

перевести переключатели SA3 модулей вводного выключателя и выключателя короткозамыкателя в верхнее положение. Включить автоматические выключатели QF1..QF3 на лицевой панели модуля короткозамыкателя. Включить автоматические выключатели QF1.. QF4 на модулях активной нагрузки. Включить питание стенда автоматическим выключателем QF1, расположенным на модуле питания стенда. Включить питание всех модулей, имеющих индивидуальный тумблер подачи питания SA1 «Сеть».

На персональном компьютере запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск - Программы - Лабораторный комплекс - DeltaProfi). Открыть лабораторную работу командой «Работы - Релейная защита и автоматика - Работа №02 МТЗ с независимой выдержкой времени».

В программе «DeltaProfi» перевести защиты МТ31, МТ32 в режим работы «действие на сигнал» (двойной щелчок левой кнопкой мыши на прямоугольники «МТ31» и «МТ32», в появившемся диалоговом окне установить переключатель «Режим работы» в положение «сигнал»).

Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление - Пуск» или горячей клавишей F5.

Дистанционно включить выключатель Q1 одинарным щелчком левой кнопки мыши по зеленому прямоугольнику «Q1». Программа всегда отображает текущее состояние выключателя (зеленый — отключен, красный — включен). Аналогичным образом включить выключатели Q3 и Q6. При этом на мнемосхеме отображаются мгновенные значения токов во вторичных обмотках измерительных трансформаторов тока.

Записать значение тока во вторичной обмотке измерительного трансформатора ТА6, пропорциональное току нагрузки $I_{н. макс}$

Рассчитать ток срабатывания защиты МТ32 по классической формуле:

$$I_{с.з.} = \frac{k_n \cdot k_z}{k_e} \cdot I_{н. макс}.$$

Коэффициент надежности принять равным $k_n = 1,055$.

Коэффициент запуска двигательной нагрузки принять равным $k_z = 1$. Коэффициент возврата реле тока принять равным $k_e = 0,97$.

Открыть диалоговое окно настройки параметров защиты двойным щелчком левой кнопкой мыши на прямоугольнике «МТ32»; в появившемся диалоговом окне ввести расчетный ток срабатывания защиты. Диалоговое окно закрыть. Включить выключатели Q5, Q7 и Q8. Записать значение тока во вторичной обмотке измерительного трансформатора ТА3, пропорциональное току нагрузки ввода №1 $I_{вв. макс}$.

Рассчитать ток срабатывания защиты МТ31 по классической формуле:

$$I_{с.з.} = \frac{k_n \cdot k_z}{k_e} \cdot I_{н. \max}$$

Коэффициент надежности принять равным $k_n = 1,050$.

Коэффициент запуска двигательной нагрузки принять равным $k_z = 1,92$. Коэффициент у возврата реле тока принять равным $k_e = 0,97$.

Открыть диалоговое окно настройки параметров защиты двойным щелчком левой кнопкой мыши на прямоугольнике «МТ31»; в появившемся диалоговом окне ввести расчетный ток срабатывания защиты. Диалоговое окно закрыть.

Рассчитать выдержки времени срабатывания защит МТ31 и МТ32 в соответствии со ступенчатым принципом обеспечения селективности действия. Задать полученные выдержки времени в диалоговых окнах настройки параметров защит.

Перевести защиты МТ31 и МТ32 в режим работы «действие на отключение». Создать короткое замыкание включением выключателя короткозамыкателя. При правильно выбранных уставках, срабатывает защита МТ32, отключая выключатель Q 6.

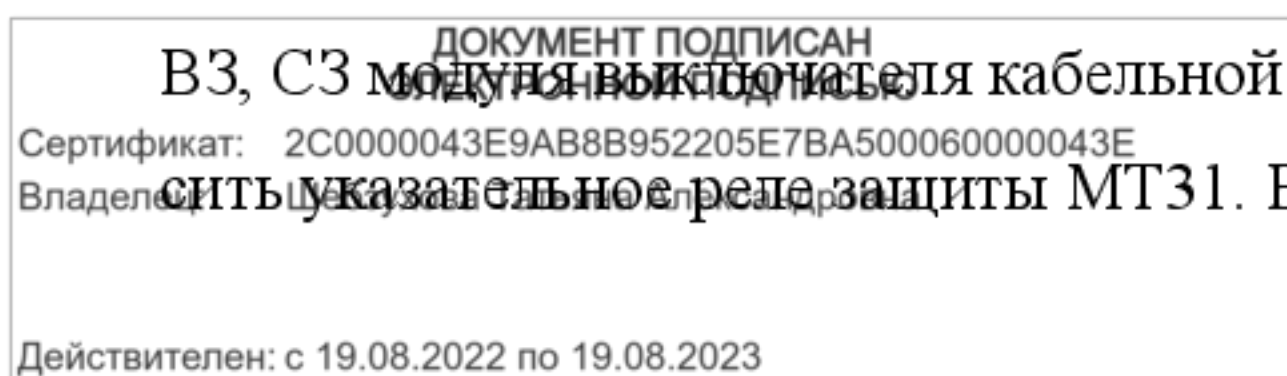
Отключить выключатель короткозамыкателя. Отключить все выключатели. Отключить питание стенда. Изменить точку подключения выключателя короткозамыкателя для создания короткого замыкания на первой секции сборных шин (клеммы А1, В1, С1 модуля выключателя кабельной ЛЭП. Точка К2). Включить питание стенда. Сбросить указательное реле защиты МТ32. Включить выключатели Q1, Q3, Q5, Q6, Q7 и Q8.

