

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой энергетики
_____ Н.В.Савина
«_____» _____ 2006 г.

ОПЕРАТИВНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальности 140205 – Электроэнергетические системы и сети

Составитель: Ю.В. Мясоедов

Благовещенск

2006 г.

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
энергетического факультета
Амурского государственного университета

Ю.В. Мясоедов

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Оперативные переключения в электроэнергетических системах» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 140205 – Электроэнергетические системы и сети. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2006, 154 с.

Учебно-методический комплекс ориентирован на оказание помощи студентам очной и заочной форм обучения по специальности 140205 – Электроэнергетические системы и сети для формирования специальных знаний о порядке, типизации, организации и реализации оперативных переключений, а также организационно-технической и нормативной документации используемой при оперативной деятельности диспетчеров энергосистем.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Рабочая программа.....	4
1.1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе	4
1.2. Содержание дисциплины	5
1.2.1. Федеральный компонент.....	5
1.2.2. Наименование тем, их содержание, объем в лекционных часах	6
1.2.3. Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах	8
1.2.4. Самостоятельная работа студентов	9
1.2.5. Перечень и темы промежуточных форм контроля знаний	10
1.2.6. Вопросы к зачету.....	10
1.3. Учебно-методические материалы по дисциплине.....	12
1.3.1. Перечень обязательной (основной) литературы.....	12
1.3.2. Перечень дополнительной литературы.....	12
1.3.3. Перечень методических и наглядных материалов, используемых в учебном процессе	12
1.4. Учебно-методическая (технологическая) карта дисциплины.....	14
2. Краткий конспект лекций	21
3. Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах.....	86
3.1. Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий.....	86
3.2. Перечень тем лабораторных занятий	89
3.3. Методические указания по проведению лабораторных занятий.....	90
4. Самостоятельная работа студентов.....	126
5. Методические указания по выполнению домашних заданий и контрольных работ.....	129
6. Перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности выпускников.....	132
7. Методические указания по применению современных информационных технологий.....	132
8. Методические указания по организации межсессионного контроля знаний студентов	132
9. Комплекты заданий для лабораторных работ, контрольных работ, домашних заданий.....	133
10. Фонд тестовых и контрольных заданий для оценки качества знаний по дисциплине	144
11. Контрольные вопросы к зачету	150
12. Учебно-методические материалы по дисциплине.....	151

1. Рабочая программа

по «Оперативным переключениям в электроэнергетических системах»

для специальности 140205 – «Электроэнергетические системы и сети»
(очной, заочной и сокращенной форм обучения)

Курс 5	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Семестр	9	11
Лекции (час)	28	10
Практические занятия	нет	нет
Лабораторные работы	14	6
Самостоятельная работа	35	61
Зачет	9 семестр	11 семестр
ВСЕГО часов	77	77

Рабочая программа составлена на основании *Государственного образовательного стандарта ВПО по направлению подготовки дипломированного специалиста 650900 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА специальности 140205 – «Электроэнергетические системы и сети».*

1.1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы дать будущим специалистам в области электроэнергетики теоретические знания и привить практические навыки производства оперативных переключений и основ диспетчерской деятельности как в энергетической системе в целом, так и в отдельных ее элементах.

Задачи изучения дисциплины - освоение студентами типовых схем электроустановок, психофизиологических основ диспетчерской деятельности, правил отдачи оперативной команды на производство оперативных переключений, понятий об оперативных состояниях оборудования, правил составления типовых бланков и программ производства оперативных переключений, проведение противоаварийных тренировок, организации подготовки и повышения квалификации эксплуатационного персонала станций и подстанций.

В результате изучения дисциплины в соответствии с квалификационной характеристикой выпускников, студенты должны знать:

- передачу информации о работе подстанций вышестоящим звеньям и осуществление их указаний;
- знание вопросов оперативного обслуживания электрооборудования;
- систематический надзор за состоянием и режимом работы всего комплекса подстанционного и линейного оборудования и сооружений;
- обнаружение дефектов оборудования, появляющихся в процессе эксплуатации, и принятие мер к их устранению;
- знание вопросов оперативного обслуживания электрооборудования;
- выполнение переключений в распределительных устройствах;
- предупреждение и ликвидация аварий на подстанциях;

уметь:

- составлять бланки оперативных переключений;
- составлять программы оперативных переключений;
- эксплуатировать оперативно-информационный комплекс «Телемеханика и связь в распределительных сетях»;
- работать на мнемо- и компьютерных тренажерах по оперативным переключениям;
- проводить противоаварийные тренировки.

Перечень дисциплин, освоение которых необходимо при изучении данной дисциплины - Математика: графы, теория алгоритмов, языки и грамматики, автоматы, комбинаторика; модели случайных процессов и величин, проверка гипотез, принцип максимального правдоподобия, статистические методы обработки экспериментальных данных; Информатика: общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; технические и программные средства реализации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; компьютерная графика; электромеханика: типы электрических машин и других электромеханических преобразователей; трансформаторы; автотрансформаторы; режимы работы трансформаторов; принцип, режим работы, конструкции и характеристики синхронных и асинхронных машин и машин постоянного тока.

1.2. Содержание дисциплины

1.2.1. Федеральный компонент

Организация оперативной работы. Методы производства оперативных переключений в электроустановках. Обеспечение надежности работы электрооборудования в системах электроснабжения. Периодические осмотры и ремонт электрооборудования в порядке текущей эксплуатации.

Согласно *Государственному образовательному стандарту ВПО по направлению подготовки дипломированного специалиста 650900 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА специальности 140205 – «Электроэнергетические системы и сети»* основная образовательная программа подготовки инженера состоит из дисциплин федерального компонента, дисциплин национально-регионального (вузовского) компонента, дисциплин по выбору студента, а также *факультативных дисциплин*.

Дисциплины вузовского компонента и по выбору студента в каждом цикле должны содержательно дополнять дисциплины, указанные в федеральном компоненте цикла.

В квалификационной характеристике выпускника одной из задач его профессиональной деятельности является *эксплуатационная деятельность*:

- поддержание и изменение режимов работы объектов энергетики;
- ведение оперативной технической документации, связанной с эксплуатацией оборудования;
- обеспечение соблюдения всех заданных параметров технологического процесса и качества вырабатываемой продукции;
- проведение профилактических испытаний оборудования.

Для успешного ее ведения студент должен получить знания о современных способах эксплуатации электрооборудования электростанций и подстанций и их типовых схемах; получить знания, умения и навыки по предупреждению повреждений и отказов, организации и выполнению оперативных переключений.

1.2.2. Наименование тем, их содержание, объем в лекционных часах

В лекционном курсе в целостной форме обобщаются полученные ранее знания по общим математическим и естественно-научным дисциплинам (математике, физике, информатике), общепрофессиональным дисциплинам (ТОЭ, “Электромеханика”, “Электроэнергетика”) и на базе этого формируются **задачи изучения данного курса**: вопросы оперативного управления и контроля всех элементов системы высоковольтного электроснабжения, вопросы производства оперативных переключений и допуска к ремонтным работам, вопросы связанные с ликвидацией аварий.

Рассматриваются вопросы проведения текущих осмотров и ремонтов подстанционного оборудования, воздушных и кабельных линий электропередачи, установок наружного освещения.

Рассматриваются вопросы обслуживания электрооборудования электрообъектов.

ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС – 30 часов.

Тема 1. Введение. Психологические особенности деятельности диспетчеров энергообъединения. (2 час.). Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием. Прием и оценка исходной информации. Принятие решений. Эмоциональные перегрузки.

Тема 2. Оперативные переключения как составная часть диспетчерского и технологического управления энергопредприятием (энергообъединением). (2 час.). Схема и этапы оперативного управления. Этап обработки и оценки информации. Оценка ситуации и выбор альтернатив. Выбор плана действий. Этап реализации решения.

Тема 3. Оперативные переключения: организация, последовательность и типизация. (10 час.). Оперативные состояния оборудования. Типовые схемы электрических соединений. Организация и порядок производства переключений в электроустановках. Отдача оперативной команды (распоряжения). Составление оперативных бланков и программ. Действия персонала при производстве переключений. Последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрических цепей. Включение проверочных операций в бланк оперативных переключений. Операции в схемах РЗА. Переключения на подстанциях с упрощенными схемами. Перевод присоединений с одной системы шин на другую. Действия персонала при выводе в ремонт системы сборных шин и вводе их в работу после ремонта. Переключения при выводе в ремонт выключателей и вводе их в работу после ремонта. Типовые бланки и программы переключений.

Тема 4. Оперативные действия по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций при производстве переключений. (8 час.). Причины аварий и отказов. Основные виды ошибок при оперативных переключениях. Оценка аварийного положения и задачи оперативного персонала. Разделение функций по ликвидации аварий между оперативным персоналом. Самостоятельные действия персонала при ликвидации аварий на подстанциях и при ликвидации стандартных аварийных ситуаций.

Тема 5. Противоаварийные тренировки и работа на тренажерах. (6 час.). Основные аспекты обучения. Работа на тренажерах. Назначение и устройство учебного тренажера ТЭ-2М. Назначение и устройство компьютерного тренажера «Модус». Указания к проведению занятий на тренажерах. Порядок проведения лабораторных и учебных занятий на тренажерах. Формулировка оперативных задач при занятиях на тренажерах. Типовые задания для занятий на тренажерах. Примеры упражнений при работе на тренажерах.

Тема 6. Автоматизация оперативных переключений при диспетчерском и технологическом управлении. (2 час.). Алгоритмы автоматизированного формирования последовательности оперативных переключений. Компьютерная система «Советчик диспетчера». Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов.

1.2.3. Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах

На лабораторных занятиях студенты учатся отдавать оперативную команду на производство оперативных переключений; составлять бланки, программы и карты переключений; проводить противоаварийные тренировки; работать на мнемотренажерах с последующим закреплением полученных навыков на компьютерных тренажерах.

На каждое лабораторное занятие отводится по 2 часа и один час на проведение инструктажа по ТБ и правилам работы на тренажерах. Всего 15 часов.

Тематика лабораторных занятий (15 часов)

№	Наименование тем	Кол-во часов
1	2	3
1.	Проведение инструктажа по ТБ и правилам работы на тренажерах	1
2.	Работа оперативно-информационного комплекса «Телемеханика и связь в распределительных сетях»	2
3.	Составление бланков переключений вывод в ремонт выключателя КЛЭП 10кВ; вывод в ремонт одной из спаренных кабельных линий; вывод в ремонт ШСВ; вывод в ремонт одного из трансформаторов на подстанции; вывод системы шин из работы в ремонт;	2
	перевод присоединений с одной системы шин на другую при отсутствии ШСВ; вывод в ремонт линии 110 кВ; ввод в работу трехобмоточного трансформатора после ремонта. вывод в ремонт выключателя с сохранением линии в работе. вывод в ремонт шинного разъединителя в РУ с двумя системами шин. вывод в ремонт выключателя линии без перерыва в электроснабжении при наличии обходной системы шин и др.	
4.	Отдача оперативной команды	2
5.	Действия персонала при автоматическом отключении оборудования	2
6.	Переключения в распределительных сетях 10 кВ в послеаварийных режимах – тренажер ТРЭС	2
7.	Переключения в сетях 35-220 кВ - тренажер ТЭ-2М	2
8.	Переключения на компьютерном тренажере «Модус»	2

1.2.4. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение лекционного материала и дополнительной литературы по дисциплине при подготовке к лабораторным занятиям.

Контроль степени усвояемости материала осуществляется с помощью вопросов для самопроверки, тестов, рефератов.

Также на каждой лекции предусмотрен 5 минутный опрос студентов по ранее (и самостоятельно) изученному материалу.

Объем и формы контроля самостоятельной работы отличаются для студентов дневной и заочной (в том числе сокращенной) форм обучения и приведены в соответствии в п.4 и Приложении 1.

Темы для рефератов.

1. Общие вопросы управления и ведения режимов работы в энергосистемы.
2. Организационная структура диспетчерского управления энергосистемой.
3. Связь между административно-хозяйственным и оперативным управлением.
4. Функции и задачи диспетчерской службы и структура ее построения.
5. Основные требования к режиму энергосистемы.
6. Прогнозирование графиков нагрузки энергосистемы.
7. Информационное и методическое обеспечение оперативных задач ведения режима энергосистемы.
8. Разработка оперативной схемы энергосистемы на основе характерных графиков нагрузки.
9. Управление нормальным режимом для обеспечения надежности энергосистемы.
10. Вывод оборудования в ремонт и контроль за его ремонтом.
11. Основные виды ошибок при оперативных переключениях.
12. Основные меры по предотвращению системных аварий, порядок их ликвидации.
13. Обслуживание энергосистем противоаварийной автоматикой.
14. Организация эксплуатации воздушных ЛЭП.
15. Организация эксплуатации кабельных линий электропередач.
16. Виды ремонтных работ и условия их производства в электрических сетях различного назначения.
17. Действия персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций.
18. Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов.
19. Схема и этапы оперативного управления.
20. Противоаварийные тренировки и работа на тренажерах.

1.2.5. Перечень и темы промежуточных форм контроля знаний

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие виды промежуточного контроля знаний студентов:

- 5 минутный опрос студентов на каждой лекции;
- выполнение 4 контрольных работ по темам, рассмотренным на практических занятиях;
- проведение 2 коллоквиумов по лекционному материалу;
- студенты, не посещающие лекционные и практические занятия, представляют рефераты по пропущенным темам.

К промежуточным формам контроля знаний относятся:

- блиц-опрос на лекциях по пройденному материалу;
- контрольные работы;
- выполнение рефератов с последующей их защитой;
- комплексные задания по разработке бланка, программы и карты оперативных переключений.

1.2.6. Вопросы к зачету

1. Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием.
2. Схема и этапы оперативного управления.
3. Оперативные состояния оборудования.
4. Типовые схемы электрических соединений.
5. Организация и порядок производства переключений в электроустановках.
6. Отдача оперативной команды (распоряжения).
7. Составление оперативных бланков и программ.
8. Действия персонала при производстве переключений.
9. Последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрических цепей.
10. Включение проверочных операций в бланк оперативных переключений.
11. Операции в схемах релейной защиты и автоматики.
12. Переключения на подстанциях выполненных по упрощенным схемам.
13. Перевод присоединений с одной системы шин на другую.
14. Действия персонала при выводе в ремонт системы сборных шин и вводе их в работу после ремонта.
15. Переключения при выводе в ремонт выключателей и вводе их в работу после ремонта.
16. Типовые бланки и программы переключений.
17. Причины аварий и отказов.
18. Основные виды ошибок при оперативных переключениях.
19. Оценка аварийного положения и задачи оперативного персонала.

20. Разделение функций по ликвидации аварий между оперативным персоналом.
21. Самостоятельные действия персонала при ликвидации аварий на подстанциях.
22. Действия персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций.
23. Работа на тренажерах.
24. Формулировка оперативных задач при занятиях на тренажерах.
25. Типовые задания для занятий на тренажерах.
26. Компьютерная система «Советчик диспетчера».
27. Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов.
28. Неполадки в работе трансформаторов, их устранения.
29. Действия персонала при срабатывании газовой защиты трансформатора.
30. Периодические осмотры трансформаторов.
31. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
32. Техника операций с выключателями.
33. Требования, предъявляемые к разъединителям с точки зрения оперативного обслуживания.
34. Осмотры разъединителей, отделителей, короткозамыкателей.
35. Техника операций с разъединителями и отделителями.
36. Осмотры и обслуживание комплектных распределительных устройств КРУ и КРУН.
37. Показатели, характеризующие исправное состояние контактов.
38. Измерение температуры и контроль нагрева контактных соединений.
39. Обслуживание и ремонт оперативной блокировки.
40. Действия оперативного персонала при срабатывании устройств РЗА.
41. Последовательность действий при исчезновении напряжения на шинах ПС.

1.3. Учебно-методические материалы по дисциплине

1.3.1. Перечень обязательной (основной) литературы

1. Мясоедов Ю.В. Оперативные переключения при диспетчерском и технологическом управлении. Уч.пособие. Благовещенск: Амурский гос. ун-т. 2002.
2. РД 153-34.0-20.505-2001. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках Российское акционерное общество энергетики и электрификации “ЕЭС РОССИИ”, М., 2001.
3. Цирель Я.А. Оперативные переключения как этап стандартного цикла оперативного управления. Основные определения и стандартные термины. Учеб. пособие. Ч.1. Изд. СПб. энерг. ин-та повышения квалификации руководящих работников и специалистов Минтопэнерго, 1995.
4. Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом. М.: Энергоатомиздат, 1990.

1.3.2. Перечень дополнительной литературы.

1. РД 34-20.561-92. Типовая инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем. М.: СПО ОРГРЭС, 1992.
2. ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Опытный завод средств автоматизации и приборов ОЗАП Мосэнерго. М., 1988.
3. Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А. Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”. М., 1998.
4. Советчик диспетчера. Инструкция по Тренэнерго / М.Я. Куно, А.В. Малышев, Б.Р. Морозович, В.А. Сулимов, Ю.И. Чалисов. М.: НПЦ «Приоритет», 1999-2000.
5. Техническая документации фирмы “АББ Реле-Чебоксары (Автоматизация)”. Чебоксары, 1999-2002.

1.3.3. Перечень методических и наглядных материалов, используемых в учебном процессе

Методические пособия

1. Мясоедов Ю.В. Оперативные переключения при диспетчерском и технологическом управлении. Уч.пособие. Благовещенск: Амурский гос. ун-т. 2002.

2. РД 153-34.0-20.505-2001. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках Российское акционерное общество энергетики и электрификации “ЕЭС РОССИИ”, М., 2001.
3. ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Опытный завод средств автоматизации и приборов ОЗАП Мосэнерго. М., 1988.
4. Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А. Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”. М., 1998.
5. Ю.В. Мясоедов, Н.В. Савина, А.Г. Ротачева. Проектирование электрической части электростанций и подстанций. Уч.пособие. Благовещенск: Амурский гос. ун-т. 2002.

Наглядные пособия

1. Презентации, слайды, учебный фильм по производству оперативных переключений. ОАО «АВВ» - 2 компакт диска.
2. Схемы, таблицы, рисунки под медиакомплекс;
3. Лазерные пленки к проектоскопу по оперативным переключениям - 18 штук.
4. Плакаты по стандартным задачам оперативных переключений.
5. Комплект индивидуальных заданий на производство оперативных переключений.
6. Тренажер городской распределительной электрической сети.
7. Тренажер диспетчера энергосистемы.
8. Компьютерный тренажер «Модус».
9. Лабораторный - оперативно-информационный комплекс «Телемеханика и связь в распределительных сетях».

Программы для ПЭВМ

1. Промышленный компьютерный “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”.
2. Компьютерный тренажер Тренэнерго «Советчик диспетчера».

1.4. Учебно-методическая (технологическая) карта дисциплины

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые нагляд. и метод. пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			практич. (семина.)	лаборат.		содерж.	часы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием. Прием и оценка исходной информации. Принятие решений. Эмоциональные перегрузки		1	Цирель Я.А. Оперативные переключения как этап стандартного цикла оперативного управления. Основные определения и стандартные термины.	Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием	2	блиц-опрос
2	2	Схема и этапы оперативного управления. Этап обработки и оценки информации. Оценка ситуации и выбор альтернатив. Выбор плана действий. Этап реализации решения.			Цирель Я.А. Оперативные переключения как этап стандартного цикла оперативного управления. Основные определения и стандартные термины.	Схема и этапы оперативного управления	2	блиц-опрос
3	3	Оперативные состояния оборудования. Типовые схемы электрических соединений		2	Ю.В. Мясоедов, Н.В. Савина, А.Г. Ротачева. Проектирование электрической части электростанций и подстанций	Типовые схемы электрических соединений	3	блиц-опрос
4	3	Организация и порядок производства переключений в электроустановках. Отдача оперативной команды (распоряжения). Составление оперативных бланков и программ. Действия персонала при производстве переключений			Мясоедов Ю.В. Оперативные переключения при диспетчерском и технологическом управлении	. Отдача оперативной команды (распоряжения). Составление оперативных бланков и программ	3	контрольная работа
5	3	Последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрических цепей. Включение проверочных операций в бланк оперативных переключений		3	РД 153-34.0-20.505-2001. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках	Последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрических цепей	4	блиц-опрос
6	3	Операции в схемах релейной защиты и автоматики. Переключения на подстанциях выполненных по упрощенным схемам.			РД 153-34.0-20.505-2001. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках	Переключения на подстанциях выполненных по упрощенным схемам	3	блиц-опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	3	Перевод присоединений с одной системы шин на другую. Действия персонала при выводе в ремонт системы сборных шин и вводе их в работу после ремонта. Переключения при выводе в ремонт выключателей и вводе их в работу после ремонта. Типовые бланки и программы переключений		4	РД 153-34.0-20.505-2001. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках	Типовые бланки и программы переключений	4	защита индивидуальных домашних заданий
8	4	Причины аварий и отказов. Основные виды ошибок при оперативных переключениях.			РД 34-20.561-92. Типовая инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем	Основные виды ошибок при оперативных переключениях	3	блиц-опрос
9	4	Оценка аварийного положения и задачи оперативного персонала. Разделение функций по ликвидации аварий между оперативным персоналом.		5	Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом	Разделение функций по ликвидации аварий между оперативным персоналом	4	контрольная работа
10	4	Самостоятельные действия персонала при ликвидации аварий на подстанциях.			Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом	Самостоятельные действия персонала при ликвидации аварий на подстанциях	4	блиц-опрос
11	4	. Действия персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций		6	Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом	Действия персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций	4	блиц-опрос
12	5	Основные аспекты обучения. Работа на тренажерах. Назначение и устройство учебного тренажера ТЭ-2М. Назначение и устройство компьютерного тренажера «Модус». Указания к проведению занятий на тренажерах			ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А. Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”	Назначение и устройство учебного тренажера ТЭ-2М	2	блиц-опрос
13	5	Порядок проведения лабораторных и учебных занятий на тренажерах. Формулировка оперативных задач при занятиях на тренажерах		7	ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А. Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”	Формулировка оперативных задач при занятиях на тренажерах	2	Защита рефератов
14	5	Типовые задания для занятий на тренажерах. Примеры упражнений при работе на тренажерах			ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А. Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”	Типовые задания для занятий на тренажерах	3	защита индивидуальных домашних заданий
15	6	Алгоритмы автоматизированного формирования последовательности оперативных переключений. Компьютерная система «Советчик диспетчера». Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов		8	Советчик диспетчера. Инструкция по Тренэнерго / М.Я. Куно, А.В. Малышев, Б.Р. Морозович, В.А. Сулимов, Ю.И. Чалисов	Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов	2	комплексное задание

Приложение 1. Задания для самостоятельной работы студентов.

В процессе изучения дисциплины (после каждого лабораторного занятия) студенты последовательно разрабатывают предложенные преподавателем вопросы к самостоятельной работе и защищают их согласно графику, указанному в учебно-методической (технологической) карте дисциплины. На последнем лабораторном занятии студенты защищают комплексное задание целиком, с его анализом и оценкой принятых инженерных решений.

В качестве примера подробно приведены 9 заданий для самостоятельной работы, остальные даны в учебном пособии Мясоедова Ю.В. Оперативные переключения при диспетчерском и технологическом управлении. Благовещенск: Амурский гос. ун-т. 2002.

Оперативные задачи для мнемотренажера «Тренэнерго»

ЗАДАЧА 1. Вывести в ремонт одну из двух рабочих систем шин и заземлить с двух сторон разъединитель ТН этой системы шин.

Исходная схема - см. рис. 1. ОРУ-220 кВ ПС «Центральная-Тренэнерго» с двумя рабочими и одной обходной системами шин. ШСВ и 0В совмещены (вариант без перемычки между обходной и рабочей системами шин). На I с.ш. АТЗ, АТ1, Л-201; на II с.ш. АТ4, АТ2. ШОВ включен. Имеется АПВ на обеих системах шин, УРОВ, ДЗШ с фиксированным распределением присоединений. Предусмотрен автоматический перевод цепей напряжения защит при переводе присоединений на другие шины. Все разъединители с одним (ручным) приводом на три фазы. Взаимное расположение присоединений соответствует схеме ОРУ. Нагрузка присоединений, в том числе ШОВ, от 600 до 1000 А на каждом, нагрузка сборных шин на отдельных участках до 2000 А. Обходные шины без напряжения.

Задание. Составить бланк переключений с целью перевести присоединения на II с.ш., снять напряжение с I с.ш. и заземлить с двух сторон разъединитель ТН I с.ш. (РТН1).

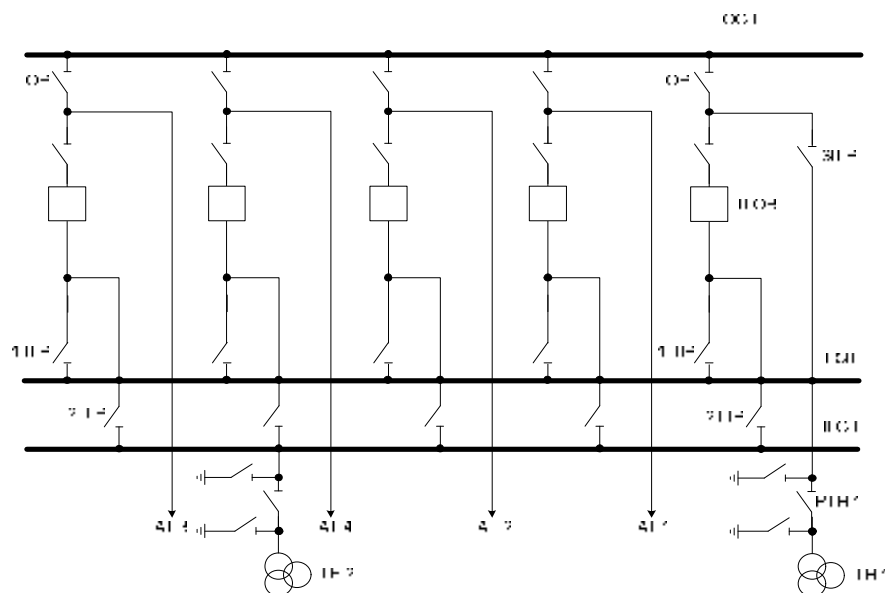


Рис. 1. Схема к задачам 1 и 2

ЗАДАЧА 2. Замена выключателя присоединения обходным выключателем в схеме с совмещенным обходным и шиносоединительным выключателем.

Исходная схема - см. рис.1. ОРУ-220 кВ ПС «Центральная-Тренэнерго» с двумя рабочими и обходной системами шин при совмещенном обходном и шиносоединительном выключателе (без перемычки между обходной и рабочей с.ш.). На I с.ш. - АТЗ, АТ1, Л201; на II с.ш. - АТ4, АТ2. Совмещенный выключатель используется как ШСВ и включен, обходные разъединители всех присоединений отключены. Имеются АПВ шин и АПВ на Л201, УРОВ и ДЗШ, с фиксированным расположением присоединений. Основная быстродействующая защита Л201-ДФЗ; резервные защиты. Все разъединители с трехфазным приводом (привод ручной). Расположение присоединений в ОРУ соответствует схеме.

Задание. Составить бланк переключений на вывод из схемы собственного выключателя Л201 с заменой его обходным с переходом к раздельной работе рабочих шин (распределение присоединений по шинам не менять).

ЗАДАЧА 3. Вывести в ремонт выключатель в схеме четырехугольника.

Исходная схема - см. рис. 2. ОРУ-330 кВ ПС «Восточная-Тренэнерго» по схеме четырехугольника. Выключатели воздушные; разъединители с пофазными приводами (средняя фаза В), управление с места. На линиях Л306 и Л307 защиты ДФЗ, земляная и дистанционная, есть ТАПВ; на трансформаторах АТ1 и АТ2 газовая, дифференциальная и максимальные защиты 330, 110, и 10 кВ.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт выключателя В2 330 кВ для последующих работ по его ремонту и проверки его ТТ.

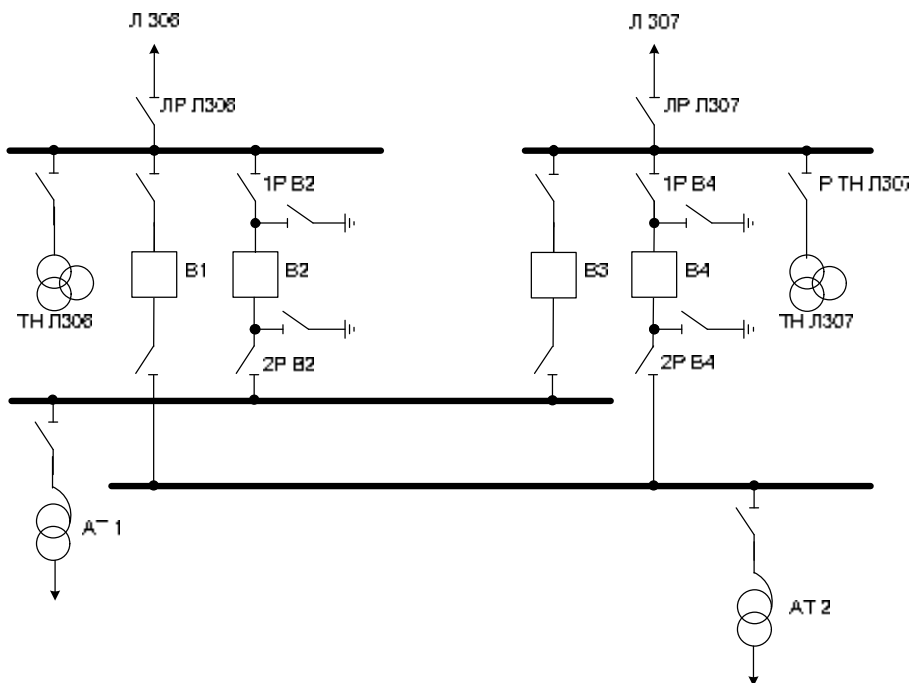


Рис. 2. Схема к задаче 3

ЗАДАЧА 4. Вывод в ремонт трансформатора 110 кВ на двухтрансформаторной подстанции, выполненной по упрощенной схеме с отделителями.

Исходная схема - см. рис.3. ОРУ-110 кВ транзитной двухтрансформаторной ПС выполнена по схеме мостика с выключателями в перемычке и отделителями на трансформаторах. Трансформаторы Т1 и Т2 работают раздельно на стороне 35 и 10 кВ. СВ 10 и 35 кВ отключены и на них введены двухсторонние АВР. СВ 110 кВ включен, линии Л1 и Л2 работают в транзите. ДГР 35 кВ (с регулированием без нагрузки) включен в нейтраль Т1. Нейтраль 110 кВ Т1 заземлена. На трансформаторах Т1 и Т2 введен АРНТ. Собственные нужды ПС питаются от ТСН1, введен АВР СН, срабатывающий при отключенном АВ1. Т1 и Т2 оснащены газовой, дифференциальной и максимальной защитами. Линии 110 кВ имеют основную защиту ДФЗ, резервные защиты - дистанционная и земляная (ускорение нормально выведено). На линиях 110 кВ введено АПВ.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт трехобмоточного трансформатора Т1 для последующих работ по его текущему ремонту (обтирка изоляции, отбор проб масла из вводов 110 кВ, проверка защит).

ЗАДАЧА 5. Вывод в ремонт выключателя перемычки в РУ-110 кВ по схеме мостика.

Исходная схема (см. рис.3) и состав оборудования соответствуют задаче №4.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в капитальный ремонт выключателя перемычки ВП в РУ-110кВ по схеме мостика; учитывая необходимость сохранения непрерывности транзита мощности по линиям электропередачи Л1 и Л2 перед выводом из работы выключателя перемычки замкнуть имеющуюся ремонтную перемычку.

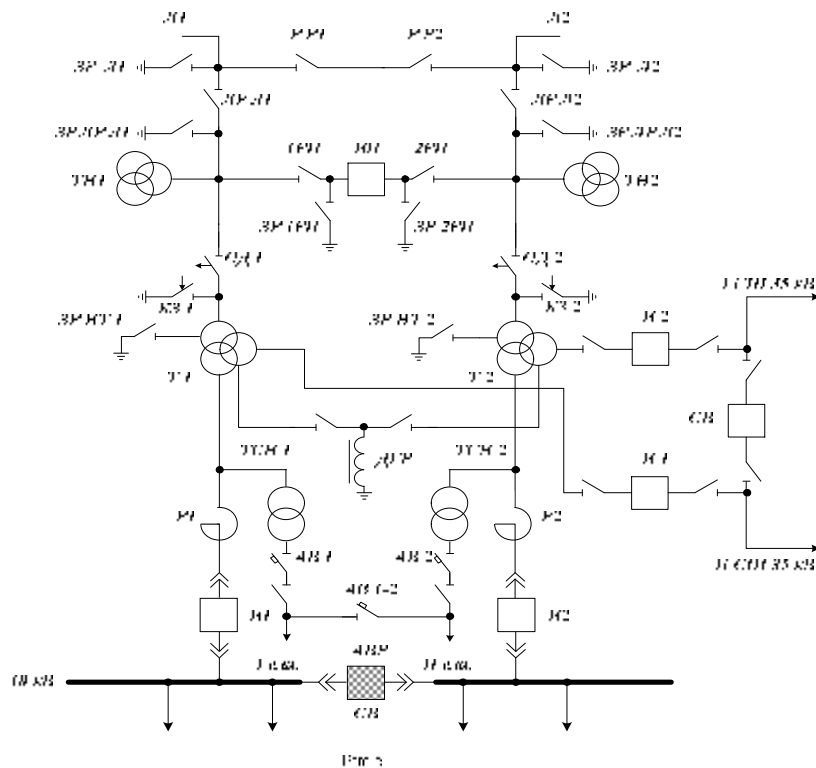


Рис. 3. Схема к задачам 4 и 5

ЗАДАЧА 6.

Отключение одной из двух включенных со стороны питания под общий выключатель кабельных линий 10 кВ при сохранении в работе второй.

Исходная схема - см. рис.4. Зарядный ток кабельной линии 10 кВ составляет 1А. Управление разъединителями 1КР и 2 КР - червячным приводом с места. Выключатели В2 и В3 10 кВ относятся к разным узлам распределительной сети, причем возможна подача напряжения со стороны этой сети на КЛ 1 (КЛ 2). Длительное отключение одновременно КЛ 1и КЛ 2 недопустимо по режиму работы.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт КЛ 1 при сохранении в работе КЛ 2.

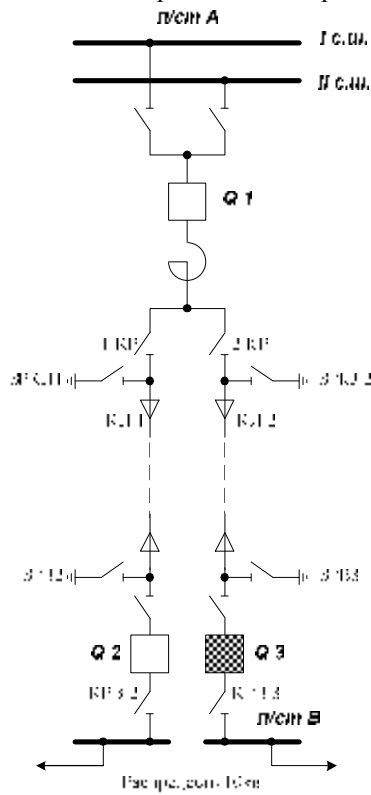


Рис. 4. Схема к задаче 6

ЗАДАЧА 7. Вывод в ремонт трансформатора собственных нужд 6/0,4 кВ.

Исходная схема - см. рис.5. Вторая секция 0,4 кВ (2С) имеет источник питания, способный покрыть нагрузку как первой, так и второй секции 0,4 кВ. Секционный автоматический выключатель 0,4 кВ (САВ) нормально отключен; на него действует АВР, срабатывающий при исчезновении напряжения на первой секции (1С). На ТСН 1 действует максимальная защита и защита минимального напряжения.

Задание. Составить бланк оперативных переключений по выводу в текущий ремонт трансформатора ТСН1.

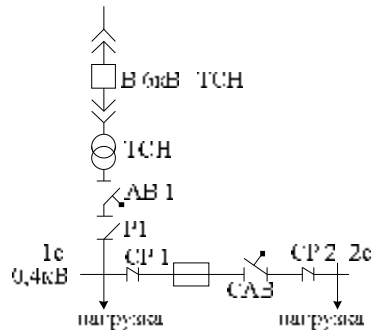


Рис. 5. Схема к задаче 7

ЗАДАЧА 8. Вывод в ремонт питающей кабельной линии 10 кВ.

Исходная схема - см. рис.6. Распределительная подстанция (РП) сети 10 кВ получает питание по двум кабельным линиям (КЛ 1 и КЛ2) от ЦП с трансформаторами Т 1 и Т 2 через РУ-10 кВ с двумя секциями (1С и 2С), работающими отдельно. Питающие трансформаторы имеют АРНТ, на отключенном СВ 10 кВ ЦП введен двухсторонний АВР. По режиму сети отключение одной из питающих сеть линий допустимо. Имеющийся на РП секционный выключатель (СВРП) отключен, на нем введен двусторонний АВР. На ЦП разъединители ячеек 10 кВ имеют ручные (рычажные) трехфазные приводы, на РП установлены ячейки с выкатными тележками.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт кабельной линии КЛ 1 (замена участка со состарившейся изоляцией).

ЗАДАЧА 9. Вывод в ремонт ТП распределительной сети 10 кВ.

Исходная схема участка распределительной сети 10 кВ представлена на рис.7. Распределительная сеть питается от двух ЦП (ЦП 1 и ЦП 2) соответственно через РП 1 и РП 2, раздел в сети - на ТП 2: выключатель нагрузки ВН 3 нормально отключен и на нем введен двухсторонний АВР. На выключателе Л1 в РП1 введено однократное АПВ.

Задание. Составить бланк переключений на вывод из работы ТП 1 для обтирки изоляции всего оборудования.

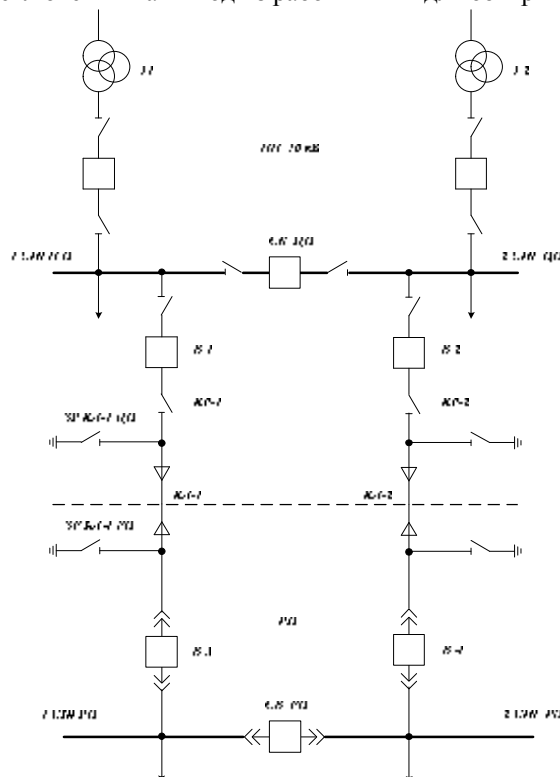


Рис. 6. Схема к задаче 8

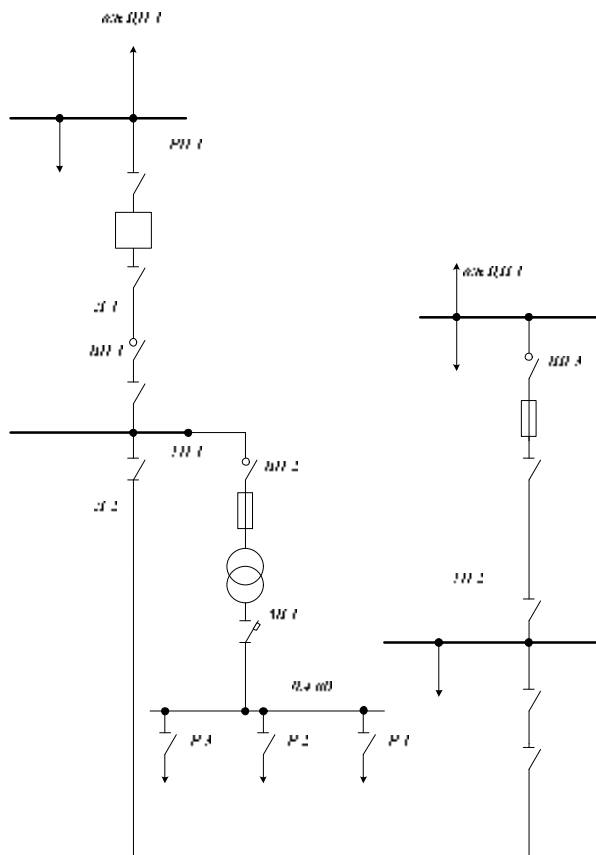


Рис. 7. Схема к задаче 9

2. Краткий конспект лекций

Тема 1. Введение. Психологические особенности деятельности диспетчеров энергообъединения. (2 час.). Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием. Прием и оценка исходной информации. Принятие решений. Эмоциональные перегрузки.

Введение

Принимая во внимание тот факт, что современное электрическое оборудование, используемое в энергосистемах, создано и адаптировано под работу с различными автоматизированными системами диспетчерского и технологического управления, устройствами релейной защиты и автоматики, а также высокую оснащенность рабочих мест микропроцессорной и вычислительной техникой, можно сделать вывод о необходимости высокой профессиональной подготовленности будущих специалистов и повышения квалификации действующего оперативного персонала.

Работа оперативного персонала на энергообъектах электроэнергетической системы или системы промышленного электроснабжения требует не только знания правил технической эксплуатации всего комплекса установленного оборудования, параметров допустимых и экономичных режимов, но и умения применять знания и опыт в сложных аварийных условиях, быстро принимать и оценивать правильность оперативных решений при аварийных и эксплуатационных переключениях.

Поэтому одной из основных задач обеспечения эффективной и безотказной работы энергопредприятий и энергообъединений является постоянное обучение оперативного персонала профессиональным навыкам и его переподготовка. Комплексное решение этой задачи включает в себя изучение вопросов, изложенных в пособии, к которым относятся: основы психологического анализа деятельности диспетчера; организация и порядок проведения оперативных переключений; последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрооборудования подстанций с типовыми электрическими схемами, использование типовых решений и типовых бланков при переключениях.

Психологические особенности деятельности диспетчеров энергообъединения

В современных экономических условиях при эксплуатации энергообъединений и энергосистем наиболее важной является проблема надежности функционирования электрооборудования. Однако, несмотря на широкое внедрение технических и организационных мероприятий, направленных на ее повышение, при реализации диспетчерского и технологического управления энергопредприятием наблюдается тенденция к увеличению отказов оборудования и ошибочных операций, при выполнении персоналом оперативных переключениях, что приводит к авариям и несчастным случаям. Это связано не только с моральным и физическим

износом оборудования, но и с наличием так называемого человеческого фактора.

Поскольку резко возросла оснащенность рабочего места диспетчера современной вычислительной и коммуникационной техникой, а также современным программным обеспечением под различные задачи его профессиональной деятельности, что обусловлено повсеместным внедрением автоматизированных систем диспетчерского и технологического управления (АСДТУ), можно сделать вывод о значительном увеличении потоков обрабатываемой диспетчером информации, необходимой для принятия рационального решения в условиях жесткого дефицита времени.

Следовательно, для решения проблемы повышения надежности эксплуатации энергообъединений и энергосистем необходимо повышать не только надежность технических устройств, но и надежность выполнения человеком определенных действий, направленных на управление этой техникой.

Процесс управления энергопредприятием и его мониторинг, осуществляемый диспетчером является сложным многофункциональным, полипсихическим образованием, который целесообразно реализовать на основе системного подхода с элементами эвристики при представлении процесса управления в виде динамической системы – единой и целостной, но вместе с тем и структурированной /1/.

Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием.

Основу деятельности диспетчера энергопредприятия составляют функции по его управлению. Наиболее характерные из них:

- Ø выполнение графиков нагрузки и межсистемных перетоков при заданном резерве мощности;
- Ø разработка оптимального режима работы и схем электрических соединений основной сети, а также порядка регулирования частоты и активной мощности, напряжения и межсистемных перетоков мощности;
- Ø выбор уставок релейной защиты, системной и противоаварийной автоматики (РЗА), а также устройств автоматики регулирования частоты и перетоков мощности (АРЧМ) системного значения (в энергосистемах) и группового регулирования активной мощности (ГРАМ) на электростанциях;
- Ø ликвидация аварий системного значения /2/.

Для реализации этих функций требуется умение адекватного представления структуры и динамики процессов диспетчерского и технологического управления в энергосистеме или в любом ее структурном подразделении, как единого целого организма, отражающего сложные взаимосвязи всех элементов. Данное умение основывается на ряде психических процессов: восприятии, памяти, мышлении и т.д., которые непосредственно используются в повседневной профессиональной деятельности диспетчера, особенно при решении прогностических задач в условиях неполноты и некорректности исходной информации, а именно:

- Ø удовлетворение потребности в электрической энергии;

- Ø бесперебойность энергоснабжения потребителей;
- Ø надежность работы энергопредприятия;
- Ø обеспечение качества энергии;
- Ø обеспечение экономичности работы энергосистемы и др.

Достижение поставленных перед диспетчером задач возможно только лишь при его надежной и эффективной работе, под которой понимается способность диспетчера выполнять в оптимальном режиме все необходимые профессиональные операции как в обычных, так и в экстремальных условиях. Согласно /3/ - "... надежность человека-оператора - это структурный ансамбль эмоциональных волевых, мотивационных, интеллектуальных и других качеств личности, обеспечивающих в своем взаимодействии определенную степень вероятности точного, безошибочного, адекватного сложившейся ситуации, своевременного и успешного выполнения операторских функций в различных режимах работы..."

На основании вышеизложенного, целесообразно рассмотреть динамику деятельности диспетчера и оценить надежность принятия им решений с момента получения информации до отдачи оперативной команды в зависимости от следующих групп факторов, таких как:

- дифференциально-психологические факторы;
- дефицит времени;
- эмоциональные состояния;
- групповые процессы.

Прием и оценка исходной информации

Основной задачей при анализе потоков информации, получаемых с помощью АРМ диспетчера (автоматизированного рабочего места) является определение оптимального режима ее поступления, с целью исключения как информационной недогрузки, так и перегрузки операторов и поддержания необходимой уровня активности.

В настоящее время намечаются два пути решения проблемы динамических условий приема диспетчером информации. Один заключается в исследовании перцептивных "когнитивных" факторов и выявлении компенсаторных возможностей операторов; второй путь лежит в области дифференциальной психологии и состоит в определении индивидуальных особенностей приема и переработки информации индивидуумами при различных режимах информационной нагрузки.

Поэтому в настоящее время наиболее распространены два способа кодирования диспетчерской информации: на диспетчерском щите – мнемосхема, которая облегчает процесс приема и оценки информации; на персональном компьютере – оперативная схема, выполняющая те же функции, а также, дополнительно, функции непосредственного управления информацией.

Как мнемосхема, так и оперативная схема представляют собой условное графическое изображение управляемого объекта, служащее диспетчеру для облегчения запоминания функциональной схемы управления объектом, мысленного связывания показаний отдельных приборов и других индикационных элементов. Они применяются в тех случаях, когда

управляемый объект имеет сложную функциональную структуру, и эта структура может изменяться в процессе оперативного контроля /4/.

В процессе деятельности диспетчера энергопредприятия важно разделять получаемую информацию на основную, требующую немедленного оперативного вмешательства, и второстепенную, которая носит информативный, справочный характер. Поэтому, в последнее время, с целью снижения информативной загрузки диспетчера, а следовательно, и его психологической усталости, на ряде диспетчерских пунктов используют специальное программное обеспечение (“советчик диспетчера”), позволяющее повысить эффективность принимаемых решений за счет предварительной обработки поступающей информации данным комплексом.

Принятие решений

Очень сложен процесс принятия решения у диспетчера, особенно в условиях дефицита времени, так как в оперативном управлении существует большое число задач, требующих при их решении рассмотрения целого ряда аспектов (организационных, правовых, экономических, социально-психологических и т.д.). При решении таких задач большое значение имеет не только непосредственный опыт работы, но и умение логически, рационально мыслить. Здесь процесс принятия решения по своей сути близок к творчеству, причем умственные действия здесь выступают в сокращенном виде: не систематический, всеобъемлющий перебор вариантов, а некоторая рациональная стратегия, существенно ограничивающая поле поиска - то, что обычно называют, эвристическим методом решения.

В качестве эвристик не выступает основной механизм мышления - анализ через синтез, - а есть включение исследуемого объекта во все новые связи с другими предметами и явлениями. При решении нестандартных задач используются аналогия, упрощение, индукция, эмпатия, инверсия и т.д. Процесс поиска результата можно представить в виде графа (“дерева решений”), в котором эвристики являются своеобразным фильтром вариантов.

Так, при использовании метода аналогии устраняются все промежуточные решения, имеющие различия с выбранным аналогом. Успешное использование аналогии связано также с выходом за рамки привычных ограничений. Упрощение можно представить как процесс отбрасывания несущественных условий, связей и отношений. Особый интерес представляют крайние случаи, в которых искомые зависимости проявляются наиболее четко. Использование индукции подобно нахождению аналогии в рассматриваемых ситуациях; кроме того, оно включает обобщение полученных результатов и их использование при решении новой ситуации.

Решение ряда вопросов происходит путем внезапной догадки, “озарения”; этот прием подобен поиску решения одновременно от начала к концу и от конца к началу, что сокращает число рассматриваемых вариантов сразу с двух сторон /4/.

Интересные данные по индивидуальному стилю мыслительной деятельности получены Ю.Н. Кулюткиным и Г.С. Сухобской. Результаты исследований позволили авторам выделить пять групп, каждой из которых был

присущ свой характерный стиль деятельности при решении “нестереотипных” задач.

В одну из них вошли люди, осторожно выдвигавшие гипотезы и осторожно принимавшие решения. Ориентировочные действия у них явно преобладали над исполнительными. Даже в том случае, когда вся предварительная информация была собрана, они колебались в принятии решения и нередко начинали изучать второстепенные детали в задаче, чтобы тем самым заранее обезопасить себя от возможной ошибки.

Другую группу составляли лица с крайне замедленным темпом принятия решения. Ориентировочная фаза решения была у них достаточно развернута. Они делали многочисленные сопоставления между разными условиями задачи, но с трудом останавливались на каком-либо одном плане решения. Допустив малейшую ошибку, они отказывались от общей установки и начинали решать задачу заново.

Представители этой и охарактеризованной выше групп были отнесены к категории лиц с “осторожным характером решений”, а обследование с помощью специальных диагностических методов показало, что они, как правило, обладали слабой нервной системой, высокой чувствительностью и преобладанием процессов торможения над возбуждающими процессами. Поиск решения осторожными испытуемыми был всегда связан с оценкой каждого из совершенных шагов, проверкой и перепроверкой операций.

В следующие две группы вошли люди с “импульсивным характером решений”. Они относились уже к сильному типу нервной системы с преобладанием процессов возбуждения над тормозными процессами, и это нашло соответствующее отражение в характере решения задач: свернутая ориентировочная часть, быстрое выдвижение гипотезы, склонность к риску и минимизация функции самоконтроля. Они использовали преимущественно апостериорную оценку и коррекцию гипотезы, т.е. не оценивали свой каждый шаг.

Действительно, как в процессе приема информации, так и в процессе решения задач и принятия решений заметную роль играют индивидуальные различия диспетчеров.

Таким образом, знание индивидуальных особенностей диспетчеров позволит повысить надежность их деятельности, улучшив качество принятия и переработки информации. Но, кроме учета индивидуального стиля принятия решения, необходимо знание еще многих психологических особенностей, нужных диспетчеру в его деятельности.

