On-line – состав ➔ On-line – объем ➔ On-line – динамика
 - ✚ ➔ Формы отображения ➔ Методы предъявления
- Мгновенная оценка ситуации и формирование решения
 - ✚ ➔ Что есть ➔ Что изменилось ➔ Критичность изменения
 - ✚ Интегральность восприятия ситуации
 - ✚ Оценка рисков возникновения нарушения
 - ✚ Предотвращение аварийной ситуации
 - ✚ Уменьшение риска развития аварии при ее наступлении
 - ✚ Ускорение восстановления нормального режима

Состав работ при внедрении технологии *SitVision*

- Разработка информационного проекта
- Реализация (программирование)
информационного проекта
- Data Engineering
- Эксплуатационная проверка
- Обучение, документация

Состав информационного проекта *SitVision*

- Состав информации - различные ситуации и режимы управления
- Требования к изображению – эргономика, инженерная психология
- Изображение - мнемосхема сети, иерархические уровни представления, объектные события
- Состав раздела общих данных режима
- Библиотеки – типы, состояния, алгоритмы поведения узлов и присоединений (связей), логика команд задания состояний

Объекты внедрения *SitVision*

1. ОДУ Средней Волги – **внедрение** - *экспериментальные решения в составе SCADA «СК-2003»*
2. Донецкая электросетевая компания (Украина) – **внедрение** в составе SCADA «Siemens Power CC»
3. Тульское РДУ – *информационный проект*
4. Белгородэнерго – **внедрение** в составе SCADA «Систел»
5. Ленинградское РДУ – **внедрение** в составе SCADA «СК-2003» и «СК-2007».
6. Бурятское РДУ – **внедрение** в составе SCADA «СК-2007»
7. ОДУ Средней Волги – **внедрение** в составе SCADA «СК-2007»
8. Московское РДУ – **внедрение** (с коррекцией) в составе SCADA «СК-2007»
9. ОДУ Центра – *информационный проект*

Перспективные области использования **SitVision**

- ▶ Электроэнергетика
- ▶ Пилотируемые системы
- ▶ Системы управления сложными технологическими процессами
- ▶ Ситуационные центры различного назначения
- ▶ Сложные IT-интерфейсы

Актуальность **SitVision**

- ▶ Реконструкция или создание пункта управления
- ▶ Недостаточное пространство для отображения актуальной информации
- ▶ Стремление руководства пункта управления к внедрению новых эффективных технологий

Организационные проблемы тиражирования *SitVision* в России

- «Вертикаль власти» - исключительное принятие инвестиционных решений на верхнем уровне иерархии управления
- Консерватизм некоторых представителей администрации и оперативного персонала

Теоретическая база разработки *SitVision*

- Теоретические основы проблемы «Человеческого фактора в системах управления»:
 - Инженерная психология
 - Восприятие информации в системах быстрого реагирования
 - Эргономика
 - Теория информации
- Технология электроэнергетики и особенности управления
- Данные расследования аварий
- Технология передачи информации в иерархических системах управления
- Организация баз данных в системах реального времени

Реквизиты разработки **SitVision**

- Разработчик технологии **SitVision** и информационных проектов
ООО «Телекон»
Штейнбок Леонид Семенович
+7 916 385-46-84
lssteinbok@yandex.ru
- Последняя публикация
Ситуационная визуализация на пунктах управления в электроэнергетике – состояние и пути развития / Штейнбок Л.С.// Энергоэксперт. 2013. № 2»

4.4. ПРИЛОЖЕНИЕ 4. SITVISION – BASIC ACCENTS AND PRESENTATION

4.4.1. BASIC ACCENTS

4.4.1.1. AREAS OF APPLICATION

- ① Control Centers of various level and destination in electrical power.
- ② Control boards of flied systems, first of all, pilot's cockpits in civil and military aviation.
- ③ Control Centers for managing transportation and production of oil and gas.
- ④ Situational-analytics centers for various designated purpose.
- ⑤ Control boards for large technological complexes of various assignment.