Создать короткое замыкание включением выключателя короткозамыкателя. При правильно выбранных уставках, срабатывает защита МТ31, отключая выключатель Q3.

Отключить выключатель короткозамыкателя. Отключить все выключатели. Отключить питание стенда. Изменить точку подключения выключателя короткозамыкателя для создания короткого замыкания на второй секции сборных шин (клеммы А1, В1, С1 модуля выключателя кабельной ЛЭП. Точка К3). Включить питание стенда. Сбросить указательное реле защиты МТ31. Включить выключатели Q1, Q3, Q5, Q6, Q7 и Q8.

Создать короткое замыкание включением выключателя короткозамыкателя. При правильно выбранных установках, срабатывает защита МТ31, отключая выключатель Q3.

Отключить выключатель короткозамыкателя. Отключить все выключатели. Отключить питание стенда. Изменить точку подключения выключателя короткозамыкателя для создания короткого замыкания на кабельной ЛЭП первой секции сборных шин (клеммы А3, В3, С3 модуля выключателя кабельной ЛЭП. Точка К1). Включить питание стенда. Сбросить указательное реле защиты МТ31. Включить выключатели Q1, Q3, Q5, Q6, Q7 и Q8.



Перевести защиту МТЗ2 в режим работы «действие на сигнал» для имитации её отказа. Создать короткое замыкание включением выключателя короткозамыкателя. При правильно выбранных уставках, срабатывает защита МТЗ1, отключая выключатель Q3.

Отключить все выключатели. Остановить программу кнопкой «Стоп», командой главного меню «Управление — Стоп» или горячей клавишей F6. Отключить питание стенда.

Сделать выводы о селективности действия защиты, определить, какие из исследованных точек короткого замыкания относятся к основной и какие к резервной зоне действия защиты МТЗ1. Оформить отчет по лабораторной работе.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