Так, например, давно известно, что устойчивость внимания подвержена колебаниям, что очень трудно оставаться внимательным на протяжении длительного времени. Диспетчеру это крайне необходимо, и он “держит внимание” за счет волевых усилий, что в конечном итоге приводит к повышению утомляемости.

Помимо волевого напряжения внимания, диспетчеру энергосистемы необходима высокая скорость принятия решений в условиях дефицита времени. Время простой сенсомоторной реакции зависит от модальности ощущения и

интенсивности сигнала. Быстрее всего человек реагирует на тактильные раздражители, затем на слуховые и зрительные. Скорость принятия решения важна в аварийных ситуациях, поэтому подготовка диспетчеров должна строиться с учетом работы в условиях дефицита времени.

Такая подготовка позволяет научить их реагировать с требуемой скоростью (время простой двигательной реакции уменьшается с 0,2 сек. до 0,14 сек) и снизить ошибки на 70% /3/ .

У диспетчера должна быть развита оперативная и долговременная память, оперативное мышление. Наличие подобных свойств не только позволит диспетчеру принять быстрое решение, но и позволит гарантировать качество принятого решения.

Эмоциональные перегрузки

При подготовке диспетчера энергопредприятия необходимо учитывать влияние эмоциональных перегрузок в аварийных ситуациях.

Наиболее распространенной формой поведения в экстремальных условиях является следующая: функции человеком выполняются замедленно, импульсивно, напряженно, наблюдается общая заторможенность и скованность. Все эти явления сильно выражены, и внешне испытываемые судорожно сжимают рукоятки управления, напряженно всматриваясь в пульт и т.п. Данный тип поведения называется напряженным.

Другой тип поведения в экстремальных условиях - человек отказывается от выполнения своих функций. Это может проявляться в желании оттянуть время, не вмешиваться в ход событий, иногда оператор даже старается уйти подальше от пульта, чтобы не испытывать влияние эмоциогенных факторов и не волноваться. Такой тип поведения называется трусливым.

Иногда человек просто ничего не может делать и не делает в экстремальной ситуации - тормозной тип.

В ряде случаев под действием стрессирующих факторов человек начинает действовать агрессивно и бессмысленно. Этот тип поведения называется агрессивно-бесконтрольным.

Однако есть и такие люди, которые в экстремальных условиях начинают работать не хуже, а лучше. Это - прогрессивный тип поведения.

Испытуемые с таким типом поведения в сложных ситуациях отличаются повышенным тонусом, минимальной затратой сил, меньшей утомляемостью. Они работают легко и с удовольствием.

Вышеприведенные типы поведения человека в аварийных ситуациях предложены Е.А. Милеряном /5/.

Исследования, проводившиеся со слушателями СП-Б Ф ВИПКэнерго, показали, что для диспетчеров энергосистем характерны и некоторые другие типы поведения /4/.

Полученные данные можно представить следующим образом:

Тип поведения	Частота встречаемости
Напряженный	3
Трусливый	7
Тормозной	8
Агрессивно-бесконтрольный	4
Прогрессивный	4
Уходящий в мелочи	6
Суетливый	1
Временно заторможенный	2
Ложно-прогрессивный	5

Поведение диспетчера при аварийных ситуациях чаще соответствует следующим типам:

- Ø диспетчер в сложной ситуации не видит общей цели; выделив общее направление необходимых действий, начинает заниматься второстепенными вещами, которые не ведут к скорейшему разрешению ситуации, - уходящий в мелочи;
- Ø диспетчер в момент аварии не может не только принять верное решение, но и осознать направление, в котором необходимо производить действия; он как бы мечется от одного решения к другому - суетливый;
- Ø диспетчер реагирует на начало сложной ситуации как тормозной, но затем включается в работу и демонстрирует прогрессивный тип поведения - временно заторможенный;
- Ø диспетчер демонстрирует прогрессивный тип поведения, но делает совершенно не то, так как принял неверное решение - ложно-прогрессивный.

Надежность работы диспетчера энергосистемы зависит от функции самоконтроля. Общее определение самоконтроля может быть дано с позиции функционального подхода: “самоконтроль как одно из звеньев замкнутого контура самоуправления и саморегулирования, функциональным назначением которого является установление степени рассогласования между эталоном и контролирующей составляющей” /3/.

Основные факторы экстремального воздействия, по мнению диспетчеров /4/, это:

- дефицит информации (часто возникает из-за неумения информативно составлять сводки, вести телефонные и радиопереговоры, из-за неумения общаться на техническом языке);
- невыполнимость работы (возникает чаще всего из-за взаимного непонимания производителей энергии и потребителей энергии);
- лишние люди в момент аварии (зачастую в момент аварии в помещении пульта появляются начальники различных служб (релейной защиты, автоматики и телемеханики и т.п.), присутствие которых, безусловно, является излишним).

Анализируя причины ошибок, диспетчеры, в основном, указывают не на источники ошибок, а на периоды в работе, когда чаще всего появляются

ошибки. Во-первых, это авария - моменты эмоциональной и информационной перегрузки; во-вторых - во время спокойной работы.

Большая психологическая нагрузка диспетчера при недостаточном умении самоконтроля влияет на снижение надежности, поэтому необходимо обучение диспетчеров энергосистем методам саморегуляции. Например, аутогенная тренировка позволяет повысить скорость реакции человека на 50%, улучшить способность к концентрации внимания на 60%, увеличить объем зрительной памяти на 60% /6/. Все это, безусловно, позволяет не только научиться управлять собой, но и улучшить столь необходимые для диспетчера качества - внимание, память, время реакции.

Тема 2. Оперативные переключения как составная часть диспетчерского и технологического управления энергопредприятием (энергообъединением). (2 час.). Схема и этапы оперативного управления. Этап обработки и оценки информации. Оценка ситуации и выбор альтернатив. Выбор плана действий. Этап реализации решения.

Надежность и эффективность диспетчерского и технологического управления энергопредприятием (энергообъединением) или энергосистемой непосредственно связана с повышенными требованиями, предъявляемыми к оперативным переключениям, как одной из подзадач жизненного цикла оперативного управления, представленного на рис.1.

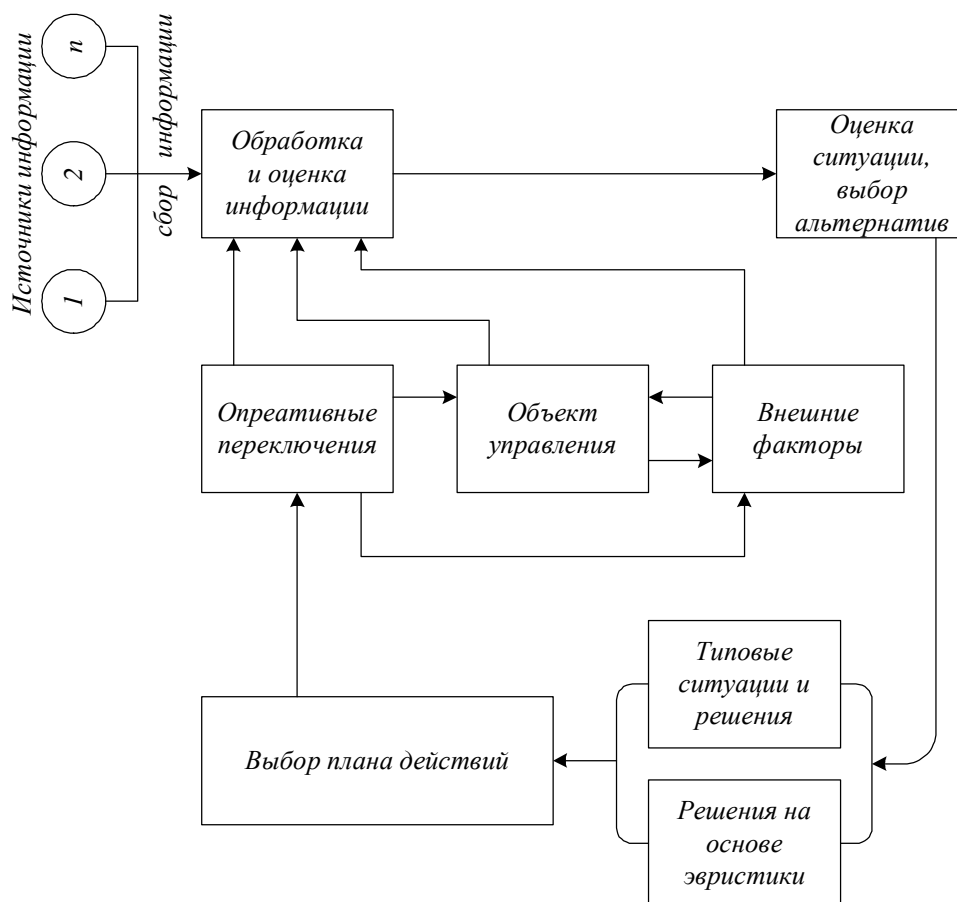


Рис.1. Схема оперативного управления

Из приведенной примерной схемы оперативного управления следует, что этот цикл включает четыре основных этапа: обработку и оценку получаемой информации, оценку ситуации и выбор альтернатив, выбор плана необходимых действий и непосредственную его реализацию, т.е. сами оперативные переключения. Эти четыре этапа (вместе с промежуточной фазой принятия либо типового решения, либо решения на основе эвристики) являются этапами действий субъекта управления - оперативного лица (диспетчера). Другими участниками процесса управления являются также показанные на рис.1 объект управления, внешние факторы и источники информации. Стрелками на схеме обозначены управленческие связи между участниками и этапами процесса управления, то есть направления потоков информации и управленческих команд.

Понятие “внешние факторы” варьируется в зависимости от конкретики рассматриваемых цели и задач управления. Для большинства задач по ведению электрического режима нагрузка потребителей электроэнергии в первом приближении рассматривается как величина статическая, независимая от действий оперативного персонала (кроме случаев, связанных с отключением этой нагрузки частично или полностью), что позволяет отнести ее к внешним факторам таким как климатические условия, режимные и прочие связи со смежными организациями и т.п. Однако в случаях, когда рассматриваются задачи, связанным с действиями оперативного персонала по управлению потребителем (регулирование величины электропотребления, изменение качества электроэнергии и т.д.), потребителей следует относить к объекту управления /7/.

Этап обработки и оценки информации заключается прежде всего в получении диспетчером сведений о состоянии первичной схемы, о режиме работы оборудования, о состоянии первичного и вторичного оборудования (в том числе о состоянии устройств релейной защиты и автоматики), о персонале, средствах диспетчерского управления и т.п. - применительно как к объекту управления, так и к внешним факторам.

Источниками информации в общем случае являются как технические средства диспетчерского управления входящие в комплекс СДТУ и АСДУ (информационно-измерительный комплекс: датчики телемеханики, лампы вызова на коммутаторе прямой связи), так и устные (радио и телефонные) сообщения оперативных и прочих работников энергосистемы, смежных организаций (в том числе потребителей энергии, посторонних лиц - населения) и т.д.

Поступление информации может осуществляться как по вызову (поступать в ответ на запрос оперативного работника, диспетчера от информационно-измерительного комплекса, от подчиненного и т.д.), так и путем циклического опроса периферийных устройств, но может поступить и неожиданно (спонтанно) в связи с имеющими место событиями (изменение показаний приборов, доклад местного персонала об аварийной ситуации и т.п.).

В общем случае получение информации - событие растянутое во времени, кроме того, в ряде случаев включающее несколько последовательно поступающих порций - квантов информации. Растянutosть во времени и

дробность потока информации может вызываться как длительным развитием самого события, порождающего эту информацию, так и неодновременностью срабатывания каналов информации так, например, можно выделить первоначально полученную порцию информации, пришедшую в темпе события по каналам телемеханики и дополнительную информацию, поступающую со значительной задержкой из сообщений подчиненного оперативного персонала (по инициативе этого персонала или по специальным запросам диспетчера).

Сбор информации включает в себя ее обработку и предварительную оценку, в ходе которой следует особо рассмотреть достоверность полученной информации, используя такие методы как сопоставление информации об одном и том же событии, полученной из разных источников или разными путями, а также сопоставление полученных данных с результатами предварительных расчетов, с гипотетической моделью ситуации, а также определить достаточно ли полученной информации для перехода к оценке самой ситуации.

Оценка информации по ее достаточности предполагает в лучшем случае проверку наличия таких ее неперенных составляющих, как информация о схеме, о режиме, о состоянии оборудования, о работе устройств РЗА и АСДУ, о действиях и состоянии персонала. Успешная проверка информации на ее достаточность может быть произведена только при наличии у диспетчера гипотетической модели ситуации, конструируемой и видоизменяемой по мере поступления информации.

Если полученной информации недостаточно - следует получить дополнительную, причем, эта дополнительная информация также должна быть проверена с точки зрения достоверности и достаточности /7/.

Оценка ситуации и выбор альтернатив включает построение ситуационной рабочей модели, то есть формирование в сознании диспетчера представления о произошедшем событии. Затем выполняется процедура ее анализа (представление ситуации в виде элементарных событий). Примером могут служить следующие явления - перегрузка оборудования, понижение надежности, повреждение оборудования, погашение потребителей и т.п. Далее проводится оценка возможной динамики развития и предельно допустимого времени нормализации каждого из элементарных событий. Очевидно, что не имея возможности одновременно заняться всеми этими событиями при их многочисленности и многообразии, диспетчер должен их ранжировать, то есть выделить те элементарные события, которые следует нормализовать в первую очередь - с учетом приведенных выше соображений о предельно допустимом времени нормализации, позволяющем исключить усугубление ситуации в целом.

Выбор плана действий включает поиск общего принципа нормализации ситуации (стратегия) с последующей разработкой конкретных операций, основанных на этом принципе (тактическое решение). При этом рекомендуется использовать как типовые ситуации и соответствующие им решения, известные диспетчеру (освоенные в ходе профессиональной подготовки), так и находить новые нетрадиционные решения на основе эвристических методов.

При выборе как стратегии, так и тактики оперативного решения желательно найти такой вариант действий, который бы позволил не только в кратчайшие сроки нормализовать наиболее опасное по своим последствиям элементарное событие, но и по возможности одним ходом обеспечил бы нормализацию возможно большего числа таких событий. Примером является включение резервного элемента электросети, одновременно снижающее величину опасной перегрузки и повышающее надежность электроснабжения.

В общем случае в намеченную программу тактических мероприятий включаются и такие действия, как сбор дополнительной информации или проверка достоверности уже полученной. Первоначально намеченный диспетчером тактический план действий не должен охватывать слишком большое количество мероприятий, то есть не обязательно доводить его до завершения намеченного стратегического решения. При уверенности в практической осуществимости намеченной стратегии действий достаточно иметь тактические решения для первых этапов реализации выбранного стратегического плана. Это объясняется тем, что развитие ситуации, в любой динамической системе (например, электроэнергетической), а также результаты реализации первых этапов намеченного плана могут потребовать корректировки не только тактического, но зачастую и стратегического плана действий.

Этап реализации решения (оперативные переключения) включает непосредственные действия с оборудованием, перемещение оперативного персонала (выезд на подстанцию разъездной оперативной бригады), а также и вытекающую из вышесказанного корректировку. Корректировка может заключаться в полном, кардинальном изменении стратегии (намеченном ранее плане нормализации ситуации) или в “надстройке” первоначально намеченного плана последующими этапами действий /7/.

Данный этап также сопровождается получением дополнительной информации обусловленной результатами реализации принятого плана действий.

Таким образом, рассматриваемый жизненный цикл оперативного управления замкнулся, что позволяет на основе заключительной информации принять решение о прекращении оперативных действий или об их продолжении. В последнем случае речь пойдет уже о новом цикле управленческих действий, на базе новой информации о ситуации.

Существует и другой вариант представления цикла оперативного управления, который подробно рассмотрен и обоснован в работах Я.А. Циреля /7,8/. В них данный цикл реализуется в графической форме, а именно - в виде дерева логических рассуждений. Преимущества такого представления заключаются в возможности наглядного изображения взаимосвязи и взаимовлияния отдельных слагаемых рассматриваемого цикла, а также обеспечении желательной степени надежности.

Тема 3. Оперативные переключения: организация, последовательность и типизация. (10 час.). Оперативные состояния оборудования. Типовые схемы электрических соединений. Организация и порядок производства переключений в электроустановках. Отдача оперативной команды (распоряжения). Составление оперативных бланков и программ. Действия персонала при производстве переключений. Последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрических цепей. Включение проверочных операций в бланк оперативных переключений. Операции в схемах релейной защиты и автоматики. Переключения на подстанциях выполненных по упрощенным схемам. Перевод присоединений с одной системы шин на другую. Действия персонала при выводе в ремонт системы сборных шин и вводе их в работу после ремонта. Переключения при выводе в ремонт выключателей и вводе их в работу после ремонта. Типовые бланки и программы переключений.

Оперативные состояния оборудования

Основными оперативными состояниями электрического оборудования (трансформаторов, коммутационных аппаратов, шин, устройств РЗА и т.п.), установленного на подстанциях энергопредприятий (энергообъединений), являются – рабочее, ремонтное, резервное (в том числе в автоматическом резерве), под напряжением.

Оборудование считается находящимся в **работе**, если коммутационные аппараты в его цепи включены и образована замкнутая электрическая цепь между источником питания и приемником электроэнергии.

Если оборудование отключено коммутационными аппаратами или расшиновано и подготовлено к производству работ, то независимо от выполнения на нем ремонтных работ в данный момент времени оно считается находящимся в **ремонте**.

Оборудование считается находящимся в **резерве**, если оно отключено коммутационными аппаратами и возможно немедленное включение его в работу с помощью этих коммутационных аппаратов.

Оборудование считается находящимся в **автоматическом резерве**, если оно отключено только выключателями или отделителями, имеющими автоматический привод на включение, и может быть введено в работу действием автоматических устройств.

Оборудование считается **находящимся под напряжением**, если оно подключено коммутационными аппаратами к источнику напряжения, но тем не менее не находится в работе (силовой трансформатор на холостом ходу, линия электропередачи, включенная со стороны питающей ее подстанции и т.д.).

Устройство релейной защиты и автоматики считается **включенным в работу**, если выходная цепь этого устройства с помощью накладок (блоков, ключей) подключена к электромагнитам управления включающих или отключающих коммутационных аппаратов.

Устройство релейной защиты и автоматики считается **отключенным**, если выходная цепь этого устройства отключена накладками (блоками, ключами) от электромагнитов управления коммутационных аппаратов.

Устройство релейной защиты и автоматики считается *отключенным для технического обслуживания* (эксплуатационной проверки), если его нельзя включить в работу из-за неисправности и необходимости проведения профилактических работ.

Перевод оборудования из одного оперативного состояния в другое происходит в результате оперативных переключений. Оперативные переключения выполняют также при всевозможных изменениях режимов работы оборудования и при ликвидации аварийных ситуаций, когда перевод оборудования из одного оперативного состояния в другое происходит автоматически – в результате действия релейной защиты и автоматических устройств.

Изменением оперативного состояния оборудования на подстанциях (электрических станциях) руководит диспетчер, в оперативном управлении которого находится основное оборудование, устройства релейной защиты и различные автоматические устройства, а в оперативном подчинении – персонал, осуществляющий их эксплуатацию.

Типовые схемы электрических соединений

Главная схема электрических соединений подстанций зависит от следующих факторов: типа подстанции; числа и мощности установленных силовых трансформаторов; категоричности потребителей электрической энергии по надежности электроснабжения; уровней напряжения; количества питающих линий и отходящих присоединений; величин токов короткого замыкания, экономичности; гибкости и удобства в эксплуатации; безопасности в обслуживании и др. Варианты возможных схем электрических соединений приведены в электротехническом справочнике [т.3, кн.1.], а наиболее распространенные схемы, применяемые на энергопредприятиях и в энергообъединениях, показаны в данном разделе.

Схемы электрических соединений на стороне 6-10 кВ

Наиболее простой схемой электроустановок на стороне 6-10 кВ является *схема с одной системой сборных шин* с разделением сборных шин на секции, число которых обычно соответствует количеству источников питания. На подстанциях промышленных предприятий секционный выключатель в нормальном режиме обычно отключен в целях ограничения токов КЗ.

Схема с одной системой шин позволяет широко использовать комплектные распределительные устройства (КРУ), имеющие ячейки с выключателями, установленными на выкатных тележках, что снижает стоимость монтажа, позволяет широко применять механизацию, уменьшает время сооружения электроустановки и позволяет эффективно их эксплуатировать и ремонтировать.

При использовании ячеек КСО источники питания и линии 6-10 кВ присоединяются к сборным шинам с помощью выключателей и разъединителей. На каждую цепь необходим один выключатель, который служит для отключения и включения этой цепи в нормальных и аварийных режимах.

При необходимости отключения линии W1 достаточно отключить выключатель Q1. Если выключатель Q1 выводится в ремонт, то после его отключения отключают разъединители: сначала линейный QS1, а затем шинный QS2.

Таким образом, операции с разъединителями необходимы только при выводе присоединения в целях обеспечения безопасного производства работ. Вследствие однотипности и простоты операций с разъединителями аварийность из-за неправильных действий с ними дежурного персонала мала, что относится к достоинствам рассматриваемой схемы. Достоинствами схемы также являются простота, наглядность, экономичность, достаточно высокая надежность

Наряду с достоинствами схема с одной несекционированной системой шин обладает рядом недостатков. Для ремонта сборных шин и шинных разъединителей любого присоединения необходимо полностью снять напряжение со сборных шин, т.е. отключить источники питания. Это приводит к перерыву электроснабжения всех потребителей на время ремонта.

При повреждении и последующем ремонте одной секции ответственные потребители, нормально питающиеся с обеих секций, остаются без резерва, а потребители, не резервированные по сети, отключаются на все время ремонта. В этом режиме источник питания, подключенный к ремонтируемой секции, отключается на все время ремонта.

С учетом особенностей электроприемников (I и II категорий), их схемы электроснабжения (отсутствие резерва по сети), а также большого количества присоединений к сборным шинам для главного распределительного устройства ТЭЦ на ряде крупных понизительных подстанций предприятий черной и цветной металлургии, на заводских ТЭЦ при технико-экономическом обосновании может предусматриваться *схема с двумя системами сборных шин*.

В этой схеме каждый элемент присоединяется через развилку двух шинных разъединителей, что позволяет осуществлять работу как на одной, так и на другой системе шин.

Рабочая система шин секционирована выключателем QВ (иногда реактором LRB). Вторая система шин А2 является резервной, напряжение на ней нормально отсутствует. Обе системы шин могут быть соединены шиносоединительными выключателями QA1 и QA2, которые в нормальном режиме отключены.

Схема с двумя системами шин позволяет производить ремонт одной системы шин, сохраняя в работе все присоединения. Так, при ремонте одной секции рабочей системы шин А1 все присоединения ее переводят на резервную систему шин А2, для чего производят следующие операции:

- включают шиносоединительный выключатель QA2 и с его привода снимают оперативный ток;
- проверяют включенное положение QA2;
- включают на систему шин А2 разъединители всех переводимых присоединений;
- отключают от системы шин А1 разъединители всех присоединений, кроме разъединителей QA2 и трансформатора напряжения;

переключают питание цепей напряжения релейной защиты, автоматики и измерительных приборов на трансформатор напряжения системы шин А2; проверяют по амперметру отсутствие нагрузки на QА2; подают оперативный ток на привод и отключают QА2; производят подготовку к ремонту секции шин А1.

В этой схеме можно использовать шиносоединительный выключатель для замены выключателя любого присоединения.

Рассматриваемая схема гибка и достаточно надежна. К недостаткам ее следует отнести большое количество выключателей, более сложную конструкцию распределительного устройства, что ведет к увеличению капитальных затрат.

Существенным недостатком является использование разъединителей в качестве оперативных аппаратов. Большое количество операций разъединителями и сложная блокировка между выключателями и разъединителями приводит к возможности ошибочного отключения тока нагрузки разъединителями. Вероятность аварий из-за неправильного действия обслуживающего персонала в схемах с двумя системами шин больше, чем в схемах с одной системой шин.

Схемы электрических соединений на стороне 35-220 кВ

При небольшом количестве присоединений на стороне 35-220 кВ применяют упрощенные схемы, в которых обычно отсутствуют сборные шины, число выключателей уменьшено. В некоторых схемах выключателей высокого напряжения вообще не предусматривают. Упрощенные схемы позволяют уменьшить расход электрооборудования, строительных материалов, снизить стоимость распределительного устройства, ускорить его монтаж. Такие схемы получили наибольшее распространение на подстанциях.

Одной из упрощенных схем является *схема блока трансформатор-линия*. В блочных схемах элементы электроустановки соединяются последовательно, без поперечных связей с другими блоками. В рассматриваемой схеме трансформатор соединен с линией W выключателем Q2.

При аварии в линии отключаются выключатель Q1 в начале линии (на районной подстанции) и Q2 со стороны ВН трансформатора, при КЗ в трансформаторе отключаются Q2 и Q3.

В блоках трансформатор-линия на тупиковых подстанциях со стороны высокого напряжения устанавливаются отделители QR и короткозамкатели QN.

Для отключения трансформатора в нормальном режиме достаточно отключить нагрузку выключателем Q2 со стороны 6-10 кВ, а затем отключить ток намагничивания трансформатора отделителем QR. Допустимость последней операции зависит от мощности трансформатора и его номинального напряжения.

При повреждении в трансформаторе релейной защитой отключается выключатель Q2 и посылается импульс на отключение выключателя Q1 на подстанции энергосистемы. Отключающий импульс может передаваться по специально проложенному кабелю, по линиям телефонной связи или по

высокочастотному каналу линии высокого напряжения. Получив телеотключающий импульс (ТО), выключатель Q1 отключается, после чего автоматически отключается отделитель QR. Транзитная линия, к которой присоединяется трансформатор, должна остаться под напряжением, поэтому после срабатывания QR автоматически включается выключатель Q1. Пауза в схеме автоматического повторного включения (АПВ) должна быть согласована с временем отключения QR, в противном случае линия будет включена на неустранимое повреждение в трансформаторе. Отключение Q1 можно обеспечить без передачи телеотключающего импульса. Для этого на стороне ВН установлен короткозамыкатель QN. Защита трансформатора, срабатывая, подает импульс на привод QN, который, включаясь, создает искусственное КЗ. Релейная защита линии W1 срабатывает и отключает Q1. Необходимость установки короткозамыкателя вытекает из того, что релейная защита линии W1 на подстанции энергосистемы может оказаться нечувствительной к повреждениям внутри трансформатора. Однако применение короткозамыкателей создает трудные условия для работы выключателя на питающем конце линии (Q1), т. к. этому выключателю приходится отключать удаленные КЗ.

Основным достоинством данной схемы является экономичность, что привело к широкому применению таких схем для однострансформаторных подстанций, включаемых глухой отпайкой к транзитной линии. Однако в настоящее время не рекомендуется применять эту схему при проектировании и целесообразна ее замена на схему с выключателями.

На двухтрансформаторных подстанциях 35-220 кВ применяется *схема двух блоков трансформатор-линия*, которые для большей гибкости соединены неавтоматической перемычкой из двух разъединителей QS3, QS4.

В нормальном режиме один из разъединителей перемычки должен быть отключен. Если этого не сделать, то при КЗ в любой линии (W1 или W2) релейной защитой отключаются обе линии, нарушая электроснабжение всех подстанций, присоединенных к этим линиям.

Отключения трансформаторов (оперативные и аварийные) происходят так же, как и в схеме одиночного блока. Перемычка из двух разъединителей используется при отключениях линий.

При устойчивом повреждении на линии W1 отключаются Q1, Q3 и действием АВР на стороне 6-10 кВ включается секционный выключатель QB, обеспечивая питание потребителей от T2. Если линия выводится в ремонт, то действиями дежурного персонала подстанции или оперативной выездной бригадой отключается линейный разъединитель QS1, включается разъединитель в перемычке и трансформатор T1 ставится под нагрузку включением выключателя со стороны НН (Q3) с последующим отключением секционного выключателя. В этой схеме возможно питание T1 от линии W2 при ремонте линии W1 (или питание T2 от линии W1).

На стороне ВН подстанций возможно применение *схемы мостика с выключателями* с возможностью перехода впоследствии к схемам со сборными шинами.

В схеме для четырех присоединений устанавливаются три выключателя – Q1, Q2, Q3. Нормально выключатель Q3 на перемычке между двумя линиями W1 и W2 (в мостике) включен. При повреждении на линии W1 отключается выключатель Q1, трансформаторы T1 и T2 остаются в работе, связь с энергосистемой осуществляется по линии W2. При повреждении в трансформаторе T1 отключается выключатель Q4 со стороны 6-10 кВ и выключатели Q1 и Q3. В этом случае линия W1 оказалась отключенной, хотя никаких повреждений на ней нет, что является недостатком схемы мостика.

Если учесть, что аварийное отключение трансформаторов бывает редко, с таким недостатком схемы можно мириться, тем более что после отключения Q1 и Q3 и при необходимости вывода в ремонт поврежденного трансформатора отключают разъединитель QS1 и включают Q1, Q3, восстанавливая работу линии W1.

Для сохранения в работе обеих линий при ревизии любого выключателя (Q1, Q2, Q3) предусматривается дополнительная перемычка из двух разъединителей QS3, QS4.

Нормально один разъединитель QS3 перемычки отключен, все выключатели включены. Для ревизии выключателя Q1 предварительно включают QS3, затем отключают Q1 и разъединители по обе стороны от выключателя. В результате оба трансформатора и обе линии остались в работе. Если в этом режиме произойдет КЗ на одной линии, то отключится Q2, т.е. обе линии останутся без напряжения.

Для ревизии выключателя Q3 также предварительно включают перемычку, а затем отключают Q3. Этот режим имеет тот же недостаток: при КЗ на одной линии отключаются обе линии.

Схема четырехугольника (квадрата) - эта схема экономична (четыре выключателя на четыре присоединения), позволяет производить опробование и ревизию любого выключателя без нарушения работы ее элементов. Схема обладает высокой надежностью. Отключение всех присоединений маловероятно, оно может произойти при совпадении ревизии одного из выключателей, напр. Q1, повреждении линии W2 и отказе выключателя во второй цепи Q4. В цепях присоединений линий разъединителей не устанавливают, что упрощает конструкцию ОРУ. При ремонте линии W2 отключают выключатели Q3, Q4 и разъединители, установленные в сторону линий. Связь оставшихся в работе присоединений W1, T1 и T2 осуществляется через выключатели Q1, Q2. Если в этот период повредится T1, то отключится выключатель Q2, второй трансформатор и линия W1 останутся в работе, но транзит мощности будет нарушен.

Отказ от установки разъединителей в цепях линий приводит к сложным работам по реконструкции ОРУ в случае добавления хотя бы одной линии и переходе к схеме расширенного четырехугольника, в которой предусматривается установка разъединителей на всех линиях, и это представляется необоснованным.

Достоинством всех кольцевых схем является использование разъединителей только для ремонтных работ. Количество операций разъединителями в таких схемах невелико.

К недостаткам кольцевых схем следует отнести более сложный выбор трансформаторов тока, выключателей и разъединителей, установленных в кольце, т. к. в зависимости от режима работы схемы ток, протекающий по аппаратам, меняется. Релейная защита также должна быть выбрана с учетом всех возможных режимов при выводе в ревизию выключателей кольца.

При большом количестве присоединений на повышенном напряжении возможно применение *схем с одиночной секционированной системой шин*.

Эта схема обладает рядом существенных недостатков, в т. ч. необходимостью отключения линии или источников питания на все время ремонта выключателя в их цепи.

При использовании данной схемы на напряжении 35 кВ отключение линии будет непродолжительным, т. к. длительность ремонта выключателей невелика. В этот период, чтобы обеспечить питание потребителей, используется резерв по сети.

При использовании данной схемы в распределительных устройствах на напряжениях 110 кВ и выше длительность ремонта выключателей, особенно воздушных, возрастает и отключать цепь на все время ремонта недопустимо.

Именно поэтому схема применяется только при проектировании распределительных устройств подстанций с напряжением 35 кВ.

Одним из важных требований к схемам на стороне высшего напряжения является создание условий для ревизий и опробований выключателей без перерыва работы. Этим требованиям отвечает *схема с обходной системой шин*. В нормальном режиме обходная система шин АО находится без напряжения, разъединители QSO, соединяющие линии и трансформаторы с обходной системой шин, отключены. В схеме предусматривается обходной выключатель QO, который может быть присоединен к любой секции с помощью развилки из двух разъединителей.

Секции в этом случае параллельны. Выключатель QO может заменить любой другой выключатель, для чего надо произвести следующие операции: включить обходной выключатель QO для проверки исправности обходной системы шин, отключить QO, включить QSO, включить QO, отключить выключатель Q1, отключить разъединители QS1 и QS2.

После указанных операций линия получает питание через обходную систему шин и выключатель QO от первой секции. Все эти операции производятся без нарушения электроснабжения по линии, хотя они связаны с большим количеством переключений.

С целью экономии иногда совмещаются функции обходного и секционного выключателей. На схеме, кроме выключателя QO, есть переключатель из разъединителей QS3 и QS4. В нормальном режиме эта переключатель включена, обходной выключатель присоединен к секции B2 и также включен. Таким образом, секции B1 и B2 соединены между собой через QO, QS3, QS4 и обходной выключатель выполняет функции секционного выключателя. При

замене любого линейного выключателя обходным необходимо отключить QO, отключить разъединитель перемычки (QS3), а затем использовать QO по назначению. На время ремонта линейного выключателя параллельная работа секций, а следовательно и линий, нарушается. В цепях трансформаторов в рассматриваемой схеме установлены выключатели. При повреждении в трансформаторе (напр. T1) отключаются выключатели линий W1, W3 и выключатель QO. После отключения отделителя QR1 выключатели включаются автоматически, восстанавливая работу линий. Такая схема требует четкой работы автоматики.

Схема рекомендуется для ВН подстанций (110 кВ) при числе присоединений (линий и трансформаторов) до шести включительно, когда нарушение параллельной работы линий допустимо и отсутствует перспектива дальнейшего развития. Если в перспективе ожидается расширение РУ, то в цепях трансформаторов устанавливаются выключатели. Схемы с трансформаторными выключателями применяются для напряжений 110 и 220 кВ на стороне ВН и СН подстанций.

При числе присоединений (7-15) рекомендуется *схема с отдельным обходным QO и секционным QB выключателями*. Это позволяет сохранить параллельную работу линий при ремонтах выключателей.

В обеих схемах ремонт секции связан с отключением всех линий, присоединенных к данной секции, и одного трансформатора, поэтому такие схемы применяют при парных линиях или линиях, резервируемых от других подстанций, а также радиальных, но не более одной на секцию.

Для РУ 110-220 кВ с большим числом присоединений применяется *схема с двумя рабочими и обходной системами шин с одним выключателем на цепь*. Как правило, обе системы шин находятся в работе при соответствующем фиксированном распределении всех присоединений: линии W1, W3, W5 и трансформатор T1 присоединены к первой системе шин A1, линии W2, W4, W6 и трансформатор T2 присоединены ко второй системе шин A2, шиносоединительный выключатель QA включен. Такое распределение присоединений увеличивает надежность схемы, т. к. при КЗ на шинах отключаются шиносоединительный выключатель QA и только половина присоединений. Если повреждение на шинах устойчивое, то отключившиеся присоединения переводят на исправную систему шин. Перерыв электроснабжения половины присоединений определяется длительностью переключений. Рассмотренная схема рекомендуется для РУ 110-220 кВ на стороне ВН и СН подстанций при числе присоединений 7-15, а также на электростанциях при числе присоединений до 12.

Следует отметить, что для РУ 110 кВ и выше существенными становятся недостатки этой схемы:

Ø отказ одного выключателя при аварии приводит к отключению всех источников питания и линий, присоединенных к данной системе шин. Ликвидация аварии затягивается, т. к. все операции по переходу с одной системы шин на другую производятся разъединителями. Если источниками питания являются мощные блоки турбогенератор-трансформатор, то пуск

их после сброса нагрузки на время более 30 мин. может занять несколько часов;

- Ø повреждение шиносоединительного выключателя равноценно КЗ на обеих системах шин, т.е. приводит к отключению всех присоединений;
- Ø большое количество операций разъединителями при выводе в ревизию и ремонт выключателей усложняет эксплуатацию РУ;
- Ø необходимость установки шиносоединительного, обходного выключателей и большого количества разъединителей увеличивает затраты на сооружение РУ.

Некоторого увеличения гибкости и надежности схемы можно достичь секционированием одной или обеих систем шин. На подстанциях секционируется одна система шин при $U=220$ кВ при числе присоединений 12-15 или при установке трансформаторов мощностью 125 МВА; обе системы шин 110-220 кВ секционируются при более чем 15 присоединениях.

Если сборные шины секционированы, то для уменьшения капитальных затрат возможно применение совмещенных шиносоединительного и обходного выключателей QOA. В нормальном режиме разъединители QS1, QSO, QS2 включены и обходной выключатель выполняет роль шиносоединительного. При необходимости ремонта одного выключателя отключают выключатель QOA и разъединитель QS2 и используют обходной выключатель по его прямому назначению. В схемах с большим числом линий количество таких переключений в год значительно, что приводит к усложнению эксплуатации, поэтому имеются тенденции к отказу от совмещения шиносоединительного и обходного выключателей. В схеме с секционированными шинами при повреждении на шинах или при КЗ в линии и отказе выключателя теряется только 25% присоединений (на время переключений), однако при повреждении в секционном выключателе теряется 50% присоединений.

Организация и порядок производства переключений в электроустановках Отдача оперативной команды (распоряжения)

Распоряжение о переключении отдается диспетчером непосредственно подчиненному персоналу (обычно по телефону). Содержание и объем распоряжения определяется диспетчером, который учитывает сложность задания, необходимость координации действий оперативного персонала и согласованность изменений в схемах электроустановок. Лицо, получившее распоряжение, обязано повторить его и получить подтверждение в том, что распоряжение понято им правильно.

Чрезвычайно существенным для оперативно-диспетчерского персонала является наличие специфических навыков отдачи (и соответственно приемки) оперативных распоряжений. При этом обязательно соблюдение общих правил отдачи распоряжения /9/:

- Ø отдача команды, как правило, непосредственно подчиненному оперативному работнику;
- Ø увязка содержания распоряжения и порядка его выполнения со сложностью самого задания с учетом необходимости координации действий оперативного персонала и согласованности изменений в схемах электроустановок;

- Ø обязательность указания в распоряжении цели переключений и последовательности выполнения операций;
- Ø ограничение объема распоряжения, как правило, одним заданием, притом направленным на достижение только одной цели, без совмещения в одном задании стремления достичь одновременно двух и более различных целей;
- Ø безусловная краткость и ясность содержания распоряжения, позволяющая четко представить последовательность намечаемых операций и допустимость их выполнения с учетом фактических состояния схемы и режима работы оборудования;
- Ø безусловная необходимость повторения полученного распоряжения с выполнением его только после подтверждения лицом, отдавшим распоряжение, правильности повторения.

Требование отдачи команды непосредственно подчиненному работнику позволяет избежать возможное ее искажение при передаче через промежуточное звено. В ходе оперативных переговоров при этом общении создается эффективная возможность выявления и немедленного устранения неточностей и ошибок в команде, а при необходимости может быть изменен и сам план действий (т.е. само распоряжение). Однако, согласно /9/, возможно исключение: передача команды через дежурного другой электроустановки. Это разрешается лишь в случае нарушения прямой связи; при этом оговариваются дополнительные меры по предотвращению возможных искажений команды при такой “ретрансляции”: она должна осуществляться с записью передаваемой команды лицом, выполняющим функцию посредника, в оперативный журнал или на магнитофон.

Требование увязки содержания распоряжения и порядка его выполнения со сложностью самого задания направлено в первую очередь на то, чтобы диспетчер учел квалификацию лица, принимающего команду, характеристики и качество коммутационной аппаратуры и т.д. Это может привести к более подробному предварительному обсуждению с подчиненным работником деталей предполагаемой программы действий, либо даже продиктовать то или иное изменение в самой программе действий /7/.

Координация действий оперативного персонала и обеспечение согласованности изменение в схемах электроустановок необходимы при переключениях, затрагивающих несколько объектов, или выполняемых с участием нескольких оперативных лиц. Не менее важно при переключениях, ведущихся на одном объекте, учитывать необходимую последовательность в изменении первичной схемы электроустановки или в состоянии устройств РЗА. Примерами обязательной жесткой последовательности операций при переключениях в пределах одного объекта являются включение резервного источника питания до отключения основного, введение ускорения защиты перед опробованием рабочим напряжением аварийно отключившейся ВЛ и т.п. Достаточно распространенной ошибкой, связанной с несоблюдением координации действий оперативного персонала смежных энергообъектов, служит включение под напряжение ВЛ с одной ПС при неотключенных заземляющих разъединителях этой ВЛ на другой ПС. Распространенности

подобной ошибки способствует то обстоятельство, что информация о состоянии противоположного конца ВЛ у дежурного данной ПС отсутствует, а следовательно, сопоставить сведения о фактическом состоянии концов ВЛ может только один оперативный работник - диспетчер; в этих условиях, когда практически никто его дополнительно не контролирует, особенно важна четкость его действий /7/.

Требование обязательного указания цели переключения, обусловлено необходимостью вовлечения подчиненного оперативного работника в обсуждение как сути оперативного распоряжения, так и предлагаемой последовательности операций. Знание цели предстоящих переключений позволяет лицу, принимающему команду, представить возможную последовательность операций, которую далее предположительно назовет лицо, отдающее распоряжение. Таким образом, при расхождении операций, указанных в распоряжении, по содержанию или последовательности с ожиданиями исполнителя, у последнего возникают уточняющие вопросы. В противном случае, восприятие команды подчиненным происходит достаточно пассивно, и возможные ошибки или нерациональные оперативные решения будут восприняты и выполнены.

Ограничение объема распоряжения только одним заданием, к тому же направленным на достижение только одной цели уменьшает возможность оперативной ошибки, связанной с искажением команды вследствие неправильного ее понимания; облегчает координацию оперативных переключений, выполняемых на нескольких объектах или несколькими оперативными лицами /7/. Исключение их этого правила, разрешающее выдачу одновременно несколько заданий с указанием очередности их выполнения, допускается /9/ только в отношении персонала ОВБ - в целях создания условий для разработки последним рационального маршрута перемещений с учетом всего комплекса предстоящих переключений. Однако и в этих условиях исполнитель (ОВБ) не должен приступать к очередному заданию до доклада диспетчеру о выполнении предыдущего. Таким образом, фактически и в этом случае каждый раз выдается только одно задание, а разница заключается в том, что ОВБ сразу узнает всю программу действий, включающую несколько заданий.

Требование краткости и ясности содержания распоряжения связано с овладением навыками использования специфического оперативного языка и применением только стандартных установленных терминов (общепромышленных, либо принятых на данном энергообъекте, в энергосистеме). Это исключает двусмысленность толкования команд, дает экономию времени, немаловажную в оперативной работе, за счет применения в оперативном распоряжении кратких "специальных" терминов и выражений, позволяющих одним-двумя словами обозначить целую программу действий.

Дополнительно к общим правилам отдачи распоряжения следует отметить, что оперативное распоряжение полученное персоналом не может быть им изменено или отсрочено. При возникновении конфликтной ситуации

отменить или изменить распоряжение диспетчера может только он сам или его непосредственный начальник.

Вышеизложенное лишний раз свидетельствует о достаточно жесткой связи, существующей между конкретными требованиями /10/ и порядком оперативных переключений.

Составление оперативных бланков и программ.

Действия персонала при производстве переключений

Под *оперативными переключениями* понимаются проводимые оперативным персоналом по определенной программе изменения рабочих положений коммутационных аппаратов первичной схемы (выключатели, разъединители, отделители и т.д.) и вторичной схемы (рубильники, переключатели, накладки и испытательные блоки и т.д.), совершаемые с целью изменения схемы или режима работы электроустановки. В понятие *оперативные переключения* помимо самих операций с коммутационной аппаратурой (включение, отключение, переключение) входит также составление соответствующей программы (последовательности, алгоритма) этих операций, а также выполнение контрольных или проверочных операций (контроль фактических параметров режима, проверка положения коммутационных аппаратов, состояния оборудования и т.д.). Данная последовательность (алгоритм) действий документально оформляется в виде *бланков переключений, карт и программ*.

Бланки переключений использует персонал, непосредственно выполняющий переключения. В бланке переключений должны быть отражены все операции, подлежащие выполнению в ходе поставленной оперативной задачи, включая операции с коммутационными аппаратами, цепями оперативного тока, устройствами РЗ и А и т.п., а также наиболее важные проверочные действия. При этом каждая операция (действие) имеет свой порядковый номер. Различают обычный (единичный) бланк переключений и типовой бланк (см. п.3.4). *Обычный бланк* составляется тем же оперативным работником, который будет участвовать в предстоящих разовых переключениях, как правило, после получения распоряжения о переключениях и выполнения записи этого распоряжения в оперативный журнал. Возможно составление бланка заблаговременно, но только обязательно именно тем дежурным, который впоследствии будет участвовать в переключениях.

Типовой бланк переключений ориентирован на неоднократно повторяющиеся оперативные задания и обычно предназначается лишь для производства сложных переключений. Типовой бланк разрабатывается персоналом энергопредприятия заранее, рассматривается специалистами и утверждается соответствующим руководством. Допустимость применения типового бланка при выполнении данного конкретного задания устанавливается лицом, уполномоченным рассматривать и разрешать оперативные заявки. Типовой бланк, разработанный применительно к конкретному состоянию схемы, режима и других условий работы электроустановки, запрещается применять в случае, если эти условия не соответствуют заложенным в основу бланка.

Типовой бланк переключений, составленный в форме таблицы, выполненной с помощью системы условных графических значков (символов) и с применением определенных сокращений записей операций и действий, называется *картой переключений*.

Программа переключений по своему содержанию соответствует бланку переключений, но в отличие от последнего предназначается для применения руководящим оперативным персоналом (дежурные диспетчеры ЦДУ, ОДУ, энергосистемы, ПЭС, РЭС, начальники смен электростанций) при производстве переключений в электроустановках различных уровней управления или в случае переключений, затрагивающих одновременно два и более энергообъекта. Программа переключений, как и бланк, может быть как обычной (единичной) так и типовой.

Уточняя основные понятия, связанные с производством оперативных переключений, особо остановимся на задачах и ответственности контролирующих лиц, имеющих отношение к этим переключениям. Дело в том, что в связи с некоторой нечеткостью понимания этой проблемы, существующей в практике эксплуатации, в ряде случаев проявляется тенденция возложить на вышестоящие звенья оперативного управления (диспетчера ПЭС, РЭС, энергосистемы) дополнительную ответственность, дополнительный контроль за правильностью производства переключений, который реально не может быть реализован.

В общем случае необходимо различать два возможных вида функций контроля, осуществляемых в связи с производством переключений:

- контроль правильности заполнения бланка, программы переключений;
- пооперационный контроль действий по бланку, программе.

Основное различие этих двух функций проистекает из привязки контроля к определенному этапу технологии производства переключений: контроль правильности заполнения бланков и программ соответствует этапу подготовки этих документов, а поэтапный контроль действий - этапу самих этих действий с оборудованием (осмотр оборудования, операции с приводами и т.п.). Первый вид контроля осуществляется, как правило, заблаговременно, а второй вид - в ходе самих операций. При этом пооперационный контроль действий по бланку осуществляется лицом, находящимся непосредственно рядом с контролируемым, контроль правильности заполнения бланка, программы - лицом, находящимся на другом рабочем месте /15/.

Контроль правильности заполнения бланка. Согласно /9/, при использовании как обычного, так и типового бланка правильность записанных в этом документе операций должна быть проверена по оперативной схеме-макету электроустановки, и именно это обстоятельство должно быть удостоверено двумя подписавшимися: не только лицом, выполняющим операции, но и вторым лицом, контролирующим.

После такого рода проверки в оперативном журнале должны быть специальной записью зафиксированы не только распоряжение о производстве переключений и фамилия, отдавшего это распоряжение, оперативного лица (диспетчера), но и сам факт сопоставления содержания принятой программы

переключений с фактической схемой и режимом электроустановки, то есть проверка допустимости принятой последовательности операций. В случае, когда переключения производит одно лицо, названный выше контроль правильности принятой в бланке (программе) последовательности операций в сопоставлении с фактической схемой и режимом электроустановки диспетчер осуществляет "дистанционно", то есть по телефону, глядя на имеющиеся у него документы, в том числе на схему электроустановки, и не видя естественно, саму электроустановку. После проверки правильности содержания и последовательности, записанных в бланке переключений операций по оперативной схеме или схеме-макету, в этот бланк вносятся фамилия диспетчера, разрешившего производство переключений по этому бланку /9/. Тем самым фиксируется факт выполнения диспетчером функции контроля правильности заполнения бланка. На электростанции в случае когда в переключениях непосредственно участвует начальник смены электроцеха (совместно с дежурным электромонтером, выполняющим операции), на бланке дополнительно должна быть сделана запись "переключения разрешаю" за подписью начальника смены электростанции; таким образом в числе контролеров правильности заполнения бланка вовлекается еще одно лицо.

В случае использования типового бланка переключений дополнительно правильность его заполнения контролируется путем выполнения ряда специальных организационных мероприятий. Прежде всего, правильность составления типового бланка контролируется начальниками электроцеха (на электростанциях) или начальниками ОДС и службы РЗА (на предприятиях электросетей); эти лица подписывают типовые бланки и несут за них ответственность /9/. Допустимость использования в том или ином конкретном случае типового бланка устанавливается лицом, уполномоченным рассматривать и разрешать оперативные заявки (п.2.4.7 /9/). На типовом бланке должны быть указаны условия допустимости его применения (для какого задания, в какой исходной схеме). В ответственность диспетчера, собирающегося отдать команду на переключения с использованием типового бланка, входит предварительное выполнение сверки этого типового бланка с фактической схемой электроустановки. При этом в оперативном журнале должен быть зафиксирован факт выполнения проверки соответствия указанной в типовом бланке последовательности операций существующему состоянию схемы электроустановки, а также и само распоряжение диспетчера о производстве переключений с использованием данного типового бланка.

Следует уточнить, что все названные выше контролирующие лица, "удаленные" от рабочего места, на котором выполняются оперативные переключения, а именно, административно-технические руководители (начальники электроцеха, диспетчерских служб и служб РЗА), а также дежурные диспетчеры или начальники смен станций фактически контролируют только правильность составления бланка (обычного или типового) и отвечают только за эту сторону производства оперативных переключений.

Пооперационный контроль качества оперативных переключений, выполняется непосредственно на месте производства переключений, то есть в

РУ, на пульте управления и т.д. и может быть осуществлен только при условии, когда реально привлечение на рабочее место для участия в переключении второго лица. В соответствии с /9/ на энергообъектах должен существовать перечень видов переключений, выполняемых как по бланкам переключений, так и без бланков, с указанием числа оперативных лиц, участвующих в тех или иных переключениях, иначе говоря, с выделением тех видов оперативных переключений, которые должны выполняться двумя оперативными лицами, следовательно - подвергаться пооперационному контролю. Подобными контролирующими лицами могут быть как оперативные работники этой электроустановки, так и лица административно-технического персонала, которым предоставлено право подобного контроля (список этих лиц утверждается главным инженером предприятия). Очень существенно, что второму лицу, привлекаемому к пооперационному контролю, должны быть разъяснены цель и последовательность предстоящих операций, сущность полученного оперативного распоряжения /15/. Во всех должностных положениях и оперативно-диспетчерских документах должно быть четко указано, что пооперационный контроль производством переключений осуществляется лицом, непосредственно находящимся на том рабочем месте, на котором выполняется оперативные переключения, рядом с лицом, проводящим действия с коммутационными аппаратами, то есть в РУ или на пульте управления, в релейном зале и т.д. Остальные лица, имеющие отношение к производству переключений, а именно вышестоящие оперативные работники (в том числе дежурные диспетчеры энергосистем, ПЭС, РЭС), административно-технические работники и специалисты, не находящиеся в момент производства переключений рядом с лицом, выполняющим операции по переключениям и в силу этого не имеющие возможность видеть управляемое оборудование, фактически могут вести контроль только за правильностью составления бланка (программы) переключений и только за это должны нести ответственность.