4.4.1.2. BASIC PURPOSES

- ① Immediate estimation (comprehension, perception) of a current operating situation under conditions of large volumes of continuously supplied information.
- ② Prevention and rapid elimination of emergency situations.

4.4.1.3. NOVELTY

- ① Four-level information representation:
 - 1.1. Network level – network diagram and state (small formats and diagram fragments).

- 2.2. Topologic level — network and object topology (basic level of displaying).
 - 3.3. Commutation level — diagram and state of network and equipment (simplified circuits for basic power objects included into the part network diagram).
 - 4.4. Object level — diagram of connections for power objects (off network diagram).
- ② Priority display of integral characteristics of the process.
 - ③ Efficient reflection of the process current dynamics.
 - ④ Adaptation of the volume, composition and forms of displayed information to special features of a current situation and user capabilities.
 - ⑤ Reliable drawing attention to crucial information on the operating conditions.

4.4.1.4. OPTIMAL AGREEMENT OF 4 ENVIRONMENTS (AREAS) IN CONTROL

- ① Special features of technological process and the personnel activity kinds.
- ② Current information on the technological process: composition, volume, forms and methods of representation.
- ③ User (operating personnel): informational restrictions and requirements (questions of human engineering).
- ④ Workplace environment (questions of ergonomics).

4.4.1.5. EXPERIENCE USED

- ① Researches of EPRI (US) and Lockheed on the problem «Human factor in control systems».
- ② Experience in eliminating emergencies in electrical power.
- ③ Experience in development and introduction of new informational projects.

4.4.1.6. INTRODUCTIONS

- ① Control Center of Middle Volga Power Pool — 2000–2002 years — experimental decisions.
- ② Donetsk power network company (Ukraine) — 2003–2004 years — informational project as part of SCADA «Siemens Power CC».
- ③ Tula regional Control Center — 2005 year — informational project with presentation on the basis of emergency training.
- ④ Belgorodenergo — 2006 г. — informational project as part of SCADA «Systel».
- ⑤ Leningradski regional Control Center — 2007 year — informational project as part of SCADA «SK-2003».
- ⑥ Buryat regional Control Center — 2008 year — introduction in the composition of SCADA «SK-2003».
- ⑦ Control Center of Middle Volga Power Pool — 2008 year — informational project as part of SCADA «SK-2007».
- ⑧ Moscow regional Control Center — 2009 year — informational project as part of SCADA «SK-2007».
- ⑨ Control Center of Center Power Pool — 2009 year. — informational project.

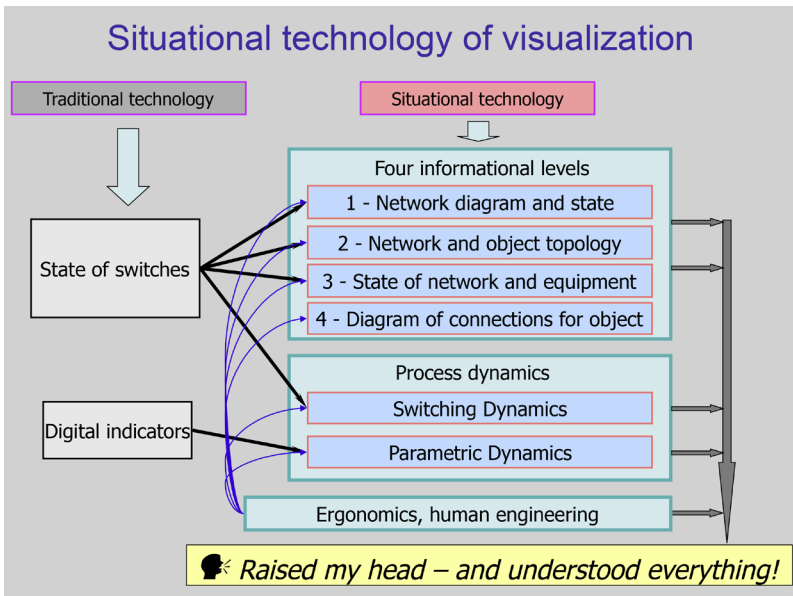
4.4.1.7. COMPOSITION OF WORKS WHEN INTRODUCING