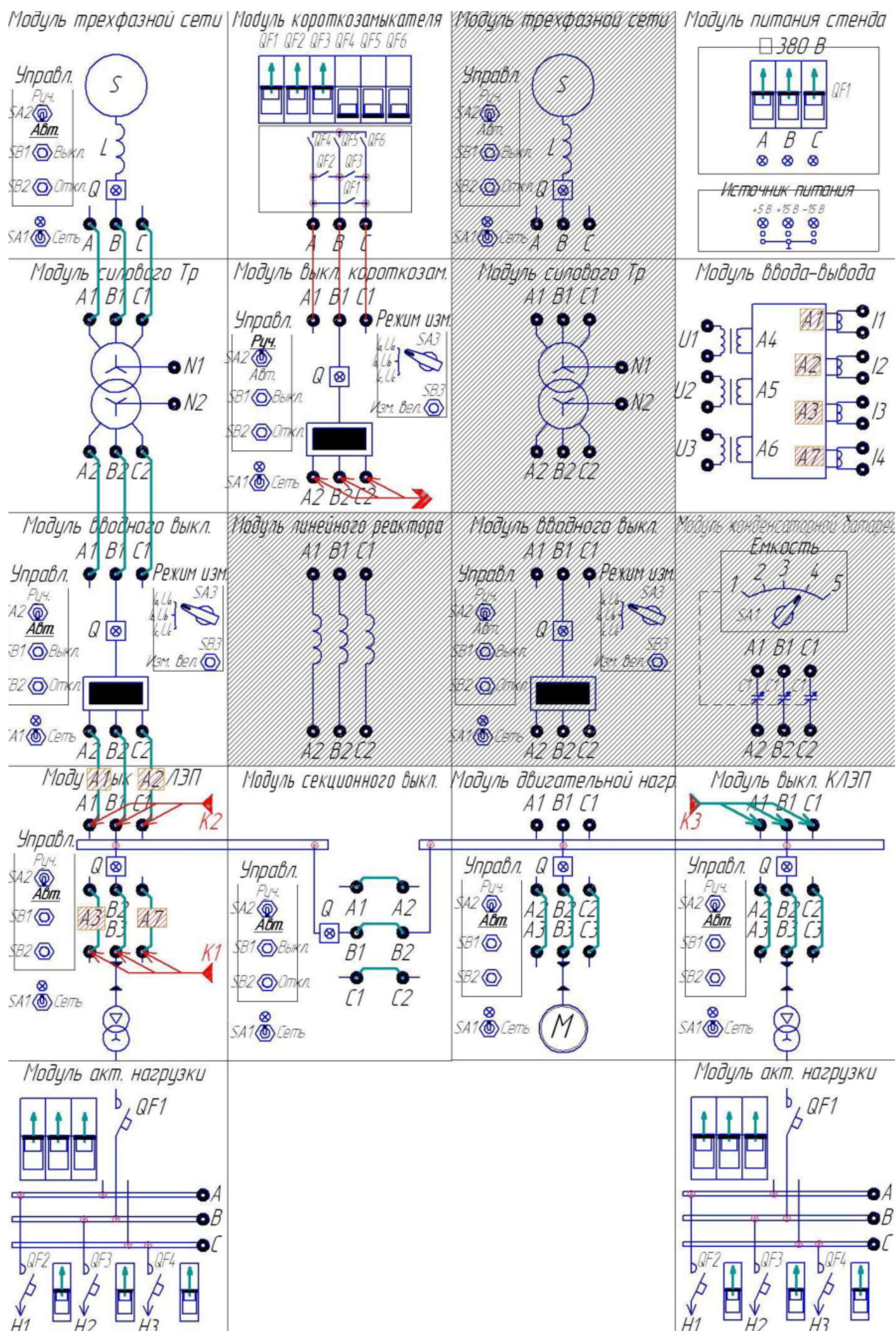


Рисунок 2.1 – Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени

линии электропередачи и вводного выключателя. Схема электромонтажная

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

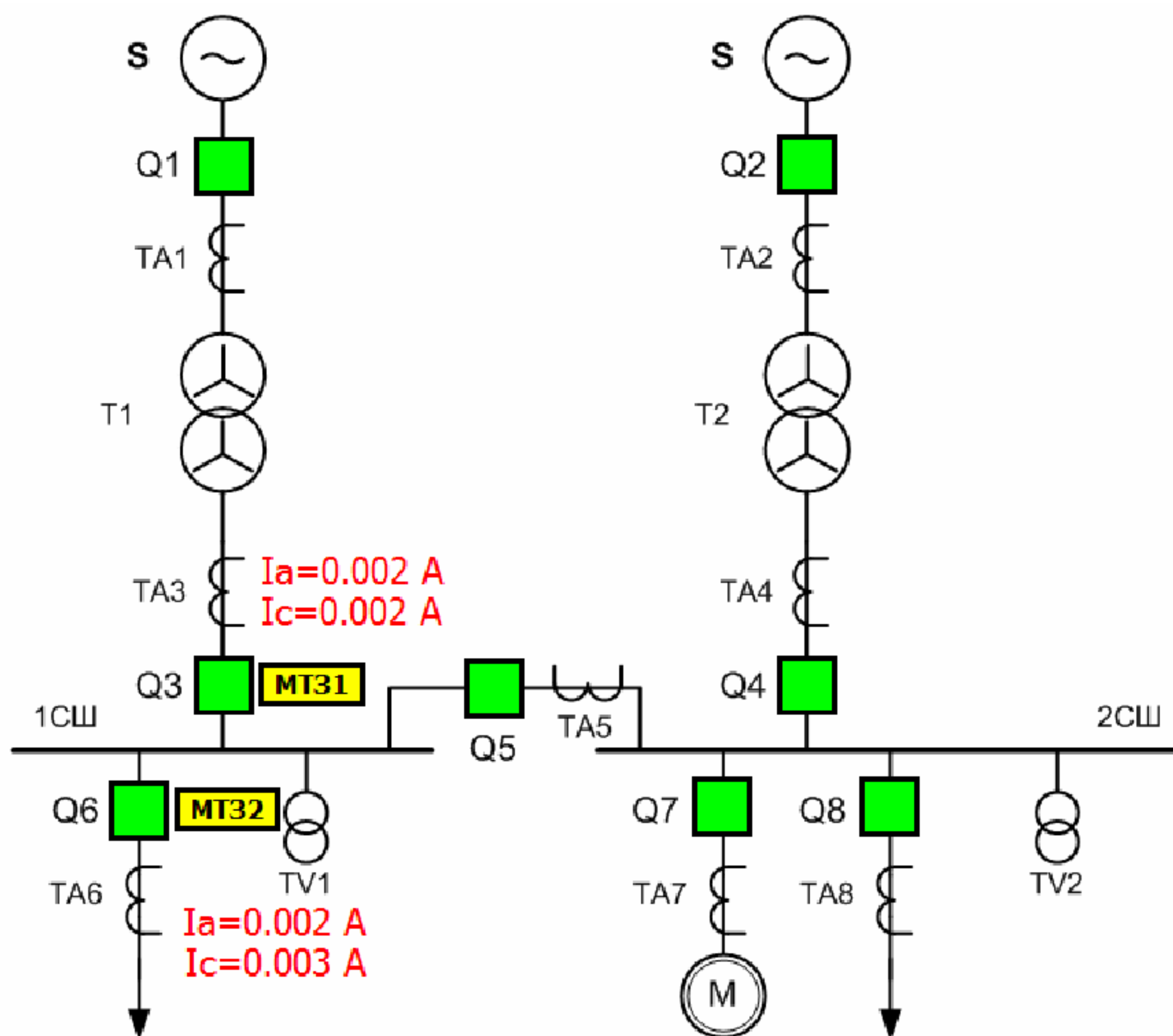


Рисунок 2.2 – Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени линии электропередачи и вводного выключателя. Мнемосхема

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Выбор времени действия защиты MTЗ.
2. Трехфазная схема защиты MTЗ на постоянном оперативном токе.
3. Двухфазная схема защиты MTЗ на постоянном оперативном токе.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
Электронно
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухов Александр Александрович
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Лабораторная работа №8. Электробаланс и определение потерь электрической энергии. Исследование влияния параметров элементов, схемы и режима электрической системы на его устойчивость.

Цель работы: Определить влияние длины линии электропередачи (ее эквивалентного сопротивления) на предел статической устойчивости СГ в номинальном режиме.