Возлагать же на диспетчера функций контроля правильности производства переключений в целом, что, в соответствии с вышесказанным, включает также и пооперационный контроль операций, недопустимо /15/.

Порядок действий персонала при проведении оперативных переключений. Переключения на подстанциях (электрических станциях) могут выполняться одним или двумя лицами, что определяется местными условиями: уровнем напряжения электроустановки (до или выше 1000 В), сложностью схемы, видом оперативного обслуживания (дежурный персонал или оперативно-выездная бригада) и т.д.

При участии в переключениях двух лиц контролирующим назначается старшее в смене или специально назначенное и прибывшее на подстанцию лицо, на которое помимо функций контроля за правильностью выполнения каждой операции возлагается также наблюдение за переключениями в целом. Низшее по должности лицо обычно выполняет роль исполнителя, тем не менее, ответственность за правильность выполнения переключений возлагается на обоих. В ходе выполнения оперативных переключений запрещается

перераспределение обязанностей между лицом, производящим переключения, и лицом, контролирующим переключения, также не допускается совместное одновременное выполнение указанными лицами различных операций.

При выполнении операций по бланку переключения оперативный персонал действует следующим образом:

1. на месте выполнения операции проверяет по надписи наименование электрической цепи и название коммутационного аппарата, к приводу которого он подошел. Выполнение операций по памяти без проверки надписи у привода аппарата категорически воспрещается;
2. убедившись в правильности выбранного коммутационного аппарата, зачитывает по бланку содержание операции и после этого выполняет ее. При участии в переключениях двух лиц операция выполняется после повторения ее исполнителем и получения соответствующего подтверждения контролирующего;
3. выполненную операцию отмечают в бланке, чтобы избежать пропуска очередной операции.

Переключения должны выполняться строго по бланку и изменять установленную в нем последовательность действий не допускается. При производстве переключений персонал обязан выполнять необходимые действия в схемах релейной защиты, автоматики и вторичных цепях, руководствуясь указаниями местных инструкций по их обслуживанию. Последовательность операций в первичных схемах должна быть согласована с операциями в схемах вторичных устройств и записана в бланке переключений. Поэтому все типовые бланки, используемые в электроустановках, должны быть согласованы со службой релейной защиты и автоматики /11/.

В бланке должно быть отражено время начала и время окончания переключений. В оперативном журнале производится запись о выполнении распоряжения в соответствии с той формой, которая установлена в энергосистеме. После этого вносятся изменения в оперативную схему или схему-макет, и о выполнении распоряжения на переключения информируется диспетчер, отдавший это распоряжение. Информацию передает лицо, получившее распоряжение на переключения.

Последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрических цепей

Операции с коммутационными аппаратами, установленными в одной электрической цепи, выполняются в последовательности, определяемой назначением этих элементов и безопасностью операций для лиц, выполняющих переключения.

При отключении электрической цепи, имеющей выключатели, первой выполняется операция отключения выключателей, при этом разрывается цепь тока и снимается напряжение только с отдельных элементов электрической цепи (линии электропередачи, трансформатора и т.д.). Если электрическая цепь выводится в ремонт, то для безопасности работ она отключается и разъединителями. Практикой установлена следующая последовательность отключения разъединителей: вначале отключаются линейные

(трансформаторные), а затем шинные разъединители. При включении электрической цепи производится обратная последовательность действий.

Данная последовательность операций с линейными и шинными разъединителями объясняется необходимостью уменьшения последствий возможных повреждений, которые могут иметь место при ошибках персонала.

Например, по ошибке отключены под нагрузкой линейные разъединители. Возникшее при этом, короткое замыкание (КЗ) устранится автоматическим отключением выключателя линии. Отключение же под нагрузкой шинных разъединителей может вызвать отключение сборных шин, следовательно последствия будут более тяжелые.

При включении электрической цепи в работу операции с выключателями выполняются в последнюю очередь во всех случаях.

Устройства автоматики (АПВ, АВР и др.) обычно выводятся из работы перед отключением выключателя, на который они воздействуют, и вводятся в работу только после включения выключателя, чтобы избежать ложного срабатывания /11/.

Кроме операций с коммутационными аппаратами при производстве оперативных переключений необходимо выполнять проверочные действия. К проверочным действиям относятся проверки режимов работы подстанций и отдельных видов оборудования, проводимые до начала переключений, а также в ходе их выполнения.

По результатам таких проверок судят о возможности выполнения переключений; предупреждается возникновение утяжеленных режимов работы оборудования и выход показателей качества электрической энергии за пределы нормируемые ГОСТ 13109-97.

В процессе переключений должны проверяться нагрузки отключаемых (включаемых) электрических цепей, действительные положения коммутационных аппаратов, стационарных заземлителей (заземляющих ножей), а также отсутствие напряжения на токоведущих частях перед их заземлением.

Проверка положения выключателей на месте их установки должна проводиться обязательно, если после отключения этих выключателей будут производиться операции с разъединителями (отделителями) данных электрических цепей.

В КРУ отключенное положение выключателя проверяется перед каждой операцией перемещения тележки из рабочего в испытательное положение и наоборот.

Проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях перед их заземлением является наиболее ответственным оперативным действием персонала. *На практике все случаи наложения заземления под напряжением явились результатом отказа от предварительной проверки отсутствия напряжения на заземляемом оборудовании.*

При переключениях в реальных условиях выполнение всех проверочных действий должно быть обязательным, а наиболее важные из них отражаются в бланке переключений (см. п. 3.3.4).

Далее рассматриваются примеры последовательности действий в ходе оперативных переключений по выводу оборудования в ремонт и при вводе его в работу после ремонта. При этом взяты примеры операций, использованных в главе 5 /9/ и в /11,12/, которые частично представлены в виде графов, учитывающих наименование коммутационного аппарата, либо конкретной операции с участвующим в переключениях оборудованием (указано в прямоугольных рамках). Очередность выполнения необходимых действий указана соединительными линиями со стрелками - сплошными для случая отключения и пунктирными для включения рассматриваемой цепи.

Данные последовательности операций относятся к типовым схемам и компоновкам РУ, и учитывают типовое оснащение присоединений устройствами релейной защиты и автоматики.

В случаях, если фактическое исполнение РУ (схема, компоновка, характеристики оборудования и т.п.) отличается от типовых, последовательность коммутационных операций должна быть уточнена местной инструкцией; последней, в частности, уточняется и перечень необходимых проверочных (контрольных) действий, которые должны быть выполнены оператором в ходе переключений.

Основные операции на подстанциях с двумя рабочими системами шин

В нормальных условиях эксплуатации обе системы сборных шин должны находиться в работе. Это связано с требованиями надежности к электроснабжению потребителей, так как при возможном коротком замыкании и отключении релейной защитой одной системы шин вторая система шин останется в работе.

Вывод одной системы шин в ремонт

При выводе в ремонт системы шин требуется освободить ее посредством перевода всех ее присоединений на другую систему шин, которая остается в работе. Для выполнения этого требования одним из необходимых условий является соблюдение равенства потенциалов каждой системы шин.

Для схем с шиносоединительным выключателем (ШСВ) это условие достигается включением ШСВ, который электрически соединяет между собой обе системы шин. В то же время шиносоединительный выключатель шунтирует при переводе каждую пару шинных разъединителей принадлежащих одному присоединению.

В этом случае включение (отключение) шинных разъединителей переводимого присоединения не представляет опасности, поскольку шунтирующая их цепь шиносоединительного выключателя, обладая незначительным электрическим сопротивлением, практически не вызывает падения напряжения между подвижными и неподвижными контактами разъединителя, что исключает возможность образования электрической дуги.

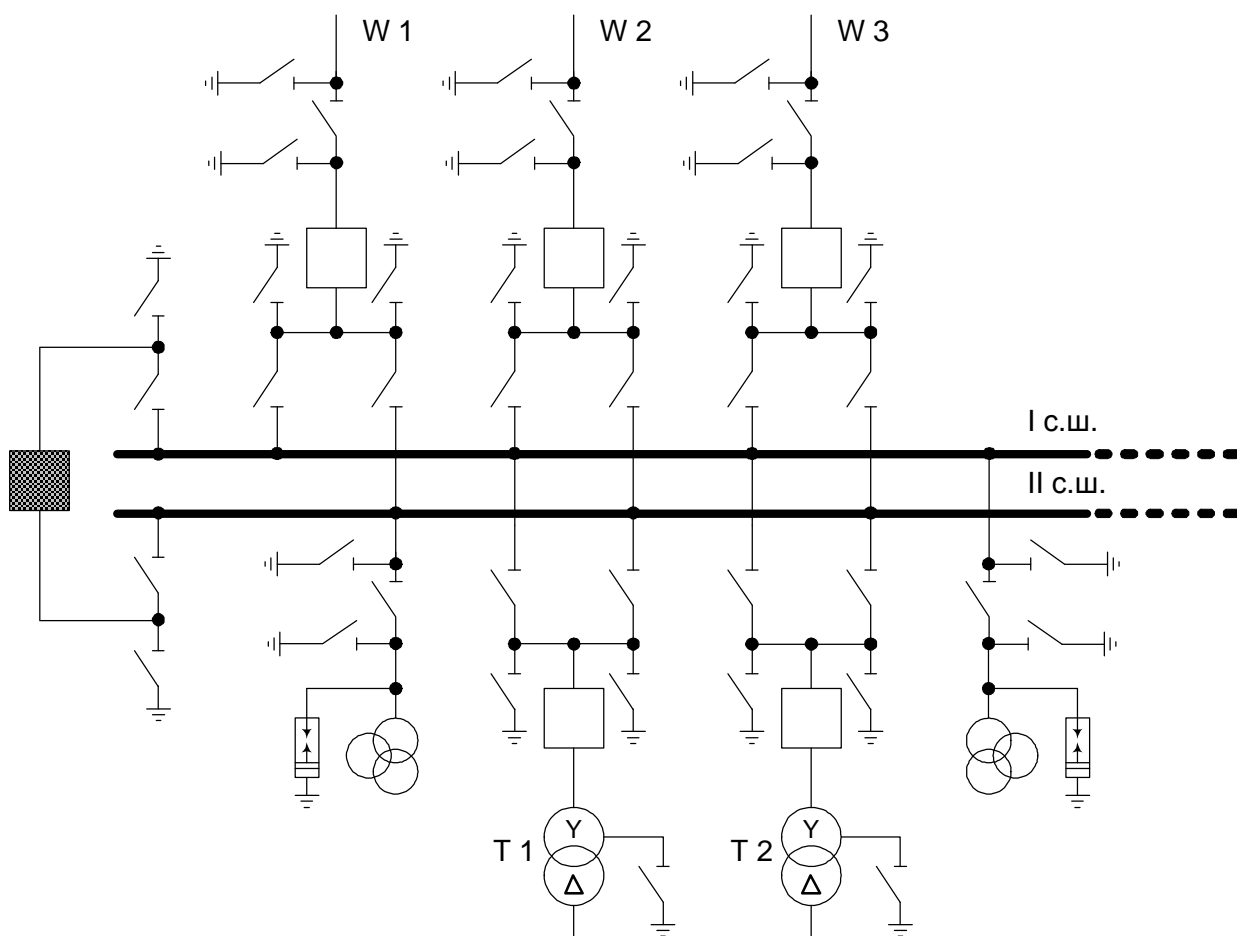


Рис. 2

Операции по выводу в ремонт I системы шин производятся в следующем порядке:

- Ø включается ШСВ;
- Ø дифференциальная защита шин переводится в режим работы с нарушением фиксации присоединений;
- Ø отключаются автоматические выключатели в цепях управления ШСВ и его защит;
- Ø отключается АПВ шин;
- Ø проверяется включенное состояние ШСВ и его разъединителей;
- Ø включаются шинные разъединители всех переводимых присоединений на II систему шин;
- Ø проверяется включенное положение этих разъединителей;
- Ø отключаются шинные разъединители переводимых присоединений от I системы шин;
- Ø проверяется отключенное положение каждого разъединителя;
- Ø на релейном щите переключается питание цепей напряжения защит, автоматических устройств и измерительных приборов на трансформатор напряжения II системы шин;
- Ø включаются автоматические выключатели в цепях управления ШСВ и его защит;

- Ø проверяется отсутствие нагрузки на ШСВ;
- Ø отключается ШСВ - снимается напряжение с I системы шин;
- Ø включается АПВ шин;
- Ø проверяется отключенное положение ШСВ и отключаются шинные разъединители ШСВ от I системы шин;
- Ø отключаются шинные разъединители трансформатора напряжения I системы шин;
- Ø отключаются автоматические выключатели (снимаются предохранители) со стороны низшего напряжения обмоток трансформатора напряжения.

После этого выполняются операции по проверке отсутствия напряжения на токоведущих частях и производится их заземление. В зависимости от местных условий и характера работ выполняются необходимые мероприятия по обеспечению безопасных условий труда ремонтного персонала (вывешивают необходимые плакаты, устанавливают ограждения и т.д.) и производится допуск бригады к работе.

Ввод в работу I системы шин после ремонта

После окончания ремонтных работ и соответствующего оформления наряда оперативным персоналом производится осмотр рабочего места, проверяется отсутствие людей и посторонних предметов на оборудовании, удаляются временные ограждения, снимаются переносные плакаты, вывешенные на месте работ и на приводах шинных разъединителей и ШСВ.

Для ввода в работу I системы шин и восстановления нормальной схемы питания от нее части присоединений необходимые операции выполняются в следующей последовательности:

- Ø снимаются защитные заземления;
- Ø включаются шинные разъединители ШСВ;
- Ø включаются разъединители трансформаторов напряжения I системы шин;
- Ø включаются автоматические выключатели (устанавливаются предохранители) со стороны низшего напряжения обмоток трансформатора напряжения;
- Ø проверяется, имеют ли защиты минимальные уставки по току и времени и включены ли защиты на отключение, подается напряжение оперативного тока на привод ШСВ;
- Ø производится опробывание I системы шин напряжением: включается ШСВ и по вольтметрам проверяется наличие напряжения на I системе шин;
- Ø снимается оперативный ток с привода ШСВ, отключается АПВ шин;
- Ø на ОРУ визуально проверяется включенное положение ШСВ и производится перевод части присоединений со II системы шин на I систему шин;
- Ø подается оперативный ток на привод ШСВ и производится отключение ШСВ;
- Ø дифференциальная защита шин переводится в нормальный режим работы и включается АПВ шин.

Перевод присоединений с одной системы шин на другую без шиносоединительного выключателя для РУ, где часть присоединений имеет по два выключателя на цепь

В схеме РУ 110 кВ с двумя системами отдельно работающих шин, приведенной на рис., имеются присоединения с одним и двумя выключателями на цепь.

В нормальном режиме работы цепи с двумя выключателями работают по схеме жесткой фиксации на той или иной системе шин.

Для перевода присоединений с одной системы шин на другую необходимо соблюдать условие равенства потенциалов на шинах.

Это достигается включением выключателей на обе системы шин у присоединений, имеющих по два выключателя на цепь.

Последовательность операций выглядит следующим образом:

- ∅ *включаются вторые выключатели двух-трех присоединений с двумя выключателями на цепь и проверяется (по амперметрам) распределение нагрузки по фазам включенных выключателей;*
- ∅ *дифференциальная защита шин переводится в режим с “нарушением фиксации”;*
- ∅ *включаются шинные разъединители на обе системы шин одного присоединения (для этой цели обычно выбирается обходной выключатель Q1) и проверяется их включенное положение;*
- ∅ *включаются разъединители переводимых на другую систему шин присоединений и проверяют их включенное положение;*
- ∅ *отключаются шинные разъединители переводимых присоединений от той системы шин, на которую они были включены и проверяется их отключенное положение;*
- ∅ *цепи напряжения переключаются на соответствующий трансформатор напряжения;*
- ∅ *отключаются шинные разъединители обходного выключателя от обеих систем шин;*
- ∅ *отключаются вторые выключатели присоединений с двумя выключателями на цепь;*
- ∅ *отключается УРОВ и защита шин для переключений в токовых и оперативных цепях этих устройств;*
- ∅ *проверяется защита шин под нагрузкой и включается в работу по нормальной схеме, включается в работу УРОВ.*

Способы вывода в ремонт выключателей электрических цепей

Способы вывода выключателей в ремонт существенно отличаются друг от друга в зависимости от схемы подстанции и количества выключателей, приходящихся на одну электрическую цепь.

Наиболее характерные из этих способов представлены в табл.

№ п/п	Схема подстанции	Способ вывода в ремонт	Основные группы операций
1	Любая схема при одном выключателе на цепь	Отключение присоединения на время ремонта, если это допустимо режимом сети	Отключение выключателя присоединения; операции с разъединителями
2	С двумя системами шин и одним выключателем на цепь	Замена выключателя присоединения шиносоединительным выключателем	Отключение цепи для отсоединения выключателя и установки вместо него перемычек; освобождение одной системы шин для включения на нее цепи, выключатель которой выведен в ремонт
3	С двумя рабочими и обходной системой шин и одним выключателем на цепь	Замена выключателя присоединения обходным выключателем	Операции выполняются без отключения цепи и освобождения рабочей системы шин
4	Многоугольник, полуторная, с двумя выключателями на цепь	Отключение выводимого в ремонт выключателя присоединения и вывод его из схемы с помощью разъединителей	Операции выполняются без отключения цепи, на время отсутствия выключателя в схеме снижается ее надежность
5	Мостик с выключателем и ремонтной перемычкой на разъединителях для ремонта секционного выключателя	Замена секционного выключателя ремонтной перемычкой с разъединителями	Включение в работу перемычки на разъединителях; отключение и вывод из схемы секционного выключателя с помощью разъединителей в его цепи

Включение проверочных операций в бланк оперативных переключений

Опыт эксплуатации электроустановок свидетельствуют о необходимости включения в бланк оперативных переключений помимо коммутационных операций так называемых проверочных (контрольных) операций. Это связано с тем, что количество коммутационных операций в бланке всегда четко ограничено составом коммутационной аппаратуры, предусмотренной схемой (первичной и вторичной) в данном РУ, а также поставленной задачей по производству переключений. В то же время перечень и количество проверочных операций при тех же условиях и задаче варьируются в зависимости от уровня квалификации составителя бланка.

Обычно в оперативный документ (бланки, программу) включаются не все, а лишь важнейшие проверочные операции. Однако, необходимые по технологии производства переключений проверочные операции, но не включенные в бланк, тем не менее выполняются лицом, производящим переключения. Предполагается, что в самом сознании оперативного работника существует непрерывная связь необходимых проверочных операций с соответствующими операциями по изменению положения коммутационного аппарата, даже если эти проверки не включены в бланк (программу) переключений.

Тема 4. Оперативные действия по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций при производстве переключений. (8 час.). Причины аварий и отказов. Основные виды ошибок при оперативных переключениях. Оценка аварийного положения и задачи оперативного персонала. Разделение функций по ликвидации аварий между оперативным персоналом. Самостоятельные действия персонала при ликвидации аварий на подстанциях. Действия персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций.

Производство оперативных переключений наиболее ответственная часть эксплуатационно-ремонтного обслуживания электроустановок. По статистике энергосистем до 60% всех нарушений в работе электростанций и сетей составляют ошибки при операциях с коммутационным оборудованием, причем около двух третей этих ошибок связано с оперированием заземляющими разъединителями. Чрезвычайно тяжелы и последствия отказов (ошибок), допущенных при оперативных переключениях, которые могут приводить не только к нарушениям функционирования энергоустановок, но и к несчастным случаям с людьми. По данным ежегодных анализов нарушений в работе электроустановок, до 13-19% всех нарушений, связанных с недостатками эксплуатации в энергосистемах страны, - это ошибки оперативного персонала. Следует отметить, что чем выше должность оперативного работника в иерархии оперативного управления, тем большую долю в общем числе допущенных этим работником нарушений составляют ошибки, совершенные при оперативных переключениях. Например, ошибки при переключениях, совершаемые оперативным персоналом энергосистем, превышают 50% от общего количества эксплуатационных ошибок, а для диспетчеров ЦДС и ОДС такие ошибки составляют более 70% учтенных нарушений в их работе.

Согласно данным Госинспекции по эксплуатации, основными ошибками при производстве оперативных переключениях являются: игнорирование проверочных операций; несоблюдение порядка осмотра оборудования непосредственно перед выполнением переключений; слабый контроль вышестоящего персонала за очередностью выполнения операций; правильность заполнения бланков переключений. Достаточно часто встречаются такие ошибки, как производство операций не на том присоединении (не на той системе шин), которые указаны в бланке, пропуск операций или нарушение последовательности их выполнения, а также использование бланков составленных без учета фактического состояния схемы электроустановки

(применение типовых бланков, не соответствующих схеме или режиму электроустановки, существовавшим на момент выполнения операций).

В информационном бюллетене генеральной инспекции по эксплуатации электростанций и электросетей РАО «ЕЭС России» /18/, приводится анализ ошибочных действий персонала энергосистем, согласно которому наиболее часто отмечаются следующие ошибки оперативного персонала, связанные с производством оперативных переключений:

- Ø неправильное составление бланков переключений;
- Ø невнимательность по отношению к надписям на оборудовании;
- Ø несогласованность действий оперативного персонала;
- Ø отсутствие у персонала устойчивой привычки к безусловному выполнению инструкций и правил, в том числе инструкций по производству переключений;
- Ø невнимательность и сниженное чувство ответственности у лиц, проводящих оперативные переключения;
- Ø производство переключений без бланков;
- Ø самовольное деблокирование приводов коммутационных аппаратов;
- Ø недостаточная тренированность в области производства переключений;
- Ø низкий уровень знаний электрических схем, а также конструктивных особенностей оборудования и порядка его оперативного обслуживания.

Далее будут рассмотрены причины аварий, детальный анализ ошибок, совершаемых при производстве оперативных переключений, действия персонала по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций.

Причины аварий и отказов.

Основные виды ошибок при оперативных переключениях

Ошибки при оперативных переключениях являются частным случаем ошибок, совершаемых в ходе оперативно-диспетчерского управления и имеют особое значение в связи с тем, что они подчас создают серьезную угрозу здоровью и даже жизни самого оперативного персонала, совершающего эту ошибку. Поэтому для предотвращения их повторения любая ошибка должна быть детально зафиксирована и тщательнейшим образом изучена.

Система организации оперативного управления должна быть построена таким образом, чтобы эффективно способствовать выявлению оперативных ошибок и раскрытию их действительных причин. С этой точки зрения, какие бы то ни было административные наказания за оперативную ошибку должны быть по возможности исключены. Именно отсутствие такого подхода способствует умышленному сокрытию отдельными работниками энергопредприятий фактов и обстоятельств таких ошибок. В результате существенно искажается публикуемая СПО ОРГРЭС отчетно-статистическая информация, используемая на местах для разработки соответствующих мероприятий.

В любую программу подготовки и обучения оперативно-диспетчерских работников должны включаться разделы по изучению характерных ошибок и оперативные указания по действиям в ситуациях, возникающих вследствие совершения возможных оперативных ошибок. Квалификацию оперативного

работника следует оценивать, в частности, с учетом количества известных ему типовых оперативных ошибок, соответствующих предупредительных мероприятий и стандартных программ действия в ситуациях, вызванных этими ошибками.

Оперативные ошибки

Пренебрежение необходимостью приравливать программу оперативных переключений к фактической схеме и режиму работы приводит к многочисленным оперативным ошибкам.

Например,

- Ø повышение уровня напряжения в сети может поставить под вопрос допустимость отключение тока холостого хода трансформатора (или зарядного тока линии электропередачи) разъединителем;
- Ø в условиях, когда устройство РПН трансформатора нагружено током, превышающим номинальный, недопустимо регулирование коэффициента трансформации на этом трансформаторе под нагрузкой (ни вручную, ни автоматически);
- Ø при выведенной из работы или неисправной дифзащите шин недопустимо оперировать шинными разъединителями и воздушными выключателями, находящимися под напряжением по крайней мере не введя предварительно взамен отсутствующей дифзащиты шин ускорение на соответствующих резервных защитах, или временную защиту и т.д.

Чаще всего опасность ошибки, связанной с неучетом фактического состояния схемы и режима электроустановки возникает при использовании типовых бланков (программ), составляемых применительно к конкретным схеме и режиму.

Проблема определения причин ошибок, возникающих при оперативных переключениях, достаточно сложна, чем объясняется большое количество предложений по классификации этих причин.

В /16/ предложено соотносить все многообразие возможных оперативных ошибок с одним из трех видов или уровней следующей классификации.

Ошибки первого уровня - неверные действия при реализации принятого правильного решения, т.е. прямые ошибки, совершаемые непосредственно на месте производства оперативных переключений при действиях с приводами коммутационных аппаратов, с органами управления и регулирования, установленными на панелях управления, релейной защиты и автоматики и т.п. Причиной этого рода ошибок может явиться неправильная ориентация в расположении оборудования или органов управления (в том числе коммутационных аппаратов). Эта причина зависит не только от субъективного характера оператора, но и от степени учета необходимых требований эргономики при конструктивном исполнении и компоновке коммутационной аппаратуры и ее органов управления; системы оперативных обозначений, наличия необходимых надписей, отличительной раскраски и т.д.

К этому уровню оперативных ошибок можно отнести случайные, непреднамеренные отклонения от имеющихся директивных указаний, нормативных документов (оператор забывает выполнять один из шагов

намеченного алгоритма действий (пропускает тот или иной пункт бланка переключений), либо путает ключи управления или совершает другие подобные неправильные "механические" действия).

Ошибки второго уровня - ошибки в самих оперативных решениях, т.е. ошибки оперативного мышления, вызванные неправильным пониманием ситуации (неверный анализ, ошибочное диагностирование причин ее возникновения и перспектив развития, неверная оценка возможных последствий своих действий). Ошибки этого уровня чаще всего проявляются в редко встречающихся сложных и нестандартных (аварийных) ситуациях, для которых заранее не подготовлено (или не известно оператору) типовое решение. Основными причинами таких ошибок являются недостатки в подготовке оперативного работника.

Применительно к оперативным переключениям - это ошибки принципиального плана, содержащиеся в самом бланке (программе переключений); связанные с неправильным применением типовых бланков и программ переключений, когда схема или режим работы не совпадают с оговоренными условиями применимости этих документов; совершаемые при переключениях в аварийной ситуации (когда коммутационная и иная аппаратура используется в нестандартных режимах).

К двум названным уровням оперативных ошибок следует добавить третий, выделив в особую группу ошибки, вызванные отступлениями от известных нормативов. При оперативных переключениях к **ошибкам третьего уровня** относят умышленные изменения, вносимые экспромтом (без всестороннего рассмотрения и соответствующего согласования) в типовой бланк или программу переключений; осознанные попытки отключения коммутационными аппаратами токов, превышающих их коммутационные способности; вывод из действия исправной оперативной блокировки (деблокирование) и т.п.

Психологической причиной этой группы ошибок является подмена регламентной нормы (нормы, зафиксированной в директивном документе) так называемой эксплуатационной нормой, т.е. сложившимся, принятым на данном энергетическом объекте порядком действий. При этом оператор отступает от руководящих указаний (действующих нормативов), применяя решения, обосновываемые тезисами "у нас так делают всегда", или "я уже делал так и все было хорошо". Опасность заключается в том что, к оперативной ошибке с тяжелыми последствиями приводит не единичное неправильное действие, а только цепочка последовательных неправильных действий, включающая от 2 до 8 "звеньев". Объясняется эти принятой в электроэнергетики системой многократной страховки, основанной на резервировании и дублировании, на случай ошибок персонала и отказов оборудования. Классический пример - требования правил безопасности, предписывающие при подготовке рабочего места не только снятие напряжения путем отключения соответствующих коммутационных аппаратов с созданием видимых разрывов, при обязательном запирании приводов отключенных аппаратов, но также и установку заземлений со всех сторон, откуда может быть подано напряжение (не считая

дополнительных заземлений на месте работ в случае необходимости снятия наведенного напряжения). Очевидно, оба названных и равно обязательных нормативных мероприятия дублируют друг друга, а следовательно, невыполнение одного из них не вызывает несчастного случая (хотя и повышает риск такого развития событий). В результате подобное отступление от правил выглядит вполне оправданным решением (“сокращение объема переключений”), создавая в сознании оператора стереотип допустимости подобных действий. При этом создаются психологические предпосылки для расширения перечня допустимых отступлений от нормы, в конечном счете порождающие возможную реализацию всей последовательной цепочки ошибок, приводящей к трагическому финалу.

Существует еще одна классификация оперативных ошибок, основанная на выделении следующих двух видов так называемых коммутационных аварий (неправильных коммутационных действий с разъединителями и другими аппаратами):

- ∅ ошибки психологического характера как результат неправильной ориентации на месте производства операций, зависящие от субъективного характера оператора и допускаемые несмотря на наличие информации, необходимой для предотвращения ошибки;
- ∅ ошибки чисто информационные, вызванные отсутствием необходимой информации или сложностью ее восприятия, переработки и анализа. Такие ошибки являются результатом недостаточной осведомленности оператора о состоянии объекта и проявляются главным образом при переключениях на сложных объектах или в сложных ситуациях.

Основными психологическими причинами ошибок в действиях операторов являются:

- ✓ ограниченные природные возможности человека по объему, скорости восприятия и переработке информации (пример - импульсивная попытка отключения разъединителя при загорании между его контактами электрической дуги вследствие включения разъединителем тока нагрузки, что обычно приводит к возникновению короткого замыкания);
- ✓ склонность настаивать на априорном решении, принятой стратегии действий даже в случае, когда реакция объекта управления неадекватна ожидаемой (пример - продолжающиеся попытки поднять напряжение на шинах низшего напряжения с помощью РПН трансформаторов, несмотря на то, что вследствие дефицита реактивной мощности такие действия вызывают понижение напряжения в сети высшего напряжения; другой пример - неоднократные попытки повторного включения аварийно отключившегося элемента без осмотра последнего, приводящие к развитию аварийной ситуации);
- ✓ несоответствие выбранной оператором стратегии управления той, на которую ориентировался изготовитель техники (пример - повторное включение элемента, автоматически отключившегося из-за короткого замыкания, выключателем, израсходовавшим свой коммутационный ресурс);

- ✓ чрезмерное доверие к надежности устройств РЗА, к сообщениям и действиям партнеров, подчиненных и вышестоящих оперативных лиц (примеры: некритическое, без возражений, восприятие полученной оперативной команды; ошибочная повторная подача напряжения на шины с неотключенным поврежденным присоединением после работы дифзащиты шин из-за того, что не был своевременно выявлен неотключившийся выключатель);
- ✓ подверженность влиянию эмоций, искажающему восприятие информации, в том числе так называемой гиперрефлексии, то есть завышению объема и значимости сигнала (пример - ошибочный вывод о погашении узла нагрузки на основе возмущенного сообщения потребителя об исчезновении напряжения на потребительской электроустановке, сопровождаемого угрозами о предъявлении соответствующих санкций, в то время как фактически в бестоковую паузу АПВ на линии электропередачи произошло излишнее отключение автоматов на электроприемниках);
- ✓ потеря бдительности вследствие монотонных условий оперативной работы;

Основные виды ошибок при оперативных переключениях по статистике энергосистем

Конкретные виды ошибок, совершаемых персоналом при производстве оперативных переключений, названы и проанализированы в обзорах состояния эксплуатации и технологических нарушений, а также неправильных действий работников энергетических систем, периодически подготавливаемых Государственной инспекцией по эксплуатации электростанций и сетей. К основным видам ошибок (нарушений) при оперативных переключениях в формулировках Госинспекции относят:

- ∅ производство оперативных переключений без предварительного анализа состояния схемы и режима работы оборудования;
- ∅ невнимательный осмотр оборудования при его приемке по окончании ремонтных работ;
- ∅ отсутствие записей в оперативном журнале о включении заземляющих разъединителей или установке переносных заземлений;
- ∅ необоснованное производство переключений без программы, бланка;
- ∅ производство переключений по неправильно составленному бланку, программе (пропуск операций в бланке, ошибочная последовательность операций и т.п.);
- ∅ использование бланка, составленного не для этого вида переключений;
- ∅ нарушение указанного в бланке, программе переключений порядка операций;
- ∅ нечеткая формулировка оперативного задания;
- ∅ выдача двух и более заданий одновременно в ситуациях, когда такая выдача недопустима;
- ∅ самовольное расширение полученного оперативного задания;
- ∅ рассеивание внимания отвлечением на другие работы при производстве переключений, а также перерывы в производстве переключений;

Ø единоличное производство переключений в случаях, когда нужно контролирующее (второе) лицо.

Представляют интерес материалы неофициальной статистики ошибок оперативного персонала, полученные за ряд лет по ПС 35-330 кВ ПЭС Северо-запада России и приведенные в /16/.

“... ценность этого материала определяется тем, что на этом ПЭС были приняты дополнительные меры, направленные на обеспечение максимально полного и достоверного учета количеств и обстоятельств оперативных ошибок: каждая оперативная ошибка рассматривалась руководством предприятия в самой дружественной атмосфере, совершивший ошибку оперативный работник не только, как правило, не наказывался, но наоборот, тем или иным способом поощрялся за сам факт подробного и объективного сообщения об этой ошибке и т.д.

Результаты этого анализа позволили выделить основные виды ошибок при производстве переключений и указать их процентное соотношение в общем количестве ошибок (см. табл.)”.

Следует отметить, что из общего числа учтенных оперативных ошибок 20,2% составляют ошибки, при которых имевшаяся блокировка могла бы предотвратить неверные действия оперативного персонала, однако последний выводил из действия блокировочное устройство, не позволявшее выполнить намеченную неправильную операцию.

Примером оперативной ошибки, связанной с отключением аппарата, которым не следовало оперировать, совершенной в условиях, когда операции выполнялись только выключателями, является следующий случай. Для уменьшения расхода электроэнергии на ее транспорт при снижении нагрузки в выходные дни на двухтрансформаторной ПС напряжением 35/10 кВ предусматривалось отключение одного из трансформаторов (Т1) выключателями 35 и 10 кВ с оставлением в работе лишь второго трансформатора (Т2). В исходном режиме Т1 и Т2 работали параллельно. Дежурный монтер отключил выключатель 10 кВ Т1, а затем, доложив о выполнении этой команды и о том, что нагрузка 10 кВ полностью взята Т2, получил команду на отключение выключателя 35 кВ Т1. Фактически же вместо этого выключателя был отключен выключатель 35 кВ Т2, что (при ранее отключенном выключателе 10 кВ Т1) привело к погашению РУ 10 кВ на время, потребовавшееся дежурному монтеру для оценки ситуации и повторной подачи напряжения на шины 10 кВ. Последнее было также выполнено с нарушением установленного порядка оперативных переключений: импульсивно оператор произвел обратное включение только что отключенного выключателя 35 кВ Т2, т.е. подал напряжение сразу и на Т2, и на шины 10 кВ и на всю распределительную сеть 10 кВ этого узла, не предупредив потребителя о повторной подаче напряжения на его погашенные электроустановки, что было необходимо сделать по условиям имеющегося эксплуатационного соглашения потребителя с электроснабжающей организацией.

№	Вид оперативной ошибки	Доля, %
1	Отключение аппарата, которым не следовало оперировать (отключение ЛР вместо ШР при переводе присоединения с одних шин на другие; отключение выключателя не того присоединения; отключение выключателя посредством устройства телеуправления вместо выполнения телеизмерения и т.п.), в том числе: при операциях выключателями или ключами ТУ; при операциях отделителями и отделителями.	21,3 7,5 13,8
2	Подача напряжения на заземленные токоведущие части, в том числе: при использовании заземляющих разъединителей; при использовании переносных заземлений	15,9 10,6 5,3
3	Заземление токоведущих частей, находящихся под напряжением.	7,4
4	Ошибочная последовательность (отключение разъединителя до отключения выключателя или включение его при включенном выключателе; самопроизвольное включение выключателя (от устройства РЗА); отключение основного источника питания до включения резервного; включение разъединителя, шунтирующего регулировочный трансформатор, до перевода переключателя этого трансформатора в среднее положение; отключение междушинного выключателя до завершения перевода присоединений с одних шин на другие, в т.ч.: отключение разъединителя под нагрузкой.	21,3 10,6
5	Ошибочные действия с РЗА (не выведена дистанционная защита перед отключением ТН; не отключено устройство, на котором работает персонал; при переводе присоединения на обходной выключатель не выведены защиты со своего выключателя).	6,4
6	Ошибки, последствия которых сказались не сразу (отключенный ЗР нейтрали работающего автотрансформатора, включенный ЗР на конденсаторе контроля напряжения линии в схеме АПВ, выведенное из действия или ошибочно введенное устройство защиты, автоматики), в т. ч.: при операциях в первичной схеме; при операциях во вторичной схеме.	9,6 4,3 5,3
7	Диспетчерские ошибки, связанные с неправильным докладом вышестоящему оперативному лицу, либо с неправильно отданной (понятой) командой этого лица (подача напряжения на заземленную ЛЭП; отключение основного источника питания до включения резервного и другие); (пример - выдача команды на один конец транзитной ВЛ подать напряжение на ВЛ после окончания ее ремонта до получения сообщения о снятии заземления с другого конца ВЛ); здесь общим признаком диспетчерских ошибок является нарушение надлежащей координации действий нескольких исполнителей комплекса оперативных переключений, в т. ч.: при операциях на одной ПС; при операциях, затрагивающих несколько объектов.	16,0 6,4 9,6
8	прочие ошибки	2,1

В данном случае совершению оперативной ошибки, способствовало отсутствие дистанционного управления приводами выключателей: вынужденное перемещение оператора в ходе оперативных переключений от одного привода к другому способствовало ложному подходу (невзирая на наличие соответствующих надписей) к присоединению, которым оперировать не следовало. При наличии дистанционного управления выключателями данной ошибке может способствовать встречающееся иногда неудачное размещение ключей управления (в отличие от принятого типового решения): ключи управления выключателями 35 и 6 кВ трансформатора были смонтированы не на общих панелях, а на разных, а именно, выключатели 35 кВ обоих трансформаторов на одной панели, а выключатели 6 кВ - на другой, даже не смежной с первой панелью.

Примером диспетчерской ошибки, совершаемой в пределах одной ПС, служит случай нарушения необходимой последовательности операций, выполнявшихся только выключателями. В РУ 6 кВ, выполненном по схеме с двумя рабочими системами шин, питавшимися отдельно (каждая от своего трансформатора), при отключенном по условиям ограничения токов КЗ шиносоединительном выключателе (ШСВ), ставилась задача перевода всей нагрузки на Т2, путем включения ШСВ. Затем, убедившись в его включении, следовало отключить выключатель Т1 6 кВ. Было принято решение для ограничения параллельной работы Т1 и Т2 (в этом режиме из-за больших токов КЗ оборудование РУ 6 кВ не проходило по условиям термической и динамической стойкости), привлечь к выполнению операций двух оперативных работников. Один, стоявший у панели с ключом управления ШСВ 6 кВ, должен был его включить; второй, стоявший у панели управления выключателем 6 кВ Т1, должен был после включения ШСВ сразу отключить выключатель 6 кВ Т1. Этим предполагалось исключить затраты времени на переход от одной панели управления к другой (панели значительно удалены друг от друга). Оба привлеченных лица были допущены к обслуживанию ПС. Однако, необходимая последовательность действий была нарушена оператором, стоявшим у ключа управления выключателем 6 кВ Т1. Он, вопреки четким указаниям, не дожидаясь сообщения о включении ШСВ и непосредственной команды в свой адрес, преждевременно отключил выключатель 6 кВ Т1, тем самым погасив одну систему шин в РУ 6 кВ и питаемый от нее район электросети.

Среди ошибочных операций, совершаемых с устройствами РЗА распространены случаи ложного отключения трансформатора от струйного реле при попытке включения трансформатора под напряжение по завершении эксплуатационных работ. В отличие от газового, струйное реле после срабатывания неспособно самостоятельно вернуться в исходное состояние, требуется воздействие оператора на специальную кнопку возврата на корпусе реле. Необеспечение возврата реле (по незнанию или по невнимательности работника) приводит к немедленному автоматическому отключению трансформатора при попытке его включения под напряжение после завершения некоторых видов работ на трансформаторе (доливка масла и т.п.).

К ошибкам оперативных переключений, выявленных не сразу, относятся: включение трансформаторов на параллельную работу при невыравненных коэффициентах трансформации, т.е. со значительным уравнительным током; ввод в работу трансформатора с отключенной полностью или частично системой принудительного охлаждения и т.д.. Примером служит случай на крупной тепловой электростанции, где при включении энергоблока в сеть через трансформатор типа ТЦ-630000/220, имевший систему охлаждения с принудительной циркуляцией масла и воды, была ошибочно открыта только одна из двух, имеющихся на маслоохладителе, водяных задвижек (на входе), а вторая (на выходе) осталась закрытой. Начавшееся повышение температуры трансформатора не было своевременно выявлено, чему способствовал отказ в работе имевшейся автоматической сигнализации перегрева масла (неисправность термосигнализатора). В результате оперативная ошибка, приведшая к недопустимому перегреву трансформатора, стала очевидной только тогда, когда из-за превышения температуры масла произошел выброс последнего из бака трансформатора, вследствие чего сработала сигнализация "понижение уровня масла" и энергоблок был отключен.

Действия персонала при ликвидации аварийных ситуаций

Основной обязанностью эксплуатационного персонала подстанций является обеспечение надежной работы электрического оборудования и бесперебойного электроснабжения потребителей. Все случаи нарушения нормальных режимов работы (автоматическое отключение оборудования при КЗ, ошибочные действия персонала, перерывы в электроснабжении потребителей и т.д.) рассматриваются как аварии или отказы в работе в зависимости от их характера, степени поврежденности оборудования и тех последствий, к которым они привели.

Аварии на подстанциях – события редкие, но значительные по своим последствиям. Они устраняются либо действием специальных автоматических устройств, либо ликвидируются действиями оперативного персонала.

Ликвидация аварий оперативным персоналом заключается:

- Ø в выполнении переключений, необходимых для отделения поврежденного оборудования и предупреждения развития аварии;
- Ø в устранении опасности для персонала;
- Ø в восстановлении в кратчайший срок электроснабжения потребителей, потерявших питание;
- Ø в выявлении состояния отключившегося на подстанции (электростанции) оборудования и принятия мер по его включению в работу или выводу в ремонт.

Действия персонала в аварийной ситуации сводятся к следующим основным этапам:

- Ø сбор и систематизация поступившей информации;
- Ø анализ собранной информации для установления реальной картины аварийной ситуации;
- Ø составлений плана действий (принятие оперативного решения);

Ø реализация плана и его корректировка в зависимости от уточнения информации и реального хода ликвидации аварии;

Рассмотрим реализацию последовательности ликвидации аварийной ситуации подробно по этапам. В момент возникновения аварийной ситуации оперативному персоналу необходимо:

Ø снять звуковой сигнал и записать время начала аварии;

Ø установить место аварии (РУ, помещение, ячейка);

Ø осмотреть световые табло на панелях щита управления;

Ø при необходимости сквитировать ключи управления коммутационных аппаратов, определив по сигнальным лампам несоответствие положений аппарата и ключа управления;

Ø доложить диспетчеру о возникновении аварийной ситуации, получить разрешение и осмотреть реле на панелях релейной защиты и автоматики. Пометить мелом сработавшие указательные реле, записать наименования сработавших выходных реле защиты и автоматики, поднять выпавшие блинкера.

Собрав, таким образом, информацию об аварии необходимо ее проанализировать, т.е. установить характер аварии и составить о ней общее представление. При оценке аварийной ситуации с учетом сработавших устройств РЗА следует принимать во внимание принципы и зоны действия защит, на какие повреждения они действуют, возможность ложного срабатывания или отказа в отключении. Требуется определить какое оборудование отключилось и какие участки остались без напряжения, существует ли опасность для персонала, в какой мере нарушено электроснабжение потребителей, как отразилась авария на работе энергосистемы или участков сети.

Следующий этап – составление плана ответных действий, который должен отвечать трем основным требованиям: обеспечению безопасности персонала, сохранности оборудования, скорейшему восстановлению питания потребителей. При этом должны учитываться требования энергосистемы по ограничению перетоков мощности по линиям электропередачи и через шины узловых подстанций и т.д. Действия оперативного персонала при реализации плана должны выполняться осознанно, без нарушения установленного порядка переключений и требований правил технической эксплуатации и техники безопасности, но в то же время расторопно, без излишнего промедления. Для тех случаев когда нет необходимости тратить время на установление связи и переговоры с диспетчером вводится понятие “самостоятельных действий”.

Под самостоятельными действиями понимаются оперативные действия с оборудованием, которые выполняются оперативным персоналом в соответствии с требованиями инструкций на основе анализа поступившей информации и без предварительного получения распоряжения или разрешения вышестоящего диспетчера в случае нависшей угрозы для жизни людей или стихийных бедствиях. Естественно, что при первой же возможности следует доложить диспетчеру о выполненных операциях.

Действия персонала при автоматическом отключении линий электропередачи

Автоматическое отключение тупиковых линий

Данное повреждение приводит к прекращению электроснабжения потребителей, если отсутствует источник резервного питания. Задачей персонала в этом случае является по возможности быстрое включение в работу отключившейся линии, с тем, чтобы сократить до минимума продолжительность перерыва питания нагрузки и нарушения технологического процесса производства на предприятиях.

Независимо от успешности работы АПВ однократного действия, устанавливаемого на таких линиях, они немедленно (без внешнего осмотра оборудования, предупреждения потребителей) включаются под напряжение. При включении на неустранившееся КЗ (признаком этого служит бросок тока с одновременным снижением напряжения на шинах) персонал должен отключить выключатель линии, не дожидаясь действия защиты.

Автоматическое отключение транзитных линий

Данное повреждение не приводит к прекращению электроснабжения потребителей, однако может привести к перегрузке (на узловой или проходной подстанции) других, оставшихся в работе линий; может возникнуть необходимость ограничения мощности потребителей или выдаче мощности электростанций; напряжение в узловых точках может понизиться до недопустимых значений.

Во избежание этого, отключившаяся под действием защиты транзитная линия в минимально короткие сроки опробуется напряжением и включается под нагрузку по разрешению соответствующего диспетчера.

Если при опробывании линии напряжением обнаруживается КЗ, ее состояние проверяется локационным искателем и высылаются обходчики для установления причины КЗ.

Действия персонала при автоматических отключениях трансформаторов

Отключение трансформатора максимальной токовой защитой

Предположим, что при этом исчезло напряжение на шинах НН и действием автоматических устройств (АВР) оно на шины не подавалось. Трансформатор остался включенным со стороны ВН, что указывает на отсутствие в нем повреждений. В этом случае пытаются подать напряжение на шины НН вручную от отключившегося трансформатора (без его осмотра) или от трансформатора, находящегося в резерве, от АВР или вручную, если АВР был отключен или отказал в действии. В случае неуспешного включения выключателя действием автоматических устройств повторная подача напряжения на шины, оставшиеся без напряжения, без осмотра оборудования не производится. При осмотре обращается внимание на положение указательных реле защит присоединений, так как одной из причин отключения трансформатора может быть отказ в отключении выключателя одного из присоединений при КЗ на нем. Поврежденное оборудование выводится из схемы, после чего трансформатор включается в работу.

Отключение трансформатора защитой от внутренних повреждений.

Повреждения внутри трансформатора носят устойчивый характер, при этом могут реагировать все его защиты от внутренних повреждений (токовая отсечка, газовая защита, дифференциальная защита). Подавать напряжение на трансформатор без его осмотра в этом случае нельзя. Необходимо осмотреть все оборудование присоединения трансформатора, взять пробу газа из газового реле для анализа, выявить и устранить повреждение и причину, приведшую к аварии. Автоматическое отключение трансформатора может произойти также в результате действия всего лишь одной защиты от внутренних повреждений, например дифференциальной или газовой (в эксплуатации отмечены случаи ложного срабатывания газовой защиты при сквозных КЗ). Часто это связано не с повреждениями внутри трансформатора, а с нарушением внешней изоляции и возникновением КЗ в зоне действия дифференциальной защиты. Такие нарушения изоляции, как правило, нестойки и самоустраняются при отключении трансформатора. В этом случае производится осмотр всего оборудования присоединения трансформатора, проверяется заполнение маслом газового реле и, в случае отсутствия явных признаков повреждений, принимаются меры по вводу трансформатора в работу. При обнаружении неисправностей они устраняются, после чего трансформатор вводится в работу.

Действия персонала при автоматических отключениях сборных шин

Сборные шины подстанций могут лишиться напряжения при:

- Ø КЗ на линиях, на оборудовании (трансформаторах напряжения, разрядниках, шинных разъединителях), на участках соединительных проводов от шин до выключателей, а также на выключателях;
- Ø КЗ на любом присоединении, отходящем от шин, и отказе в действии его выключателя или защиты;
- Ø отказе или неправильной работе защиты шин или устройства резервирования при отказе выключателя;
- Ø аварии в энергосистеме.

Отключение сборных шин действием дифференциальной защиты шин.

В случае КЗ на шинах и отключении выключателей этой системы шин возможно нарушение электроснабжения потребителей. Основным методом ликвидации данной аварии является подача напряжения на шины действием автоматического устройства АПВ шин. При отсутствии АПВ или его отказе напряжение на шины подается вручную включением выключателя любого присоединения, находящегося под напряжением. Это действие выполняется персоналом без предварительного осмотра шин. Если попытка подачи напряжения окажется неуспешной, проводится осмотр оборудования, входящего в зону действия ДЗШ. Выявленное осмотром поврежденное оборудование отключается со всех сторон сначала выключателями (если они не отключились), а затем разъединителями, обеспечивая возможность подачи напряжения на неповрежденную часть электроустановки.

Отключение сборных шин действием УРОВ.

При КЗ на присоединении, отходящем от шин и отказе его выключателя, действием УРОВ отключается шиносоединительный выключатель (если он включен) и выключатели всех присоединений, продолжающих питать КЗ.

При отключении всех остальных выключателей данной системы шин неотключившийся выключатель обнаруживается по сигнальной лампе индивидуальной сигнализации. Затем персонал должен предпринять попытку отключения выключателя со щита управления или с места установки.

Если эти действия не принесут успеха, то после проверки отключенного состояния выключателей других присоединений, деблокируются и отключаются шинные разъединители присоединения отказавшего выключателя. Далее на шины подается напряжение по любой транзитной линии, а в случае отсутствия напряжения на линиях – включением шиносоединительного или секционного выключателя.

Отключение сборных шин при отказе ДЗШ или УРОВ.

При КЗ на шинах и отказе в действии ДЗШ КЗ будет отключаться выключателями, установленными на противоположных концах электрических цепей, при этом на линиях придут в действие резервные (дистанционные) защиты, а на трансформаторах – резервные максимальные токовые защиты.

Аналогичная аварийная ситуация будет иметь место и при КЗ на любой отходящей от шин подстанции электрической цепи и отказе ее выключателя, когда УРОВ отсутствует или отказало в действии. В обоих случаях персонал должен осмотреть указательные реле устройств релейной защиты и автоматики.

Если анализ работы защит и визуальные признаки повреждения (вспышка, дым, характерный запах) не дадут результатов, персонал должен передать сообщение диспетчеру и действовать далее по его указаниям. Если же по результатам анализа работы защит будет установлен отказ выключателя какого-либо присоединения, следует отключить отказавший в отключении выключатель и доложить диспетчеру.

Тема 5. Противоаварийные тренировки и работа на тренажерах. (6 час.). Основные аспекты обучения. Работа на тренажерах. Назначение и устройство учебного тренажера ТЭ-2М. Назначение и устройство компьютерного тренажера «Модус». Указания к проведению занятий на тренажерах. Формулировка оперативных задач при занятиях на тренажерах. Типовые задания для занятий на тренажерах. Примеры упражнений при работе на тренажерах. Анализ диспетчерской деятельности в энергосистемах необходим для повышения эффективности обучения диспетчеров, неумелые действия которых вызывают множество аварийных ситуаций. Поэтому подготовка будущих диспетчеров должна проходить в условиях, близких к реальной деятельности: на моделях, тренажерах и т.д. Но, поскольку тренажеров мало и их создание достаточно дорого, основным методом обучения диспетчеров в настоящее время является метод параллельного решения оперативной задачи при стажировке или при противоаварийных тренировках (обучающийся решает на бланке задачу параллельно с реальным диспетчером) /4/.