- ① Informational project for display.
- ② Data Engineering — preparation of the Data Base:
 - Enlargement of network and equipment state types;
 - Setup of logic for forming states — either in form of tables, or using a topology graph in the frames of a topology processor.
- ③ Enlargement of a graphical editor to realize functions of displaying new states and forms.

4.4.1.8. WORK PARTICIPANTS

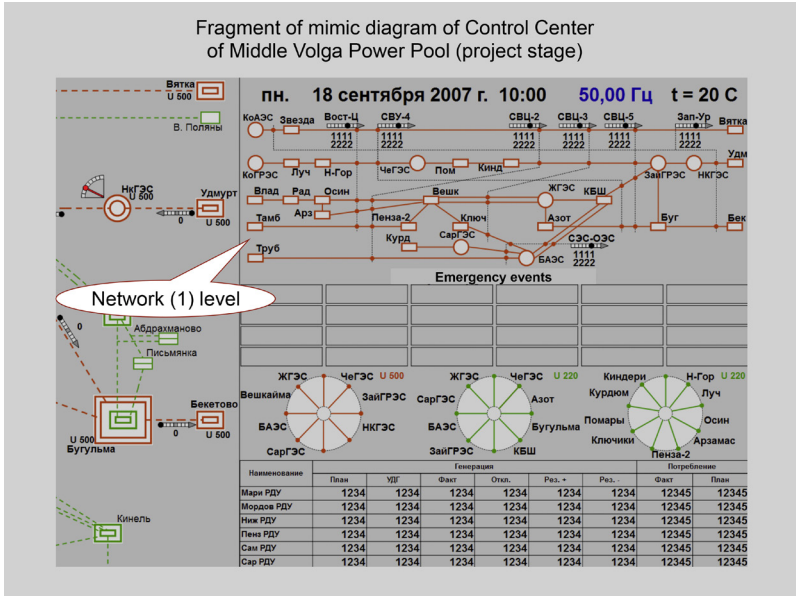
- ① Telecon Ltd – development of the situational technology and informational projects for display including the logic of symbol states, problems of human engineering and ergonomics, consultations for programmers, participation in introduction.
- ② R&D Center @ FGS UES OJSC – participation in introduction.
- ③ Development engineers of SCADA (Monitor Electric CJSC, Sistel-A CJSC) – programming of images, insertion into SCADA, Data Engineering at the introduction objects.
- ④ DTEK High-voltage networks Ltd – programming of images, insertion into SCADA «Siemens Power CC», Data Engineering in the Control Center of the Donetsk power network company.