Основы теории:

Статическая устойчивость – способность энергосистемы возвращаться к установившемуся режиму после малых возмущений режима, при которых изменения параметров очень малы по сравнению с их средними значениями.

Динамическая устойчивость – способность энергосистемы возвращаться к установившемуся режиму работы после значительных возмущений (КЗ, отключение любого элемента энергосистемы и т.п.), при которых изменения параметров режима по сравнению со значениями этих параметров без перехода к асинхронному режиму.

Расчет статической и динамической устойчивости выполняется для:

выбора основной схемы энергосистемы и уточнения размещения основного оборудования;

выбора рабочих режимов энергосистем;

выбора мероприятий по повышению устойчивости энергосистем;

определения параметров настройки систем регулирования и управления, релейной защиты (РЗ), автоматического повторного включения (АПВ) и др.;

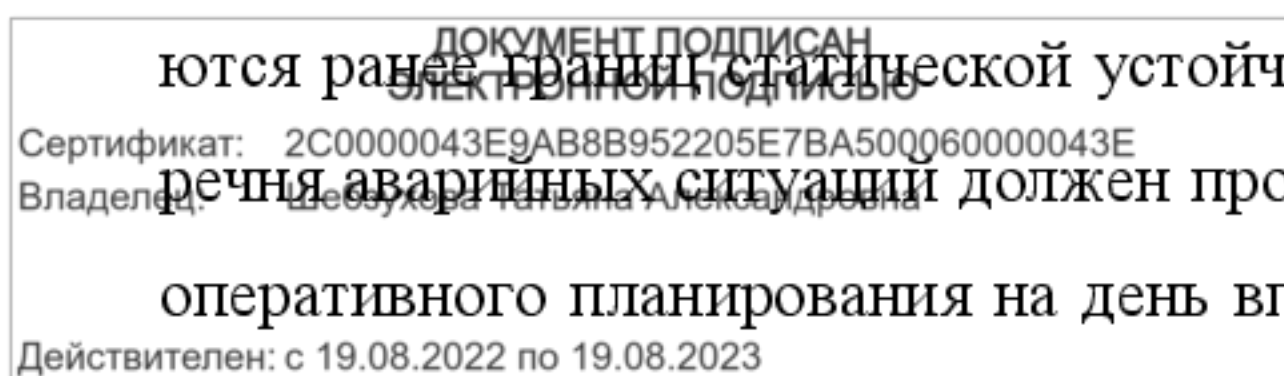
определения параметров настройки систем ПК, предназначенных для повышения устойчивости энергосистем;

проверки выполнения нормативных показателей устойчивости.