Основные аспекты обучения

Обучение на тренажерах. Тренажеры применяются для обучения персонала правилам выполнения оперативных переключений и методам ликвидации аварий в главных схемах электрических соединений подстанций. Это одно из основных технических средств обучения. При обучении на тренажерах правилам переключений приобретаются и закрепляются знания действующих в энергосистемах инструкций по переключениям и, кроме того, устраняется разрыв между знаниями и оперативными действиями, поскольку персоналу в процессе обучения приходится иметь дело с имитаторами коммутационных аппаратов и различных электрических устройств, подобными элементам реального оборудования.

Тренажеры позволили многократно повторять формируемые действия в самой разнообразной обстановке, отрабатывать их по элементам, что помогает обучаемым быстрее усвоить существо изучаемых приемов. Тренажер при обучении устранению неисправностей дает возможность в течение двух часов тренировать каждого человека в обнаружении не менее 10 неисправностей, в то время, как при ручном вводе неисправности эта цифра равняется 2-3. Результатом тренировки является повышение точности и скорости выполнения отрабатываемых действий.

Особенно эффективно применение тренажеров при обучении методам ликвидации аварий. С помощью тренажеров воспроизводятся (моделируются) различные аварийные ситуации и изучаются методы их устранения, что практически неосуществимо при обучении на действующих подстанциях. При максимальном приближении обучения к реальным условиям исключается всякая опасность для персонала в случае ошибочных действий. Персоналу предоставляется возможность многократного повторения режимов КЗ и проводимых при этом операций, пока не будут получены необходимые знания и твердые навыки (т.е. навыки правильных действий) в устранении аварий. И наконец, сама система обучения с помощью тренажеров носит объективный характер, не зависящий от знаний и опыта наставников при обычных традиционных формах обучения. При обучении оперативного персонала АЭС 40 часов обучения на тренажере эквивалентны 200 часам обучения на реальной АЭС /4, 19/.

С появлением тренажеров возникла проблема разработки рациональных методов обучения направленных на сокращение сроков и повышение качества обучения, то есть на выработку у оператора наиболее эффективных и устойчивых навыков управления. В основном это "тренаж" (когда выяснение состава действий и овладение ими происходит в процессе многочисленных проб их выполнения) и метод "специальной организации действия" (когда предварительно выделяется система операций, осуществляется их поэтапная отработка).

Советским психологом В.В. Чебышовой и американским психологом Д. Уолфом были выдвинуты общие требования к организации обучения на тренажерах:

определение задачи, понимание цели и способов ее достижения;

осознание цели обучающимися;
своевременные, объективные оценки результатов;
правильная организация обратной связи;
активность обучающихся;
постепенное усложнение задач;
правильное распределение упражнений во времени;
разнообразие материала практических задач;
полнота и определенность инструкции.

Вводя обучение на тренажерах, важно учесть и требования к тренажерам: навыки, развиваемые на тренажере, должны по своей структуре соответствовать навыкам трудовой деятельности (в ряде случаев упрощенным и схематизированным);

при окончательной оценке тренажера надо учитывать, насколько отрицательные навыки, если они все-таки возникают, существенны, насколько трудно устранимы и какова доля положительных навыков и качество последних;

тренажер должен предусматривать варьирование выполнения действий;

тренажер должен обеспечивать восприятие результатов воспроизводимых на нем действий (с объективной регистрацией этих результатов для последующего анализа);

успешность применения тренажера определяется методической целенаправленностью и обеспечением необходимого числа повторений упражнения.

Кроме того, важно осознать, что содержанием обучения диспетчеров будут как алгоритмические операции, так и принятие нестандартных решений, что обуславливает использование различных методов обучения - от традиционных до активных - при подготовке диспетчеров энергосистем. Не менее важно формировать и умение противостоять панике и страху в аварийной ситуации. Есть два основных способа борьбы со страхом:

борьба на уровне отдельного человека;

борьба на уровне группы.

В ходе обучения, цель которого - снизить остроту психологического потрясения, используют один из способов подготовки к пугающим ситуациям - "взрывную терапию", заключающуюся в создании обстановки, максимально приближенной к реальной действительности.

Сущность обучения на тренажере заключается в усвоении обучаемыми заранее записанных программ действий, в которых заложена правильная последовательность операций и действий в решении поставленных задач. Каждая аварийная ситуация может иметь несколько вариантов ее ликвидации. Программой каждой задачи предусмотрен единственный вариант решения, но этот вариант является оптимальным, исключая все другие решения. Лишь в необходимых случаях программы содержат возможные комбинации действий с однотипным оборудованием, например с шинными разъединителями присоединений при переводе их с одной системы сборных шин на другую и т.д.

Программы разработаны с учетом практической организации оперативной работы. В них находят отражение все операции и действия, выполняемые персоналом самостоятельно и по распоряжению диспетчера. Последовательность операций, включенных в программы, согласована с требованиями инструкций по ликвидации аварий. Обучение ликвидации аварий с применением тренажера может быть индивидуальным и групповым под руководством преподавателя (инструктора). В последнем случае группы в составе 8-10 человек набирают из обучаемых примерно одинаковой подготовки и уровня знаний, что способствует повышению их активности и заинтересованности в приобретении знаний и навыков. Учебный процесс разбит на две части - теоретическую и практическую. В теоретической части изучаются содержание учебных задач и методы их решения. Теоретическая часть обучения является достаточно ответственной, поскольку на ее основе в дальнейшем должны будут формироваться умения, навыки и формы поведения персонала в аварийных ситуациях. Но знания превращаются в умения и навыки не сразу, а по мере применения знаний в конкретных ситуациях. Тренажеры как средства практического обучения представляют для этого широкие возможности. Упражняясь на тренажере, обучающиеся пробуют свои силы, ошибаются, наталкиваются на целесообразные действия. Ошибки отбрасываются, а верные решения закрепляются. Так приобретаются профессиональные навыки, так совершенствуются системы действий при ликвидации аварий.

Проведение противоаварийных тренировок. В практике энергосистем противоаварийные тренировки, проводимые с оперативным персоналом, обслуживающим подстанции, являются основной формой обучения методам и приемам предупреждения, локализации и ликвидации аварий в случае их возникновения. Одной из задач противоаварийных тренировок является проверка способности персонала самостоятельно, быстро и четко ориентироваться в аварийных ситуациях и действовать в соответствии с имеющимися инструкциями и указаниями. Следует отметить, что использование тренажеров при обучении не заменяет, а дополняет систему подготовки персонала путем проведения противоаварийных тренировок.

Первые противоаварийные тренировки были проведены на Шатурской электростанции в 1933 году. В дальнейшем они начали широко применяться в «Мосэнерго». В процессе противоаварийной тренировки моделируется авария либо уже происходившая, либо придуманная. В ходе тренировки воспроизводятся действия по ликвидации этой аварии. Например, до войны в «Мосэнерго» часто моделировалась авария 16 августа 1936 года, лишившая Москву на 30 минут электроэнергию. В настоящее время все диспетчеры должны раз в месяц проходить противоаварийную тренировку в своей системе. Но многие руководители диспетчерских служб и еще чаще сами диспетчеры считают противоаварийные тренировки не эффективными.

Действительно, традиционное проведение аварийных игр не дает необходимого эффекта из-за опущения искусственности, которое возникает у

диспетчеров тренировки. Для решения этой проблемы тренировка должна удовлетворять следующим требованиям:

темп тренировки должен варьироваться (изменение темпа может достигаться изменением скорости подачи новых данных);

программированная система оценки результатов (такая система может быть построена в соответствии с хорошо известной оперантной теорией программированного обучения, согласно которой система оценки должна представлять программу наказаний и поощрений);

включение в программу тренировки ряда задач, либо не имеющих решения, либо допускающих несколько вариантов решения.

Включение в процесс обучения диспетчеров подобных противоаварийных тренировок позволит подготовить специалистов, способных справиться с теми сложными задачами, которые ставит перед ними сегодняшний день /4/.

Каждая аварийная ситуация предъявляет высокие требования к эмоционально-волевым качествам персонала. Во время тренировок вырабатываются и эти качества, так как при нецелесообразных или ошибочных действиях персонал неизбежно подвергается воздействию неблагоприятных эмоциональных реакций, которые он учится преодолевать.

Таким образом, противоаварийные тренировки при всей их условности в какой-то мере воспитывают и развивают у персонала те качества, которые нужны ему при ликвидации подлинных аварий.

В течение года с каждым оперативным работником проводятся плановые противоаварийные тренировки. Для этого на предприятиях электрических сетей заранее составляются календарные и тематические планы. Проводятся также и внеочередные тренировки, когда появляется необходимость в более тщательной подготовке персонала, а также при неудовлетворительной ликвидации произошедших аварий.

Темы тренировок обычно выбирают с учетом аварий и неполадок, имевших место с аналогичным оборудованием на данной подстанции или в схемах других подстанций энергосистемы, при этом принимаются к сведению "узкие места", дефекты оборудования и практически возможные ненормальные режимы в работе подстанции. Иногда темы тренировок связывают с сезонными и стихийными явлениями (грозами, гололедом, пожарами и т.д.), угрожающими нормальной работе оборудования, а также с вводом в работу нового, не освоенного еще в эксплуатации оборудования и новых схем. Используются как темы тренировок отдельные указания типовых и местных инструкций по ликвидации аварий.

В зависимости от темы и числа участников тренировки могут быть индивидуальными и групповыми. В них, как правило, принимает участие персонал, свободный от дежурства. Руководителями назначают инженерно-технических работников предприятий, хорошо знающих оперативную работу, а также диспетчеров электросетей и энергосистем.

Тренировки проводятся по специально составленным программам, в каждой из которых указываются исходная схема подстанции, режим ее работы, показания измерительных приборов, работа устройств сигнализации, действие

автоматических устройств в период аварии, оптимальный порядок ликвидации аварии и варианты решения тренировочной задачи. Опыт показывает, что успех тренировки зависит от того, насколько хорошо продумана ее программа.

Тренировки, как правило, проводятся на рабочих местах. Однако их участники должны понимать, что они ликвидируют не настоящие, а условные, учебные аварии и что никаких действий с оборудованием производить нельзя. Для предотвращения ошибок действия персонала должны контролироваться на протяжении всей тренировки. Информация об аварии носит условный характер, и поступает она не с действующих приборов, а с тренировочных плакатов, заранее развешиваемых на щитах управления, панелях релейной защиты и других местах, где разворачиваются те или иные учебные события.

Перед началом тренировки ее участники подробно инструктируются руководителем. Контролерам указываются места, где они должны находиться, разъясняются их роль и обязанности на отдельных этапах тренировки. Тренирующимся лицам сообщаются схема подстанции, режим ее работы и другие сведения. В этот момент руководитель тренировки (сам и через контролеров) сообщает ее участникам внешние признаки аварии, при этом персонал сразу же обращает внимание на развешенные тренировочные плакаты, получает по ним нужную информацию и далее ориентируется по этим плакатам в ходе ликвидации аварии. Большая роль в процессе тренировки принадлежит ее руководителю: он дополняет картину событий, сообщает участникам тренировки все интересующие их сведения, принимает сообщения персонала, ликвидирующего аварию, передает распоряжения, якобы поступившие от диспетчера, одновременно пристально наблюдает за действиями персонала, фиксирует ошибки и нарушения правил эксплуатации и техники безопасности.

Во время тренировок руководители иногда прибегают к искусственному приему введения помех (частые телефонные звонки и, наоборот, отказы в работе средств связи, настойчивые требования потребителей скорее подать напряжение, отказы в работе блокирующих устройств и т.д.), чтобы тренировки больше напоминали действительные аварийные ситуации. Смысл введения помех состоит в том, чтобы наблюдать поведение тренирующихся в условиях, затрудняющих производственную деятельность, проверять стойкость, сопротивляемость действию помех, что является одним из положительных качеств оперативного персонала. Тренировки обычно проводятся в достаточно быстром темпе, чтобы воссоздать эффект "дефицита времени" (кажущуюся быстротечность, недостаток времени), что часто испытывается персоналом в реальных условиях.

Заканчиваются тренировки техническими разборами, которые проводят их руководители в присутствии всех участников, при этом подробно рассматриваются все действия персонала: отмечаются правильные оперативные действия и допущенные ошибки, нарушения правил и инструкций, дается персональная оценка действиям каждого работника, намечаются технические мероприятия, выполнение которых считается целесообразным в связи с проведенной тренировкой. При оценке действий персонала принимается во

внимание его поведение во время ликвидации учебной аварии (нерешительность, замедленность действий, подверженность действию помех, затрудненность в восприятии информации и т.п.), так как это качество персонала во многом определяет его организованность, целесообразность и безошибочность действий /11/.

Можно утверждать, что тот, кто не склонен к растерянности, обнаруживает быстроту ориентировки, обладает необходимыми знаниями и умеет применять их в условиях тренировки, тот не потеряет присутствия духа в сложной аварийной обстановке.

Назначение и устройство учебного тренажера ТЭ-2М

Тренажер ТЭ-2М является эффективным техническим средством обучения оперативного персонала предприятий электрических сетей. Его применение при обучении дает возможность тщательного изучения последовательности выполнения всех видов переключений на подстанциях с различными схемами электрических соединений. При этом операции с коммутационными аппаратами в необходимых случаях чередуются с проведением операций в схемах релейной защиты, автоматики, цепях управления выключателями и т.д.

Тренажер представляет возможность создавать характерные аварийные ситуации на подстанциях и обучать персонал практическим методам ликвидации аварий, что невозможно выполнить при подготовке персонала на рабочих местах действующих подстанций. персонал при обучении на тренажере имеет возможность многократно повторять операции, пока не будут приобретены необходимые знания и твердые навыки оперативной работы.

Обучение персонала или совершенствование его знаний проводится по единой методике, основанной на производственной практике энергосистем. Последовательность выполнения переключений на тренажере и методы ликвидации аварий полностью соответствуют указаниям типовых инструкций. Также при разработке программ данного тренажера были учтены требования правил техники безопасности.

Тренажер состоит из щита с мнемосхемой шин, двух пультов с имитаторами вторичных устройств, небольшой телефонной станции, фотосчитывающего устройства, шкафа управления и блоков питания.

Щит тренажера собран из мозаичных унифицированных секций, смонтированных на общем основании. На щите изображена мнемосхема электрической сети, включающей в себя схемы различных подстанций напряжением 10-220 кВ. Элементы оборудования ПС и ЛЭП напряжением 10 кВ выполнены голубым полистиролом, 110 кВ - красным и 220 кВ - желтым. Оборудование собственных нужд ПС показано черным цветом.

Коммутационные аппараты на схемах имитируются ключами, имеющими световую индикацию, - грифы ключей светятся ровным светом при включенном положении аппаратов, не светятся при отключенном положении и светятся мигающим светом при несоответствии положений аналогов аппаратов с положением ключей на мнемосхеме.

Пульты имитируют щит управления подстанции и релейный щит. На них размещены тумблеры, кнопки и табло, с помощью которых проверяются режимы работы электрических цепей, воспроизводятся действия, выполняемые с отключающими устройствами релейной защиты и автоматики, цепями напряжения и оперативного тока приводов выключателей, имитируются действия персонала при производстве работ в цепях вторичных соединений, считываются показания фиксирующих индикаторов повреждений, высвечиваются результаты осмотров оборудования при авариях и т.п. При контрольных и проверочных действиях реализуются устройства обратной связи в виде световых табло, имеющих соответствующие надписи.

Аппаратура пульта управления, расположенного слева от щита, имитирует работу устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) и вторичных цепей ПС.

С помощью пульта проверяются режимы работы электрических цепей, выполняются операции по отключению, включению и перестройке устройств РЗА, имитируется действие персонала в цепях РЗА, а также при осмотрах оборудования.

Пульт контроля и выбора заданий расположен справа от щита. На нем размещены электронные табло, отображающие последовательность оперативных действий при выполнении переключений и ликвидации аварий, ошибочные операции и действия, а также табло счета ошибок - оценочное табло. При правильном выполнении заданий на пульте контроля высвечивается цифра очередного выполненного шага, а при выполнении всех действий задания загорается табло "ЗАДАНИЕ ВЫПОЛНЕНО". При допущении ошибки на любом шаге загорается табло "РЕШЕНИЕ ОШИБОЧНО" и при этом появится на табло код аппарата, операция с которым выполнена ошибочно. Ошибочно повернутый ключ должен быть возвращен в исходное положение.

Телефонная станция тренажера используется как при участии в процессе обучения диспетчера, руководящего тренировкой по телефону, так и при индивидуальном обучении, когда необходимы обращение к диспетчеру или передача информации в другие инстанции/21/.

Назначение и устройство компьютерного тренажера «Модус»

Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов представляет собой готовый комплекс программ для персонального компьютера, который можно использовать для первоначального обучения, для самоподготовки, для собеседования при приеме на работу и аттестации оперативного персонала различного уровня. При этом от обучаемого не требуется навыков работы с компьютером.

Следует отметить, что компьютерный тренажер «МОДУС» является в некотором роде аналогом мнемотренажера ТЭ-2М. То есть, тренажер «Модус» содержит стандартную базу оперативных переключений для нормальных и аварийных заданий, практически совпадающую с типовыми заданиями тренажера ТЭ-2М. Однако, помимо стандартной базы данных по оперативным переключениям, разработчиками тренажера совместно с представителями

энергосистем дополнительно созданы базы данных по ряду предприятий электрических сетей, ТЭЦ и других энергообъектов.

Значительным преимуществом тренажера «Модус» является наличие редактора упражнений, который позволяет любому пользователю, легально приобретенному тренажеру, существенно расширять имеющуюся базу заданий, за счет рисования новых схем и формирования по ним бланков переключений, как для нормальных, так и для аварийных заданий. Причем для выполнения вышеперечисленных задач не требуется специальных знаний программиста. Это позволяет творчески подходить к процессу обучения: на первом этапе изучать основные положения в области оперативных переключений, стандартную последовательность основных операций и действий при оперативных переключениях на тренажере ТЭ-2М, а затем после приобретения соответствующих навыков и умений осуществлять переход к компьютерному тренажеру.

Суть тренинга состоит в том, что обучаемый должен воспроизвести определенную последовательность действий при переключениях в электрической части энергообъекта в условиях нормальной работы или при аварийной ситуации на схемах энергообъектов, подобных тем, которые он обслуживает на своем рабочем месте.

При тренировке обучаемый может иметь дело с информацией, представленной в виде электрических схем, графических изображений, текстовых данных, элементов мультимедиа.

Графический интерфейс «Модуса» ориентирован на то, что основной формой представления информации будет представление электрических схем. Тренажер не производит какого-либо топологического анализа схем, расчетов режима. Ответственность за составления правильного алгоритма переключений лежит на составителе задач /22/.

Указания к проведению занятий на тренажерах

Обучение на тренажере заключается в усвоении обучающимися заранее заготовленных программ действий (заданий), в которых заложена оптимальная последовательность операций с коммутационными аппаратами и вторичными устройствами при решении поставленных задач. Поскольку задания разработаны с учетом организации оперативной работы в энергосистемах, то перед началом тренинга следует кратко изложить основные положения в области оперативных переключений и дать комментарии к рассматриваемым задачам.

Электрическое оборудование (трансформаторы, линии, сборные шины, коммутационные аппараты и т.д.) может находиться в состоянии работы, ремонта или резерва. Эти оперативные состояния зависят от положения всех тех коммутационных аппаратов, которые предназначены для его включения под напряжение и отключения.

Перевод оборудования из одного оперативного состояния в другое происходит в процессе выполнения оперативных переключений. Оперативные переключения выполняются также при всевозможных изменениях режимов работы оборудования и при ликвидации аварий на подстанциях и в сетях.

Изменением оперативного состояния оборудования на подстанции в нормальном режиме работы руководит диспетчер, в оперативном управлении которого находится это оборудование, а также устройства релейной защиты и автоматики.

И только в неотложных случаях при явной опасности для жизни людей допускаются переключения без ведома диспетчера, но с его последующим уведомлением, как только представится такая возможность. Аналогичные действия допускаются и при угрозе сохранности оборудования, например, при пожаре, стихийном бедствии, если отсутствует связь с диспетчером.

На практике задание на переключение поступает от диспетчера в виде распоряжения. В распоряжении указывается, какие операции и в какой последовательности должны выполняться.

При упражнениях на тренажере обучающийся должен в нужный момент обратиться по телефону к диспетчеру (его роль выполняет преподаватель или инструктор), получить от него распоряжения и сообщить ему об их выполнении.

До начала переключений и в процессе их выполнения необходима проверка режимов работы подстанций и отдельных видов оборудования с тем, чтобы не допускать возникновения утяжеленных режимов работы оборудования (перегрузок, отклонения напряжения и т.д.). Проверка режима работы оборудования осуществляется нажатием соответствующих кнопок с получением обратной связи сигналов на световых табло.

Введение в задания проверочных действий объясняется необходимостью выработки у обучающихся навыка контроля за проведением операций с коммутационными аппаратами и проверкой отсутствия напряжения на токоведущих частях перед заземлением.

При неисправностях возможны отказы в четкой работе как самих аппаратов, так и устройств управления ими. Поэтому проверка выполнения команд, посылаемых на включение и отключение выключателей и отделителей, а также проверка положений разъединителей и заземляющих ножей при их включениях и отключениях обязательна.

Лучшими способами проверок являются визуальные осмотры контактных систем аппаратов или осмотры на месте их сигнальных устройств. При этом аппарат каждой фазы должен осматриваться отдельно, независимо от фактического положения аппаратов двух других фаз и от наличия механических связей между ними.

В отличие от проверок положений аппаратов на месте их установки проверка положений выключателей может выполняться и по показаниям измерительных приборов. Но такая проверка допускается только при выполнении единичных операций с выключателями (без последующих операций с разъединителями и отделителями), например, при включении и отключении выключателей линий, трансформаторов, подаче напряжения на шины включением шиносоединительных выключателей и т.д.

Проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях перед их заземлением является одним из ответственных действий, поэтому в задания

включены проверочные действия при наложении заземлений в соответствии с требованиями правил техники безопасности.

Операции с коммутационными аппаратами, установленными в одной электрической цепи (ЛЭП, трансформатор и т.д.), должны выполняться в последовательности, определяемой назначением этих аппаратов и безопасностью операций для лиц, выполняющих переключения.

Первой операцией при отключении электрической цепи, имеющей выключатели, выполняется операция отключения выключателей. При этом разрывается цепь тока и снимается напряжение с электрической цепи.

Если электрическая цепь (или отдельные ее элементы) выводится в ремонт, то для безопасности работающих должен создаваться видимый разрыв отключением разъединителей со всех сторон, откуда к месту работ может быть подано напряжение включением выключателя, отделителей с автоматическим включением и т.д.

При выводе в ремонт силовых трансформаторов и трансформаторов напряжения видимый разрыв должен создаваться также и со стороны напряжения до 1000 В путем отключения рубильников или снятия предохранителей.

При включении электрической цепи в работу операции с выключателями должны выполняться в последнюю очередь во всех случаях.

Порядок проведения лабораторных и учебных занятий на тренажерах

Каждая лабораторная работа содержит три программы оперативных переключений.

По первой программе выполняются операции с коммутационными аппаратами и вторичными устройствами с целью выяснения последовательности этих операций.

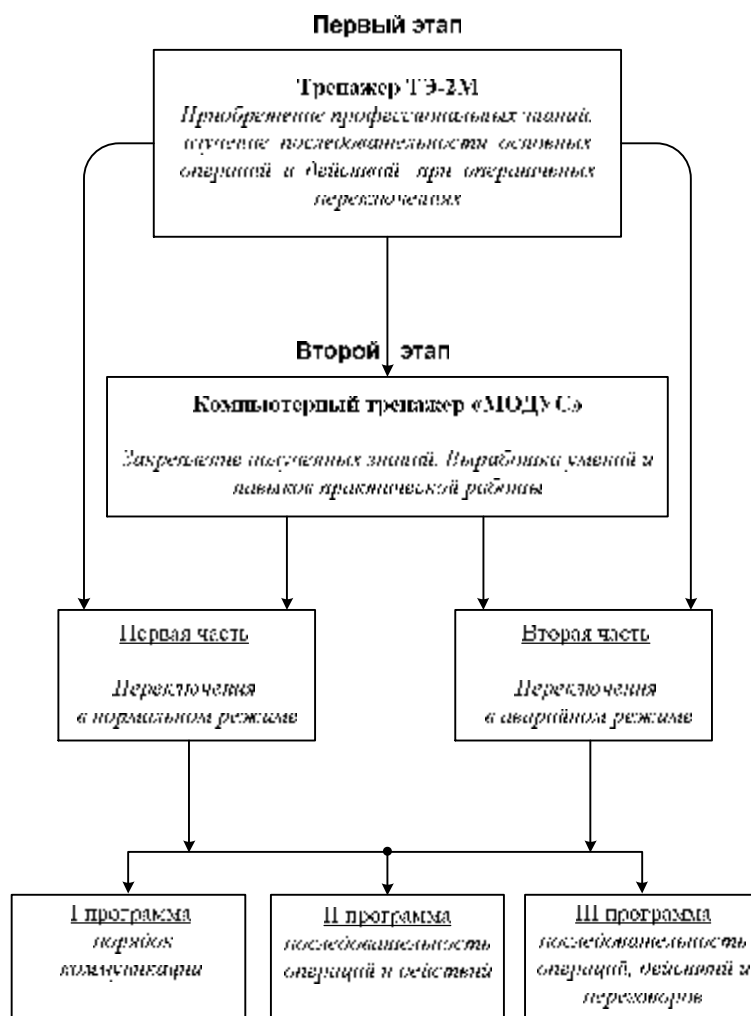
По второй - выполняются необходимые переключения и действия с учетом проверочных операций.

Для третьей программы в задания включены оперативные переговоры, проверки режимов работы оборудования, действия по проверке положений коммутационных аппаратов и др., соответствующие процессу переключений в том виде, как они должны выполняться в реальных условиях.

На практике не исключена возможность выполнения переключений и в иной последовательности.

Однако представленная в заданиях последовательность операций и действий является оптимальной (наилучшей с точки зрения экономии движений и наиболее соответствующей требованиям типовых инструкций и ПТЭ), поэтому в упражнениях на тренажерах (и в последующей практической деятельности) следует придерживаться этой последовательности.

Организация учебного процесса с применением тренажеров показана на рис.



Организация лабораторных и учебных занятий

Порядок проведения лабораторных работ, принципы построения учебных занятий и их методика ориентированы как на студентов высших учебных заведений, так и на слушателей курсов повышения квалификации.

При выполнении лабораторных работ на тренажерах следует /20,21/:
 внимательно ознакомиться с содержанием задания и исходной схемой;
 вычертить в однолинейном изображении принципиальную схему изучаемого участка цепи (при занятиях на мнемотренажере);

ясно представить цель переключений и конечную схему;

составить бланк переключений (выдается преподавателем), используя таблицы последовательности проведения операций соответствующей лабораторной работы;

произвести оперативные переключения в соответствии с первой программой переключений;

произвести оперативные переключения в соответствии со второй программой переключений;

совместно с преподавателем выполнить оперативные переключения по третьей программе;

в процессе оперативных переключений следует вслух называть предстоящую операцию или действие перед их выполнением.

Отчет по лабораторной работе должен содержать: цель работы; принципиальную схему электрических соединений в однолинейном исполнении изучаемого участка сети; бланк оперативных переключений; краткие ответы на контрольные вопросы, предложенные преподавателем.

Целью лабораторных работ являются - тренировка студента (слушателя) в составлении бланков (программ) производства переключений, развитие соответствующих умения и навыков, выявление типовых (наиболее распространенных) ошибок и отступлений от требований типовой инструкции по переключениям в электроустановках ТИ 34-70-040-85 и других директивных документов, допускаемых оперативным персоналом при решении этой задачи, а также выявление элементов передовых приемов в области производства оперативных переключений.

Выявленные на занятиях ошибки и неточности служат единственной цели - использованию в качестве материала для последующего обсуждения и руководством для преподавателя, ведущего лабораторную работу.

В целях развития навыков анализа оперативных проблем разбор результатов выполнения работы должен проводиться в форме свободной дискуссии, с предоставлением возможности высказать свои точки зрения возможно большему количеству участвующих. Само обсуждение допущенных ошибок должно носить благожелательный характер, ни в коем случае не следует допускать высказывания, комментарии и отзывы, могущие нанести обиду.

Учебные занятия целесообразно проводить в два этапа:

самостоятельное составление каждым студентом (слушателем) бланков переключений, обеспечивающих решение заданных оперативных задач;

последующий коллективный (под руководством преподавателя) анализ правильности полученных решений и выявление допущенных ошибок (неточностей), а также спорных моментов с последующим обсуждением.

Естественно, что при составлении бланка каждый участвующий исходит из собственного опыта, руководствуясь привычным ему порядком составления этого документа. Как следствие, в общем случае у каждого студента (слушателя) будет свое решение (своя редакция бланка).

Так как составление учебных бланков не привязано к конкретной компоновке электроустановки, а также, в частности, к монтажному исполнению панелей управления РЗА и т.д., то некоторые операции учебного бланка вынужденно могут быть описаны в общем виде (например, операция вывода из действия устройства защиты без указания номера используемой накладки и т.п.).

Второй этап занятия, связанный с обсуждением полученных оперативных решений, рекомендуется проводить в следующем порядке:

выступление одного из участников семинара, зачитывающего свой вариант решения первой из поставленных задач;

вопросы слушателей к выступающему и его ответы на эти вопросы (при этом в вопросах не должно содержаться критики предложенного варианта

решения; вопросы преподавателя, если они возникнут, должны задаваться после окончания вопросов, появившихся у слушателей);

выступления оппонентов с критикой предложенного варианта решения или с формулировками других вариантов решений (варианты решения, имеющиеся у преподавателя, должны высказываться после того, как будут высказаны все варианты, имеющиеся у слушателей);

обмен мнениями по всем выдвинутым вариантам решения первой задачи; обобщающее заключение преподавателя;

переход к обсуждению решения следующей задачи. Обсуждение проводится в том же порядке, что описанное выше в применении к первой задаче.

Для всех участников семинара, не исключая и преподавателя, необходимо в формулировках своих выступлений в ходе дискуссии соблюдать принятые этические нормы, в частности не ущемлять самолюбие оппонента.

Следует уважать мнение каждого выступающего и принимать во внимание то обстоятельство, что студент еще не является технически грамотным специалистом, а каждый из слушателей - квалифицированный специалист, и его мнение в большинстве случаев отражает практику того предприятия, на котором он работает.

Тема 6. Автоматизация оперативных переключений при диспетчерском и технологическом управлении. (2 час.). Алгоритмы автоматизированного формирования последовательности оперативных переключений. Компьютерная система «Советчик диспетчера». Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов.

Система «Советчик диспетчера»

В Диспетчерской службе и Службе режимов ОАО «Мосэнерго» используется программный продукт "Советчик диспетчера ЦДП энергосистемы" (Aford) /23/.

Данная система предназначена для решения технологических задач Службы режимов (ЦДС) посредством автоматической выработки рекомендаций по изменению электрической сети путем коммутации ее элементов и (или) уровня генерации, а также напряжений в узлах таким образом, чтобы в рекомендуемой схеме были устранены перегрузки и режим удовлетворял требованиям качества отпускаемой электроэнергии. Рекомендуемая схема может быть проверена на соответствие ряду критериев, таких, как допустимый уровень токов коротких замыканий, количество привязок узлов схемы к сети 220-500 кВ, диапазон отклонений напряжений узлов от номинала и т.д. Также существует и возможность ручного управления процессом выработки решения с проверкой корректности выработанного варианта действий.

При работе в режиме диалога «Советчик диспетчера» позволяет:

провести запуск автоматического поиска вариантов переключений и/или изменений генерации в узлах системы, в результате которых перегрузки будут устранены;

провести запуск автоматического расчета коэффициентов трансформации в устройствах с РПН для устранения перегрузок;

провести запуск автоматического расчета модулей напряжений в узлах с фиксированным модулем для устранения нарушений ограничений по напряжению и по реактивной мощности и для снятия перегрузок в ЛЭП;

коммутировать элементы схемы (линии электропередачи, ветви с трансформаторами, шиносоединительные выключатели);

изменить параметры генераторов (активную и реактивную мощность);

изменить параметры нагрузок схемы;

изменить модуль напряжения в узле с фиксированным модулем;

выполнить расчет установившегося режима в схеме и вывести результаты расчета на экран;

вывести на экран узлы с нарушениями по напряжению и нарушениями пределов по реактивной мощности генераторов;

выполнить расчет токов короткого замыкания в узлах схемы, сопоставить его с разрывной способностью выключателей и вывести результаты расчета на экран;

выполнить расчет минимального количества привязок узлов схемы, определенных пользователем, к сети 220 кВ и 500 кВ и вывести результаты расчета на экран;

выполнить расчет перетоков мощности по заданным сечениям, создавать новые сечения и редактировать существующие;

запомнить произвольное число анализируемых схем, с целью последующего их анализа.

При соответствующих доработках система "Советчик Диспетчера" может быть использована:

при обработке заявок на вывод оборудования в ремонт;

для подготовки схем на максимум и для перспективного развития;

при ведении оперативной схемы сети;

как инструмент для противоаварийных тренировок оперативного персонала в сетевых районах «Мосэнерго» и на электростанциях и др.

Программный комплекс можно настроить на конкретную энергосистему примерно в течение месяца, в зависимости от ее сложности.

подобные программные продукты оказывают несомненную помощь оперативному персоналу, принимающему решения по ликвидации аварии в энергосистеме. Главное, чтобы это решение было принято достаточно быстро, хотя для его обоснования требуется значительный объем расчетов. Так, в задании ОАО Мосэнерго на разработку программного продукта "Советчик Диспетчера ЦДП" для определения набора действий по предотвращению развития аварии давалось не более 150 сек. Комплекс "Советчик Диспетчера ЦДП" обладает возможностью провести все необходимые расчеты в требуемые сроки.

«Советчиком...» может пользоваться дежурный диспетчер при аварии, если при этом возникла перегрузка в некотором элементе энергосистемы, или

персонал службы режимов, рассматривающий заявки на вывод оборудования в ремонт.

При ликвидации аварии диспетчер может воспользоваться инструкциями, которые имеются на ЦДП, или будет определять действия по своему индивидуальному пониманию режима, существующего в сети. И то и другое, как правило, не соответствует тому состоянию системы, которое имеет место в данный конкретный момент. Режимы и схема сети могут отличаться от тех режимов и схем, для которых вырабатывались рекомендации или на которых основывался опыт. Причины могут быть различными: уровень генерации, нагрузки, состав генерирующего оборудования, отключенное оборудование и т.п.

В то же время каждый из перечисленных факторов может существенно повлиять на выбор противоаварийных воздействий. Например, состав генерирующего оборудования определяет возможности его разгрузки либо дополнительной выработки активной мощности для изменения потокораспределения в желательном направлении. Низкий уровень нагрузки может привести к действиям, отличающимся от действий, которые нужно было бы совершить в моменты максимальной нагрузки. Кроме того, среди различных вариантов ликвидации аварии может быть выбран наилучший с точки зрения определенного критерия: надежности, минимума потерь в сети, минимального экономического ущерба и др.

Очевидно, что в каждом конкретном состоянии системы действия по ликвидации аварии могут быть различны даже при ее возникновении в одном и том же элементе системы и, поэтому, доверяться опыту или заранее установленным рекомендациям может оказаться недостаточным.

И еще одно очень важное обстоятельство: человек - диспетчер или лицо, принимающее решение, - потенциальный источник ошибок. Чем мощнее оборудование, которым человек управляет, тем дороже стоимость ошибки, и поэтому всегда важно иметь и пользоваться быстродействующей системой, способной проверять предполагаемые действия. Так, например, при анализе аварии на линии электропередачи 24.04.1996, из-за которой произошел полный сброс электрической и тепловой нагрузки ТЭЦ-16, программный комплекс СД за 10 секунд предложил несколько способов ликвидации последствий аварии при полном сохранении электрической и тепловой нагрузки станции.

Приведенный пример демонстрирует цену ошибочного или неоптимального решения персонала и, поэтому экспресс-оценка действий персонала должна проводиться обязательно. Система "Советчик Диспетчера ЦДП" имеет в своем составе достаточно средств для получения характеристик и проверки предлагаемых диспетчером действий.

Несколько иная картина может наблюдаться у персонала по рассмотрению заявок на вывод оборудования в ремонт. В этом случае нет ограничений по времени, но есть, как правило, несколько заявок, связанных с отключением различного оборудования.

Если рассматривать каждую заявку отдельно, то возможна ситуация, когда изменения в схеме, связанные с выполнением одной заявки, могут

противоречить выполнению другой. Такие заявки необходимо разносить по времени. Рассмотрение же сразу нескольких заявок может оказаться сложным, если не невозможным. В этом случае “Советчик Диспетчера ЦДП” позволяет рассматривать варианты с несколькими заявками и получать советы, в которых выполняются требуемые ограничения, отсортированные по заданным критериям (надежность, экономичность и пр.).

На основе одного из вариантов “Советчика диспетчера ЦДП энергосистемы” разработан “Программный комплекс для проведения тренировок и соревнований оперативно–диспетчерского персонала энергосистемы”. Тренажер для оперативно-диспетчерского персонала построен для нормальной и аварийной схемы в некоторой энергосистеме “Тренэнерго”, в которой необходимо проведение оперативных переключений или возникла авария по заданному сценарию (рис. 47,48).

При использовании системы в качестве тренажера программа настраивается определенным образом, в зависимости от поставленных перед тренирующимся задач. В результате может быть ограничен доступ к части определенных выше возможностей. Эти ограничения устанавливаются руководителями тренировочного процесса. Информация о введенных ограничениях расположена в соответствующих разделах справки.

В период с 26 по 28 мая 1999 г. на ПЭВМ Московского Центра Подготовки Кадров (МЦПК) - филиала ОАО «Мосэнерго» было проведено первое системное соревнование оперативно-диспетчерского персонала предприятий электрических сетей по оперативным переключениям и ликвидации перегрузок оборудования. Программное обеспечение, созданное НПЦ “Приоритет”, вызвало большой интерес участников соревнований и представителей других энергосистем, который выразился в желании иметь подобного рода программные продукты у себя на предприятиях для тренировок оперативно-диспетчерского персонала.

Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов

В современных условиях эксплуатации энергосистем возникла необходимость автоматизации их технологического и диспетчерского управления за счет разработки и внедрения компьютерных систем управления электрической частью энергообъектов, а также систем контроля. Автоматизированные электростанции (подстанции) становятся наиболее важным субъектом как для генерации электроэнергии, так и для ее распределения и использования, в рамках промышленных предприятий.

Основной целью для таких заказчиков является беспереывное, высококачественное и оптимальное по стоимости энергоснабжение. В свете этого была разработана концепция их автоматизации, базирующаяся на распределенной системе для автоматизированных защит, управления и контроля за электростанциями и подстанциями, передающими и распределяющими электроэнергию. Несомненным лидером в данной области является совместное предприятие “АББ Реле-Чебоксары (Автоматизация)”

организованное в июле 1994 г. российскими предприятиями АО «ЧЭАЗ», АО «ВНИИР» и международной компанией АBB.

На сегодняшний день в РАО «ЕЭС России» достаточно широко используются компьютерные системы управления энергообъектами фирмы АBB, такие как «Система управления MicroSCADA», «Система мониторинга станции SMS 010», «Открытая система управления для электростанций Advant® Power», «Компактная система управления Freelance 2000» и ряд других. Система управления MicroSCADA является членом семейства S.P.I.D.E.R. - концепции АBB по системам управления энергией в электрических сетях и обеспечивает интеграцию с системами информации, регулирования нагрузки, управления подстанциями и защиты сетей. Система формирует базу для малых и больших систем, выполненных под конкретного заказчика, для дистанционного управления энергообъектами и обладает множеством достоинств.

Функции системы MicroSCADA.

Автоматизация ведения оперативной диспетчерской документации установленной формы заключается в автоматизированной подготовке предусмотренного комплекта унифицированных по форме документов (заявок, бланков переключений, разрешений, приказов, уведомлений и т.п.), связанных с оперативным обслуживанием и выполнением работ на электроустановках. Помимо этого предусмотрена автоматизация составления отчетов об аварийных и плановых отключениях в сети; ведение статистики повреждений и отключений оборудования по участкам, подстанциям и фидерам.

Управление топологией электрической сети. Графическое отображение сети реализовано в виде цветной оперативно конфигурируемой и масштабируемой топологической схемы, привязанной к географическим координатам, с возможностью использования в качестве фона географической карты местности, с простым механизмом навигации по сети и панорамированием. Графический пользовательский интерфейс организован с использованием топологической и однолинейной схем сети, однолинейных диаграмм подстанций для управления данными и для контроля за состоянием сети и ее элементов. При этом предусмотрено динамическое окрашивание линий топологической схемы и шин однолинейных схем подстанций по заданным правилам в режимах реального времени и имитационного моделирования с учетом состояния коммутирующих аппаратов и значений параметров режима для упрощения визуального контроля за сетью.

Контроль за состоянием объектов управления, формирование предупреждающих и аварийных сигналов и сообщений, управление событиями и аварийными сигналами.

Выполнение сетевых расчетов в оперативном режиме, включая расчет токораспределения, напряжений, потерь мощности и падения напряжения, токов короткого замыкания (КЗ), и отображение их результатов на различных графических образах сети. Локализация устойчивых повреждений (КЗ) в сети, определение вероятных мест КЗ и отображение их на схеме сети на основе измерений и расчетных данных.

Планирование и тестирование переключений в сети в аварийных ситуациях и в нормальном режиме с проверкой уровня напряжений, ограничений элементов сети по нагреву и работы защит, используя режим моделирования. Изоляция зоны повреждения путем оперативного планирования последовательности переключений на основе использования данных сети и эвристических моделей планирования. Управление оперативно-выездными бригадами (ОВБ) с отслеживанием их местонахождения по схеме сети. Управление коммутационными аппаратами и возможность управления переключателями и трансформаторами, независимо от используемого устройства управления ячейкой.

Возможность подключения различных дополнительных диспетчерских средств отображения: мозаичных щитов, панелей индикации, проекционных систем и т.д.

Используемая в системе «База данных процесса» (БДП) - это «быстрая» база данных реального времени, содержащая объекты процесса, масштабы и объекты произвольного типа. Связь системы с процессом проходит через объекты процесса. Поведение каждого объекта может быть задано пользователем. Большинство функций БДП базируется на объектах процесса. Объекты процесса - это образы данных от физических устройств процесса, таких как выключатели, разъединители, ключи, реле, определители, датчики, контроллеры и т.п. Устройства подключаются к системе MicroSCADA посредством удаленных терминалов (RTU), реле защиты и терминалов управления, программируемых логических контроллеров и т.д., которые здесь именуется как устройства процесса с общим именем. Список событий представляет события процесса в порядке времени. Каждое событие обычно представлено строкой текста события, описывающей событие в процессе.

Список блокировок - суммарная информация по текущей ситуации блокировки, которая подвергается контролю. Каждый блокирующий сигнал представляется заранее определенной текстовой строкой. В дополнение к тексту сигнала, индицируется статус блокировки. Процедура блокировки объекта выполняется путем выбора ее из изображения или путем запроса из базы данных процесса и последовательной активизации выбранного условия блокировки. Также возможна процедура автоматической блокировки. Например, когда станция переводится в локальное положение, все объекты, подключенные к станции, могут быть автоматически заблокированы.

Управление переключателями и трансформаторами независимо от используемого устройства управления ячейкой. Следовательно, система поддерживает не только устройства защиты и управления REC 216, REC 316 и REC 316*4, но и регуляторы напряжения МК30Е и TCS1.10. Диалог для управления ячейкой выбирается при нажатии на соответствующий символ ячейки.

Управление коммутационным оборудованием с рабочего места оператора осуществляется через диалоговые окна управления выключателями. Это диалоговое окно выдается на экран автоматически при выборе элемента для управления. Вызов окна защищается уровнем доступа с целью предотвращения

несанкционированного управления. Окно управления связывается также с иерархией управления так, что команда управления этим же объектом не может быть подана с двух различных рабочих мест в одно время. Кроме того, окно управления содержит, помимо ключей 'Отключить выключатель', 'Включить выключатель' и 'Выполнить', другую важную дополнительную информацию, необходимую для операции управления. Это информация о состоянии самого выключателя (управление выключателем заблокировано, симуляция, неопределенное состояние) и как установлена иерархия управления (местное, в самой системе управления, или дистанционно на верхнем уровне в центре управления сетью).

Тренды могут быть представлены в графическом режиме или в табличном режиме. Эти режимы используют одни и те же данные, но, с другой стороны, они могут использоваться независимо. Графический вид тренда содержит до 10 кривых. Они представляются в Декартовой системе координат, состоящей из горизонтальной оси времени (ось X) и вертикальной оси значений (ось Y). Возможен скроллинг кривых в обоих направлениях, X и Y, и изменение параметров обеих осей, так же как и параметры масштабирования кривых тренда. Все кривые могут быть временно стерты с экрана.

Осциллограф предназначен для использования при проверке правильной работы устройств РЗА и выключателей и при анализе проблем защиты в электрических сетях. Осциллограф формирует формы кривых для наблюдаемых объектов как в случае нормальных условий обслуживания, так и при срабатывании устройств РЗА. Таким образом, уставки реле могут базироваться на записанной информации.

3. Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах

3.1. Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

На лабораторных занятиях студенты учатся отдавать оперативную команду на производство оперативных переключений; составлять бланки, программы и карты переключений; проводить противоаварийные тренировки; работать на мнемотренажерах с последующим закреплением полученных навыков на компьютерных тренажерах.

Обучение на тренажере заключается в усвоении обучающимися заранее заготовленных программ действий (заданий), в которых заложена оптимальная последовательность операций с коммутационными аппаратами и вторичными устройствами при решении поставленных задач. Поскольку задания разработаны с учетом организации оперативной работы в энергосистемах, то перед началом тренинга следует кратко изложить основные положения в области оперативных переключений и дать комментарии к рассматриваемым задачам.

Электрическое оборудование (трансформаторы, линии, сборные шины, коммутационные аппараты и т.д.) может находиться в состоянии работы, ремонта или резерва. Эти оперативные состояния зависят от положения всех тех коммутационных аппаратов, которые предназначены для его включения под напряжение и отключения.

Перевод оборудования из одного оперативного состояния в другое происходит в процессе выполнения оперативных переключений. Оперативные переключения выполняются также при всевозможных изменениях режимов работы оборудования и при ликвидации аварий на подстанциях и в сетях.

Изменением оперативного состояния оборудования на подстанции в нормальном режиме работы руководит диспетчер, в оперативном управлении которого находится это оборудование, а также устройства релейной защиты и автоматики.

И только в неотложных случаях при явной опасности для жизни людей допускаются переключения без ведома диспетчера, но с его последующим уведомлением, как только представится такая возможность. Аналогичные действия допускаются и при угрозе сохранности оборудования, например, при пожаре, стихийном бедствии, если отсутствует связь с диспетчером.

На практике задание на переключение поступает от диспетчера в виде распоряжения. В распоряжении указывается, какие операции и в какой последовательности должны выполняться.

При упражнениях на тренажере обучающийся должен в нужный момент обратиться по телефону к диспетчеру (его роль выполняет преподаватель или инструктор), получить от него распоряжения и сообщить ему об их выполнении.

До начала переключений и в процессе их выполнения **необходима** проверка режимов работы подстанций и отдельных видов оборудования с тем, чтобы не допускать возникновения утяжеленных режимов работы оборудования (перегрузок, отклонения напряжения и т.д.). Проверка режима работы оборудования осуществляется нажатием соответствующих кнопок с получением обратной связи сигналов на световых табло.

Введение в задания проверочных действий объясняется необходимостью выработки у обучающихся навыка контроля за проведением операций с коммутационными аппаратами и проверкой отсутствия напряжения на токоведущих частях перед заземлением.

При неисправностях возможны отказы в четкой работе как самих аппаратов, так и устройств управления ими. Поэтому проверка выполнения команд, посылаемых на включение и отключение выключателей и отделителей, а также проверка положений разъединителей и заземляющих ножей при их включениях и отключениях **обязательна**.

Лучшими способами проверок являются визуальные осмотры контактных систем аппаратов или осмотры на месте их сигнальных устройств. При этом аппарат каждой фазы должен осматриваться отдельно, независимо от фактического положения аппаратов двух других фаз и от наличия механических связей между ними.

В отличие от проверок положений аппаратов на мосте их установки проверка положений выключателей может выполняться и по показаниям измерительных приборов.

Но такая проверка допускается только при выполнении единичных операций с выключателями (без последующих операций с разъединителями и отделителями), например, при включении и отключении выключателей линий, трансформаторов, подаче напряжения на шины включением шиносоединительных выключателей и т.д.

Проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях перед их заземлением является одним из ответственных действий, поэтому в задания включены проверочные действия при наложении заземлений в соответствии с требованиями правил техники безопасности.

Операции с коммутационными аппаратами, установленными в одной электрической цепи (ЛЭП, трансформатор и т.д.), должны выполняться в последовательности, определяемой назначением этих аппаратов и безопасностью операций для лиц, выполняющих переключения.

Первой операцией при отключении электрической цепи, имеющей выключатели, выполняется операция отключения выключателей. При этом разрывается цепь тока и снимается напряжение с электрической цепи.

Если электрическая цепь (или отдельные ее элементы) выводится в ремонт, то для безопасности работающих должен создаваться видимый разрыв отключением разъединителей со всех сторон, откуда к месту работ может быть подано напряжение включением выключателя, отделителей с автоматическим включением и т.д.

При выводе в ремонт силовых трансформаторов и трансформаторов напряжения видимый разрыв должен создаваться также и со стороны напряжения до 1000 В путем отключения рубильников или снятия предохранителей.

При включении электрической цепи в работу операции с выключателями должны выполняться в последнюю очередь во всех случаях.

Измерительные приборы имитируются на пультах тренажера при помощи сигнальных табло и кнопок, при нажатии которых на табло появляются значения измеряемой величины (тока, напряжения).

На табло фиксирующих измерительных приборов ФИП также высвечиваются значения, зафиксированной прибором в момент аварии величины.

Кнопка у табло ФИП служит для возвращения прибора в исходное положение (положение "готовности к действию").

Действие устройств релейной защиты и автоматики имитируется на пульте тренажера при помощи специальных табло.

На пульте тренажера имеются табло, указывающие конкретные устройства РЗА (на действующих подстанциях подобные табло размещаются на панелях щитов управления).

3.2. Перечень тем лабораторных занятий

На каждое лабораторное занятие отводится по 2 часа и один час на проведение инструктажа по ТБ и правилам работы на тренажерах.

Всего 15 часов.

Тематика лабораторных занятий (15 часов)

№	Наименование тем	Кол-во часов
1	2	3
9.	Проведение инструктажа по ТБ и правилам работы на тренажерах	1
10.	Работа оперативно-информационного комплекса «Телемеханика и связь в распределительных сетях»	2
11.	Составление бланков переключений вывод в ремонт выключателя КЛЭП 10кВ; вывод в ремонт одной из спаренных кабельных линий; вывод в ремонт ШСВ; вывод в ремонт одного из трансформаторов на подстанции; вывод системы шин из работы в ремонт;	2
1	2	3
	перевод присоединений с одной системы шин на другую при отсутствии ШСВ; вывод в ремонт линии 110 кВ; ввод в работу трехобмоточного трансформатора после ремонта. вывод в ремонт выключателя с сохранением линии в работе. вывод в ремонт шинного разъединителя в РУ с двумя системами шин. вывод в ремонт выключателя линии без перерыва в электроснабжении при наличии обходной системы шин и др.	
12.	Отдача оперативной команды	2
13.	Действия персонала при автоматическом отключении оборудования	2
14.	Переключения в распределительных сетях 10 кВ в послеаварийных режимах – тренажер ТРЭС	2
15.	Переключения в сетях 35-220 кВ - тренажер ТЭ-2М	2
16.	Переключения на компьютерном тренажере «Модус»	2

3.3. Методические указания по проведению лабораторных занятий

Каждая лабораторная работа содержит три программы оперативных переключений. По первой программе выполняются операции с коммутационными аппаратами и вторичными устройствами с целью выяснения последовательности этих операций. По второй - выполняются необходимые переключения и действия с учетом проверочных операций, для третьей программы в задания включены оперативные переговоры, проверки режимов работы оборудования, действия по проверке положений коммутационных аппаратов и др., соответствующие процессу переключений в том виде, как они должны выполняться в реальных условиях.