4.4.2. BRIEF PRESENTATION

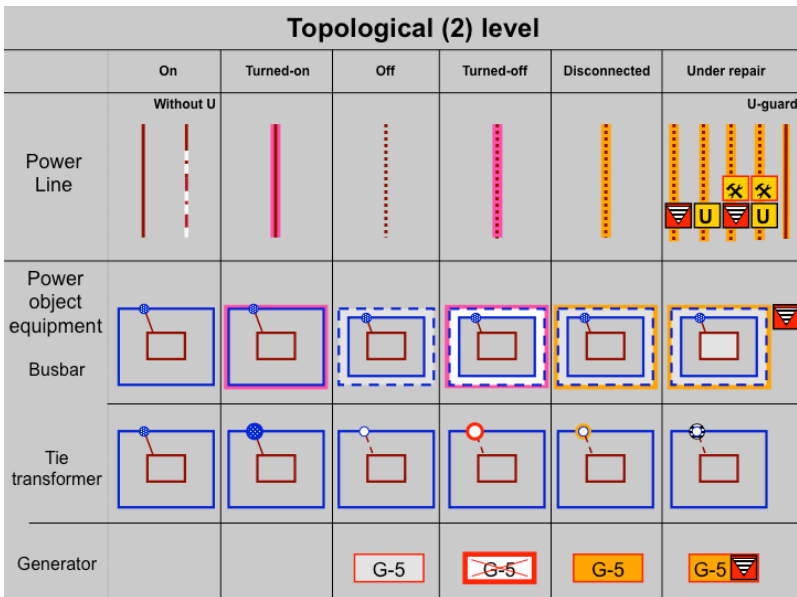


ОГЛАВЛЕНИЕ

Fragment of mimic diagram of Control Center of Middle Volga Power Pool (project stage)



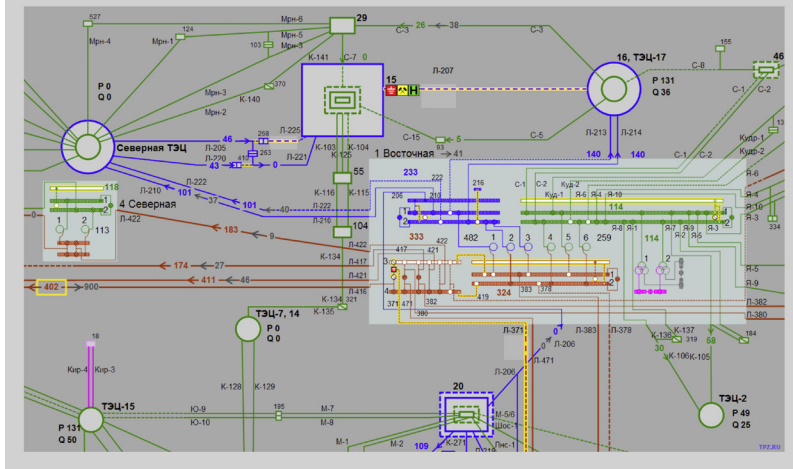
Topological (2) level





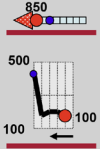

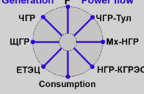
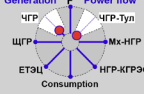
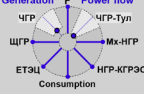





ОГЛАВЛЕНИЕ

Commutation (3) level						
	On	Turned on	Off	Turned off	Disconnected	Under repair
Dynamic connection point						
Generator						
Transformer						
Busbar						

Fragment of mimic diagram of Leningradski regional Control Center with displaying simplified circuits for two power objects



Parametric dynamics			
	Current	Variation	Acknowledge
Power station output			
Power flow			
Integral indicators of operating conditions			
Load and admissible time of overload for transformer			



Situational technology of visualization

Developer of
the technology and
informational projects:

Telecon Ltd
Leonid Shteinbok
lssteinbok@yandex.ru
+7 916 385-46-84

ЛИТЕРАТУРА

1. **Методы и структурные формы автоматической обработки информации на диспетчерских пунктах энергосистем / Райнес Р.Л., Штейнбок Л.С. // Тезисы докладов Всесоюзной конференции по применению методов кибернетики в энергетике (20–24 сентября 1967 г.). с. 78–79. Грузинский Политехнический институт им. В.И. Ленина. Тбилиси. 1967.**
2. **Human Factor Review of Electric Power Dispatch Control Centers EL-1960, v. 2, 4, 6. EPRI, Palo Alto, California. 1983.**
3. **Отображение оперативных данных текущего режима на пунктах управления энергосистем. Обзорная информация / Штейн-бок Л.С. — М.: Информэнерго, 1985. — 48 с. // (Сер. Средства и системы управления в энергетике, вып. 3).**
4. **Информационное обеспечение оперативно-диспетчерского персонала в системах управления в энергетике. Обзорная информация / Штейнбок Л.С. — М.: Информэнерго, 1990 — 60 с. // (Сер. Средства и системы управления в энергетике, вып. 6).**
5. **Основные положения по унификации щитов управления, средств, методов и форм отображения оперативной информации для оперативно-диспетчерского управления энергосистем / Штейнбок Л.С. Отчет Всесоюзного научно-исследовательского института электроэнергетики (ВНИИЭ), г. Москва, 1991 г.**