При определении методов анализа динамической устойчивости оператор системы передачи (ОСП) применяет следующие правила:

Если границы статической устойчивости достигаются ранее границ динамической устойчивости, ОСП с учетом аварийных ситуаций из перечня аварийных ситуаций должен выполнять анализ динамической устойчивости только на основе результатов расчетов динамической устойчивости, выполненных для долгосрочного планирования.

Если при планировании отключений пределы динамической устойчивости достигаются ранее границ статической устойчивости, ОСП с учетом аварийных ситуаций из перечня аварийных ситуаций должен провести анализ динамической устойчивости на этапе оперативного планирования на день вперед, пока эти режимы существуют. ОСП должен



подготовить корректирующие действия, которые будут использоваться в случае необходимости во время работы в реальном времени.

Если сеть в режиме реального времени находится в ситуации "N", а границы динамической устойчивости достигаются ранее границ статической устойчивости, ОСП с учетом аварийных ситуаций из перечня аварийных ситуаций должен проводить анализ динамической устойчивости на всех этапах оперативного планирования и быть способным быстрее повторно оценивать пределы динамической устойчивости после существенного изменения режима.

Если анализ динамической устойчивости указывает на нарушение границ устойчивости, ОСП должен разработать, подготовить и активизировать корректирующие действия с целью поддержания устойчивости системы передачи. Эти корректирующие действия могут охватывать пользователей системы передачи / распределения.

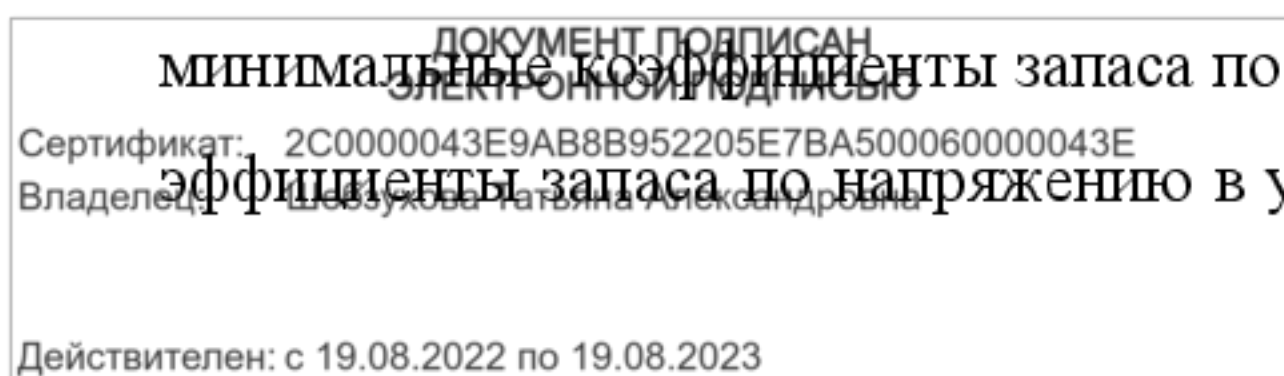
ОСП должен настроить оборудование, релейная защита и противоаварийная автоматика таким образом, чтобы при ликвидации нарушений, способных привести к широкомасштабной потере устойчивости системы, был меньше, чем критическое время устранения повреждений, исчисленный ним при анализе динамической устойчивости.

Объектом исследования динамической устойчивости является расчет реакции системы на конкретный набор аварий, обычно однофазных или трехфазных КЗ, которые можно устранить путем отключения линий электропередачи. Выполняется проверка реакции генераторов для того, чтобы убедиться, что все оборудование работает синхронно, затухания колебаний в энергосистеме остаются на допустимом уровне и восстановление напряжения после аварии происходит должным образом.

Моделирование переходных процессов должно учитывать все соответствующие воздействия во временных рамках, представляющих интерес, обычно несколько секунд после возникновения аварии, является объектом анализа переходных режимов. Также необходимо точно воспроизвести реакцию системы учитывая частоту зафиксированных колебаний. Обычно, колебания в энергосистеме возникают в диапазоне от 0,2 до 2 Гц. Также очень важным является моделирование способности (или неспособности) станции контролировать напряжение в этих временных рамках.

Запас статической устойчивости для установившегося режима работы энергосистем определяется его близостью к границе области устойчивости. Этот запас характеризуется коэффициентами запаса. По условиям статической устойчивости энергосистем нормируют

минимальные коэффициенты запаса по активной мощности в сечениях и минимальные коэффициенты запаса по напряжению в узлах нагрузки. Кроме того, устанавливают группы



нормативных возмущений, при которых должны обеспечиваться как динамическая устойчивость, так и нормативные запасы статической устойчивости в послеаварийных режимах.