На практике не исключена возможность выполнения переключений и в иной последовательности. Однако представленная в заданиях последовательность операций и действий является оптимальной (наилучшей с точки зрения экономии движений и наиболее соответствующей требованиям типовых инструкций и ПТЭ), поэтому в упражнениях на тренажерах (и в последующей практической деятельности) следует придерживаться этой последовательности.

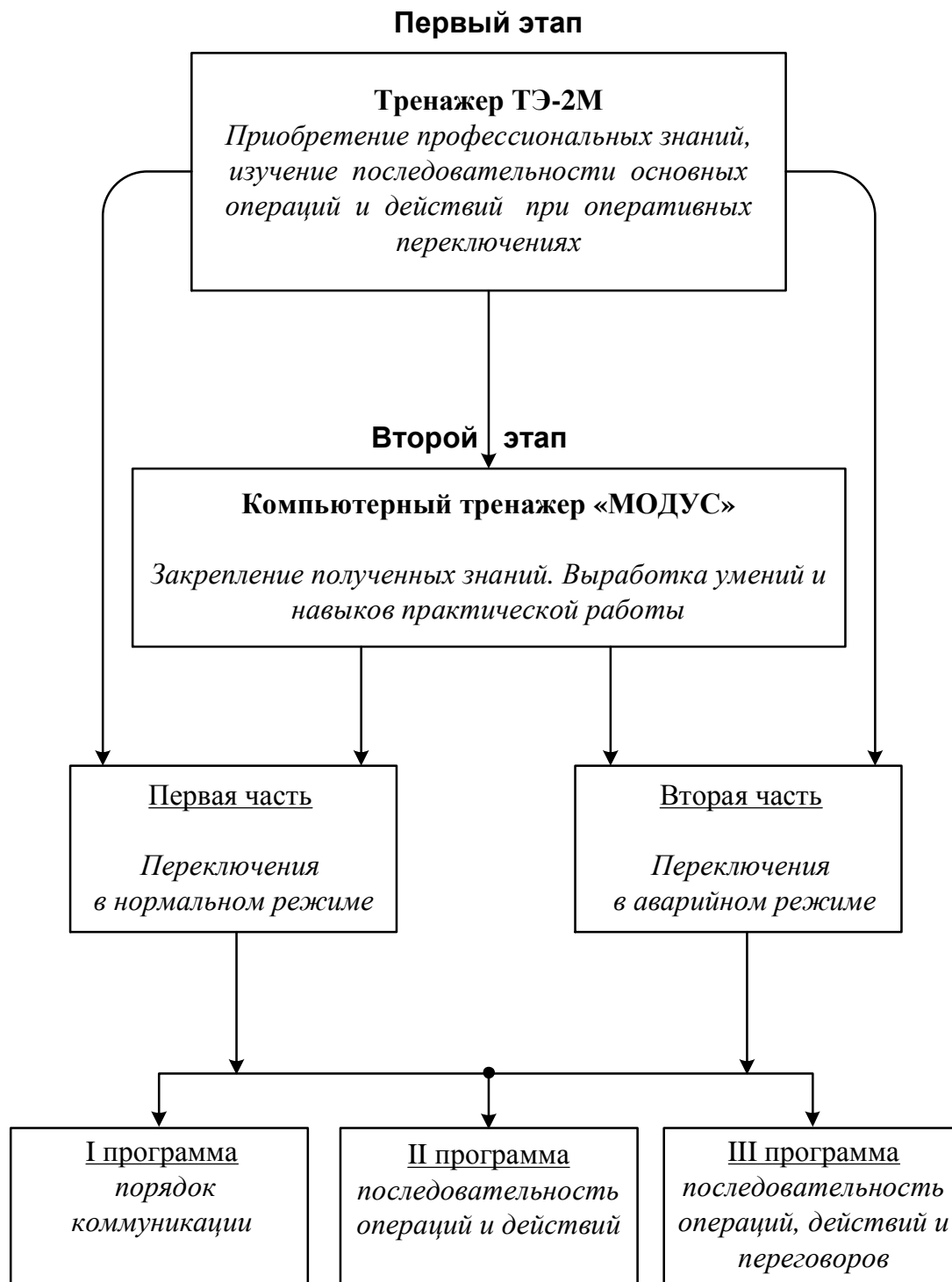
Организация учебного процесса с применением тренажеров показана на рис.

Организация лабораторных и учебных занятий

Порядок проведения лабораторных работ, принципы построения учебных занятий и их методика ориентированы как на студентов высших учебных заведений, так и на слушателей курсов повышения квалификации.

При выполнении лабораторных работ на тренажерах следует /20,21/:

- внимательно ознакомиться с содержанием задания и исходной схемой;
- вычертить в однолинейном изображении принципиальную схему изучаемого участка цепи (при занятиях на мнемотренажере);
- ясно представить цель переключений и конечную схему;
- составить бланк переключений (выдается преподавателем), используя таблицы последовательности проведения операций соответствующей лабораторной работы;
- произвести оперативные переключения в соответствии с первой программой переключений;
- произвести оперативные переключения в соответствии со второй программой переключений;
- совместно с преподавателем выполнить оперативные переключения по третьей программе;
- в процессе оперативных переключений следует вслух называть предстоящую операцию или действие перед их выполнением.



Отчет по лабораторной работе должен содержать: цель работы; принципиальную схему электрических соединений в однолинейном исполнении изучаемого участка сети; бланк оперативных переключений; краткие ответы на контрольные вопросы, предложенные преподавателем.

Целью лабораторных работ являются - тренировка студента (слушателя) в составлении бланков (программ) производства переключений, развитие соответствующих умения и навыков, выявление типовых (наиболее распространенных) ошибок и отступлений от требований типовой инструкции по переключениям в электроустановках ТИ 34-70-040-85 и других директивных документов, допускаемых оперативным персоналом при решении этой задачи, а также выявление элементов передовых приемов в области производства оперативных переключений.

Выявленные на занятиях ошибки и неточности служат для единственной цели - использованию в качестве материала для последующего обсуждения и руководством для преподавателя, ведущего лабораторную работу.

В целях развития навыков анализа оперативных проблем разбор результатов выполнения работы должен проводиться в форме свободной дискуссии, с предоставлением возможности высказать свои точки зрения возможно большему количеству участвующих.

Само обсуждение допущенных ошибок должно носить благожелательный характер, ни в коем случае не следует допускать высказывания, комментарии и отзывы, могущие нанести обиду.

Учебные занятия целесообразно проводить в два этапа:

1. самостоятельное составление каждым студентом (слушателем) бланков переключений, обеспечивающих решение заданных оперативных задач;
2. последующий коллективный (под руководством преподавателя) анализ правильности полученных решений и выявление допущенных ошибок (неточностей), а также спорных моментов с последующим обсуждением.

Естественно, что при составлении бланка каждый участвующий исходит из собственного опыта, руководствуясь привычным ему порядком составления этого документа. Как следствие, в общем случае у каждого студента (слушателя) будет свое решение (своя редакция бланка).

Так как составление учебных бланков не привязано к конкретной компоновке электроустановки, а также, в частности, к монтажному исполнению панелей управления РЗА и т.д., то некоторые операции учебного бланка вынужденно могут быть описаны в общем виде (например, операция вывода из действия устройства защиты без указания номера используемой наклейки и т.п.).

Второй этап занятия, связанный с обсуждением полученных оперативных решений, рекомендуется проводить в следующем порядке:

- выступление одного из участников семинара, зачитывающего свой вариант решения первой из поставленных задач;

- вопросы слушателей к выступающему и его ответы на эти вопросы (при этом в вопросах не должно содержаться критики предложенного варианта решения; вопросы преподавателя, если они возникнут, должны задаваться после окончания вопросов, появившихся у слушателей);
- выступления оппонентов с критикой предложенного варианта решения или с формулировками других вариантов решений (варианты решения, имеющиеся у преподавателя, должны высказываться после того, как будут высказаны все варианты, имеющиеся у слушателей);
- обмен мнениями по всем выдвинутым вариантам решения первой задачи;
- обобщающее дискуссию заключение преподавателя;
- переход к обсуждению решения следующей задачи. Обсуждение проводится в том же порядке, что описанное выше в применении к первой задаче.

Для всех участников семинара, не исключая и преподавателя, необходимо в формулировках своих выступлений в ходе дискуссии соблюдать принятые этические нормы, в частности не ущемлять самолюбие оппонента.

Следует уважать мнение каждого выступающего и принимать во внимание то обстоятельство, что студент еще не является технически грамотным специалистом, а каждый из слушателей - квалифицированный специалист, и его мнение в большинстве случаев отражает практику того предприятия, на котором он работает.

В ходе дискуссии не следует навязывать другим свое мнение в противовес порядку, установленному на предприятии, опыт которого использует выступающий со своим мнением по оперативным вопросам. Исключение составляют лишь те случаи, когда в выступлении содержатся утверждения, явно противоречащие тем или иным положениям действующих отраслевых директивных материалов.

Но само важное - иметь в виду, что цель дискуссии в ходе описываемого учебного занятия - это обмен опытом, ознакомление слушателей с существующим многообразием возможных решений тех или иных оперативных вопросов, выявление и сопоставление сильных и слабых сторон этих вариантов решений.

Предполагается, что услышав иные варианты решений, слушатель, вернувшись на свое предприятие после прохождения курса обучения, обсудит эту критику и эти варианты решения со своими коллегами и руководителями и только после этого всестороннего обсуждения с учетом местных особенностей предприятия (если это будет целесообразно) - могут быть внесены соответствующие изменения в существующую практику оперативной работы, в том числе и в части изменения местных оперативных указаний и т.п. /15/.

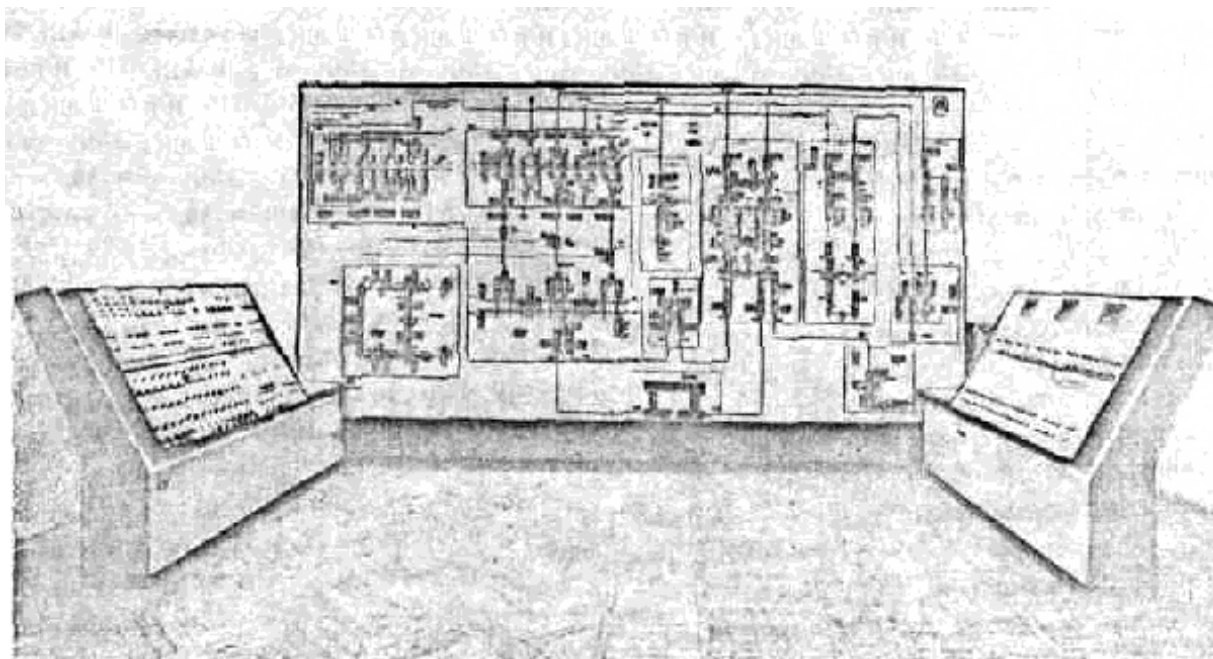
Назначение и устройство учебного тренажера ТЭ-2М

Тренажер ТЭ-2М является эффективным техническим средством обучения оперативного персонала предприятий электрических сетей. Его применение при обучении дает возможность тщательного изучения последовательности выполнения всех видов переключений на подстанциях с различными схемами электрических соединений. При этом операции с коммутационными аппаратами в необходимых случаях чередуются с проведением операций в схемах релейной защиты, автоматики, цепях управления выключателями и т.д.

Тренажер представляет возможность создавать характерные аварийные ситуации на подстанциях и обучать персонал практическим методам ликвидации аварий, что невозможно выполнить при подготовке персонала на рабочих местах действующих подстанций. персонал при обучении на тренажере имеет возможность многократно повторять операции, пока не будут приобретены необходимые знания и твердые навыки оперативной работы.

Обучение персонала или совершенствование его знаний проводится по единой методике, основанной на производственной практике энергосистем. Последовательность выполнения переключений на тренажере и методы ликвидации аварий полностью соответствуют указаниям типовых инструкций. Также при разработке программ данного тренажера были учтены требования правил техники безопасности.

На рис. показан внешний вид тренажера ТЭ-2М.

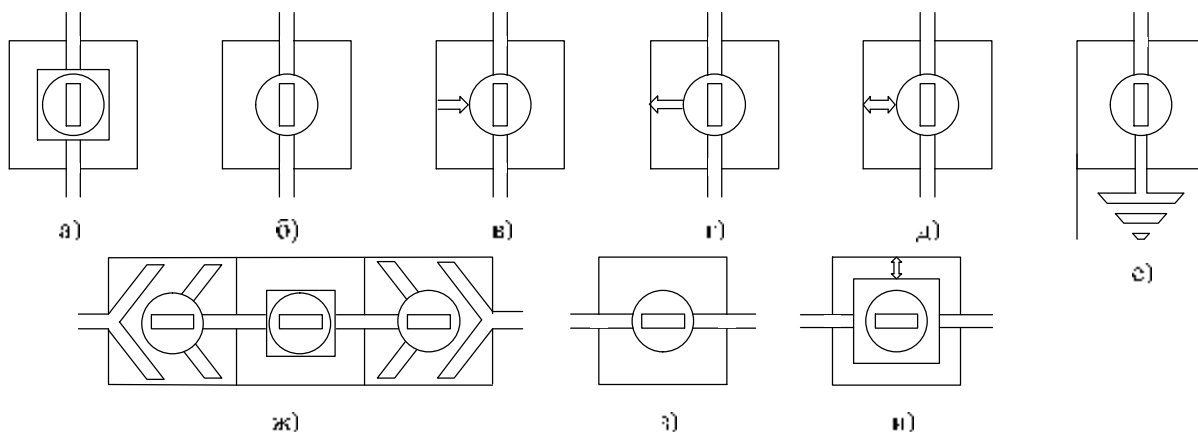


Тренажер состоит из щита с мнемосхемой шин, двух пультов с имитаторами вторичных устройств, небольшой телефонной станции, фотосчитывающего устройства, шкафа управления и блоков питания.

Щит тренажера собран из мозаичных унифицированных секций, смонтированных на общем основании. На щите изображена мнемосхема

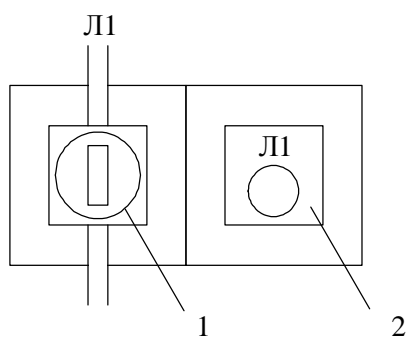
электрической сети, включающей в себя схемы различных подстанций напряжением 10-220 кВ. Элементы оборудования ПС и ЛЭП напряжением 10 кВ выполнены голубым полистиролом, 110 кВ - красным и 220 кВ - желтым. Оборудование собственных нужд ПС показано черным цветом.

Коммутационные аппараты на схемах имитируются ключами, имеющими световую индикацию, - грифы ключей светятся ровным светом при включенном положении аппаратов, не светятся при отключенном положении и светятся мигающим светом при несоответствии положений аналогов аппаратов с положением ключей на мнемосхеме. Внешний вид ключей управления показан на рис.

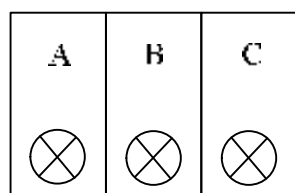


- а) выключатель; б) разъединитель; в) короткозамыкатель;
 г) отделитель, работающий на отключение; д) отделитель двух-
 стороннего действия; е) заземляющий разъединитель; ж) ячейка
 выключателя выкатного исполнения (КРУ); з) рубильник 0,4 кВ;
 и) автоматический выключатель.

Все ключи показаны в положении «Включено»

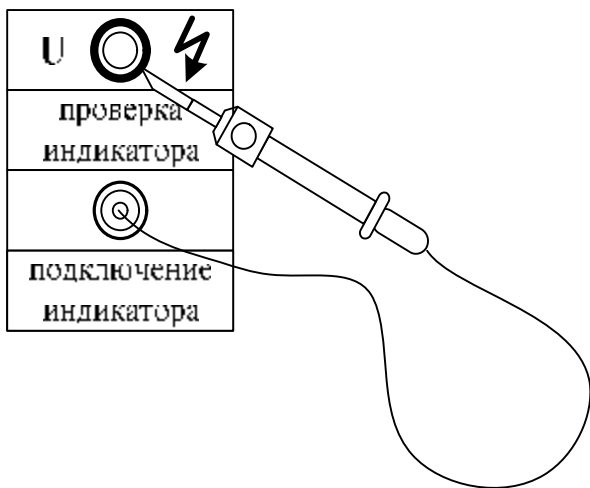


Отключение любого коммутационного аппарата мнемотренажера выполняется поворотом грифа его ключа на 90° против часовой стрелки.

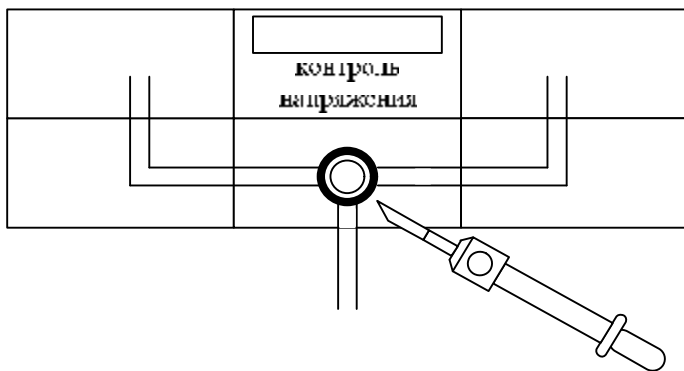


Проверка положения выключателей, отделителей и короткозамыкателей осуществляется однократным нажатием кнопки, расположенной рядом с соответствующим коммутационным аппаратом.

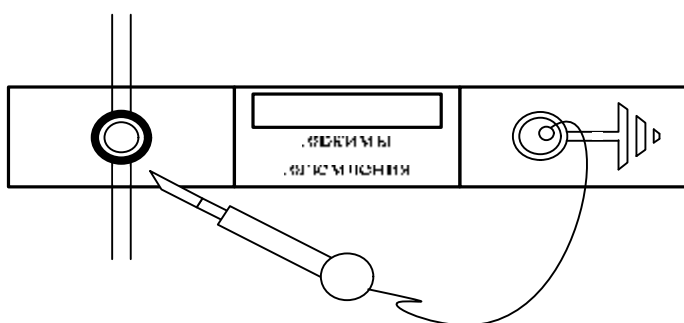
Проверка положения разъединителей и заземляющих ножей (ЗН) осуществляется нажатием кнопок с надписями "ПРОВЕРКА ПОЛОЖЕНИЯ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ И ЗН" общих для указанных аппаратов каждого распредустройства (РУ).



Для проверки отсутствия напряжения на "токоведущих частях" мнемосхемы тренажера перед их заземлением предусмотрен специальный индикатор на условное напряжение 10 и 110 кВ. Для проверки исправности индикатора необходимо вставить его штепсель в гнездо "ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИНДИКАТОРА", а щупом коснуться контактной части контрольного гнезда "ПРОВЕРКА ИНДИКАТОРА".



Проверка отсутствия напряжения осуществляется прикосновением щупа индикатора к контактной части контрольного гнезда на "токоведущей части", в месте наложения заземления.



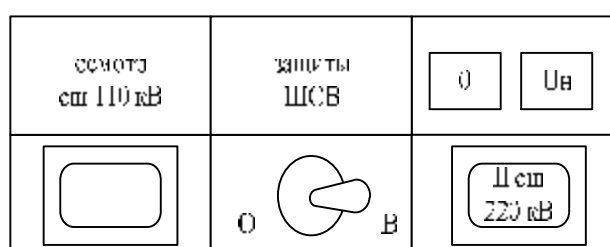
Заземление токоведущих частей на схеме тренажера выполняется наложением переносных заземлений (ПЗ) или включением стационарных ножей. Модель ПЗ состоит из проводника со штепсельными на его концах.

Пульты имитируют щит управления подстанции и релейный щит. На них размещены тумблеры, кнопки и табло, с помощью которых проверяются режимы работы электрических цепей, воспроизводятся действия, выполняемые с отключающими устройствами релейной защиты и автоматики, цепями

напряжения и оперативного тока приводов выключателей, имитируются действия персонала при производстве работ в цепях вторичных соединений, считываются показания фиксирующих индикаторов повреждений, высвечиваются результаты осмотров оборудования при авариях и т.п. При контрольных и проверочных действиях реализуются устройства обратной связи в виде световых табло, имеющих соответствующие надписи.

Аппаратура пульта управления, расположенного слева от щита, имитирует работу устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) и вторичных цепей ПС.

С помощью пульта проверяются режимы работы электрических цепей, выполняются операции по отключению, включению и перестройке устройств РЗА, имитируется действие персонала в цепях РЗА, а также при осмотрах оборудования.



Над каждым тумблером, кнопкой и на кнопках имеется надпись об их назначении. Контроль нагрузки осуществляется нажатием кнопки с надписью того аппарата или цепи, нагрузка которой проверяется. Контроль напряжения выполняется нажатием

кнопки с надписью той системы шин (или секции), на которой проверяется напряжение.

Пульт контроля и выбора заданий расположен справа от щита. На нем размещены электронные табло, отображающие последовательность оперативных действий при выполнении переключений и ликвидации аварий, ошибочные операции и действия, а также табло счета ошибок - оценочное табло. При правильном выполнении заданий на пульте контроля высвечивается цифра очередного выполненного шага, а при выполнении всех действий задания загорается табло "ЗАДАНИЕ ВЫПОЛНЕНО". При допущении ошибки на любом шаге загорается табло "РЕШЕНИЕ ОШИБОЧНО" и при этом появится на табло код аппарата, операция с которым выполнена ошибочно. Ошибочно повернутый ключ должен быть возвращен в исходное положение.

Телефонная станция тренажера используется как при участии в процессе обучения диспетчера, руководящего тренировкой по телефону, так и при индивидуальном обучении, когда необходимо обращение к диспетчеру или передача информации в другие инстанции/21/.

Назначение и устройство компьютерного тренажера «Модус»

Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов представляет собой готовый комплекс программ для персонального компьютера, который можно использовать для первоначального обучения, для самоподготовки, для собеседования при приеме на работу и аттестации оперативного персонала различного уровня.

При этом от обучаемого не требуется навыков работы с компьютером.

Следует отметить, что компьютерный тренажер «МОДУС» является в некотором роде аналогом мнемотренажера ТЭ-2М. То есть, тренажер «Модус» содержит стандартную базу оперативных переключений для нормальных и аварийных заданий, практически совпадающую с типовыми заданиями тренажера ТЭ-2М.

Однако, помимо стандартной базы данных по оперативным переключениям, разработчиками тренажера совместно с представителями энергосистем дополнительно созданы базы данных по ряду предприятий электрических сетей, ТЭЦ и других энергообъектов.



Значительным преимуществом тренажера «Модус» является наличие встроенного в него редактора упражнений, который позволяет любому пользователю, легально приобретшему тренажер, существенно расширять имеющуюся в нем базу заданий, за счет рисования новых схем и формирования по ним бланков оперативных переключений, как для нормальных, так и для аварийных заданий.

Причем для выполнения вышеперечисленных задач не требуется специальных знаний программиста.

Это позволяет творчески подходить к процессу обучения:

на первом этапе изучать основные положения в области оперативных переключений, стандартную последовательность основных операций и действий при оперативных переключениях на тренажере ТЭ-2М,

а затем после приобретения соответствующих навыков и умений осуществлять переход к компьютерному тренажеру.

Суть тренинга состоит в том, что обучаемый должен воспроизвести определенную последовательность действий при переключениях в электрической части энергообъекта в условиях нормальной работы или при аварийной ситуации на схемах энергообъектов, подобных тем, которые он обслуживает на своем рабочем месте.

При тренировке обучаемый может иметь дело с информацией, представленной в виде электрических схем, графических изображений, текстовых данных, элементов мультимедиа.

Графический интерфейс «Модуса» ориентирован на то, что основной формой представления информации будет представление только электрических схем.

Тренажер не производит какого-либо топологического анализа схем, расчетов режима. Ответственность за составления правильного алгоритма переключений лежит на составителе задач /22/.

Начало работы с тренажером.

Запуск программы осуществляется из меню «Пуск».

Затем → Программы → Modus → Тренажер по оперативным переключениям.

Далее пользователь должен ввести персональные данные, а затем выбрать: фиксировать ли результаты тренировки или нет.

После этого нужно выбрать режим тренажера и уровень сложности.

Выбор режима тренировка/экзамен. Режим «тренировки» отличается «экзамена» тем, что при тренировке разрешено пользоваться подсказкой о последующих действиях и доступна возможность, когда программа автоматически выполняет следующее действие.

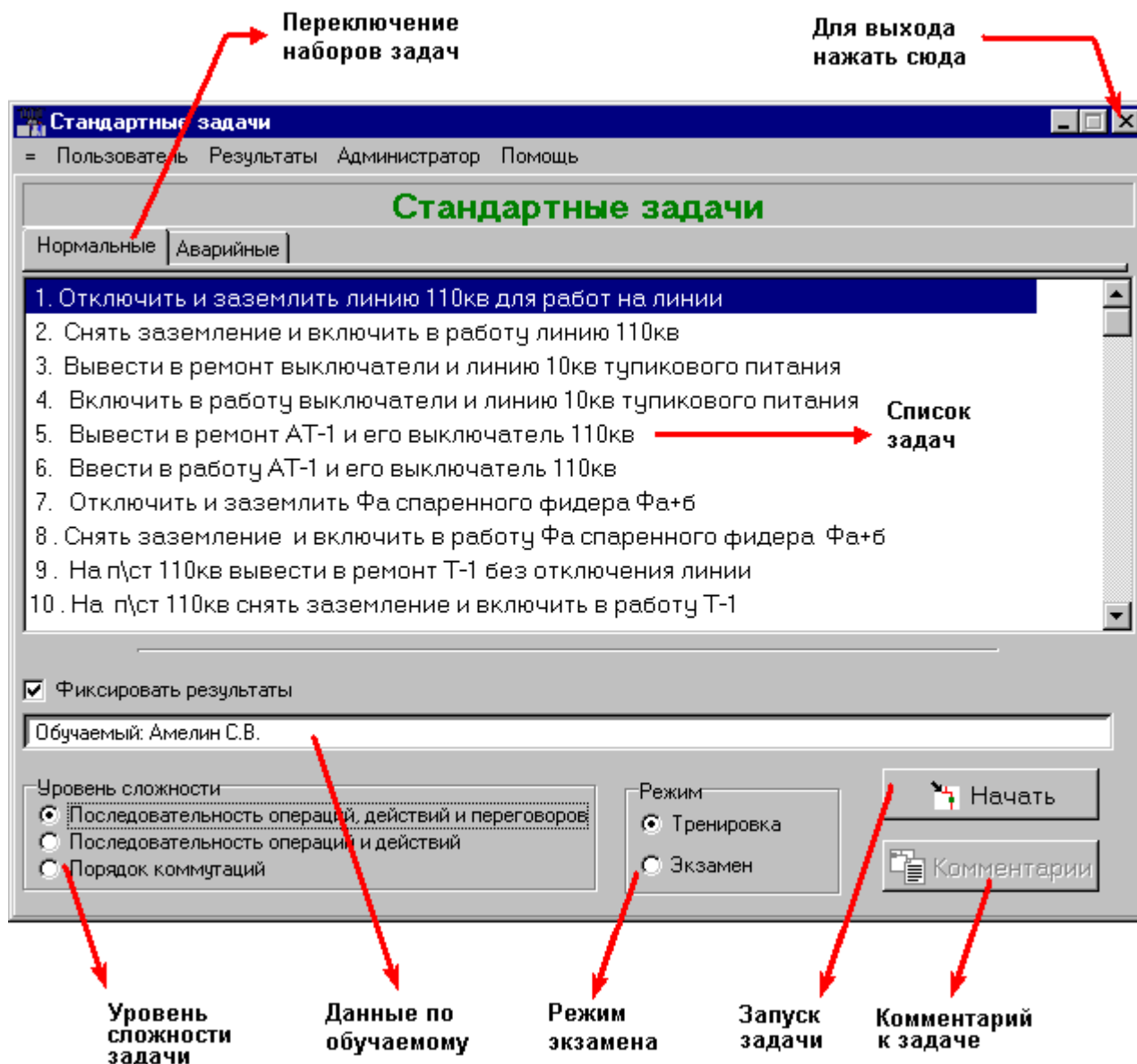
Выбор уровня сложности. «Порядок коммутаций» - требуется выполнять только коммутационные действия.

«Последовательность операций и действий» - кроме коммутационных, требуется выполнение и проверочных операций.

«Последовательность операций, действий и переговоров» - дополнительно требуется учитывать переговоры между оперативным персоналом.

Затем обучаемый выбирает тип задачи (нормальные или аварийные).

Необходимая задача, которую Вы хотите выполнить, выбирается мышью из перечня нормальных или аварийных заданий и после этого нажимается кнопка «Начать».



Задача запустится с тем уровнем сложности, который выбран в разделе «Уровень сложности».

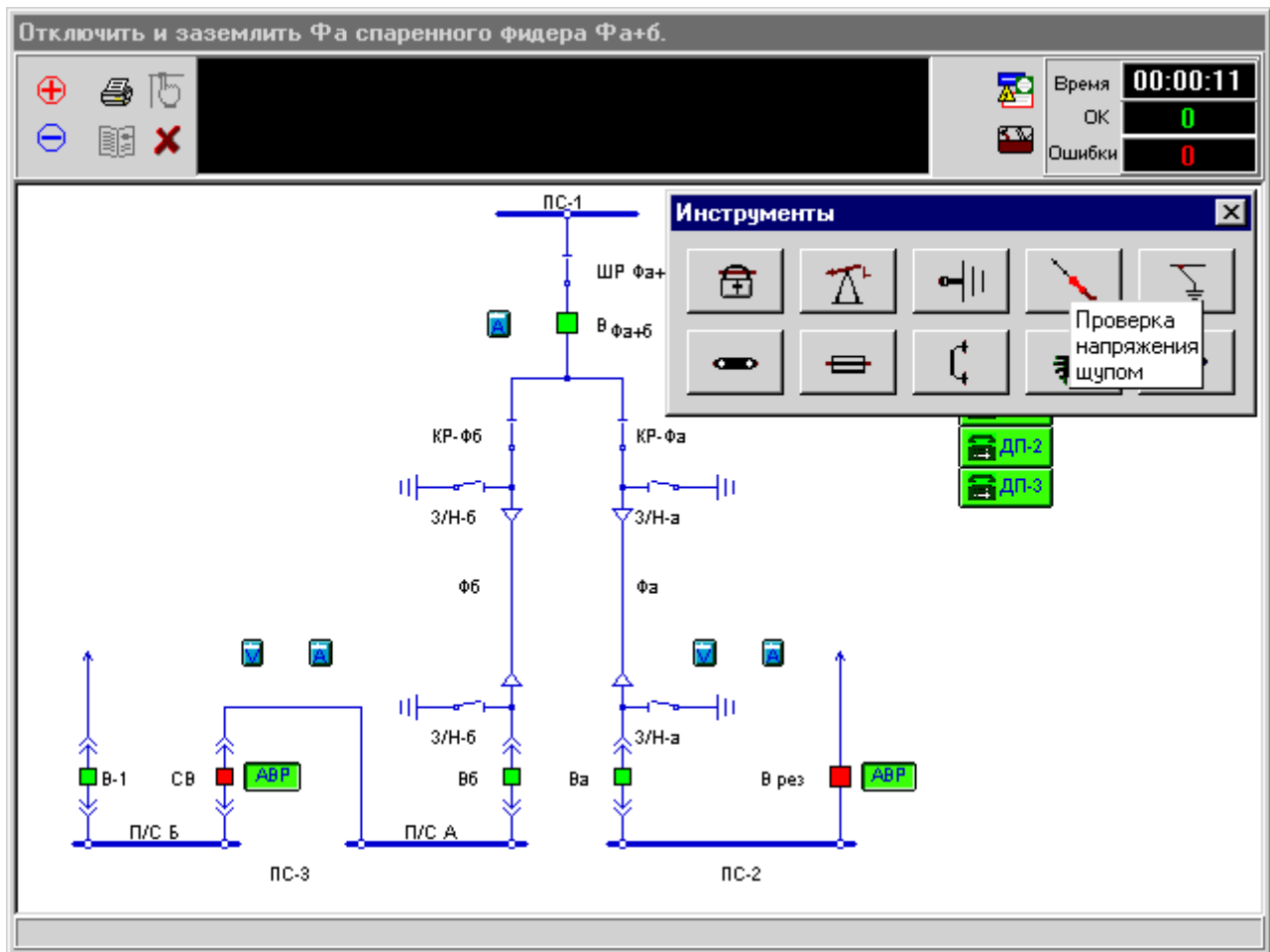
Выполнение упражнения

После запуска программы на мониторе появляется упражнение в виде, представленном на рис.

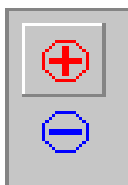
В самой верхней строке экрана написано название задачи (цель оперативных переключений).

Вверху посередине находится черное окошко, куда выводятся сообщения программы.

Назначение остальных кнопок представлено ниже.



Экран управления (нормальный режим)



Кнопки, позволяющие масштабировать схему.



Распечатка схемы на принтере.



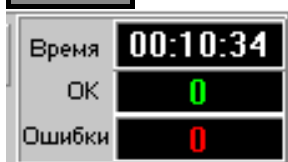
Выход из задачи после окончания ее выполнения.



Взять плакат.



Взять какой-либо инструмент (приспособление).




Подсчет времени выполнения правильных действий, количества ошибок.

Если схема не помещается в экран можно сделать ее меньше с помощью кнопок масштабирования или прокручивать ее с помощью линейек прокрутки.

Не вся информация может помещаться в окне со схемой.

Как правило, элементы РЗА располагаются в отдельных окошках.

Для каждого такого окна на схеме расположена иконка, выглядящая примерно так: .

Для того, чтобы открыть окно, нужно подвести мышь к иконке и нажать на ней левой кнопкой мыши.

Действия с элементами.

В процессе выполнения упражнений могут встретиться следующие характерные команды:

«вызов» - указывает, что к элементу (телефону, микрофону) надо подвести мышь и нажать на ее левую кнопку. После этого телефон звонит, выдается сообщение.

«нажать» - указывает, что к элементу надо подвести мышь и нажать на ее левую кнопку, тем самым переключив элемент или сделав какое-нибудь другое действие.

«перевести» - для элементов, имеющих более двух возможных положений - ручка, панель (накладка), группа (АРНТ, ДГР). Указывает, что к определенному месту на элементе надо подвести мышь и нажать на ее левую кнопку, тем самым, переключив элемент в другое положение

«проверить» - указывает, что к элементу надо подвести мышь и нажать на ее правую кнопку, тем самым, выполнив проверочную операцию над элементом (проверка исправности, положения, параметров прибора).

«сдвинуть» - для выдвижных элементов: выключатель, отделитель, разъединитель, полушасси, шасси. Указывает, что к определенному месту на элементе надо подвести мышь (курсор станет стрелкой с двумя концами) и нажать на ее левую кнопку. Состояние «выдвинутость» указанного элемента изменяется на противоположное.

«уравнять» - для двух элементов (группа_АРНТ). Указывает, что к определенному месту на элементе группа_АРНТ (отпайка) надо подвести мышь и нажать на ее левую кнопку, значение отпайка на элементе установится таким же, как на втором элементе группа_АРНТ.

«снять_перчатки» - указывает, что надо выбрать элемент снять_перчатки из панели инструментов. При следующем обращении к панели инструментов на панели будет элемент одеть_перчатки. «одеть_перчатки» - указывает, что надо выбрать элемент одеть_перчатки из панели инструментов. При следующем обращении к панели инструментов на панели будет элемент снять_перчатки.

Действия с передвижными элементами.

К передвижным элементам тренажера относятся: гибкое заземление; замок; запетление; индикатор; клин; накладка; переносная_земля; плакат; предохранитель.

С этими элементами, кроме команды пользователя «нажать», описанной ранее, используются команды:

«назначение» - задает точку или область, в которую требуется поставить передвижной элемент.

«поставить» - команда используется для плакатов. В примере при выполнении команды пользователь должен выбрать плакат из панели инструментов (или выбрать на схеме, если он был нарисован командой «рисовать»), затем подвести курсор мыши на область (прямоугольник) и нажать левую кнопку мыши. После этого плакат установится в нужной точке.

«поставить» - команда используется для передвижных элементов (гибкое_заземление, замок, запетление, клин, накладка, плакат, предохранитель). Указывает, что надо выбрать элемент на схеме или из панели инструментов, подведя мышь и нажав на ее левую кнопку, (при этом курсор изменится на изображение выбранного элемента), затем подвести курсор к нужному месту на схеме и еще раз нажать на левую кнопку мыши. Если место указано верно, элемент появится на схеме.

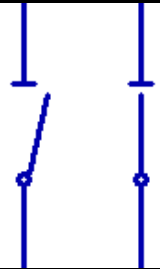
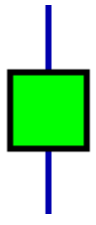
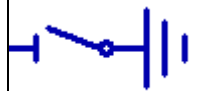



«снять» - для передвижных элементов (гибкое_заземление, замок, запетление, клин, накладка, плакат, предохранитель). Указывает, что к элементу надо подвести мышь и нажать на ее левую кнопку, при этом элемент на схеме исчезнет.

«индикатор_проверка_напряжения» - команда указывает активные зоны, куда надо будет подвести индикатор по следующей далее команде нажать. Если активную зону трудно описать одним прямоугольником (например, надо измерить напряжение на линии, имеющей несколько поворотов на схеме и измерить напряжение можно в любой точке линии), то может потребоваться несколько следующих друг за другом команд индикатор_проверка_напряжения. В этом случае эти несколько команд требуют лишь одно действие пользователя, а именно, подвести индикатор к любой из указанных зон.

«индикатор_проверка_напряжения_дополн,» - команда указывает дополнительные активные зоны, куда надо подвести индикатор, если надо измерить напряжение в нескольких точках.

В ходе выполнения конкурсных задач могут встретиться операции, описанные в таблице.

Основные виды элементов и операции с ними

Вид элемента	Описание элемента	Переключения и действия с РЗА.	Проверочные действия
	Разъединитель	Включить. Отключить. Для переключения нажать левую кнопку мыши.	Проверка опорно-стержневой изоляции. Проверка положения. для проверки нажать правую кнопку мыши.
	Выключатель. включен — зеленый цвет отключен — красный цвет	Включить. Отключить. Для переключения нажать левую кнопку мыши.	Проверка положения. для проверки нажать правую кнопку мыши.
	Разъединитель заземляющего ножа	Включить. Отключить. Для переключения нажать левую кнопку мыши.	Проверка положения. для проверки нажать правую кнопку мыши.
	Автоматы ТН	Включить. Отключить. Для переключения нажать левую кнопку мыши.	
	Стрелочный прибор		Проверка положения. для проверки нажать правую кнопку мыши.
	Ручка	Переключить Для переключения нажать левой клавишей желаемую позицию	

	<p>Накладка</p>	<p>Ввести. Вывести. Для действия нажать левой клавишей в желаемый угол накладки.</p>	
	<p>Настройка уставок резервных защит</p>	<p>Выполнение настройки. для выполнения нажать левую кнопку мыши.</p>	
	<p>Токовые цепи.</p>	<p>Замыкание. для выполнения нажать левую кнопку мыши посередине.</p>	<p>Проверка. для проверки нажать правую кнопку мыши посередине.</p>
	<p>Указатель напряжения</p>		<p>Проверка напряжения. Для этого нужно: 1. Взять указатель напряжения. Для этого выбираются кнопки.  После этого курсор мыши принимает вид, как указано слева. 2. Проверить исправность указателя напряжения подведением к точке, где есть напряжение. 3. Проверить отсутствие напряжения. Для этого подвести указатель к интересующей нас точке. 4. Положить указатель напряжения на место. Для этого нажать левую кнопку мыши.</p>

Пример простейшего упражнения (аварийный режим).

Рассмотрим на примере, что представляет из себя упражнение.

После запуска на выполнение, обучаемый подводит курсор мыши и нажимает левую кнопку на табло «начать тренировку».

После этого табло удаляется с экрана, звучит сирена, внизу экрана появляется сообщение «ликвидировать аварию».

Далее обучаемый должен отключить сирену, нажать на табло «КУ и Табло».

Следующая команда выполняется компьютером и говорит о наличии напряжения на приборе.

Обучаемый должен нажать на прибор, при этом внизу экрана появляется сообщение « $U=U_n$ ».

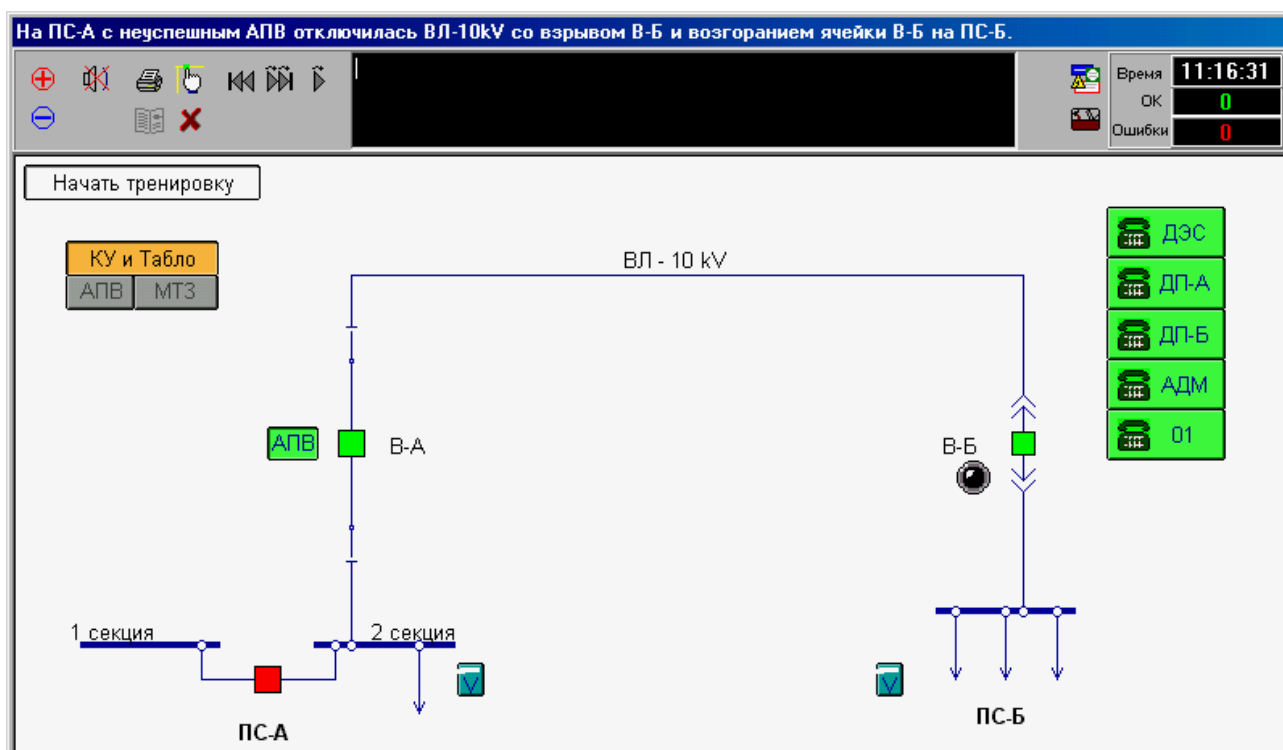
Затем следует нажать на выключатель, после чего он перестает мигать и переключается в положении «включен».

Аналогично выполняются и остальные действия.

При выполнении упражнения обучаемый может вызвать на экран подсказку для текущего шага упражнения.

Действия, выполняемые обучаемым, записываются красным цветом, принудительные действия (действия компьютера) – голубым, подсказки для обучаемого – синим.

Общий вид экрана представлен на рис.



Примеры упражнений при работе на тренажерах

В качестве учебного примера приведена типовая лабораторная работа по работе с тренажерами, в которой рассмотрено по одному оперативному заданию для случая нормальных режимов, выполняемых на мнемоническом тренажере диспетчера энергосистемы ТЭ-2М и компьютерном тренажере «Модус».

Каждая лабораторная работа включает в себя:
цель работы,
задание,
исходную схему,
указания по выполнению работы.

Ниже приведены однолинейные схемы и последовательности выполнения совпадающих между собой учебных упражнений

№1 для тренажера ТЭ-2М

№3 для тренажера «Модус».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.

Вывод в ремонт линии электропередачи.

Цель работы: изучение последовательности действий при оперативных переключениях связанных с отключением линии напряжением 10 кВ тупикового питания.

Задание: отключить и заземлить линию 10 кВ тупикового питания Л1013 для ремонта линии и проведения ревизий выключателей (В) на ПС №3 и ПС №6.

Исходная схема: линия Л1013 находится в работе. Она снабжена автоматическим повторным включением (АПВ) со стороны питания ПС3.

Указания к выполнению лабораторной работы.

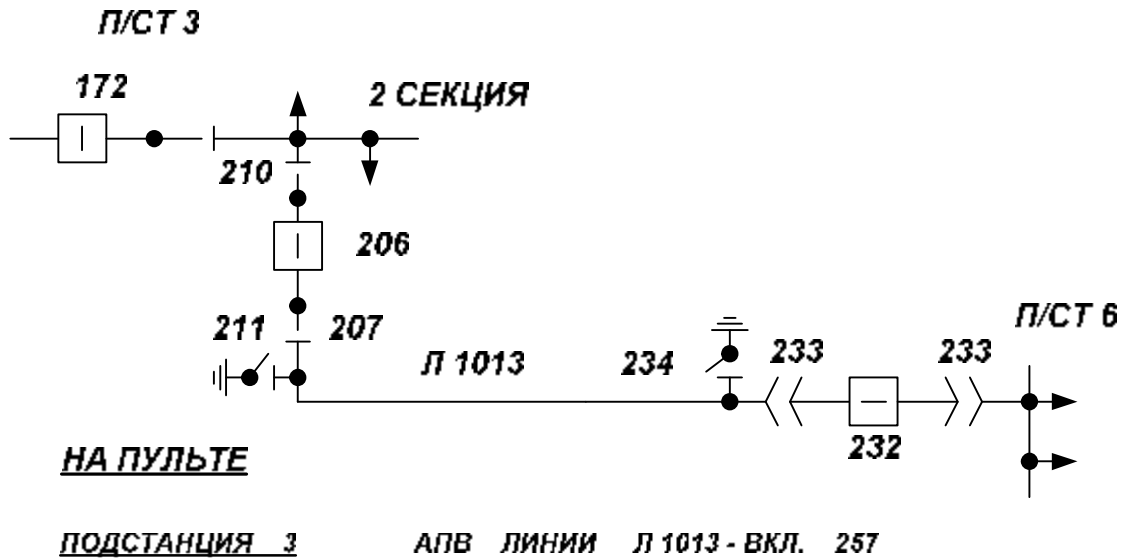
Отключение тупиковой линии целесообразно начинать со стороны ПС потребителей, его оперативным персоналом, а потом продолжить отключение со стороны питающей ПС, где перед отключением выключателя линии проверяется отсутствие на ней нагрузки.

Для отключения питающей линии и выполнения на ней ремонтных работ не требуется, и это очевидно, отключения других присоединений, подсоединенных к с.ш. 10 кВ ПС №6.