6. **Динамично-ситуационная информационная технология отображения данных текущего режима и ее реализация на диспетчерском щите ОДУ Средней Волги /** Балинт С.Е., Бердников В.И., Костеев Н.А., ОДУ Средней Волги, г. Самара, Любарский Ю.Я., Моржин Ю.И., Потапенко С.П., Рабинович М.А., Штейнбок Л.С., ОАО «ВНИИЭ», г. Москва // Современные средства телемеханики, организация рабочих мест и щитов управления. Четвертый специализированный научно-технический семинар-выставка. Информационные материалы. 17–21 марта 2003 г., г. Москва.
7. **Информационные проекты для пунктов оперативно-диспетчерского контроля и управления режимом на базе видеостен коллективного пользования /** Штейнбок Л.С. ОАО «ВНИИЭ», г. Москва // Современные системы сбора, передачи, обработки и отображения информации на объектах электроэнергетики. Седьмой специализированный научно-технический семинар-выставка. Сборник докладов. 20–24 марта 2006 г., г. Москва.
8. **Новая технология отображения оперативно-диспетчерской информации на пунктах управления электроэнергетики /** Нестеренко В.Л., ЗАО «Монитор-Электрик», г. Пятигорск, Штейнбок Л.С., филиал ОАО «НТЦ Электроэнергетики» — ВНИИЭ, г. Москва, Крюков И.Н., ООО «НПП ШКОЛА-ИНФО», г. Воронеж, Савчук В.А., Коршак И.М., Мельничников С.А., филиал ОАО «СО ЕЭС» Ленинградское РДУ, г. С.-Петербург // Энергоэксперт. Информационно-аналитический журнал. № 2. 2007, с. 54–59.
9. **Новая информационная технология отображения оперативно-диспетчерской информации — проблемы внедрения и дальнейшего развития /** Штейнбок Л.С., ОАО «НТЦ Электроэнергетики», г. Москва, Нестеренко В.Л., ЗАО «Монитор Электрик», г. Пятигорск, Крюков И.Н., ООО «НПП ШКОЛА ИНФО», г. Воронеж // Энергетик, 2010, № 6, с. 10–12.

10. **Ситуационная визуализация на пунктах управления в электроэнергетике — состояние и пути развития / Штейнбок Л.С., ООО «Телекон», г. Москва // Энергоэксперт № 2 — 2013, с. 24–29.**
11. **e-terravision. Описание продукта // ALSTOM Grid Inc. 2010.**
12. ISO 11064 — Ergonomic design of control centers.
13. Miller George A. **The Magical Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits in Our Capacity for Processing Information.** The Psychological Review, v. 63, 1965.
14. **Информационная технология контроля текущего режима на пунктах управления на базе современных графических средств / Штейнбок Л.С., АО «ВНИИЭ», г. Москва // Современные средства телемеханики, организация рабочих мест оперативного персонала, щитов управления крупных энергообъектов, энергосистем и предприятий электрических сетей. Научно-технический семинар-выставка. Информационные материалы. 3–7 апреля 2000 г., г. Москва.**
15. **Свааб Дик. Мы — это наш мозг: От матки до Альцгеймера / Пер. с нидерл. Д.В. Сильвестрова. — СПб.: Изд-во Ивана Лимбаха, 2014. — 544 с., ил.**
16. **Универсальный топологический процессор для систем интеллектуального управления электрическими сетями (УНИТОП).** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011613357. Зарегистрировано 29.04.2011 / Правообладатель: ООО «Децима» (RU). Авторы: Тумаков А.В., Головинский И.А., Лондер М.И., Дьяченко М.Ю.