Для определения коэффициента запаса статической устойчивости по активной мощности в сечении схемы выполняются утяжеления режима путем увеличения перетока мощности в сечении до получения предельного по устойчивости режима.

Во время эксплуатации для контроля за соблюдением нормативных запасов статической устойчивости следует, как правило, использовать значение перетоков активной мощности. При необходимости задают как функции перетоков в других сечениях максимально допустимые и аварийнодопустимые перетоки. Такие перетоки и напряжение следует считать контролируемыми параметрами. В зависимости от конкретных условий как контролируемые можно использовать другие параметры режима энергосистемы, в частности значения углов между векторами напряжения на концах линии электропередачи. Допустимые значения контролируемых параметров, при которых обеспечивается нормативный коэффициент запаса по активной мощности, устанавливают на основе расчетов соответствующих режимов работы энергосистем.

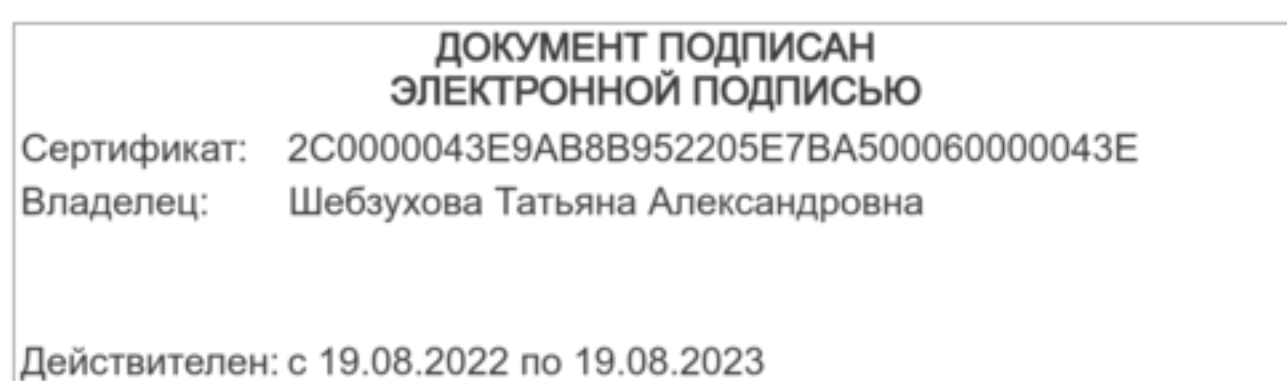
Для контроля соблюдения нормативных запасов напряжения в эксплуатационной практике можно использовать напряжение в любых узлах энергосистемы. Допустимые значения напряжения в контролируемых узлах устанавливают по расчетам режимов работы энергосистем.

Для получения полной картины по статической устойчивости режимов работы энергоблоков электростанций ОЭС Украины, необходимо осуществить проверку исходных нормальных, ремонтных и послеаварийных режимов колеблющуюся устойчивость с учетом соответствующих математических моделей как самих генераторов, так и их систем возбуждения с АРВ.

Ниже показано скольжение роторов генераторов и напряжений на выходе АРЗ 57 генераторов электростанций Украины. Как видно из этих зависимостей - исходный режим работы всех генераторов статически устойчив.

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.



Указания по выполнению лабораторной работы:

ВНИМАНИЕ! ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДВУХ ЛАБОРАТОРНЫХ СТОЕК «Модель электростанции №1» и «Модель электростанции №2». Собрать схему лабораторных испытаний в соответствии с рис.7.1 (питание стенда должно быть ОТКЛЮЧЕНО!). Модуль ввода-вывода используется для измерения фазных токов и напряжений. Для этого, измерительные каналы тока A1, A2, A3 включены последовательно в фазы А, В и С между модулем синхронизации и силовым трансформатором Т2. Измерительные каналы по напряжению A4, A5, A6 подключены к клеммам A1, B1, C1 модуля силового трансформатора, измерение напряжений осуществляется относительно общей точки обмоток силового трансформатора Т2. На противоположной лабораторной стойке, собрать схему в соответствии с рис.7.2. Продольную составляющую на модулях линий электропередач установить минимальной (переключатель SA1 в положение 1), поперечную составляющую отключить (переключатели SA2, SA3 в положение 1).

Перевести переключатели режима управления всех задействованных блоков в положение «Руч». Установить потенциометры задания RP1 модуля частотного преобразователя и модуля возбуждения в крайнее левое положение.