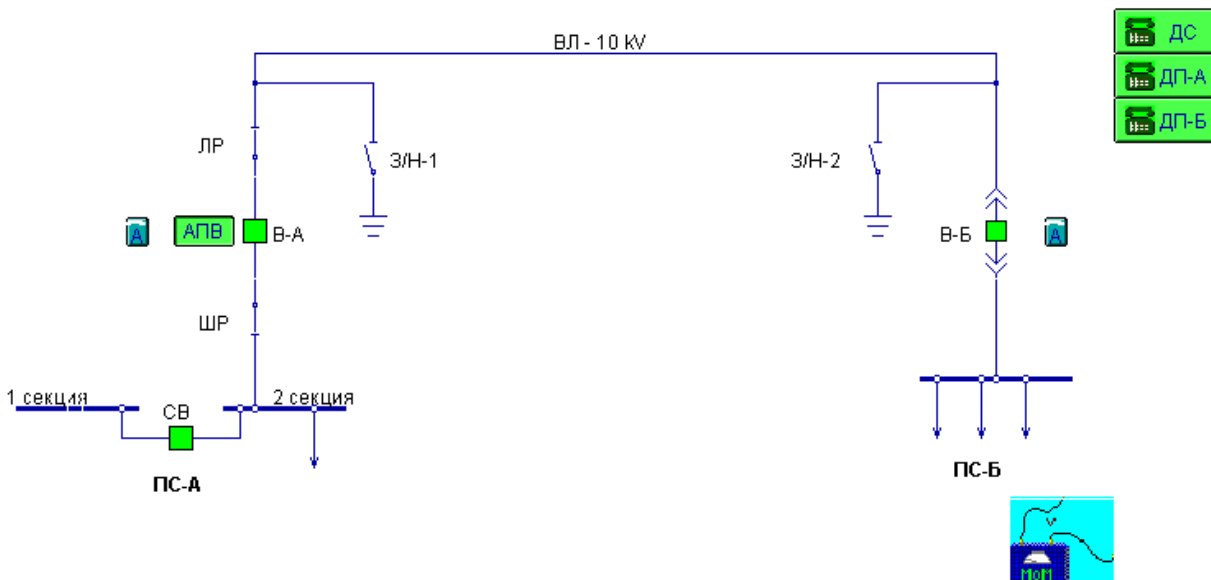
Карта 1
ИСХОДНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ АППАРАТОВ НА
ЩИТЕ И ПУЛЬТЕ ТРЕНАЖЁРА

ЗАДАНИЕ 1

ОТКЛЮЧИТЬ И ЗАЗЕМЛИТЬ ЛИНИЮ 10 КВ. ТУПИКОВОГО
ПИТАНИЯ Л 1013 ДЛЯ РЕМОНТА ЛИНИИ И ПРОВЕДЕНИЯ
РЕВИЗИИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА ПОДСТАНЦИЯХ 3 И 6



Карта учебного задания №1 на тренажере ТЭ-2М



Карта учебного задания №3 на тренажере «Модус»

Последовательность выполнения задания на тренажере ТЭ-2М

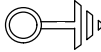
Шаг п/п	Номер кода	Операция, действие	Ключ (КЛ), кнопка (КН) на щите (Щ), пульте (П)	Положение	
				начальное	конечное
ПЕРВАЯ ПРОГРАММА – Последовательность операций и действий					
На ПС №6					
I	232	Отключить выключатель Л1013	Щ, КЛ В Л1013	вкл	откл
На ПС №3					
2	257	Отключить АПВ Л1013	П, КЛ АПВ Л1013	вкл	откл
3	206	Отключить выключатель Л1013	Щ, КЛ В Л1013	вкл	откл
4	207	Отключить линейный разъединитель Л1013	Щ, КЛ ЛР 1013	вкл	откл
5	210	Отключить шинный разъединитель Л1013	Щ, КЛ ШР Л 1013	вкл	откл
На ПС №6					
6	233	Выкатить тележку выключателя Л1013 в ремонтное положение	Щ, два ключа втычных контактов В Л1013	вкл	откл
7	235	Убедиться в исправности индикатора	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «проверка»		вкл касание
8	165	Проверить отсутствие напряжения на Л1013	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «зажим заземления»		вкл касание
9	234	Включить заземляющие ножи на Л1013	Щ, КЛ ЗН Л1013	откл	вкл
На ПС №3					
10	212	Убедиться в исправности индикатора	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «проверка»		вкл касание
11	165	Проверить отсутствие напряжения на линии Л1013	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «зажимы заземления»		вкл касание
12	211	Включить ЗН на Л1013	Щ, Ключ ЗН Л1013	откл	вкл
13	221	Присоединить переносные заземления к зажиму «ЗЕМЛЯ» в ячейке выключателя Л1013	Щ, заземление в гнездо 		вкл
14	212	Убедиться в исправности индикатора	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «проверка»		вкл касание
15	753	Проверить отсутствие напряжения на вводах выключателя Л1013 со стороны линии	Щ, Индикатор в гнезда: «подключение», «зажим заземления»		вкл касание
16	215	То же со стороны шинного разъединителя			касание
17	222	Наложить переносные заземления на все выводы выключателя Л1013	Щ, заземление в гнездо «зажим заземления»		вкл.

Примечание: возможны варианты шагов 15 или 16.

продолжение табл.

Шаг п/п	Номер кода	Операция, действие	Ключ (КЛ), кнопка (КН) на щите (Щ), пульте (П)	Положение	
				начальное	конечное
ВТОРАЯ ПРОГРАММА – Последовательность операций, действий и переговоров					
1	703	Диспетчер – дежурному ПС №3: предупреждение о предстоящем отключении Л1013	Телефон		
2	706	Диспетчер – дежурному ПС №6: распоряжение	Телефон		
На ПС №6					
3	232	Отключить выключатель Л1013	Щ, КЛ В Л1013	вкл	откл
4	406	Проверить отсутствие нагрузки на Л1013	П, КН, контроль нагрузки Л1013	нажать	
5	700	Дежурный ПС №6 – диспетчеру: сообщение о выполнении	Телефон		
6	703	Диспетчер – дежурному ПС №3: распоряжение	Телефон		
На ПС №3					
7	257	Отключить АПВ Л1013	П, КЛ АПВ Л1013	вкл	откл
8	407	Проверить отсутствие нагрузки на Л1013	П, КН, контроль нагрузки Л1013		
9	206	Отключить выключатель Л1013	Щ, КЛ В Л1013	вкл	откл
10	653	Проверить положение аппарата на месте	Щ, КН В Л1013		
11	207	Отключить линейный разъединитель Л1013	Щ, КЛ ЛР 1013	вкл	откл
12	652	Проверить положение аппарата	Щ, КН проверка разъединителя 10 кВ	нажать	
13	210	Отключить шинный разъединитель Л1013	Щ, КЛ ШР Л 1013	вкл	откл
14	652	Проверить положение аппарата	Щ, КН проверка разъединителя 10 кВ	нажать	
15	700	Дежурный ПС №3 – диспетчеру: сообщение о выполнении	Телефон		
16	706	Диспетчер – дежурному ПС №6: распоряжение	Телефон		
На ПС №6					
17	663	Проверить положение выключателя Л1013 на месте	Щ, КН в Л1013	нажать	
18	233	Выкатить тележку выключателя Л1013 в ремонтное положение	Щ, два ключа втычных контактов В Л1013	вкл	откл
19	235	Убедиться в исправности индикатора	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «проверка»		вкл касание
20	165	Проверить отсутствие напряжения на Л1013	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «зажим заземления»		вкл касание
21	234	Включить заземляющие ножи на Л1013	Щ, КЛ ЗН Л1013	откл	вкл

продолжение табл.

22	664	Проверить положение аппарата	Щ, КН проверка	нажать	
23	700	Дежурный ПС №6 – диспетчеру: сообщение о выполнении	Телефон		
24	703	Диспетчер – дежурному ПС №3: распоряжение	Телефон		
На ПС №3					
25	212	Убедиться в исправности индикатора	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «проверка»		вкл касание
26	165	Проверить отсутствие напряжения на линии Л1013	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «зажимы заземления»		вкл касание
27	211	Включить ЗН на Л1013	Щ, Ключ ЗН Л1013	откл	вкл
28	652	Проверить положение аппарата	Щ, КН проверка ЗН 10 кВ	нажать	
29	221	Присоединить переносные заземления к зажиму «ЗЕМЛЯ» в ячейке выключателя линии Л1013	Щ, заземление в гнездо 		вкл
30	212	Убедиться в исправности индикатора	Щ, индикатор в гнезда: «подключение», «проверка»		вкл касание
31	753	Проверить отсутствие напряжения на вводах выключателя Л1013 со стороны линии	Щ, Индикатор в гнезда: «подключение», «зажим заземления»	вкл.	вкл касание
32	215	То же со стороны шинного разъединителя			касание
33	222	Наложить переносные заземления на все выводы выключателя Л1013	Щ, заземление в гнездо «зажим заземления»		вкл.
34	700	Дежурный ПС №3 – диспетчеру: сообщение о выполнении	Телефон		

Примечание: возможны варианты шагов 31 или 32.

*Последовательность выполнения задания
на компьютерном тренажере «Модус»*

ПЕРВАЯ ПРОГРАММА

Последовательность операций и действий

Вывести в ремонт линию 10 кВ тупикового питания
и выключатели на ПС-А и ПС-Б

1. Отключить выключатель В-Б
2. Проверить отсутствие тока на В-Б
3. Проверить отсутствие тока на В-А
4. Отключить АПВ
5. Отключить выключатель В-А
6. Проверить отключение В-А
7. Проверить колонки ЛР
8. Отключить разъединитель ЛР
9. Проверить положение ножей разъединителя ЛР
10. Проверить колонки ШР
11. Отключить разъединитель ШР
12. Проверить положение ножей разъединителя ШР
13. Проверить отключение В-Б
14. Отключить выкатную ячейку
15. Проверить исправность щупа
16. Проверить отсутствие напряжения после В-Б
17. Замкнуть ножи З/Н-2
18. Проверить положение ножей З/Н-2
19. Проверить исправность щупа
20. Проверить отсутствие напряжения после ЛР
21. Замкнуть ножи З/Н-1
22. Проверить положение ножей З/Н-1
23. Проверить отсутствие напряжения между В-А и ШР
24. Накладываем заземление между В-А и ЛР
25. Накладываем заземление между В-А и ШР

ВТОРАЯ ПРОГРАММА

Последовательность операций, действий и переговоров

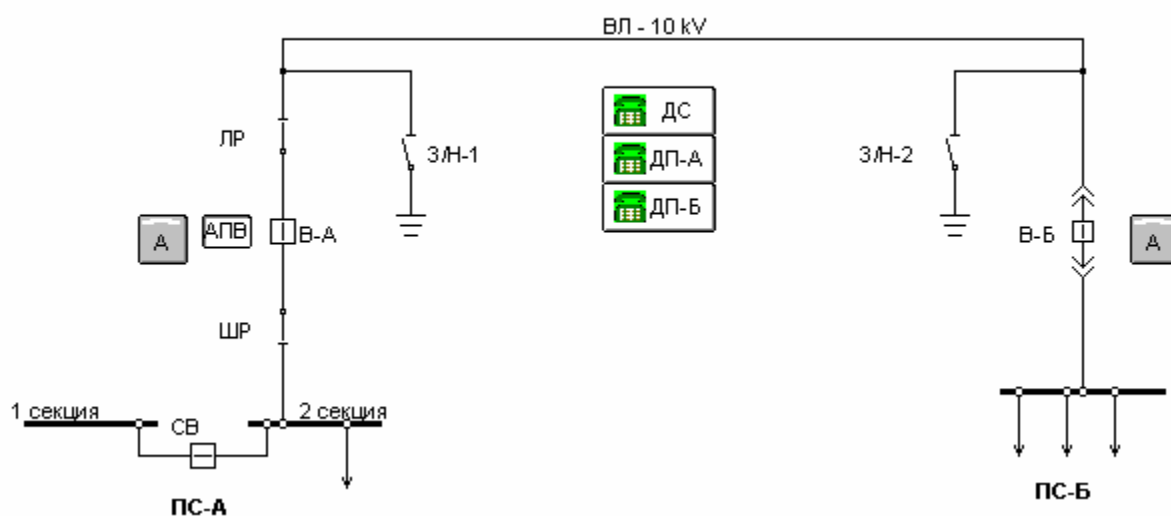
Вывести в ремонт линию 10 кВ тупикового питания
и выключатели на ПС-А и ПС-Б

1. Позвонить ДП-А. Диспетчер - ДП-А: предупреждение о предстоящем отключении ВЛ-10 кВ.
2. Позвонить ДП-Б. Диспетчер - ДП-Б: распоряжение.
3. Отключить В-Б.
4. Проверить нагрузку на В-Б.
5. Позвонить ДС. ДП-Б - ДС: сообщение о выполнении.
6. Позвонить ДП-А. Диспетчер - ДП-А: распоряжение.
7. Проверить нагрузку на В-А.
8. Отключить АПВ ВЛ-10 кВ.
9. Отключить В-А.
10. Проверить отключенное положение В-А.
11. Осмотреть колонки ЛР.
12. Отключить ЛР.
13. Проверить отключенное положение ЛР.
14. Осмотреть колонки ШР.
15. Отключить ШР.
16. Проверить отключенное положение ШР.
17. Позвонить ДС. ДП-А - ДС : сообщение о выполнении.
18. Позвонить ДП-Б. Диспетчер - ДП-Б: распоряжение.
19. Проверить отключенное положение В-Б.
20. Выкатить В-Б в ремонтное положение.
21. Проверить отсутствие напряжения на вводе ВЛ-10 кВ в ячейке В-Б: индикатор-проверка исправности; индикатор-проверка напряжения.
22. Включить З/Н-2 в ячейке В-Б в сторону ВЛ-10 кВ.
23. Проверить включенное положение З/Н-2.
24. Позвонить ДС. ДП-Б - ДС: сообщение о выполнении.
25. Позвонить ДП-А. Диспетчер - ДП-А: распоряжение.
26. Проверить отсутствие напряжения на ЛР в сторону линии: индикатор-проверка исправности; индикатор-проверка напряжения.
27. Включить З/Н-1 на ЛР в сторону линии.
28. Проверить включенное положение З/Н-1.
29. Проверить отсутствие напряжения на ошиновке В-А в сторону ШР: индикатор-проверка исправности; индикатор-проверка напряжения.
30. Установить переносное заземление на В-А в сторону ЛР.
31. Установить переносное заземление на В-А в сторону ШР.
32. Позвонить ДС. ДП-А - ДС: сообщение о выполнении

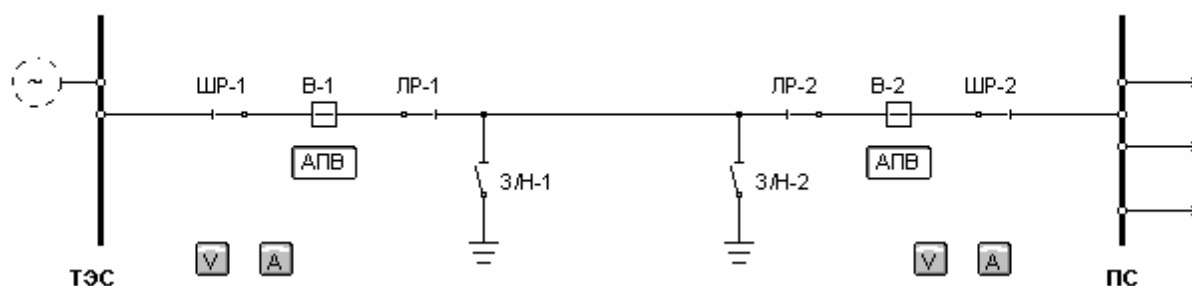
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Задания нормальных режимов

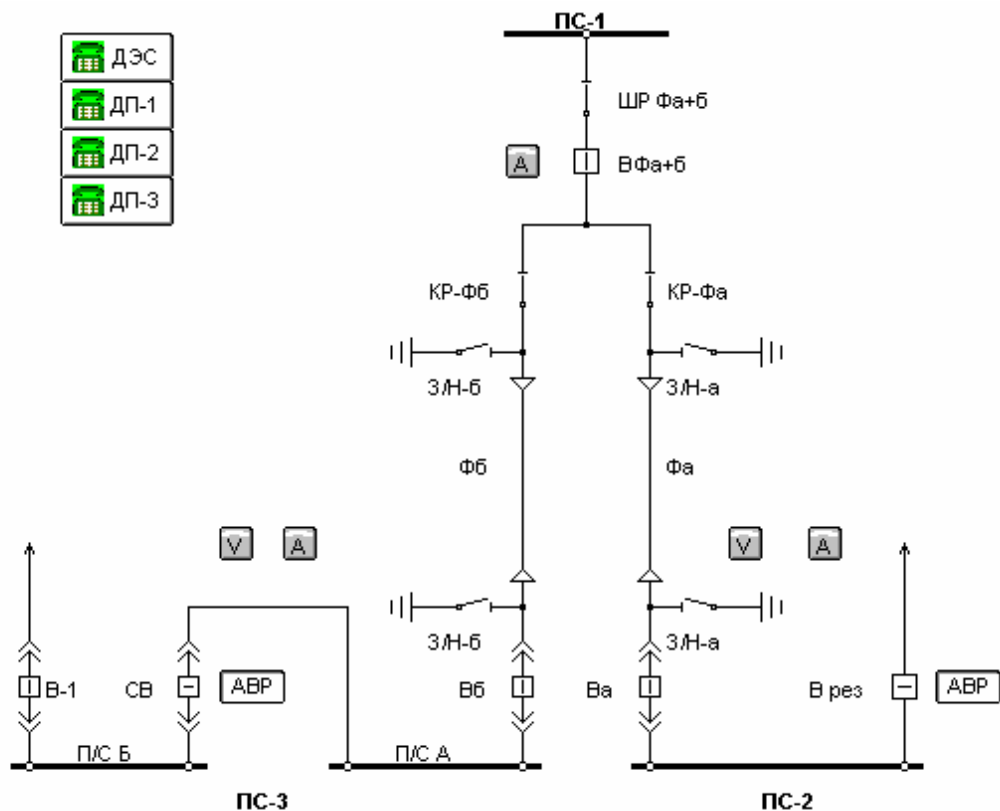
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
Отключить и заземлить линию 10 кВ тупикового питания Л1013 для ремонта линии и проведения ревизий выключателей на ПС №1 и №6. <i>Вывести в ремонт выключатели и линию 10 кВ тупикового питания.</i>	ТЭ-2М	1
	Модус	3
Снять заземление и включить в работу линию 10 кВ Л1013. <i>Включить в работу выключатели и линию 10 кВ тупикового питания.</i>	ТЭ-2М	2
	Модус	4



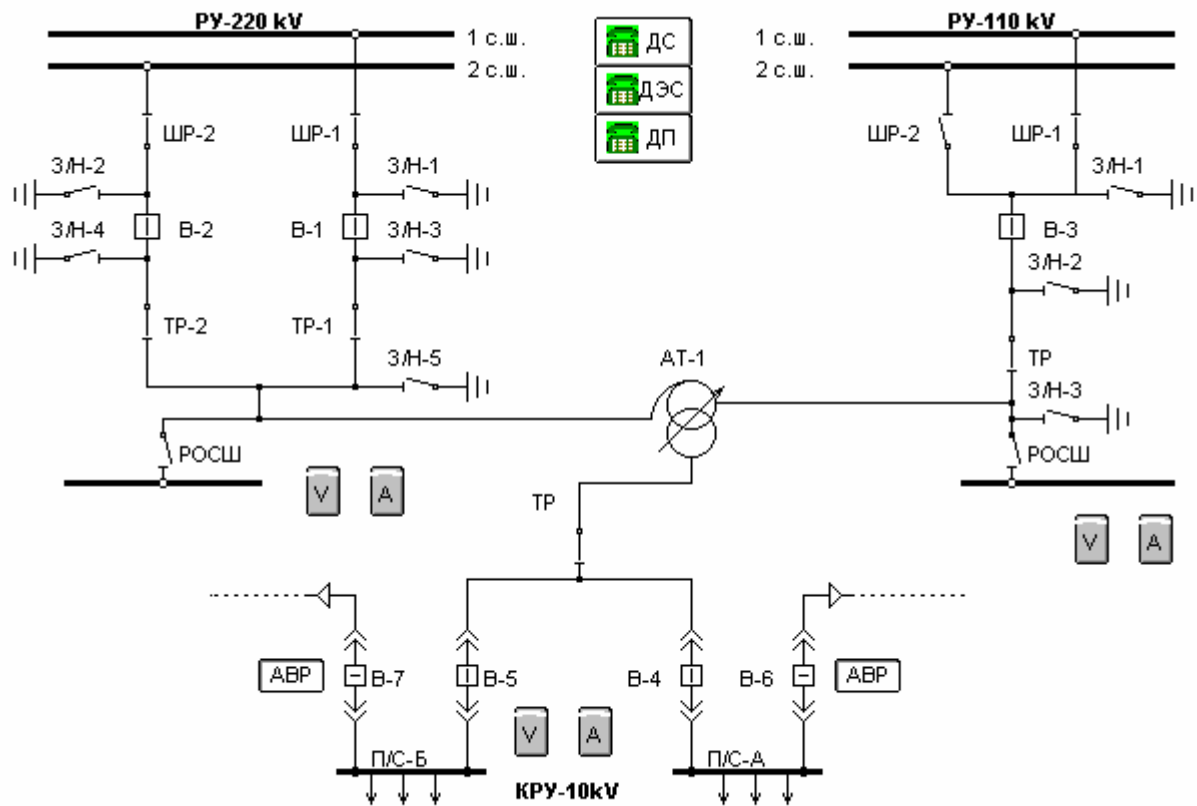
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
Отключить и заземлить транзитную линию Л7 110 кВ для работы на ней. <i>Отключить и заземлить линию 110 кВ для работ на линии.</i>	ТЭ-2М	5
	Модус	1
Снять заземление и включить в работу транзитную линию Л7 110 кВ. <i>Снять заземление и включить в работу линию 110 кВ.</i>	ТЭ-2М	6
	Модус	2



Формулировка задания	Тренажер	№ задания
Отключить и заземлить кабельную линию Л1010А спаренного фидера 1010А÷1010Б для работ на трассе кабеля. <i>Отключить и заземлить Фа спаренного фидера Фа+б.</i>	ТЭ-2М	3
	Модус	7
Снять заземление и включить в работу кабельную линию Л1010А спаренного фидера 1010А÷1010Б. <i>Снять заземление и включить в работу Фа спаренного фидера Фа+б.</i>	ТЭ-2М	4
	Модус	8

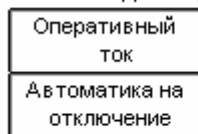


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 отключить и заземлить трансформатор Т2 125 МВА для работ на трансформаторе и его выключателе 110 кВ. <i>Вывести в ремонт АТ-1 и его выключатель 110 кВ.</i>	ТЭ-2М	7
	Модус	5
На ПС №1 снять заземление и включить в работу трансформатор Т2 125 МВА.. <i>Ввести в работу АТ-1 и его выключатель 110 кВ.</i>	ТЭ-2М	8
	Модус	6



Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №3 отключить и заземлить трансформатор Т1 для работ на трансформаторе. На п/ст 110 кВ вывести в ремонт Т-1 без отключения линии.	ТЭ-2М	9
	Модус	9
На ПС №3 снять заземление и включить в работу Т1. На п/ст 110 кВ снять заземление и включить в работу Т-1.	ТЭ-2М	10
	Модус	10

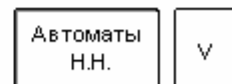
Автоматика ОД-1 и ОД-2



Автоматика ОД-3



ТН-I и ТН-II

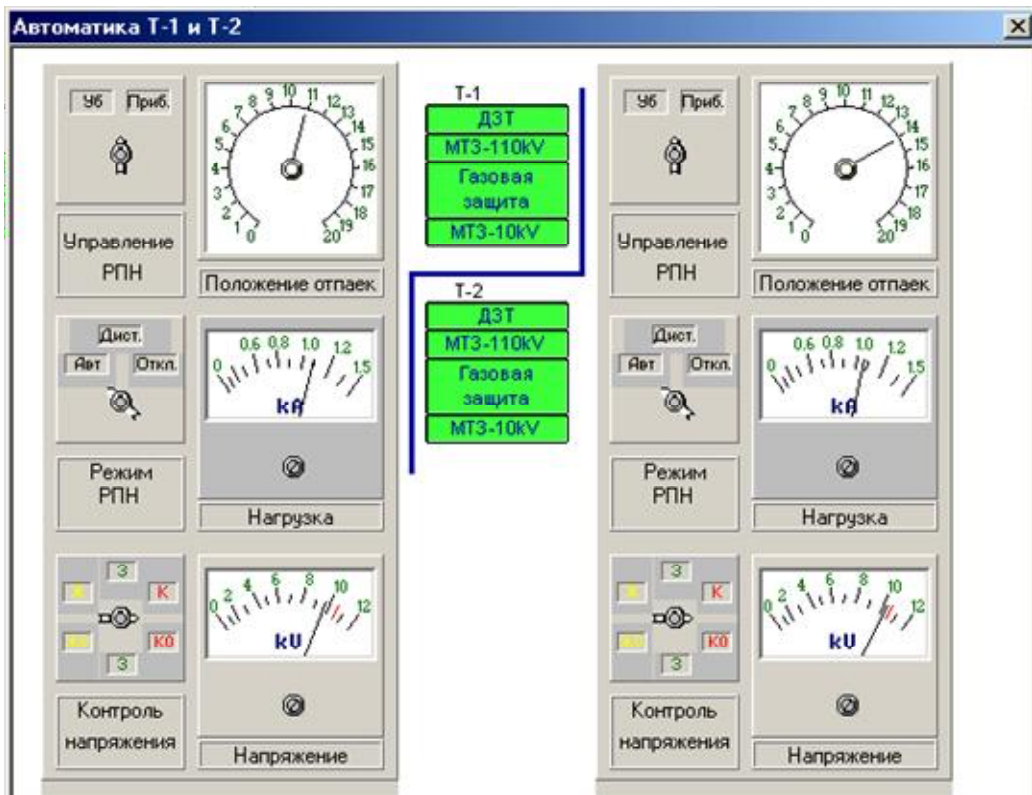
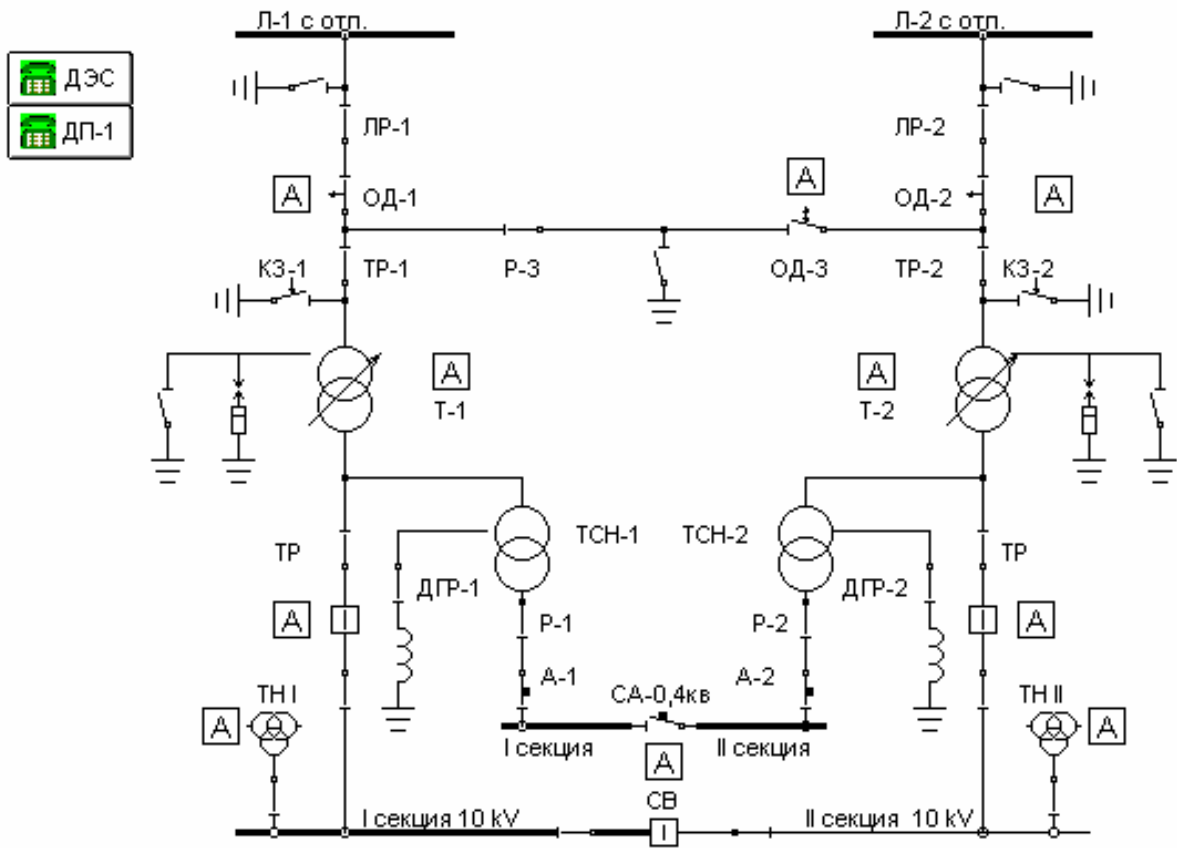


В-10 кВ Т1 и Т2

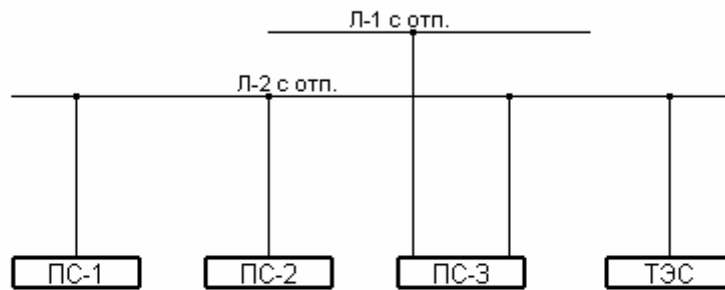


СВ-10 кВ

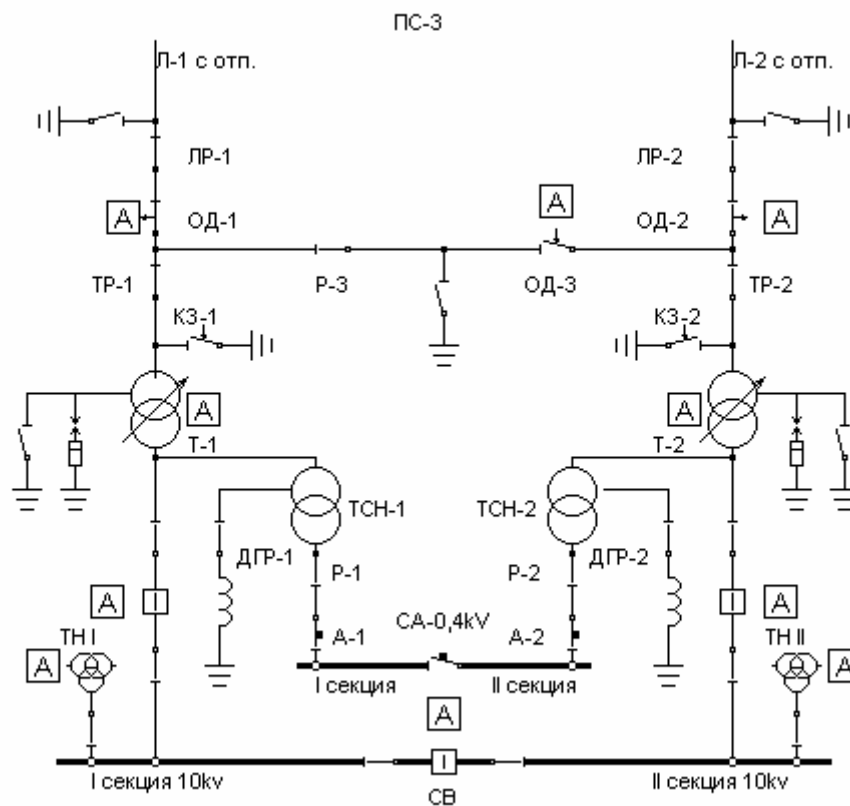


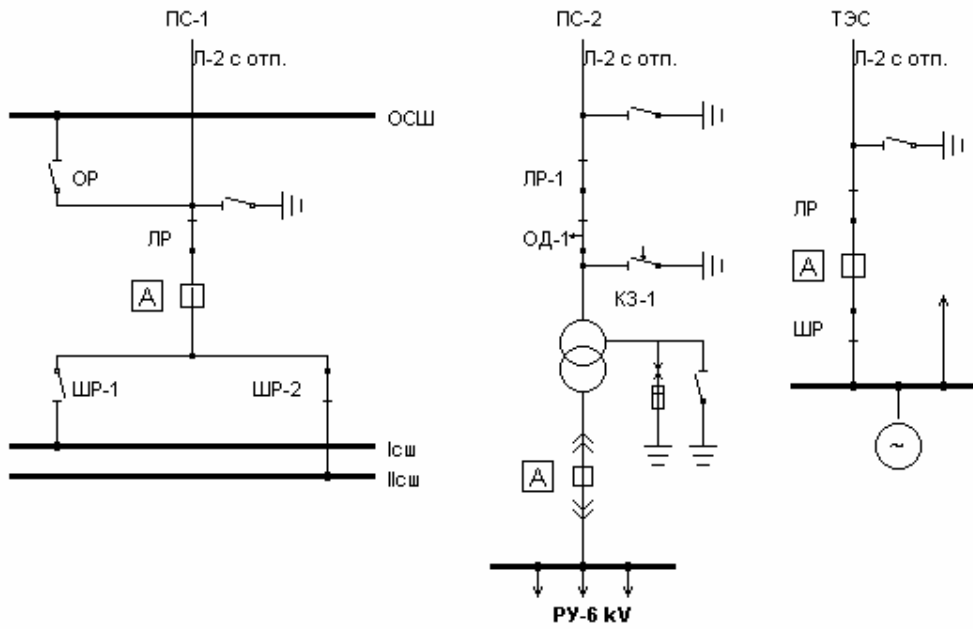


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
Отключить и заземлить для ремонта линию 110 кВ Л4 с ответвлением. Вариант 1. На ПС №3 напряжение с трансформатора Т2 снимается отделителями ОД2. <i>Отключить и заземлить для ремонта Л-2 110 кВ (1-й вариант).</i>	ТЭ-2М	11/1
	Модус	11
Отключить и заземлить для ремонта линию 110 кВ Л4 с ответвлением. Вариант 2. На ПС №3 напряжение с трансформатора Т2 снимается отключением линии с ГРЭС и ПС №1. <i>Отключить и заземлить для ремонта Л-2 110 кВ (2-й вариант).</i>	ТЭ-2М	11/2
	Модус	13
Снять заземление и включить в работу линию 110 кВ Л4 с ответвлением. Вариант 1. Подачу напряжения на трансформатор Т2 на ПС №3 выполнить включением линейных разъединителей РЛ2. <i>Снять заземление и включить в работу Л-2 110 кВ.</i>	ТЭ-2М	12/1
	Модус	12
Снять заземление и включить в работу линию 110 кВ Л4 с ответвлением. Вариант 2. Подачу напряжения произвести одновременно на линию Л4 с ответвлением и трансформатор Т2 на ПС №3. <i>Снять заземление и включить в работу Л-2.</i>	ТЭ-2М	12/2
	Модус	14
Отключить и заземлить для ремонта линию 110 кВ Л4 с ответвлением с отключением трансформатора Т2 на ПС №3. Вариант 1. На ПС №3 напряжение с трансформатора Т2 снимается отделителями ОД2. <i>Отключить и заземлить для ремонта Л-2 с отключением Т-2 на ПС-3 (1-й вариант).</i>	ТЭ-2М	13/1
	Модус	15
Отключить и заземлить для ремонта линию 110 кВ Л4 с ответвлением с отключением трансформатора Т2 на ПС №3. Вариант 2. Напряжение снимается одновременно с линии и с трансформатора Т2 на ПС №3. <i>Отключить и заземлить для ремонта Л-2 с отключением Т-2 на ПС-3 (2-й вариант).</i>	ТЭ-2М	13/2
	Модус	17
Снять заземление и включить в работу линию 110 кВ Л4 с ответвлением. Вариант 1. Подачу напряжения на трансформатор Т2 на ПС №3 выполнить включением линейных разъединителей РЛ2. <i>Снять заземление и включить в работу Л-2.</i>	ТЭ-2М	14/1
	Модус	16
Снять заземление и включить в работу линию 110 кВ Л4 с ответвлением. Вариант 2. Подачу напряжения произвести одновременно на линию и Т2 на ПС №3. <i>Снять заземление и включить в работу Л-2.</i>	ТЭ-2М	14/2
	Модус	18

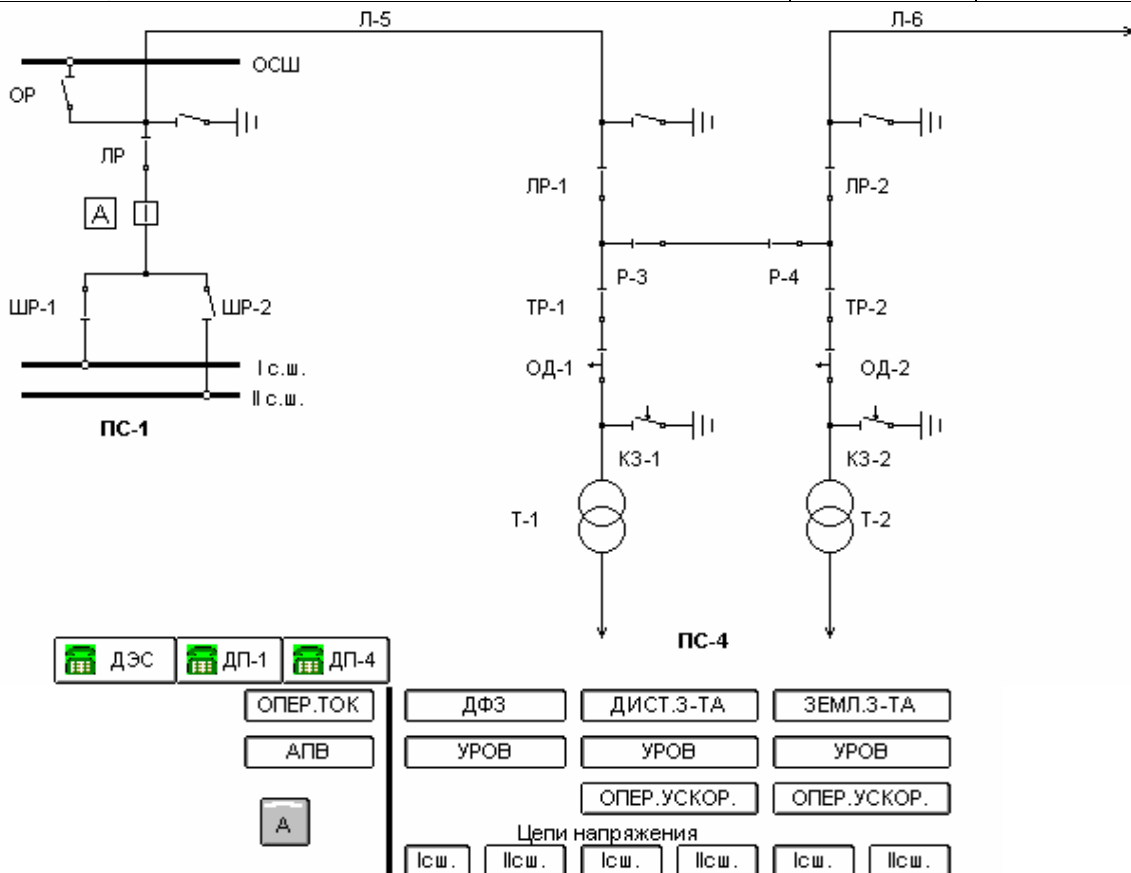


Автоматика ВЛ-1 и ВЛ-2





Формулировка задания	Тренажер	№ задания
Отключить и заземлить для ремонта транзитную линию 110 кВ Л5, отходящую от узловой ПС к проходной с упрощенной схемой. <i>Отключить и заземлить для ремонта транзитную линию Л-5 110 кВ</i>	ТЭ-2М	15
	Модус	19
Снять заземление и включить в работу транзитную линию Л5. <i>Снять заземление и включить в работу транзитную линию Л-5.</i>	ТЭ-2М	16
	Модус	20



ДЭС ДП-1 ДП-4

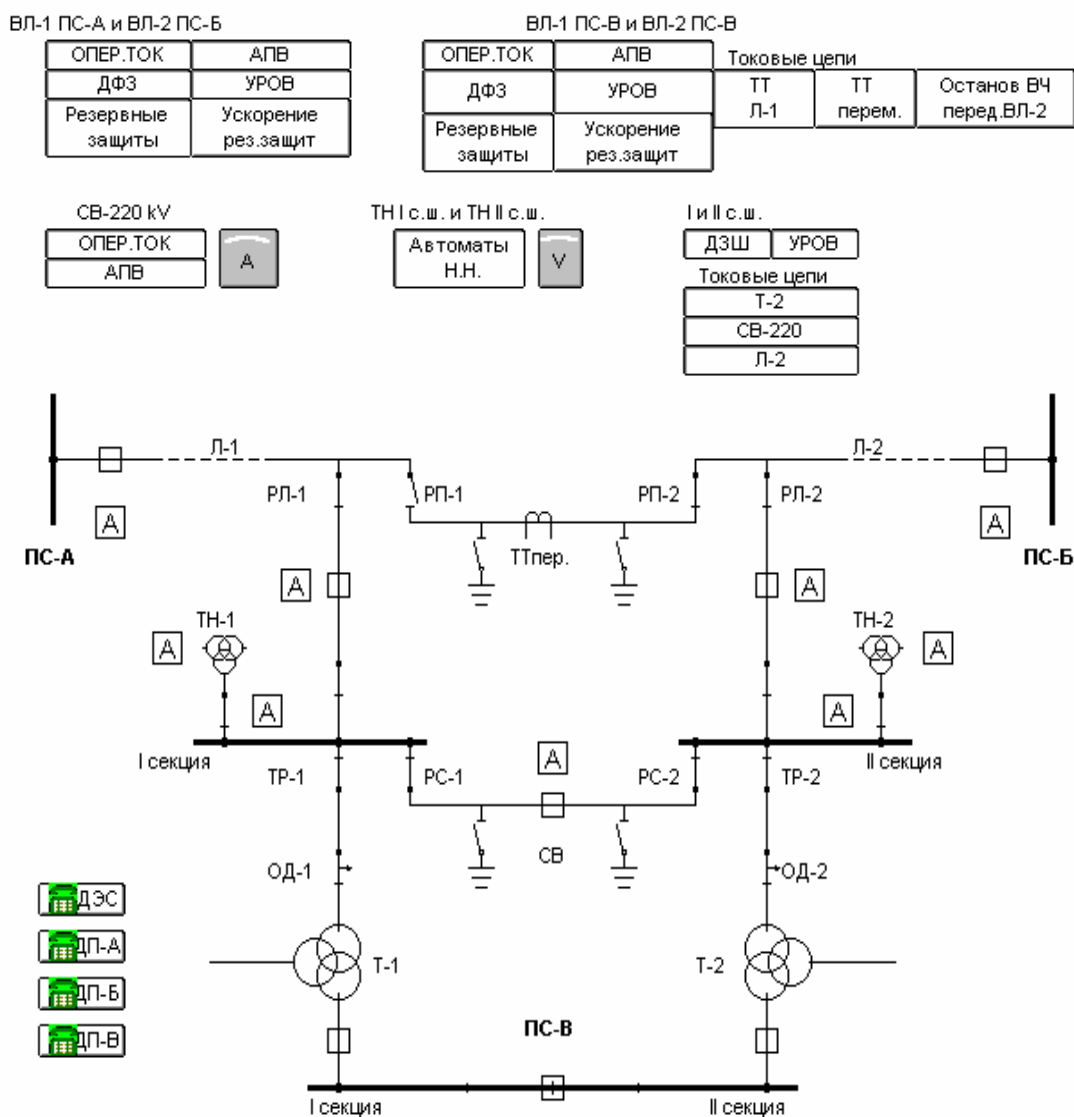
ОПЕР.ТОК ДФЗ ДИСТ.З-ТА ЗЕМЛ.З-ТА

АПВ УРОВ УРОВ УРОВ

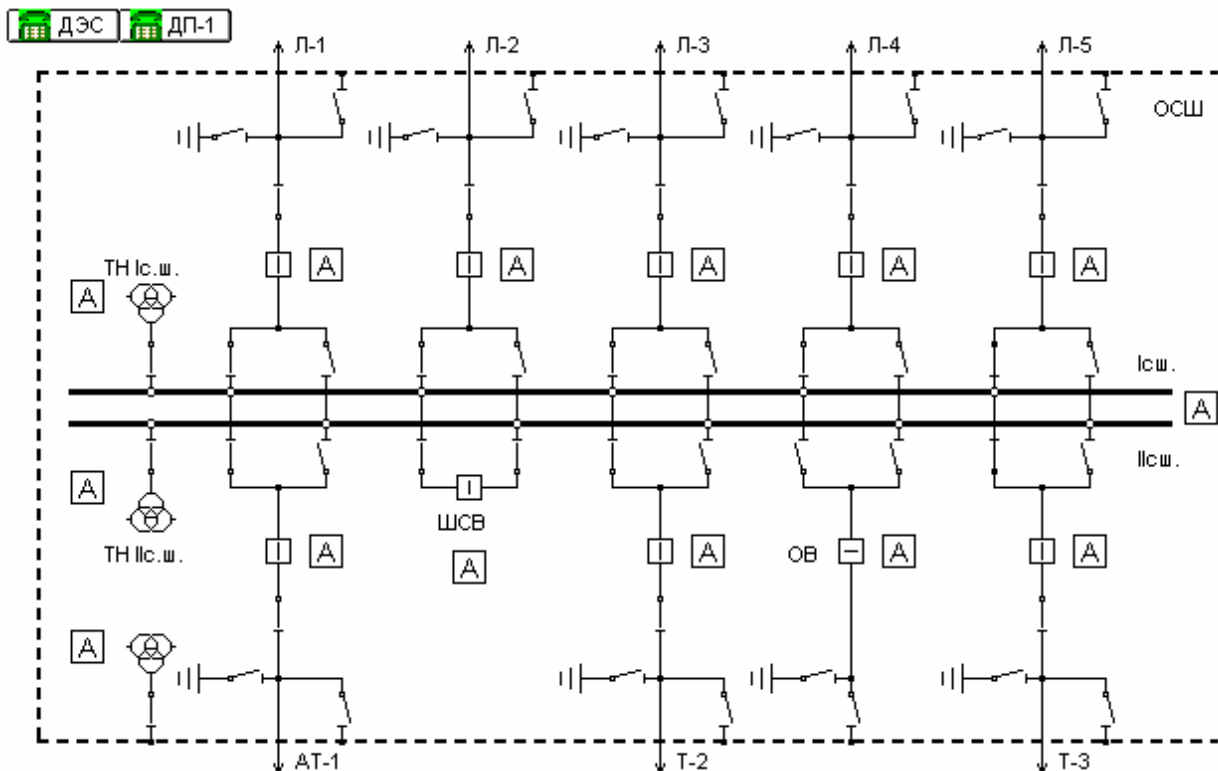
А ОПЕР.УСКОР. ОПЕР.УСКОР.

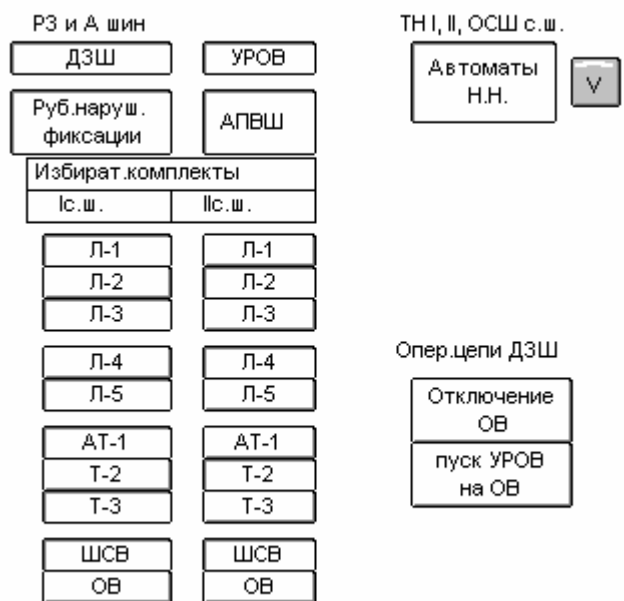
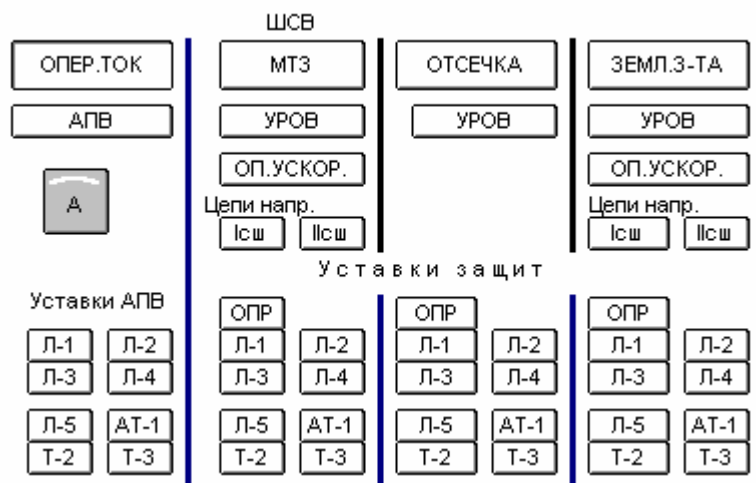
Цепи напряжения
 I сш. II сш. I сш. II сш. I сш. II сш.

Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №9 вывести в ремонт секционный выключатель СВ 220 кВ с включением разъединителей ремонтной перемычки. <i>Вывести в ремонт СВ-220 кВ с включением ремонтной перемычки.</i>	ТЭ-2М	17
	Модус	21
На ПС №9 снять заземление и ввести в работу СВ 220 кВ, отключить разъединители в перемычке. <i>Ввести в работу СВ-220 кВ.</i>	ТЭ-2М	18
	Модус	22

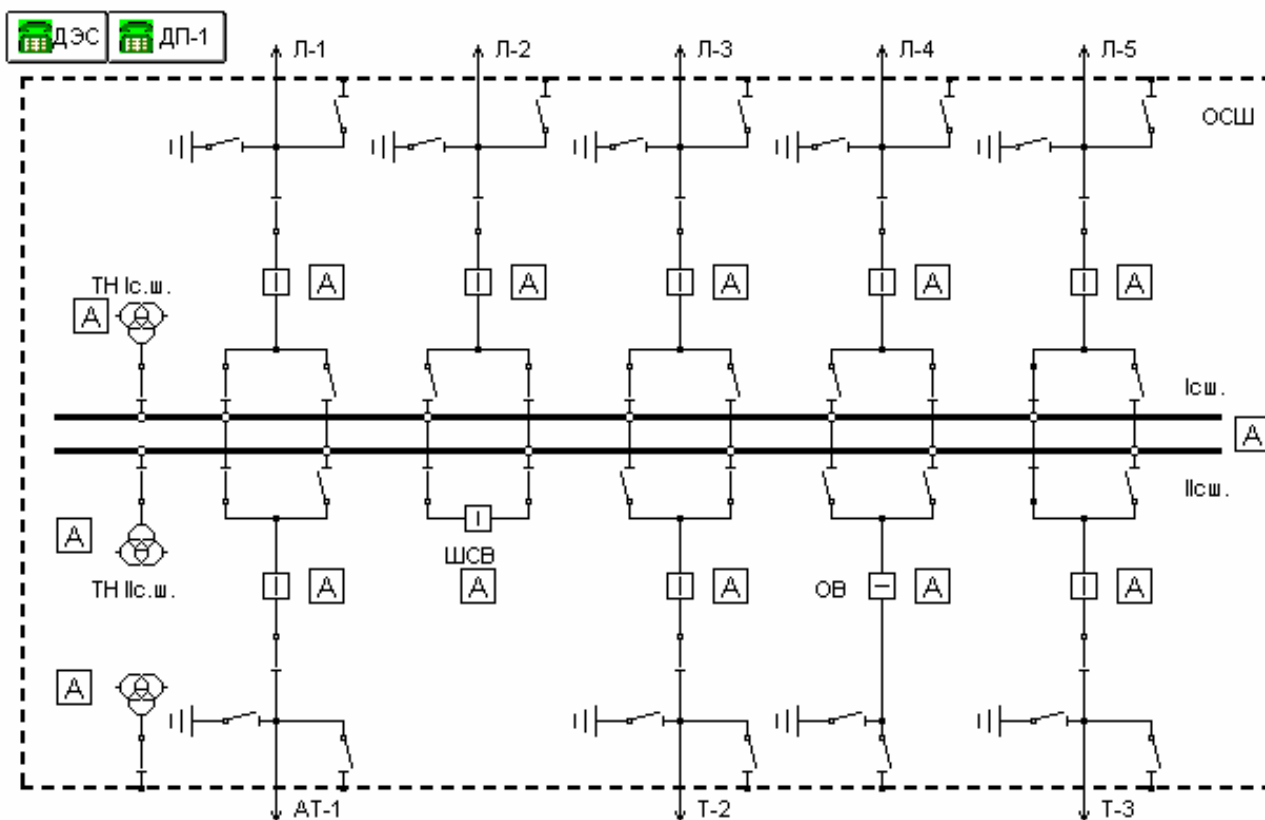


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 перевести все присоединения с I с.ш. 110 кВ, находящейся в работе, на II (резервную) с.ш. с помощью ШСВ. <i>В РУ-110 кВ перевести все присоединения с I на II с.ш. с помощью ШСВ.</i>	ТЭ-2М	19
	Модус	23
На ПС №1 в РУ 110 кВ перевести линию Л1 с I с.ш. на II с.ш. 110 кВ, а линию Л2 – со II с.ш. на I с.ш. 110 кВ с использованием ШСВ 110 кВ. <i>В РУ-110 кВ произвести перефиксацию Л-1 и Л-2 с помощью ШСВ.</i>	ТЭ-2М	20
	Модус	24



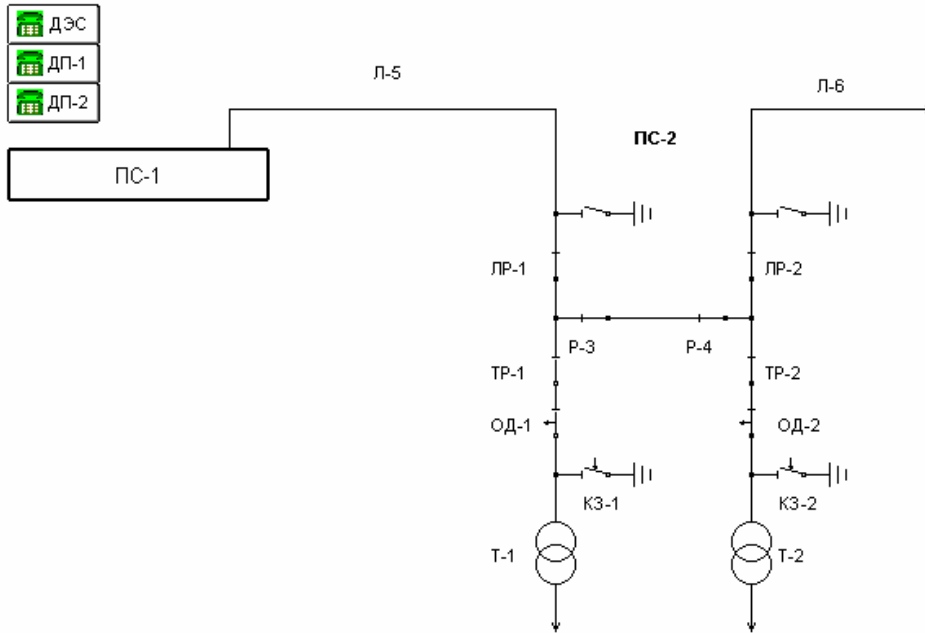


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 перевести все присоединения с I с.ш. 110 кВ, находящейся в работе, на II (резервную) с.ш. без помощи ШСВ. В РУ-110 кВ перевести все присоединения с I с.ш на II с.ш. без ШСВ.	ТЭ-2М	21
	Модус	25

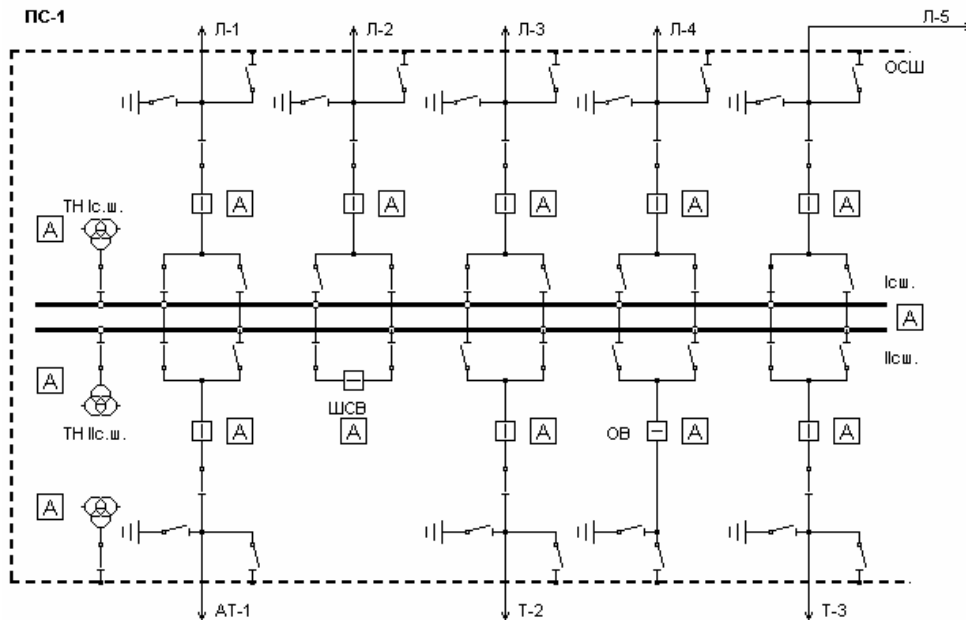


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 в РУ 220 кВ, где часть присоединений имеет по 2 выключателя на цепь, перевести линию Л21 с I на II с.ш., а линию Л22 со II на I с.ш. без помощи ШОВ.	ТЭ-2М	22
	Модус	нет

Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 вывести в ремонт выключатель и линейные разъединители линии 110 кВ Л5 с заменой выключателя на ШСВ. В РУ-110 кВ вывести в ремонт В и ЛР Л-5 с заменой ШСВ.	ТЭ-2М	23
	Модус	27
На ПС №1 ввести в работу после ремонта выключатель и линейные разъединители линии Л5, включенной в работу на I с.ш. с помощью ШСВ. В РУ-110 кВ ввести в работу В и ЛР Л-5.	ТЭ-2М	24
	Модус	28



Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 в РУ 110 кВ вывести из схемы (без наложения заземления) выключатель линии Л2 с заменой его обходным выключателем (ШОВ). В РУ-110 кВ вывести из схемы В Л-2 с заменой его ОВ.	ТЭ-2М	25
	Модус	26



Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 в РУ 110 кВ ввести в схему выключатель линии Л2, находящейся в работе с помощью обходного выключателя.	ТЭ-2М	26
	Модус	нет
На ПС №1 перевести выключатель совмещенного исполнения ШОВ 220 кВ, используемый как ШСВ, в режим ОВ, связанного с I с.ш. 220 кВ. Затем опробовать обходную систему с помощью ШОВ.	ТЭ-2М	27
	Модус	нет

4. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студента включает в себя изучение лекционного материала и дополнительной литературы по дисциплине при подготовке к лабораторным занятиям, а также задания, закрепляющие изученный материал и являющиеся основой для подготовки к лабораторным работам. В качестве заданий на самостоятельную работу студент получает задание на очередную лабораторную работу и в домашних условиях подготавливает последовательность основных операций и действий по оперативным переключениям и формирует бланк оперативных переключений. При этом каждый студент имеет возможность реализации полученных знаний в демо-версиях программного комплекса «Модус» и ПВК «Советчик диспетчера».

Контроль степени усвояемости материала осуществляется с помощью вопросов для самопроверки, тестов, рефератов. Также на каждой лекции предусмотрен 5 минутный опрос студентов по ранее (и самостоятельно) изученному материалу.

Темы рефератов для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Оперативные переключения в электроэнергетических системах».

1. Общие вопросы управления и ведения режимов работы в энергосистемы.
2. Организационная структура диспетчерского управления энергосистемой.
3. Связь между административно-хозяйственным и оперативным управлением.
4. Функции и задачи диспетчерской службы и структура ее построения.
5. Основные требования к режиму энергосистемы.
6. Прогнозирование графиков нагрузки энергосистемы.
7. Информационное и методическое обеспечение оперативных задач ведения режима энергосистемы.
8. Разработка оперативной схемы энергосистемы на основе характерных графиков нагрузки.
9. Управление нормальным режимом для обеспечения надежности энергосистемы.
10. Вывод оборудования в ремонт и контроль за его ремонтом.
11. Основные виды ошибок при оперативных переключениях.
12. Основные меры по предотвращению системных аварий, порядок их ликвидации.
13. Обслуживание энергосистем противоаварийной автоматикой.
14. Организация эксплуатации воздушных ЛЭП.
15. Организация эксплуатации кабельных линий электропередач.
16. Виды ремонтных работ и условия их производства в электрических сетях различного назначения.
17. Действия персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций.
18. Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов.
19. Схема и этапы оперативного управления.
20. Противоаварийные тренировки и работа на тренажерах.

График самостоятельной работы студентов

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые нагляд. и метод. пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			практич. (семин.)	лаборат.		содерж.	часы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием. Прием и оценка исходной информации. Принятие решений. Эмоциональные перегрузки		1	Цирель Я.А. Оперативные переключения как этап стандартного цикла оперативного управления. Основные определения и стандартные термины.	Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием	1	блиц-опрос
2	2	Схема и этапы оперативного управления. Этап обработки и оценки информации. Оценка ситуации и выбор альтернатив. Выбор плана действий. Этап реализации решения.			Цирель Я.А. Оперативные переключения как этап стандартного цикла оперативного управления. Основные определения и стандартные термины.	Схема и этапы оперативного управления	1	блиц-опрос
3	3	Оперативные состояния оборудования. Типовые схемы электрических соединений		2	Ю.В. Мясоедов, Н.В. Савина, А.Г. Ротачева. Проектирование электрической части электростанций и подстанций	Типовые схемы электрических соединений	2	блиц-опрос
4	3	Организация и порядок производства переключений в электроустановках. Отдача оперативной команды (распоряжения). Составление оперативных бланков и программ. Действия персонала при производстве переключений			Мясоедов Ю.В. Оперативные переключения при диспетчерском и технологическом управлении	. Отдача оперативной команды (распоряжения). Составление оперативных бланков и программ	2	контрольная работа
5	3	Последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрических цепей. Включение проверочных операций в бланк оперативных переключений		3	РД 153-34.0-20.505-2001. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках	Последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрических цепей	2	блиц-опрос
6	3	Операции в схемах релейной защиты и автоматики. Переключения на подстанциях выполненных по упрощенным схемам.			РД 153-34.0-20.505-2001. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках	Переключения на подстанциях выполненных по упрощенным схемам	2	блиц-опрос
7	3	Перевод присоединений с одной системы шин на другую. Действия персонала при выводе в ремонт системы сборных шин и вводе их в работу после ремонта. Переключения при выводе в ремонт выключателей и вводе их в работу после ремонта. Типовые бланки и программы переключений		4	РД 153-34.0-20.505-2001. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках	Типовые бланки и программы переключений	1	защита индивидуальных домашних заданий
8	4	Причины аварий и отказов. Основные виды ошибок при оперативных переключениях.			РД 34-20.561-92.Типовая инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем	Основные виды ошибок при оперативных переключениях	2	блиц-опрос
9	4	Оценка аварийного положения и задачи оперативного персонала. Разделение функций по ликвидации аварий между оперативным персоналом.		5	Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом	Разделение функций по ликвидации аварий между оперативным персоналом	2	контрольная работа
10	4	Самостоятельные действия персонала при ликвидации аварий на подстанциях.			Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом	Самостоятельные действия персонала при ликвидации аварий на подстанциях	1	блиц-опрос
11	4	. Действия персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций		6	Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом	Действия персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций	2	блиц-опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	5	Основные аспекты обучения. Работа на тренажерах. Назначение и устройство учебного тренажера ТЭ-2М. Назначение и устройство компьютерного тренажера «Модус». Указания к проведению занятий на тренажерах			ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А. Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”	Назначение и устройство учебного тренажера ТЭ-2М	2	блиц-опрос
13	5	Порядок проведения лабораторных и учебных занятий на тренажерах. Формулировка оперативных задач при занятиях на тренажерах		7	ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А. Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”	Формулировка оперативных задач при занятиях на тренажерах	2	Защита рефератов
14	5	Типовые задания для занятий на тренажерах. Примеры упражнений при работе на тренажерах			ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А. Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”	Типовые задания для занятий на тренажерах	2	защита индивидуальных домашних заданий
15	6	Алгоритмы автоматизированного формирования последовательности оперативных переключений. Компьютерная система «Советчик диспетчера». Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов		8	Советчик диспетчера. Инструкция по Тренэнерго / М.Я. Куно, А.В. Малышев, Б.Р. Морозович, В.А. Сулимов, Ю.И. Чалисов	Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов	1	комплексное задание

В процессе изучения дисциплины (после каждого лабораторного занятия) студенты последовательно разрабатывают предложенные преподавателем вопросы к самостоятельной работе и защищают их согласно графику, указанному в учебно-методической (технологической) карте дисциплины.

На последнем лабораторном занятии студенты защищают комплексное задание целиком, с его анализом и оценкой принятых инженерных решений.

5. Методические указания по выполнению домашних заданий и контрольных работ

Комментарии к задаче по отключению и включению воздушных и кабельных линий тупикового питания.

По своему положению в сети воздушные и кабельные линии электропередачи напряжением 6 кВ и выше могут иметь одностороннее и двухстороннее питание. К первым относятся линии так называемого тупикового питания, ко вторым - транзитные линии. Подстанции, питаемые по тупиковым линиям, в большинстве случаев принадлежат промышленным, сельскохозяйственным и другим предприятиям и обслуживаются их оперативным персоналом.

Отключение линий тупикового питания для ремонта приводит к прекращению электроснабжения потребителей, о чем потребители должны заранее предупреждаться. В ряде случаев при подготовке линии к отключению потребители перестраивают технологические процессы своих предприятий, а потребители, не терпящие перерыва в электроснабжении, переходят на питание от резервного источника. Задачей оперативного персонала ПЭС перед снятием напряжения с выводимой в ремонт линии является проверка готовности потребителей к отключению линии, что соответствует требованию надежности электроснабжения. С этой целью отключение питающей линии целесообразно начинать со стороны подстанции потребителей, его оперативным персоналом, а потом продолжить отключение со стороны питающей подстанции, где перед отключением выключателя линии проверяется отсутствие на ней нагрузки.

Для отключения питающей линии и выполнения на ней ремонтных работ не требуется отключение других присоединений, подключенных к шинам питаемой подстанции. После окончания ремонтных работ и подготовки схемы линии к включению подачу напряжения на линию осуществляют со стороны питающей подстанции, а потом уже включают выключатель линии на питаемой подстанции. При этом напряжение подается сразу всем потребителям.

Комментарии к задаче по отключению и включению спаренных линий.

Отключение для ремонта одной из спаренных линий, когда обе линии включены и несут нагрузку, согласно "Типовой инструкции", производится при снятом напряжении с обеих сторон линий. Не разрешается снимать (подавать) напряжение с одной из линий отключением (включением) ручным приводом ее линейных разъединителей (ЛР). Для снятия напряжения со спаренного фидера следует предварительно перевести питание нагрузки питаемым подстанциям от резервных источников. Для безопасности персонала перед отключением ЛР выводимой в ремонт линии необходимо проверить отсутствие напряжения на развилке ЛР спаренных линий. После отключения линейного разъединителя выводимой линии на питающей подстанции следует восстановить схему нормального питания на подстанции, имеющей второе питание, а затем продолжить операции по выводу в ремонт необходимой линии.

По окончании работ по ремонту линии и снятия защитных заземлений необходимо: снять напряжение со спаренного фидера; на питающей подстанции проверить отсутствие напряжения с обеих сторон разъединителей; при отсутствии напряжения включить линейные разъединители линии; ввести в работу спаренный фидер; восстановить нормальные схемы на питаемых подстанциях.

***Комментарии к задаче по выводу в ремонт и из
ремонта транзитной линии.***

Перед отключением в ремонт транзитной линии необходимо тщательно проверить режимы работы подстанции и ТЭС. В этой связи отключение линии целесообразно начинать со стороны ТЭС, режим работы которой непосредственно зависит от числа включенных в работу линий связи с системой.

После отключения выключателя линии на ТЭС подстанция переходит на одностороннее питание от другого источника, где на питающей линии должен быть вывешен диспетчерский плакат "Транзит разомкнут". Наличие плаката обязывает персонал однократно подавать напряжение по питающей линии при ее автоматическом отключении без предварительного получения распоряжения диспетчера, с последующим его уведомлением.

После окончания работ отключением заземляющих ножей с линии следует начинать со стороны подстанции, что сокращает число телефонных переговоров с диспетчером, если напряжение на линию будет подаваться со стороны подстанции. Подавать напряжение по линии следует, как правило, со стороны системы в сторону станции. Опробование напряжением линии со стороны станции может иметь тяжелые последствия для станции, если на линии окажется короткое замыкание, а выключатель линии откажет в отключении.

***Комментарии к задаче по выводу в ремонт и
выводу из ремонта силового трансформатора.***

Отключение силовых трансформаторов на подстанциях выполняется, как правило, со стороны нагрузки, то есть со стороны низкого (НН) и среднего (СН) напряжений. В такой же последовательности обычно отключаются и разъединители, хотя на практике в зависимости от местных условий последовательность их отключения может быть иной, если другой путь следования оперативного персонала к разъединителям будет короче.

Для обеспечения безопасных условий работ на оборудовании достаточно иметь по одному видимому разрыву с каждой стороны, откуда выключателем может быть подано напряжение к месту работы. В данном случае со стороны 10 и 220 кВ трансформатор достаточно отключить трансформаторными, а со стороны 110 кВ трансформаторными шинными разъединителями. Отключение же ШР со стороны 10 и 220 кВ существенно не повышает безопасности работ и не рекомендуется без особой надобности проводить операции с ними под напряжением. После окончания ремонтных работ снятие установленных на оборудовании заземлений следует начинать со стороны низкого, среднего и высокого напряжений, чтобы на обратном пути можно было включить трансформаторные разъединители высокого, среднего и низкого напряжения.

Включение трансформаторов под напряжение производят со стороны высшего напряжения. Включение часто сопровождается броском тока намагничивания, первоначальное значение которого может в несколько раз (5-10) превысить номинальное значение тока трансформатора. Номинальные токи обмоток НН и СН существенно больше номинального тока обмотки ВН (отношение этих токов равно значению коэффициента трансформации трансформатора). Если бы включение производилось со стороны НН, то прохождение большого тока намагничивания привело бы к резкому снижению напряжения на шинах НН, что отрицательно сказалось бы на работе потребителей. Поэтому не рекомендуется включение силовых трансформаторов под напряжением со стороны низкого напряжения.

Представленная в лабораторных работах последовательность операций и действий является оптимальной с точки зрения экономии движений и наиболее соответствующей требованиям типовых инструкций и правил техники эксплуатации, поэтому в упражнениях на тренажере следует придерживаться этой последовательности.

Комментарии к заданиям аварийных режимов работы

Действия оперативного персонала при возникновении аварийной ситуации на подстанции в реальных условиях сводятся к следующему: сбору и систематизации поступившей информации; анализу собранной информации, т.е. установлению связи ее с теми или иными событиями, опознанию того, что произошло; принятию оперативного решения (составлению плана ответных действий) на основе имеющейся информации; реализации плана ответных действий и его корректировка в зависимости от визуальных наблюдений, накопления новой информации и действительного хода ликвидации аварии.

Источниками информации о возникновении аварийной ситуации на подстанциях являются устройства автоматической сигнализации, измерительные приборы, совокупности сигналов о действии релейной защиты и автоматики. Подобные источники информации имеются и на тренажере. Имитаторами устройств автоматической сигнализации служат звуковые сигналы, световые сигналы ключей управления выключателей, отделителей и короткозамыкателей. В момент автоматического отключения или включения коммутационного аппарата и возникновения несоответствия между положением аппарата и его ключами управления грифы ключей светятся мигающим светом.

В ряде случаев в целях ограничения информации, которую можно было бы получить со щита тренажера, сигнальные лампы схем отдельных подстанций автоматически гасятся на все время ликвидации аварийного режима на питающей подстанции. Это сделано для того, чтобы обучающийся, не видя обстановки сложившейся в сети, например, на ответвленной подстанции при отключении транзитной питающей линии, мог принять решения, предписанные инструкциями (например, подать напряжение по отключившейся линии для питания потребителей ответвленной подстанции и т. д.).

6. Перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности выпускников

В процессе обучения студенты используют промышленные разработки необходимые для последующей их реализации в диспетчерской деятельности: промышленные компьютерные тренажеры «Модус» и «Советчик диспетчера».

Данные программные продукты используются при обучении, повышении квалификации и переподготовки диспетчеров энергосистем и энергопредприятий, а также для проведения противоаварийных тренировок в процессе эксплуатации. Подробное их описание приведено в учебном пособии Мясоедова Ю.В. Оперативные переключения при диспетчерском и технологическом управлении. Благовещенск: Амурский гос. ун-т. 2002.

7. Методические указания по применению современных информационных технологий

1. Презентации, слайды, учебный фильм по производству оперативных переключений. ОАО «АВВ» - 2 компакт диска.
2. Схемы, таблицы, рисунки под медиакомплекс;
3. Лазерные пленки к проектоскопу по оперативным переключениям - 18 шт.
4. Плакаты по стандартным задачам оперативных переключений.
5. Комплект индивидуальных заданий на производство переключений.
6. Тренажер городской распределительной электрической сети.
7. Тренажер диспетчера энергосистемы.
8. Компьютерный тренажер «Модус».
9. Лабораторный оперативно-информационный комплекс «Телемеханика и связь в распределительных сетях».

8. Методические указания по организации межсессионного контроля знаний студентов

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие виды промежуточного контроля знаний студентов:

- пятиминутный опрос студентов на каждой лекции;
- выполнение 4 контрольных работ по рассмотренным темам;
- проведение 2 коллоквиумов по лекционному материалу;
- студенты, не посещающие лекционные и практические занятия, представляют рефераты по пропущенным темам.

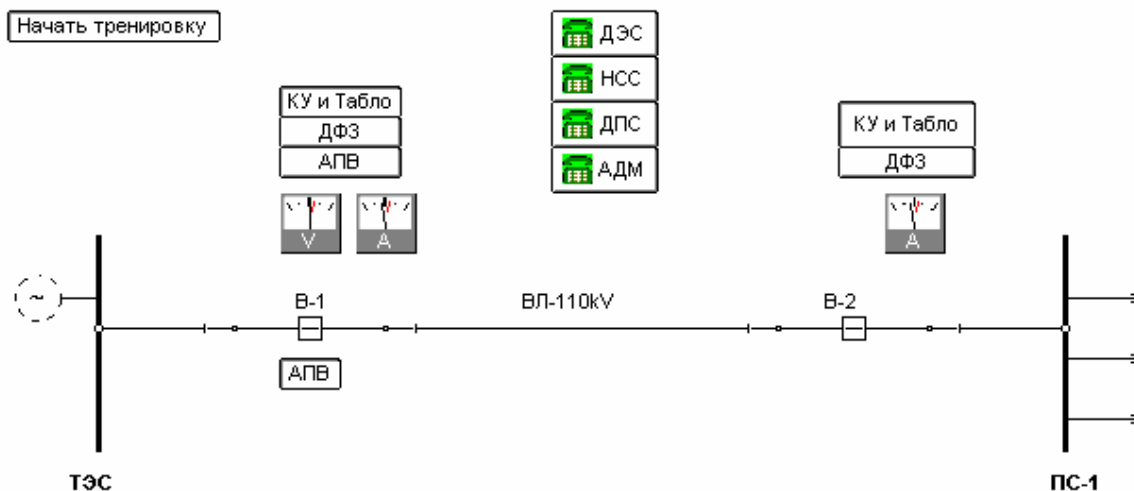
К промежуточным формам контроля знаний относятся:

- блиц-опрос на лекциях по пройденному материалу;
- контрольные работы;
- выполнение рефератов с последующей их защитой;
- задания по разработке бланка, программы и карты переключений.

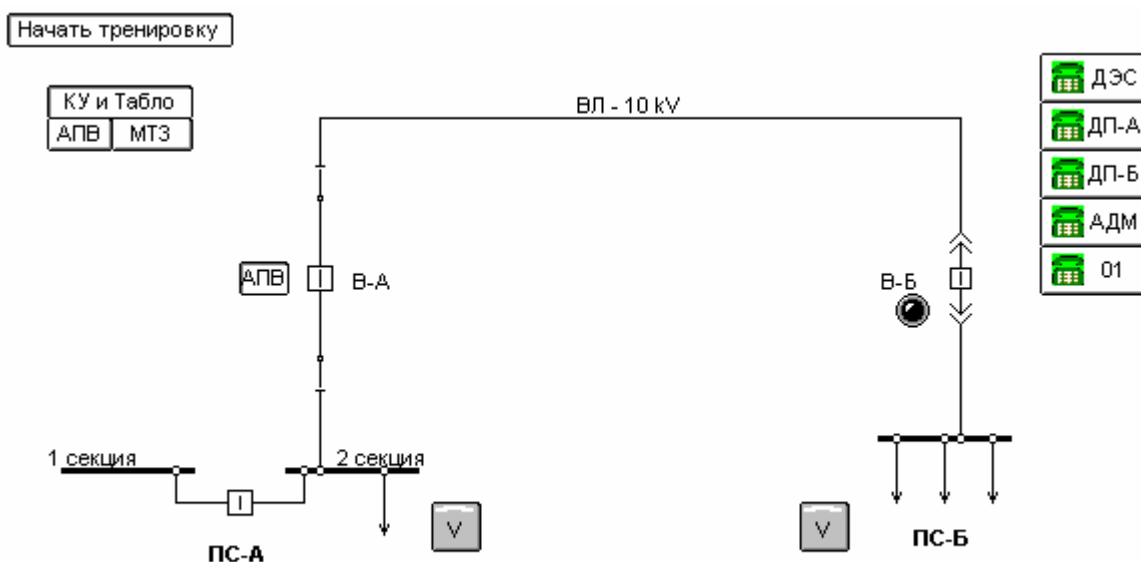
9. Комплекты заданий для лабораторных работ, контрольных работ, домашних заданий

Задания аварийных режимов

Формулировка задания	Тренажер	№ задания
Аварийное отключение ВЛ 110 кВ тупикового питания на ТЭС (успешное дистанционное включение).	ТЭ-2М	нет
	Модус	29
Аварийное отключение. ВЛ 110 кВ тупикового питания на ТЭС (неуспешное дистанционное включение).	ТЭ-2М	нет
	Модус	30

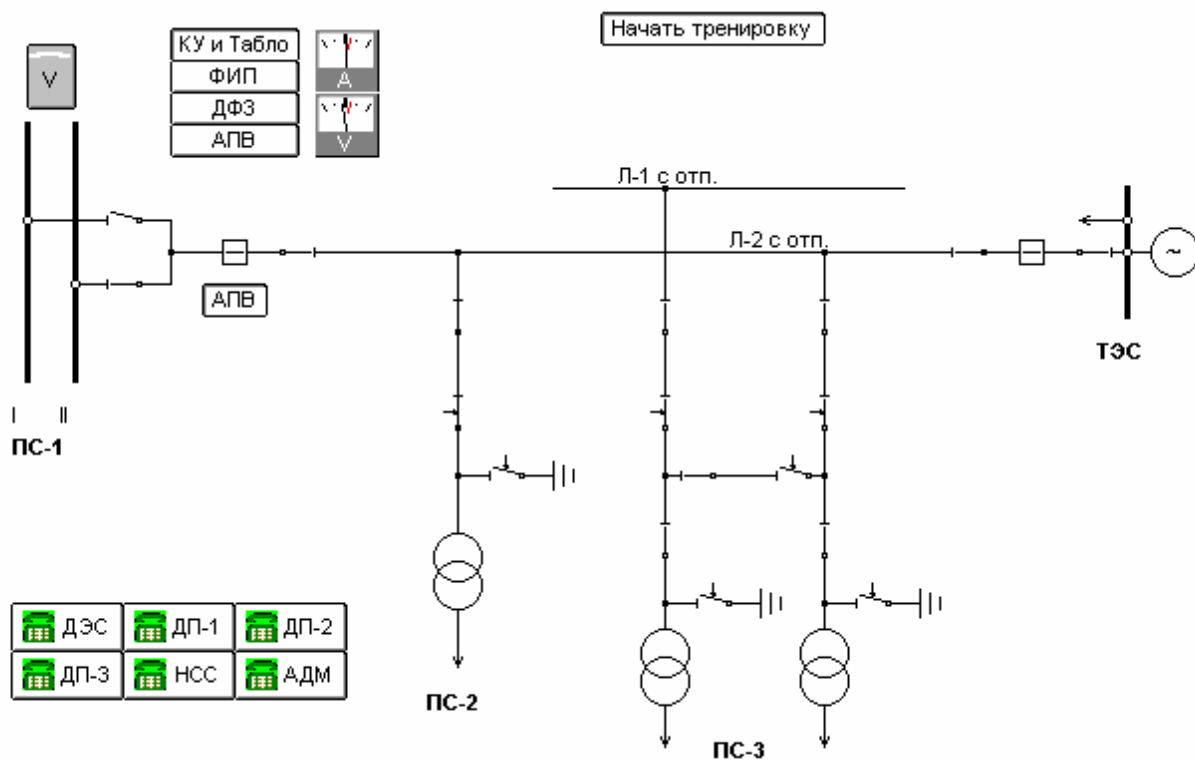


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №3 автоматически отключилась линия тупикового питания 10 кВ Л1013, АПВ неуспешное. Аварийное отключение ВЛ 10 кВ тупикового питания на ТЭС (с возгоранием ячейки).	ТЭ-2М	28
	Модус	31

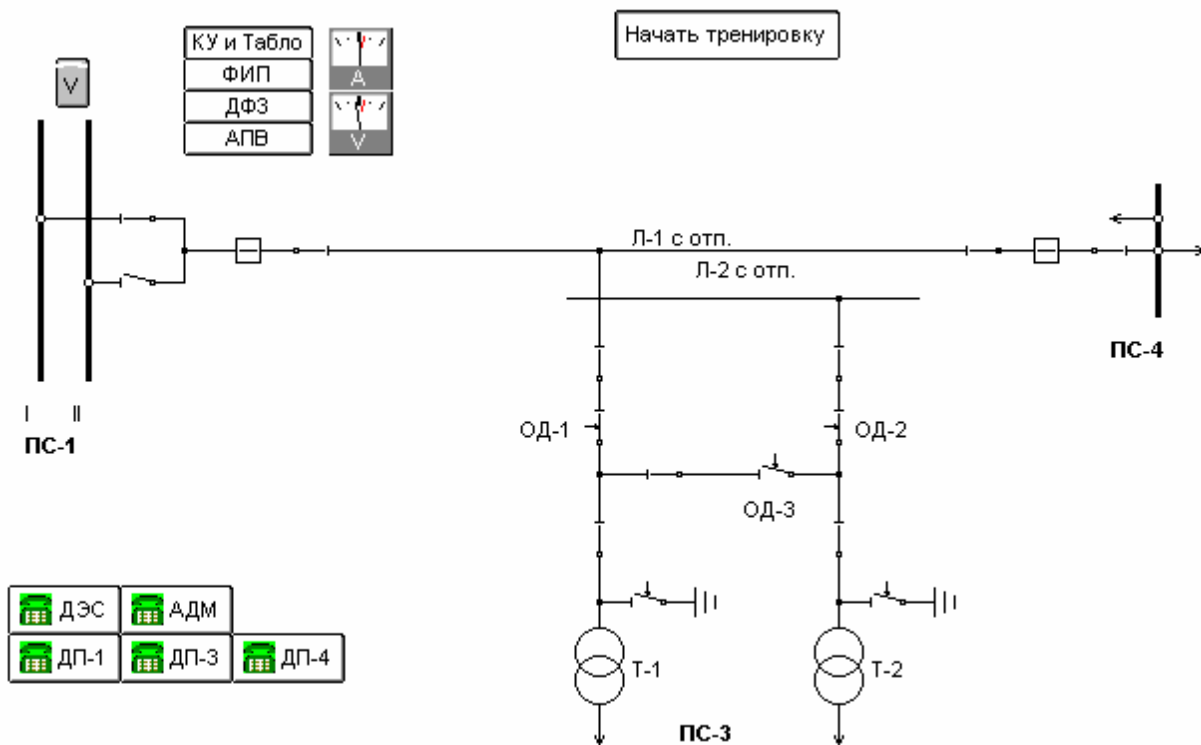


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 автоматически отключилась транзитная линия 220 кВ Л21. АПВ неуспешное.	ТЭ-2М	29
	Модус	нет

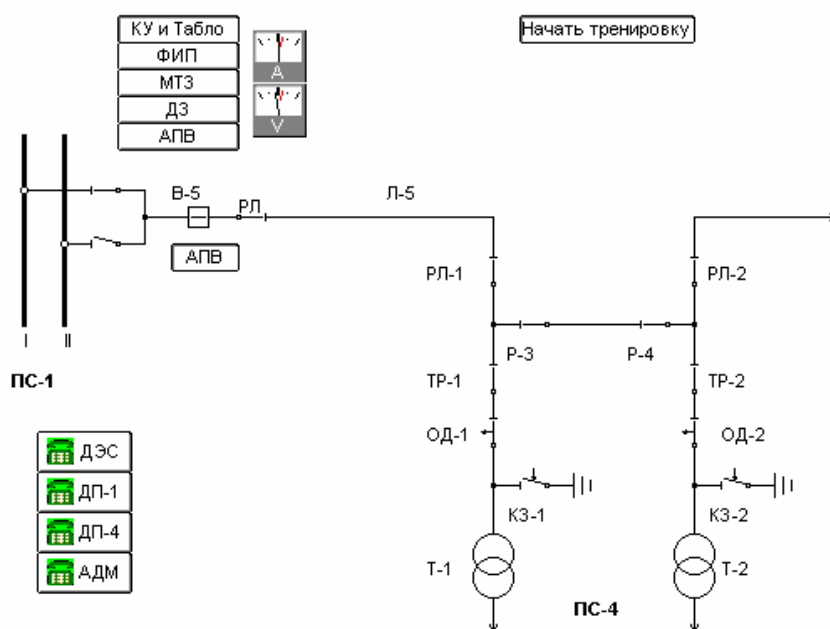
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 автоматически отключилась транзитная линия 110 кВ Л4 с ответвлением на ПС №2 и №3, АПВ неуспешное. <i>Аварийное отключение транзитной ВЛ 110 кВ с отпайками с неуспешным АПВ.</i>	ТЭ-2М	30
	Модус	34



Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 автоматически отключилась транзитная линия 110 кВ Л3 с ответвлением на ПС №3, АПВ неуспешное. <i>Аварийное отключение транзитной ВЛ 110 кВ с отпайкой с неуспешным АПВ.</i>	ТЭ-2М	31
	Модус	33

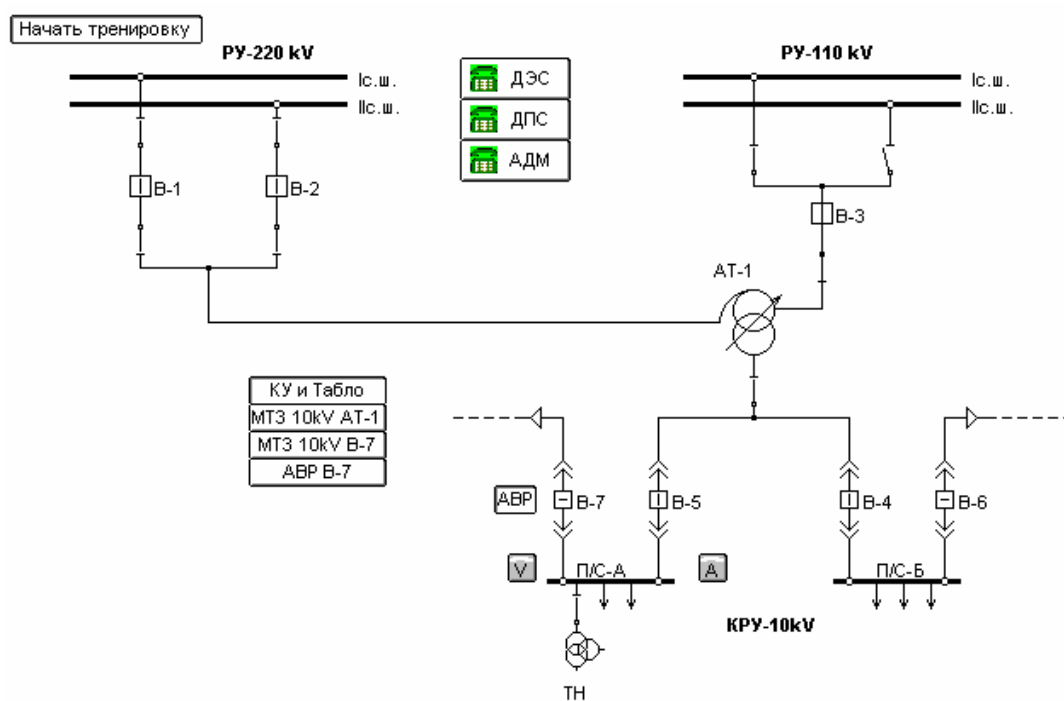


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На PC №1 автоматически отключилась транзитная линия Л5, АПВ неуспешное. <i>Аварийное отключение транзитной ВЛ 110 кВ с неуспешным АПВ.</i>	ТЭ-2М	32
	Модус	32



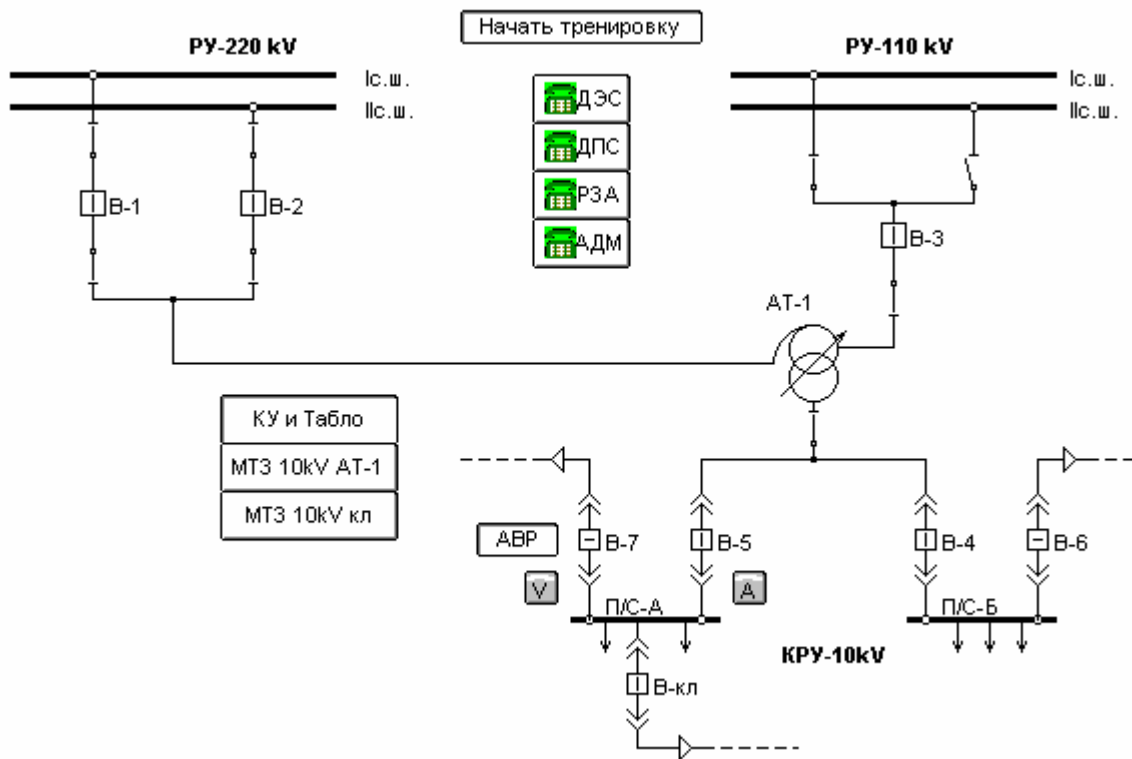
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 автоматически отключился выключатель 3-ей секции шин 10 кВ трансформатора Т3.	ТЭ-2М	33
	Модус	нет

Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 автоматически отключился выключатель 1-ой секции шин 10 кВ автотрансформатора АТ1. <i>Аварийное отключение выключателя 10 кВ АТ1 (повреждение ТН-10 кВ).</i>	ТЭ-2М	34
	Модус	35

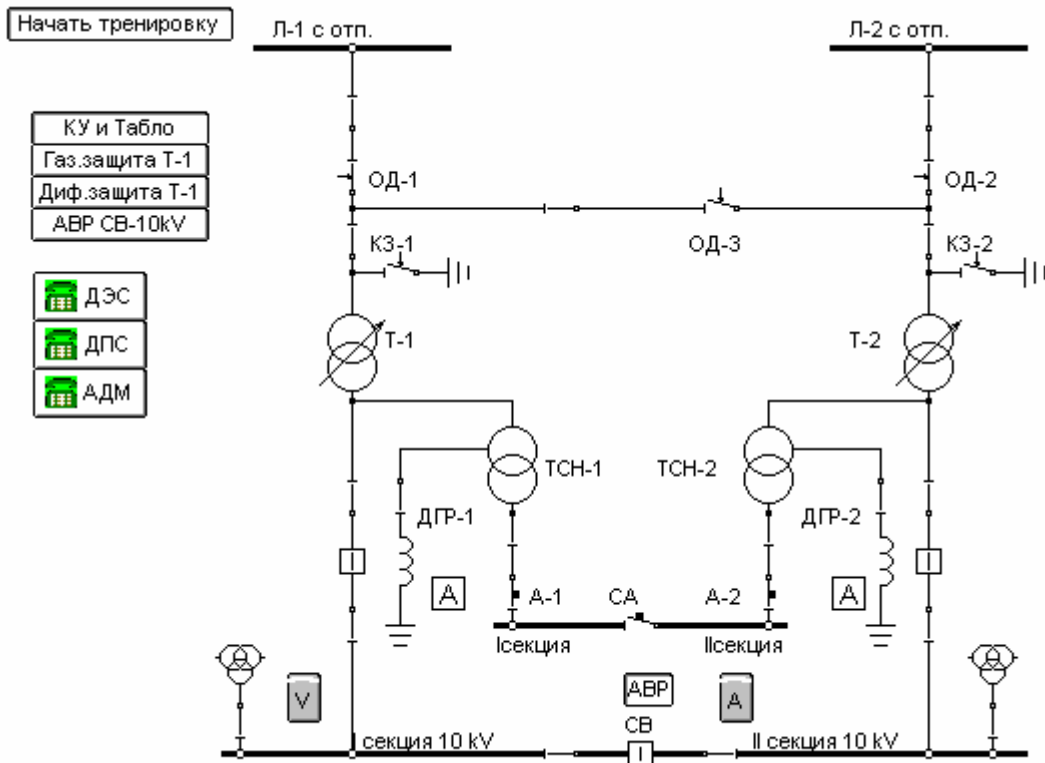


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №4 автоматически отключился выключатель трансформатора Т2.	ТЭ-2М	36
	Модус	нет

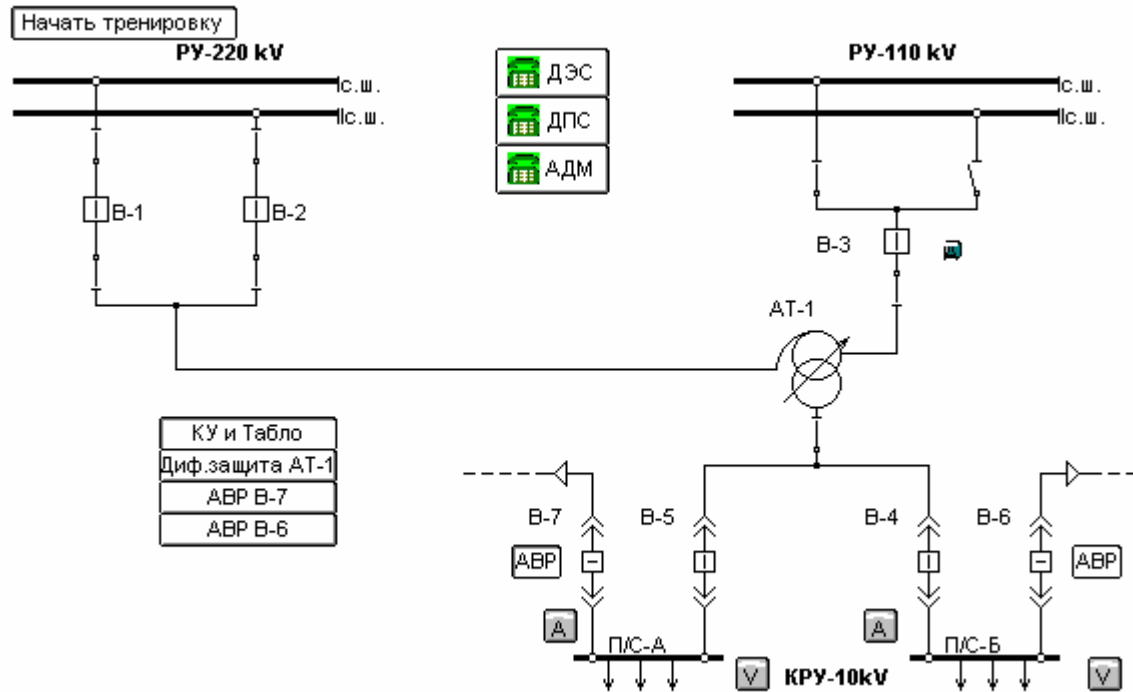
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 автоматически отключился выключатель 4-ой секции шин 10 кВ трансформатора Т3. <i>Аварийное отключение выключателя 10 кВ АТ1 (КЗ на отходящем фидере).</i>	ТЭ-2М	35
	Модус	36



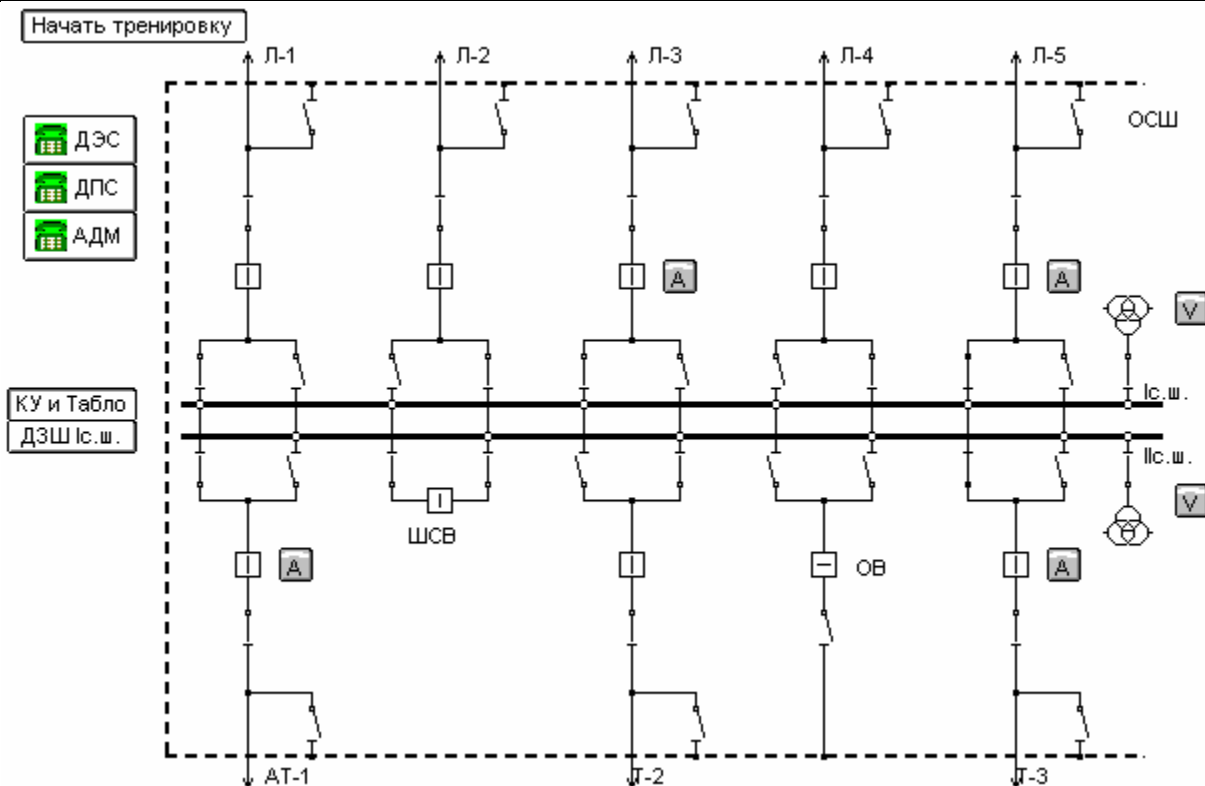
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №3 автоматически отключился трансформатор Т1. Аварийное отключение трансформатора 110/10 кВ.	ТЭ-2М	37
	Модус	37



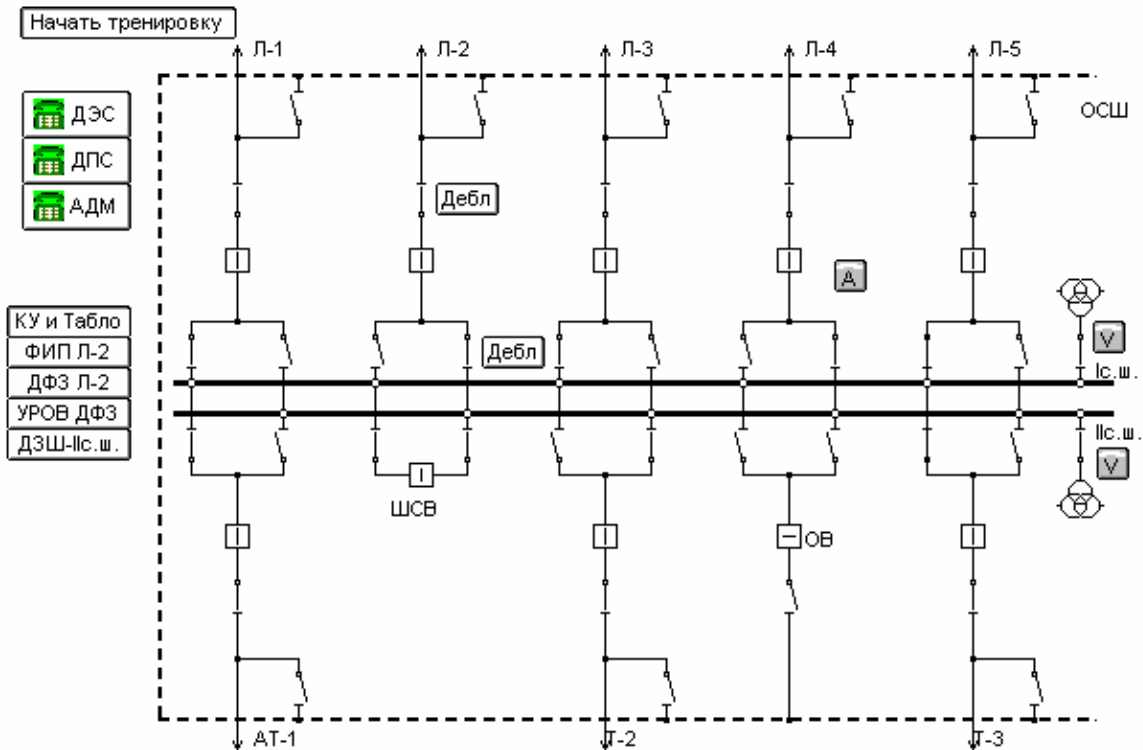
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС-1 отключился с трех сторон трансформатор ТЗ. Аварийное отключение АТ-1 с трех сторон.	ТЭ-2М	38
	Модус	38



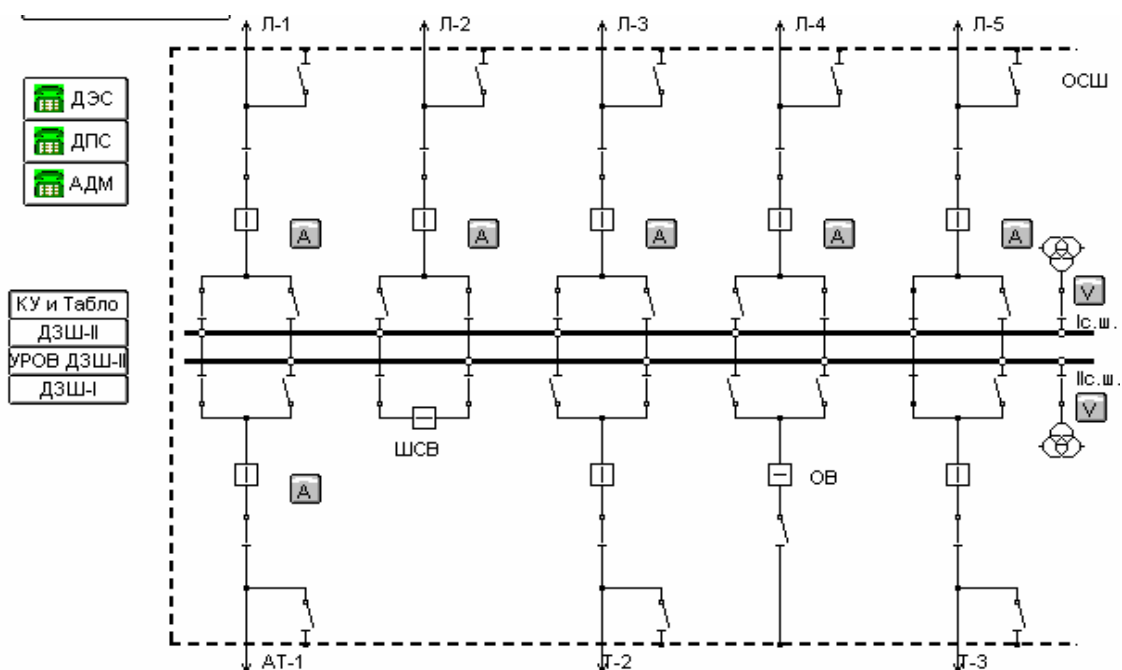
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС-1 в РУ 220 кВ автоматически отключились все выключатели 1 с.ш. Аварийное отключение 1 с.ш.	ТЭ-2М	39
	Модус	39



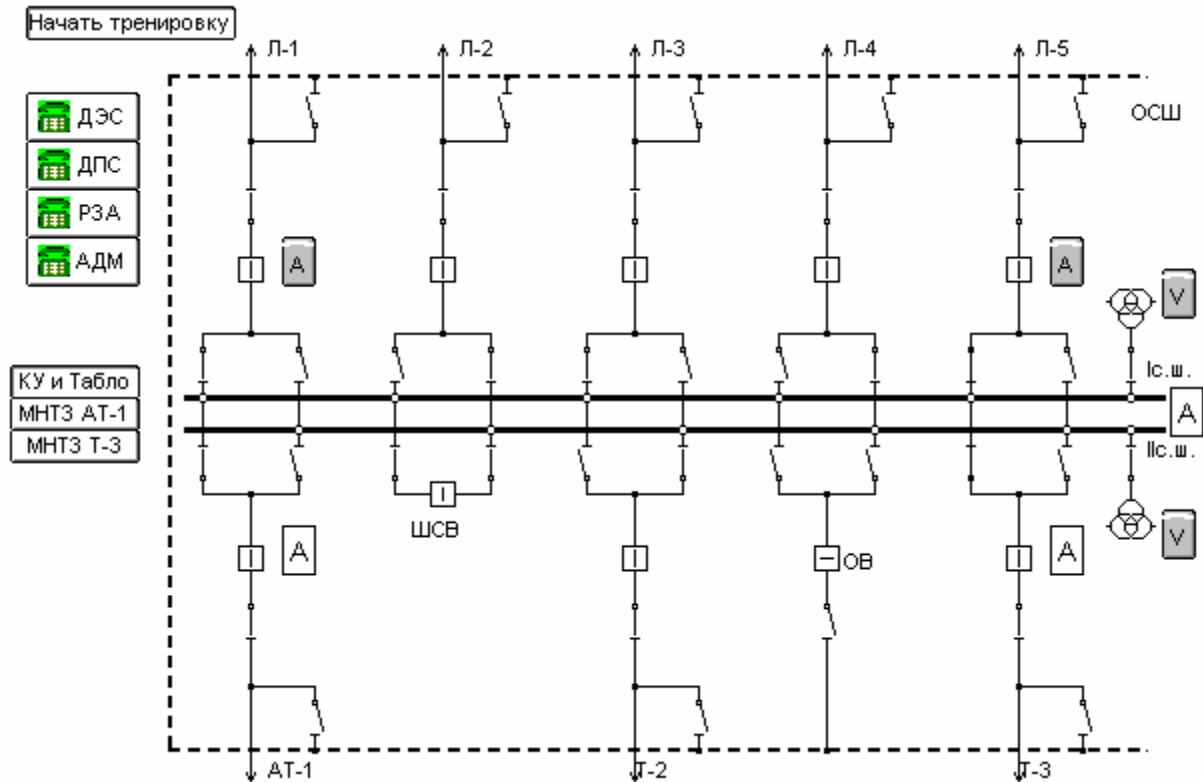
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС-1 в РУ 110 кВ автоматически отключилась часть выключателей и пропало напряжение на 1 с.ш. <i>Аварийное отключение с.ш. 110 кВ от УРОВ.</i>	ТЭ-2М	40
	Модус	41



Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС-1 отключилась часть выключателей и пропало напряжение на 1 и 2 с.ш. <i>Аварийное отключение двух с.ш.</i>	ТЭ-2М	41
	Модус	40

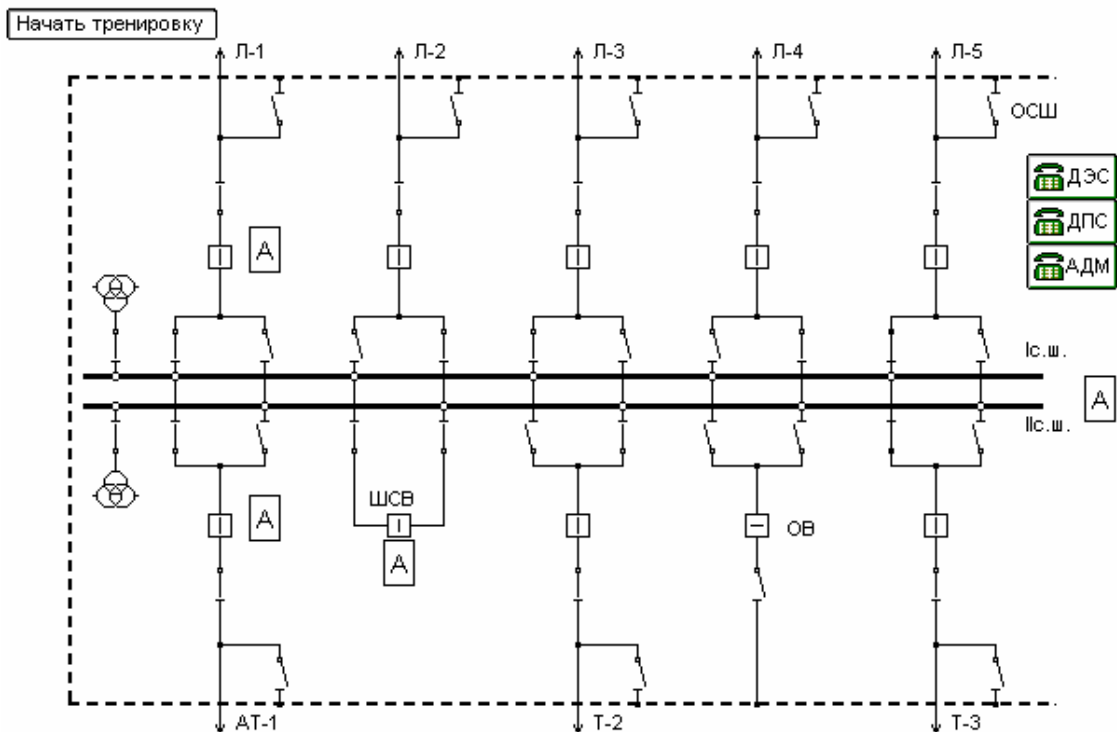


Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС-1 автоматически отключились выключатели автотрансформатора АТ1 и трансформатора Т3 от 1 с.ш. 110 кВ и на ней пропало напряжение. <i>Аварийное отключение с.ш. 110 кВ от резервных защит.</i>	ТЭ-2М	42
	Модус	42



В АТ-1				РЗ и А шин			
ОПЕР.ТОК	ДЗТ	ГАЗОВАЯ 3-ТА	МТЗ 110кВ	ДЗШ-I	УРОВ-I		
АПВ	УРОВ		УРОВ	ДЗШ-II	УРОВ-II		
	ОПЕР.УСК.		ОПЕР.УСК.	Руб.наруш. фиксации	АПВШ		
А	Цепи напряжения				Избирает комплекты		
	Iсш	Iлш	Iсш	Iлш	Iсш	Iлш	
	Токowe цепи защит						
	АТ-1	ОВ	АТ-1	ОВ	АТ-1	ОВ	
Оперативные цепи защит и автоматики							
АТ-1	ОВ	АТ-1	ОВ	АТ-1	ОВ	АТ-1	ОВ
В Т-3							
ОПЕР.ТОК	ДЗТ	ГАЗОВАЯ 3-ТА	МТЗ 110кВ	Л-1	Л-1		
АПВ	УРОВ		УРОВ	Л-2	Л-2		
	ОПЕР.УСК.		ОПЕР.УСК.	Л-3	Л-3		
А	Цепи напряжения				Л-4	Л-4	
	Iсш	Iлш	Iсш	Iлш	Iсш	Iлш	
	Токowe цепи защит				Л-5	Л-5	
	Т-3	ОВ	Т-3	ОВ	АТ-1	АТ-1	
Оперативные цепи защит и автоматики							
Т-3	ОВ	Т-3	ОВ	Т-2	Т-2	Т-3	Т-3
				ШСВ	ШСВ	ОВ	ОВ

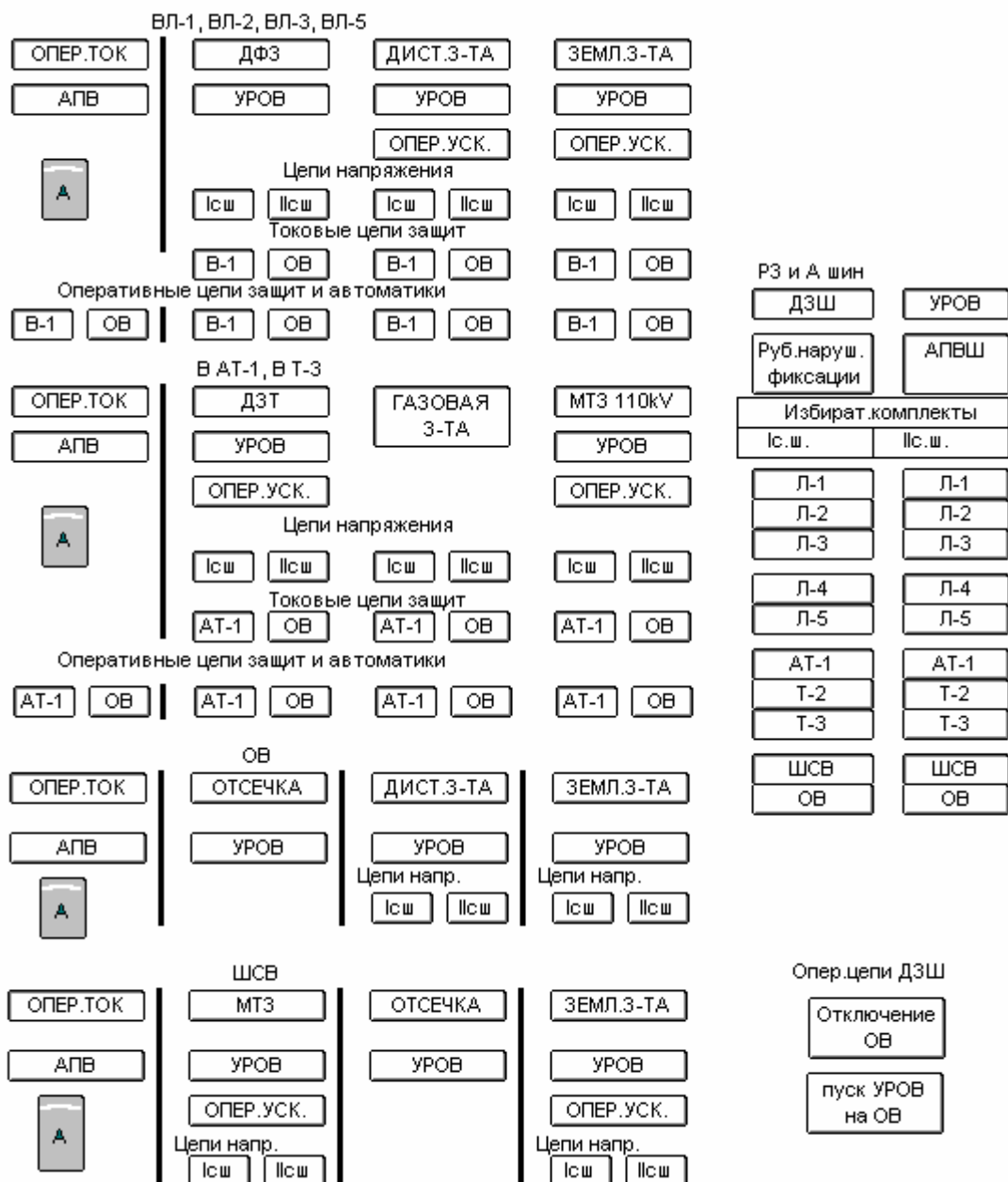
Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 нагрелся докрасна контакт шинного разъединителя 1 с.ш. 110 кВ линии Л1. <i>Недопустимый нагрев контакта ШР ВЛ-110 кВ.</i>	ТЭ-2М	43
	Модус	43



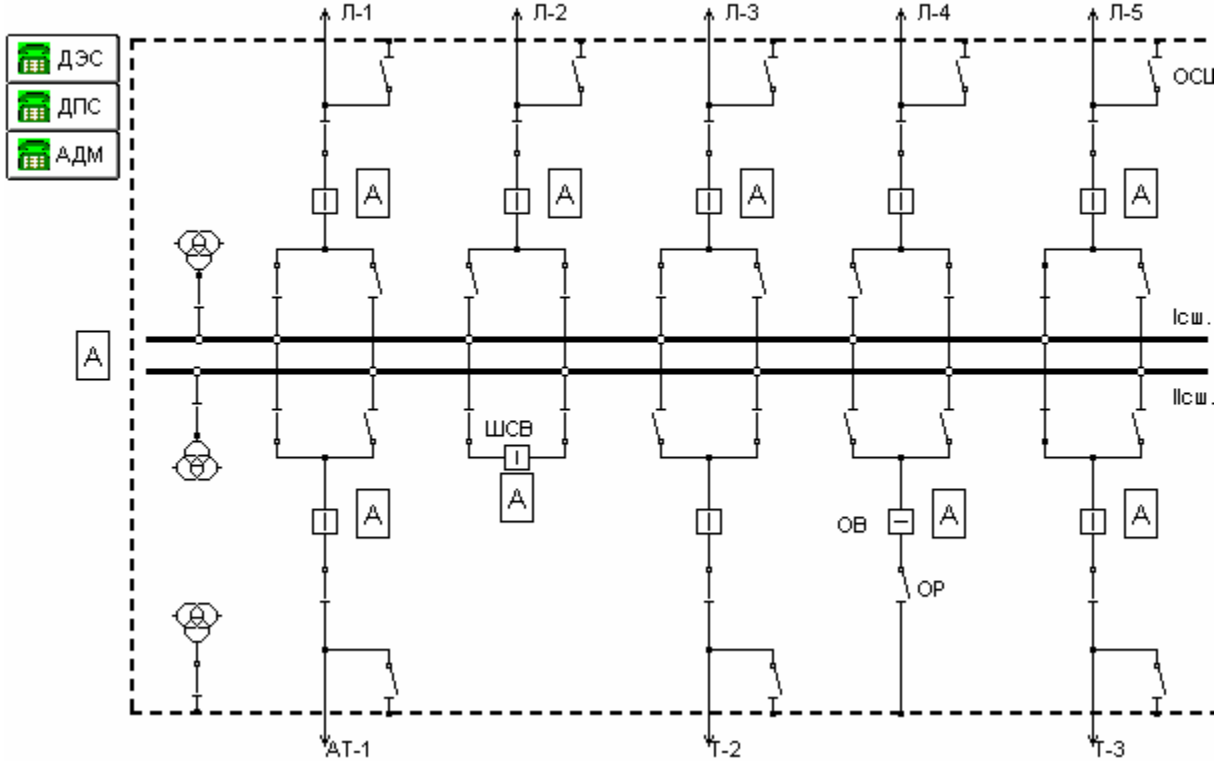
ОПЕР.ТОК	В Л-1	ДФЗ	ДИСТ.З-ТА	ЗЕМЛ.З-ТА	РЗ и А шин	ДЗШ	УРОВ
АПВ		УРОВ	УРОВ	УРОВ	Руб.наруш. фиксации	АПВШ	
А		ОПЕР.УСК.	ОПЕР.УСК.	ОПЕР.УСК.	Избирает комплекты		
	Цепи напряжения	Iсш	IIсш	Iсш	Iс.ш.	IIс.ш.	
	Токовые цепи защит	В-1	ОВ	В-1	ОВ	ОВ	
	Оперативные цепи защит и автоматики	В-1	ОВ	В-1	ОВ	В-1	ОВ
ОПЕР.ТОК	В АТ-1	ДЗТ	ГАЗОВАЯ З-ТА	МТЗ 110кV	Л-1	Л-1	
АПВ		УРОВ		УРОВ	Л-2	Л-2	
А		ОПЕР.УСК.		ОПЕР.УСК.	Л-3	Л-3	
	Цепи напряжения	Iсш	IIсш	Iсш	IIсш	IIсш	
	Токовые цепи защит	АТ-1	ОВ	АТ-1	ОВ	ОВ	
	Оперативные цепи защит и автоматики	АТ-1	ОВ	АТ-1	ОВ	АТ-1	ОВ
ОПЕР.ТОК	ШСВ	МТЗ	ОТСЕЧКА	ЗЕМЛ.З-ТА	Л-4	Л-4	
АПВ		УРОВ	УРОВ	УРОВ	Л-5	Л-5	
А		ОПЕР.УСК.		ОПЕР.УСК.	АТ-1	АТ-1	
	Цепи напр.	Iсш	IIсш	Iсш	IIсш	IIсш	
	Цепи напр.	Iсш	IIсш	Iсш	IIсш	IIсш	

Формулировка задания	Тренажер	№ задания
<i>Недопустимый нагрев контакта ШР ВЛ-110 кВ (при ШСВ в ремонте).</i>	ТЭ-2М	нет
	Модус	44
На ПС №1 сильно нагрелся контакт и требуется вывод в ремонт шинного разъединителя 1 с.ш. 110 кВ линии Л1. <i>Недопустимый нагрев контакта ШР ВЛ-110 кВ (с выводом в ремонт).</i>	ТЭ-2М	44
	Модус	45

Формулировка задания	Тренажер	№ задания
На ПС №1 обнаружено отсутствие масла в баке выключателя 220 кВ линии Л22. <i>Течь масла из масляного выключателя ВЛ-110 кВ.</i>	ТЭ-2М	45
	Модус	46

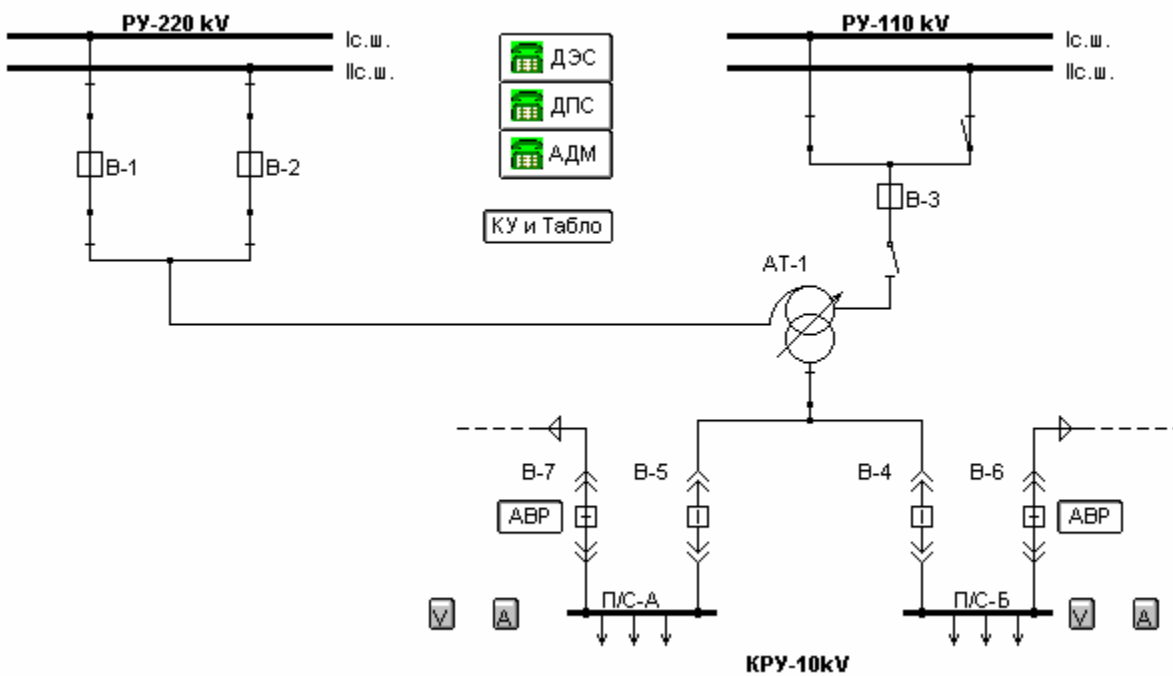


Начать тренировку



Формулировка задания	Тренажер	№ задания
<i>Течь масла из ввода 220 кВ автотрансформатора.</i>	ТЭ-2М	нет
	Модус	47
<i>Потеря охлаждения автотрансформатора.</i>	ТЭ-2М	нет
	Модус	48

Начать тренировку



10. Фонд тестовых и контрольных заданий для оценки качества знаний по дисциплине

В качестве примера подробно приведены 9 заданий, остальные даны в учебном пособии Мясоедова Ю.В. Оперативные переключения при диспетчерском и технологическом управлении. Благовещенск: Амурский гос. ун-т. 2002.

Оперативные задачи

ЗАДАЧА 1. Вывести в ремонт одну из двух рабочих систем шин и заземлить с двух сторон разъединитель ТН этой системы шин.

Исходная схема - см. рис. 1. ОРУ-220 кВ ПС «Центральная-Тренэнерго» с двумя рабочими и одной обходной системами шин. ШСВ и ОВ совмещены (вариант без перемычки между обходной и рабочей системами шин). На I с.ш. АТ3, АТ1, Л-201; на II с.ш. АТ4, АТ2. ШОВ включен. Имеется АПВ на обеих системах шин, УРОВ, ДЗШ с фиксированным распределением присоединений. Предусмотрен автоматический перевод цепей напряжения защит при переводе присоединений на другие шины. Все разъединители с одним (ручным) приводом на три фазы. Взаимное расположение присоединений соответствует схеме ОРУ. Нагрузка присоединений, в том числе ШОВ, от 600 до 1000 А на каждом, нагрузка сборных шин на отдельных участках до 2000 А. Обходные шины без напряжения.

Задание. Составить бланк переключений с целью перевести присоединения на II с.ш., снять напряжение с I с.ш. и заземлить с двух сторон разъединитель ТН I с.ш. (РТН1).

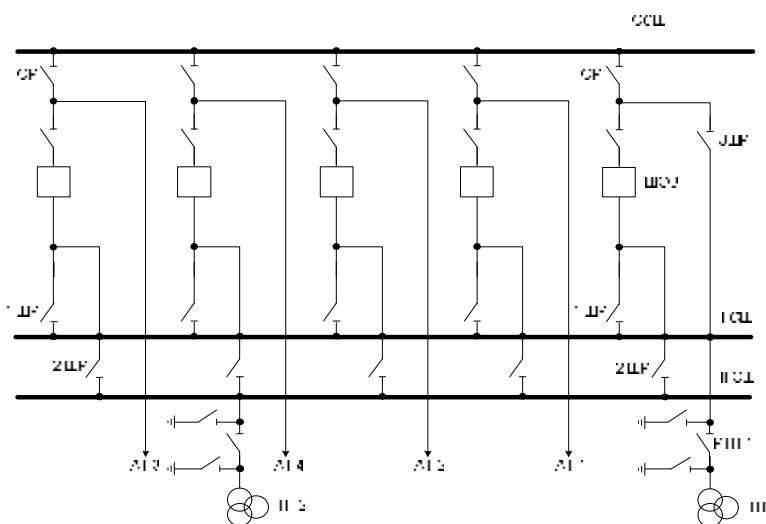


Рис. 1. Схема к задачам 1 и 2

ЗАДАЧА 2. Замена выключателя присоединения обходным выключателем в схеме с совмещенным обходным и шиносоединительным выключателем.

Исходная схема - см. рис.1. ОРУ-220 кВ ПС «Центральная-Тренэнерго» с двумя рабочими и обходной системами шин при совмещенном обходном и шиносоединительном выключателе (без перемычки между обходной и рабочей с.ш.). На I с.ш. - АТ3, АТ1, Л201; на II с.ш. - АТ4, АТ2. Совмещенный выключатель используется как ШСВ и включен, обходные разъединители всех присоединений отключены. Имеются АПВ шин и АПВ на Л201, УРОВ и ДЗШ, с фиксированным расположением присоединений. Основная быстродействующая защита Л201-ДФЗ; резервные защиты. Все разъединители с трехфазным приводом (привод ручной). Расположение присоединений в ОРУ соответствует схеме.

Задание. Составить бланк переключений на вывод из схемы собственного выключателя Л201 с заменой его обходным с переходом к отдельной работе рабочих шин (распределение присоединений по шинам не менять).

ЗАДАЧА 3. Вывести в ремонт выключатель в схеме четырехугольника.

Исходная схема - см. рис. 2. ОРУ-330 кВ ПС «Восточная-Тренэнерго» по схеме четырехугольника. Выключатели воздушные; разъединители с пофазными приводами (средняя фаза В), управление с места. На линиях Л306 и Л307 защиты ДФЗ, земляная и дистанционная, есть ТАПВ; на трансформаторах АТ1 и АТ2 газовая, дифференциальная и максимальные защиты 330, 110, и 10 кВ.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт выключателя В2 330 кВ для последующих работ по его ремонту и проверки его ТТ.

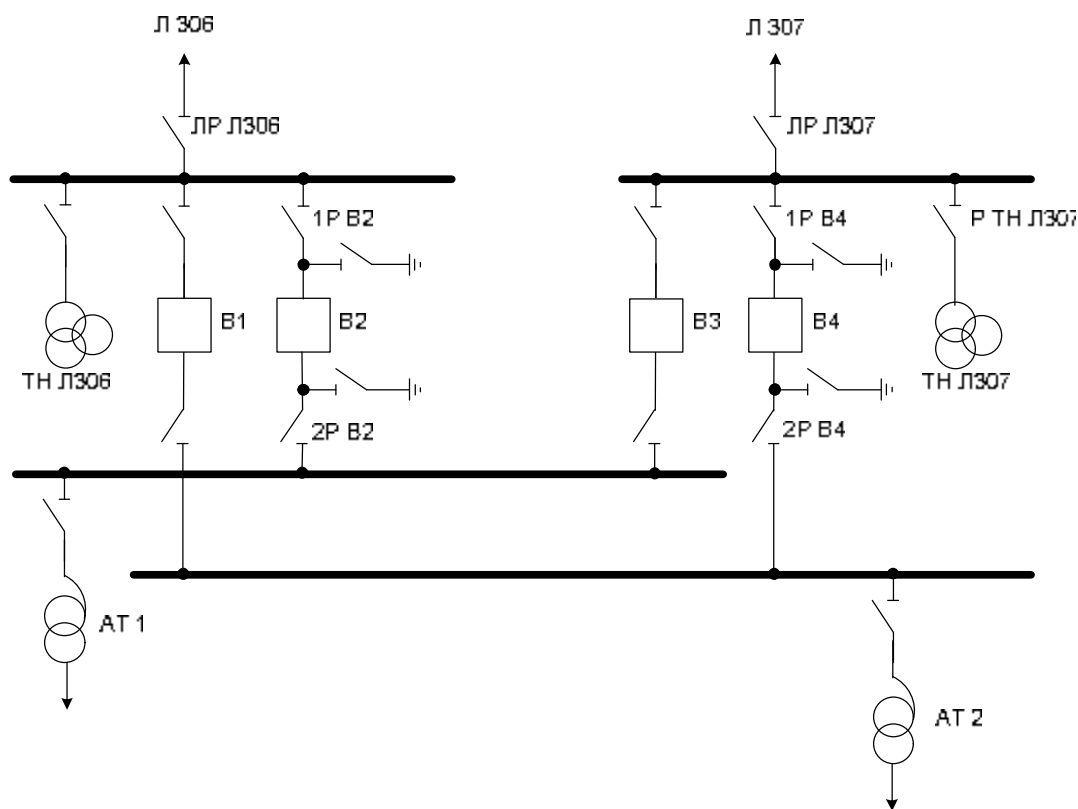


Рис. 2. Схема к задаче 3

ЗАДАЧА 4. Вывод в ремонт трансформатора 110 кВ на двухтрансформаторной подстанции, выполненной по упрощенной схеме с отделителями.

Исходная схема - см. рис.3. ОРУ-110 кВ транзитной двухтрансформаторной ПС выполнена по схеме мостика с выключателями в перемычке и отделителями на трансформаторах. Трансформаторы Т1 и Т2 работают раздельно на стороне 35 и 10 кВ. СВ 10 и 35 кВ отключены и на них введены двухсторонние АВР. СВ 110 кВ включен, линии Л1 и Л2 работают в транзите. ДГР 35 кВ (с регулированием без нагрузки) включен в нейтраль Т1. Нейтраль 110 кВ Т1 заземлена. На трансформаторах Т1 и Т2 введен АРНТ. Собственные нужды ПС питаются от ТСН1, введен АВР СН, срабатывающий при отключенном АВ1. Т1 и Т2 оснащены газовой, дифференциальной и максимальной защитами. Линии 110 кВ имеют основную защиту ДФЗ, резервные защиты - дистанционная и земляная (ускорение нормально выведено). На линиях 110 кВ введено АПВ.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт трехобмоточного трансформатора Т1 для последующих работ по его текущему ремонту (обтирка изоляции, отбор проб масла из вводов 110 кВ, проверка защит).

ЗАДАЧА 5. Вывод в ремонт выключателя перемычки в РУ-110 кВ по схеме мостика.

Исходная схема (см. рис.3) и состав оборудования соответствуют задаче №4.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в капитальный ремонт выключателя перемычки ВП в РУ-110кВ по схеме мостика; учитывая необходимость сохранения непрерывности транзита мощности по линиям электропередачи Л1 и Л2 перед выводом из работы выключателя перемычки замкнуть имеющуюся ремонтную перемычку.

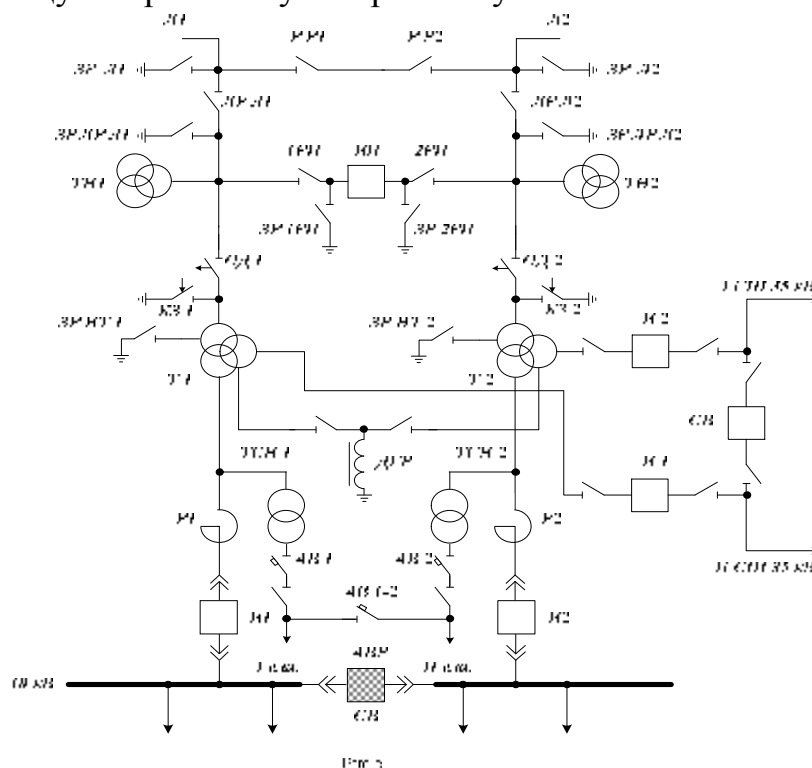


Рис. 3. Схема к задачам 4 и 5

ЗАДАЧА 6. Отключение одной из двух включенных со стороны питания под общий выключатель кабельных линий 10 кВ при сохранении в работе второй.

Исходная схема - см. рис.4. Зарядный ток кабельной линии 10 кВ составляет 1А. Управление разъединителями 1КР и 2 КР - червячным приводом с места. Выключатели В2 и В3 10 кВ относятся к разным узлам распределительной сети, причем возможна подача напряжения со стороны этой сети на КЛ 1 (КЛ 2). Длительное отключение одновременно КЛ 1и КЛ 2 недопустимо по режиму работы.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт КЛ 1 при сохранении в работе КЛ 2.

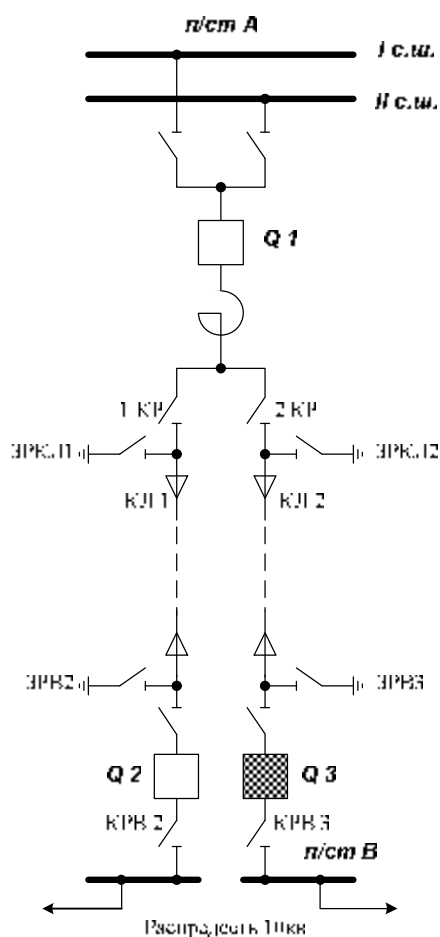


Рис. 4. Схема к задаче 6

ЗАДАЧА 7. Вывод в ремонт трансформатора собственных нужд 6/0,4 кВ.

Исходная схема - см. рис.5. Вторая секция 0,4 кВ (2С) имеет источник питания, способный покрыть нагрузку как первой, так и второй секции 0,4 кВ. Секционный автоматический выключатель 0,4 кВ (САВ) нормально отключен; на него действует АВР, срабатывающий при исчезновении напряжения на первой секции (1С). На ТСН 1 действует максимальная защита и защита минимального напряжения.

Задание. Составить бланк оперативных переключений по выводу в текущий ремонт трансформатора ТСН1.

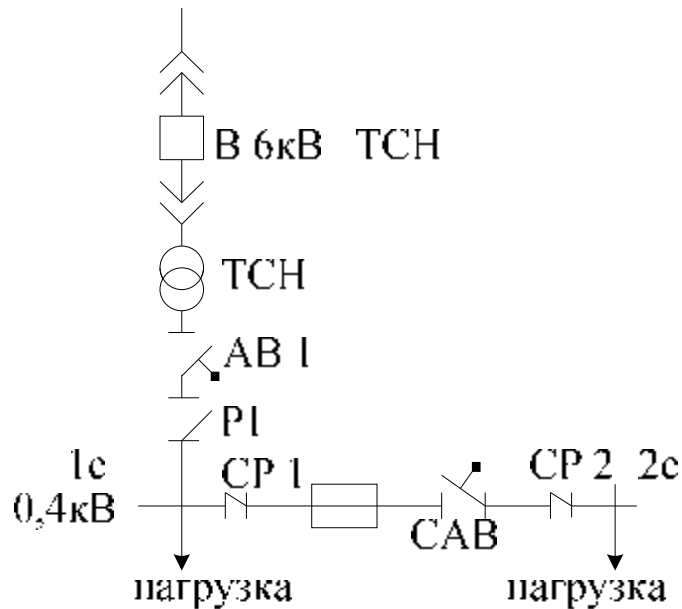


Рис. 5. Схема к задаче 7

ЗАДАЧА 8. Вывод в ремонт питающей кабельной линии 10 кВ.

Исходная схема - см. рис.6. Распределительная подстанция (РП) сети 10 кВ получает питание по двум кабельным линиям (КЛ 1и КЛ2) от ЦП с трансформаторами Т 1 и Т 2 через РУ-10 кВ с двумя секциями (1С и 2С), работающими отдельно. Питающие трансформаторы имеют АРНТ, на отключенном СВ 10 кВ ЦП введен двухсторонний АВР. По режиму сети отключение одной из питающих сеть линий допустимо. Имеющийся на РП секционный выключатель (СВР) отключен, на нем введен двусторонний АВР. На ЦП разъединители ячеек 10 кВ имеют ручные (рычажные) трехфазные приводы, на РП установлены ячейки с выкатными тележками.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт кабельной линии КЛ 1 (замена участка со состарившейся изоляцией).

ЗАДАЧА 9. Вывод в ремонт ТП распределительной сети 10 кВ.

Исходная схема участка распределительной сети 10 кВ представлена на рис.7. Распределительная сеть питается от двух ЦП (ЦП 1 и ЦП 2) соответственно через РП 1 и РП 2, раздел в сети - на ТП 2: выключатель нагрузки ВН 3 нормально отключен и на нем введен двухсторонний АВР. На выключателе Л1 в РП1 введено однократное АПВ.

Задание. Составить бланк переключений на вывод из работы ТП 1 для обтирки изоляции всего оборудования.

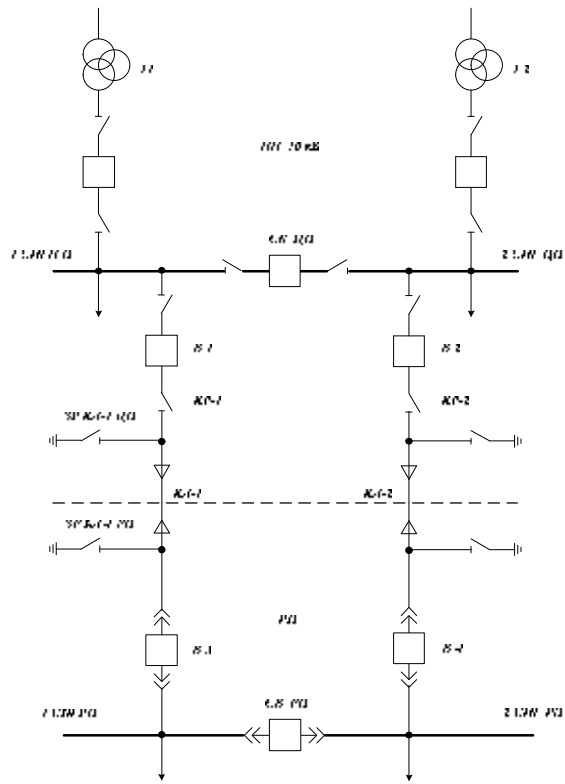


Рис. 6. Схема к задаче 8

схема

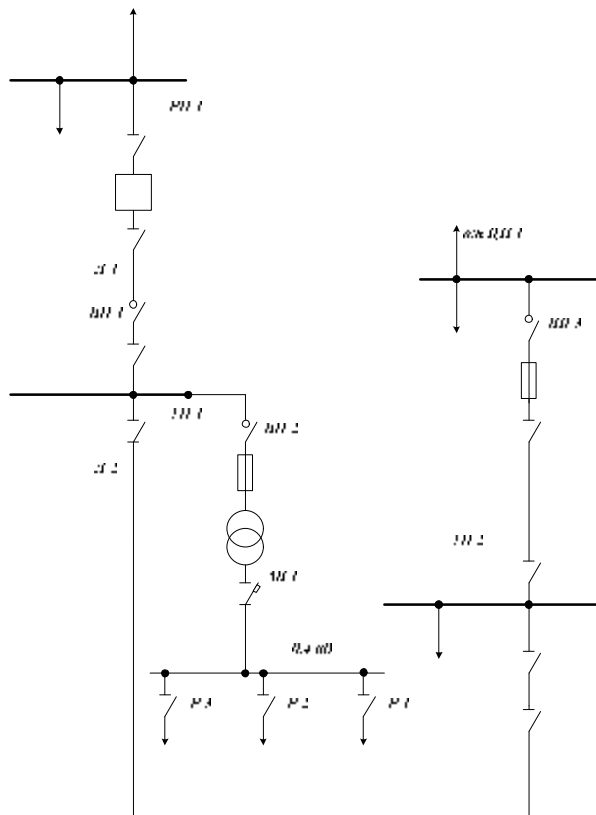


Рис. 7. Схема к задаче 9

11. Контрольные вопросы к зачету

1. Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием.
2. Схема и этапы оперативного управления.
3. Оперативные состояния оборудования.
4. Типовые схемы электрических соединений.
5. Организация и порядок производства переключений в электроустановках.
6. Отдача оперативной команды (распоряжения).
7. Составление оперативных бланков и программ.
8. Действия персонала при производстве переключений.
9. Последовательность основных операций и действий при отключении и включении электрических цепей.
10. Включение проверочных операций в бланк оперативных переключений.
11. Операции в схемах релейной защиты и автоматики.
12. Переключения на подстанциях выполненных по упрощенным схемам.
13. Перевод присоединений с одной системы шин на другую.
14. Действия персонала при выводе в ремонт системы сборных шин и вводе их в работу после ремонта.
15. Переключения при выводе в ремонт выключателей и вводе их в работу после ремонта.
16. Типовые бланки и программы переключений.
17. Причины аварий и отказов.
18. Основные виды ошибок при оперативных переключениях.
19. Оценка аварийного положения и задачи оперативного персонала.
20. Разделение функций по ликвидации аварий между оперативным персоналом.
21. Самостоятельные действия персонала при ликвидации аварий на подстанциях.
22. Действия персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций.
23. Работа на тренажерах.
24. Формулировка оперативных задач при занятиях на тренажерах.
25. Типовые задания для занятий на тренажерах.
26. Компьютерная система «Советчик диспетчера».
27. Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов.
28. Неполадки в работе трансформаторов, их устранения.
29. Действия персонала при срабатывании газовой защиты трансформатора.
30. Периодические осмотры трансформаторов.
31. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
32. Техника операций с выключателями.
33. Требования, предъявляемые к разъединителям с точки зрения оперативного обслуживания.
34. Осмотры разъединителей, отделителей, короткозамыкателей.
35. Техника операций с разъединителями и отделителями.

36. Осмотры и обслуживание комплектных распределительных устройств КРУ и КРУН.
37. Показатели, характеризующие исправное состояние контактов.
38. Измерение температуры и контроль нагрева контактных соединений.
39. Обслуживание и ремонт оперативной блокировки.
40. Действия оперативного персонала при срабатывании устройств РЗА.
41. Последовательность действий при исчезновении напряжения на шинах ПС.

12. Учебно-методические материалы по дисциплине

Перечень обязательной (основной) литературы

5. Мясоедов Ю.В. Оперативные переключения при диспетчерском и технологическом управлении. Уч.пособие. Благовещенск: Амурский гос. ун-т. 2002.
6. РД 153-34.0-20.505-2001. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках Российское акционерное общество энергетики и электрификации “ЕЭС РОССИИ”, М., 2001.
7. Цирель Я.А. Оперативные переключения как этап стандартного цикла оперативного управления. Основные определения и стандартные термины. Учеб. пособие. Ч.1. Изд. СПб. энерг. ин-та повышения квалификации руководящих работников и специалистов Минтопэнерго, 1995.
8. Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом. М.: Энергоатомиздат, 1990.

Перечень дополнительной литературы

6. РД 34-20.561-92. Типовая инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем. М.: СПО ОРГРЭС, 1992.
7. ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Опытный завод средств автоматизации и приборов ОЗАП Мосэнерго. М., 1988.
8. Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А. Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”. М., 1998.
9. Советчик диспетчера. Инструкция по Тренэнерго / М.Я. Куно, А.В. Малышев, Б.Р. Морозович, В.А. Сулимов, Ю.И. Чалисов. М.: НПЦ «Приоритет», 1999-2000.
10. Техническая документации фирмы “АББ Реле-Чебоксары (Автоматизация)”. Чебоксары, 1999-2002.
11. Ю.В. Мясоедов, Н.В. Савина, А.Г. Ротачева. Электрической часть электростанций и подстанций. Уч.пособие. Благовещенск: Амурский гос. ун-т. 2007.

Список использованной литературы

1. *Ломов В.Ф.* Методологические и теоретические проблемы психологии. М.: Наука, 1984.
2. *Маркушевич Н.С.* Автоматизированная система диспетчерского управления. М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. *Никифоров Г.С.* Самоконтроль как механизм надежности человека-оператора. Л.: ЛГУ, 1977.
4. Психологические особенности деятельности диспетчеров энергосистем. Метод. разработка. М.: Всесоюзный институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов, 1985.
5. Очерки психологии труда оператора / Под ред. *Е.А. Милеряна*. М.: Наука, 1974.
6. Теория и практика аутогенной тренировки. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л.: Медицина, 1980.
7. *Цирель Я.А.* Оперативные переключения как этап стандартного цикла оперативного управления. Основные определения и стандартные термины. Уч. пособие. Изд. СПб. энерг. ин-та повышения квалификации руководящих работников и специалистов Минтопэнерго, 1995.
8. *Цирель Я.А.* Использование дедуктивного метода при разработке программ обучения оперативного персонала. // *Электрические станции*. 1991. №4.
9. Типовая инструкция по переключениям в электроустановках ТИ 34-70-040-85. М.: СПО Союзтехэнерго, 1985.
10. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации / Мин. топлива и энергетики РФ, РАО "ЕЭС России": РД 34.20.501-95. Изд. 15-е. М.: СПО ОРГРЭС, 1996.
11. *Филатов А.А.* Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом. М.: Энергоатомиздат, 1990.
12. *Цирель Я.А.* Особенности оперативных переключений по отключению и включению электрических цепей. Учеб. пособие. Ч.2. Изд. СПб. энерг. ин-та повышения квалификации руководящих работников и специалистов Минтопэнерго, 1995.
13. Инструкции по монтажу и эксплуатации дутьевых приставок к отделителям и разъединителям 35-220 кВ горизонтально-поворотного типа. БТИ ОРГРЭС. М.: Энергия, 1966.
14. Типовая инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем РД 34-20.561-92. М.: СПО ОРГРЭС, 1992.
15. *Цирель Я.А.* Составление оперативного бланка (программы) производства переключений. Учеб. пособие. СПб., 1995.
16. *Цирель Я.А.* Загрузка оперативно-диспетчерского персонала энергосистем оперативными переключениями и характерные ошибки при переключениях. Учеб. пособие. СПб., 1995.
17. *Мурашко Н.В.* Новое издание норм технологического проектирования подстанций // *Электрические станции*. №3. 1992.

18. РАО “ЕЭС России”. Департамент генеральной инспекции по эксплуатации электростанций и сетей / Аварийность в электроэнергетике. // Информ. бюллетень № 12-94. М.: СПО ОРГРЭС, 1994.

19. *Клушин Ю.А. и др.* Некоторые рекомендации по построению модели энергоблока, закладываемые в тепловые электростанции. // Тепловые станции. 1976. №6.

20. *М.П. Лобанов, В.П. Скакун, Б.А. Науменко.* Оперативные переключения в схемах электрических соединений электростанций и подстанций. Метод. указания к лабораторным занятиям. Владивосток: ДВПИ, 1988.

21. ТЭ-2М. Метод. указания по применению тренажера в процессе обучения, инструкция по пользованию. Опытный завод средств автоматизации и приборов ОЗАП Мосэнерго. М., 1988.

22. *Амелин С.В., Березкин А.А., Гурьев Д.Е., Зайцев В.А.* Руководство пользователя программы “Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов - Модус”. М., 1998.

23. Советчик диспетчера. Инструкция по Тренэнерго / *М.Я. Куно, А.В. Малышев, Б.Р. Морозович, В.А. Сулимов, Ю.И. Чалисов.* М.: НПЦ «Приоритет», 1999-2000.

24. Техническая документация фирмы “АББ Реле-Чебоксары (Автоматизация)”. Чебоксары, 1999-2002.

25. *Сипачева О.В.* Разработка алгоритмов автоматизированного формирования последовательности оперативных переключений в РЭС. Автореф. дис. ... канд. техн. наук, М., 1998.

26. *Пономаренко И.С., Дичина О.В.* Автоматизированное формирование бланков переключений в задачах АСДУ распределительных сетей // Электрические станции. 1998. №2. С.63-69.

27. Комплексная система автоматизированного управления распределительными сетями «Мосэнерго» / *И.С. Пономаренко, Е.В. Дубинский, А.О. Тютюнов, О.В. Дичина и др.* // Вестник МЭИ. 1998. №1. С.68-72.

28. Комплексная автоматизированная система диспетчерского управления, учета электроэнергии и контроля ее качества для систем электроснабжения городов / *И.С. Пономаренко, Е.В. Дубинский, А.О. Тютюнов, О.В. Дичина* // М-лы Всерос. науч.-техн. конф. «Городские электрические сети в современных условиях». СПб. 1998. С.78-81.

29. Автоматизированные системы тренажерной подготовки в распределительных электрических сетях / *И.С. Пономаренко, М.А. Калугина, Т.А. Власова, О.В. Дичина* // Конф. по программным и методическим средствам для подготовки персонала для электроэнергетики. Тез. докл. СПб. 1996. С.34-36.

30. Повышение эффективности схемы распределительной сети 10 кВ АГК и разработка рекомендаций по рациональной КРМ, расчету ТКЗ и режимов систем электроснабжения / *И.В. Жежеленко, Н.В. Савина, Ю.В. Мясоедов, И.П. Антоненко, Л.А. Чубарь* // Отчет о НИР №10/86, № государственной регистрации 1860045518. Мариуполь: ММИ, 1988.

31. *Ю.В. Мясоедов, Л.З. Рыбалов, А.М. Сидоренко.* Автоматизация системы электроснабжения Ачинского глиноземного комбината. // Повышение

эффективности и качества электроснабжения: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. Киев. 1990.

32. *Жежеленко И.В., Мясоедов Ю.В.* Оперативное автоматическое управление реактивной мощностью на промышленных предприятиях. // Повышение эффективности и качества электроснабжения: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. Киев. 1990.

33. Оптимизация режимов системы электроснабжения АГК / *Жежеленко И.В., Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Бурназова Л.В.* // Отчет о НИР № 8/90, № госрегистрации 01.9.00022310. Мариуполь: ММИ, 1992.

34. *Мясоедов Ю.В., Савина Н.В.* Использование проблемных ситуаций в производственных практиках студентов электроэнергетических специальностей. // Наука и учебный процесс: Тез. межвуз. науч.-метод. конф. Владивосток, 1996.

35. *Мясоедов Ю.В., Савина Н.В.* Проблемные ситуации, их анализ и эффективность в условиях производственной практики // Проблемы качества образования в современных условиях: М-лы III межвуз. учеб.-метод. конф. Благовещенск, 2002.

36. *Мясоедов Ю.В., Савина Н.В.* Применение методов активизации в учебном процессе // Проблемы качества образования в современных условиях: М-лы III межвуз. учеб.-метод. конф. Благовещенск, 2002.