На персональном компьютере запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Открыть лабораторную работу командой «Работы – Переходные процессы – Синхронизация генератора с сетью». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

Подать питание на стенд (включить автомат модуля питания стенда).

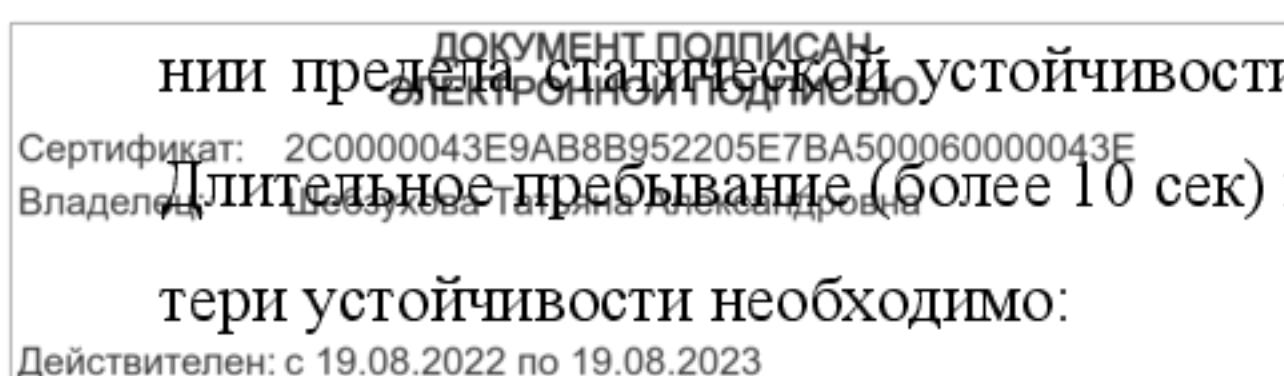
Включить все задействованные модули, имеющие индивидуальный тумблер подачи питания «Сеть».

Включить выключатель Q4 (кнопка SB1 на лицевой панели модуля). На противоположной лабораторной стойке: включить питание стенда, включить выключатели Q4 и Q7.

Включить генератор на параллельную работу с сетью (выполнить пункты 7.13 согласно методическим указаниям к лабораторной работе №3). Установить номинальный ток возбуждения синхронного генератора 1 А.

Плавно повышая напряжение управления приводного двигателя определить величину предела статической устойчивости синхронного генератора. ВНИМАНИЕ! При достижении предела статической устойчивости генератор перейдет в режим асинхронного хода.

Длительное пребывание (более 10 сек) в этом режиме не допустимо, поэтому, в случае потери устойчивости необходимо:

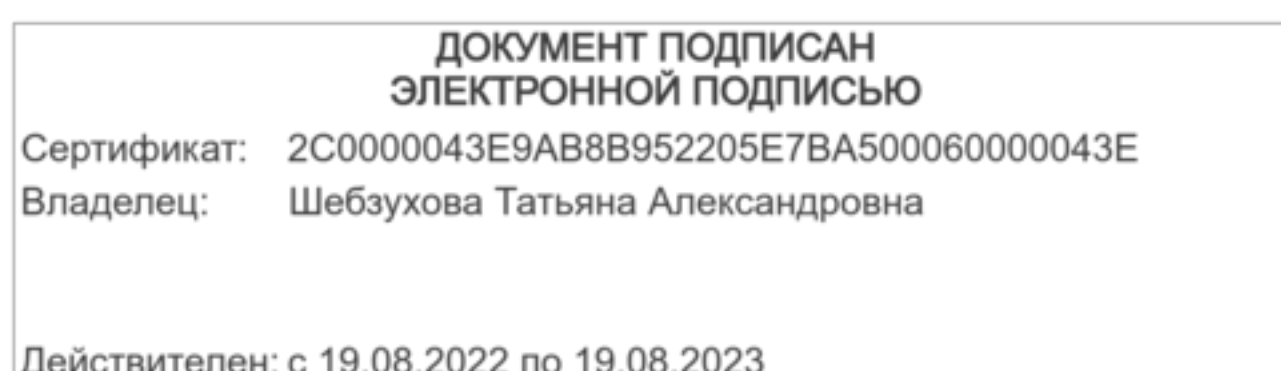


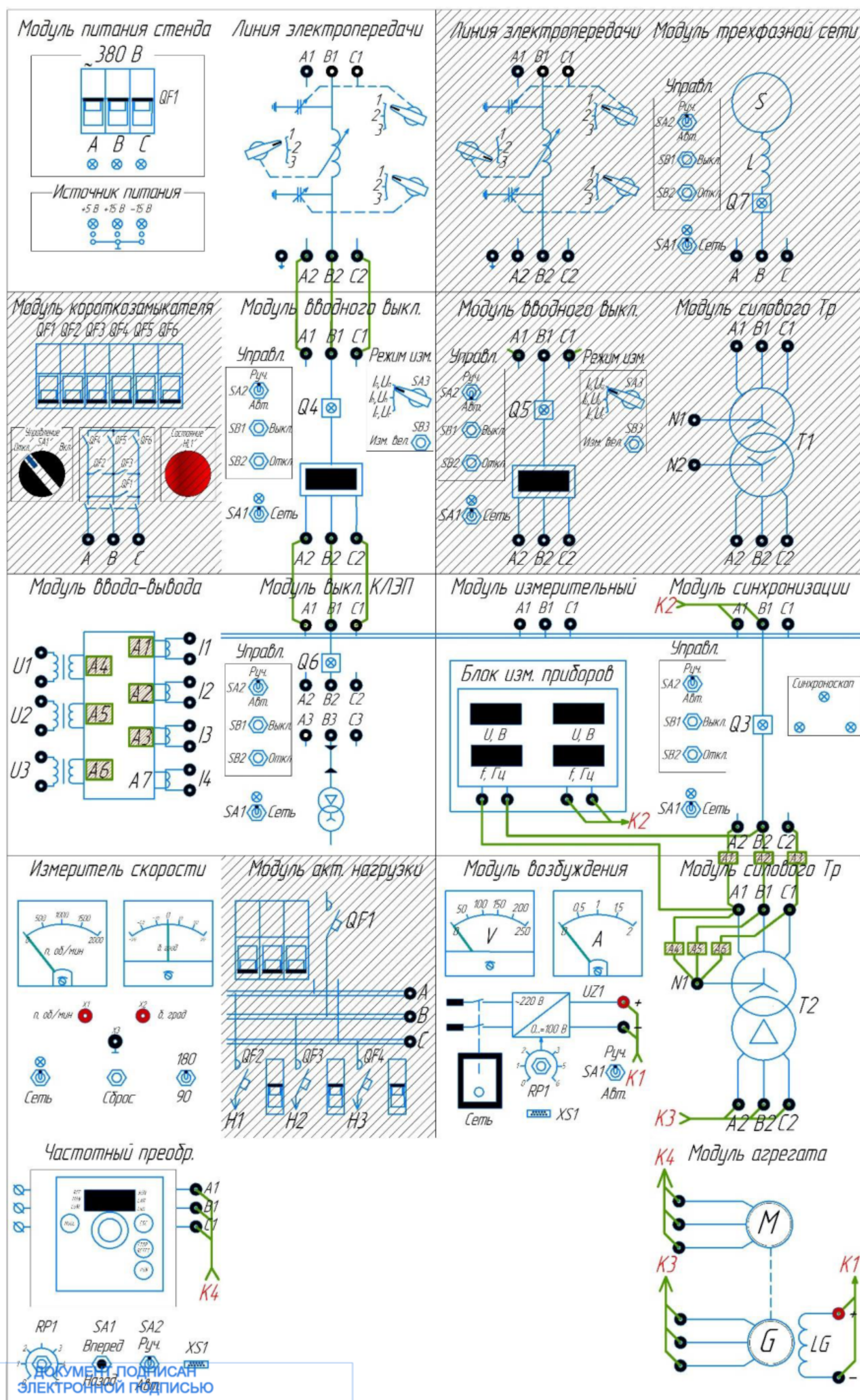
снизить величину напряжения управления приводным двигателем до тех пор, пока генератор не втянется в синхронизм;

если ресинхронизация не произошла, необходимо отключить связь с трехфазной сетью (кнопка SB2 модуля синхронизации), снять возбуждение генератора (потенциометр RP1 модуля возбуждения), отрегулировать частоту вращения электромашинного агрегата (потенциометр RP1 модуля частотного преобразователя) до номинального значения и произвести повторную синхронизацию генератора с сетью.

Определить предел статической устойчивости генератора при другом значении сопротивления ЛЭП (определить влияние длины линии электропередачи на устойчивость параллельной работы СГ). Для этого выключить стенд, установить переключатели SA1 модулей линий электропередач в положение 2, определить предел статической устойчивости в соответствии с рекомендациями к данной лабораторной работе.

Отключить стенд в соответствии с ПОРЯДКОМ ОТКЛЮЧЕНИЯ СТЕНДА в лабораторной работе №3, отключить все модули и питание стенда на противоположной лабораторной стойке, обработать полученные результаты и оформить отчет по лабораторной работе.



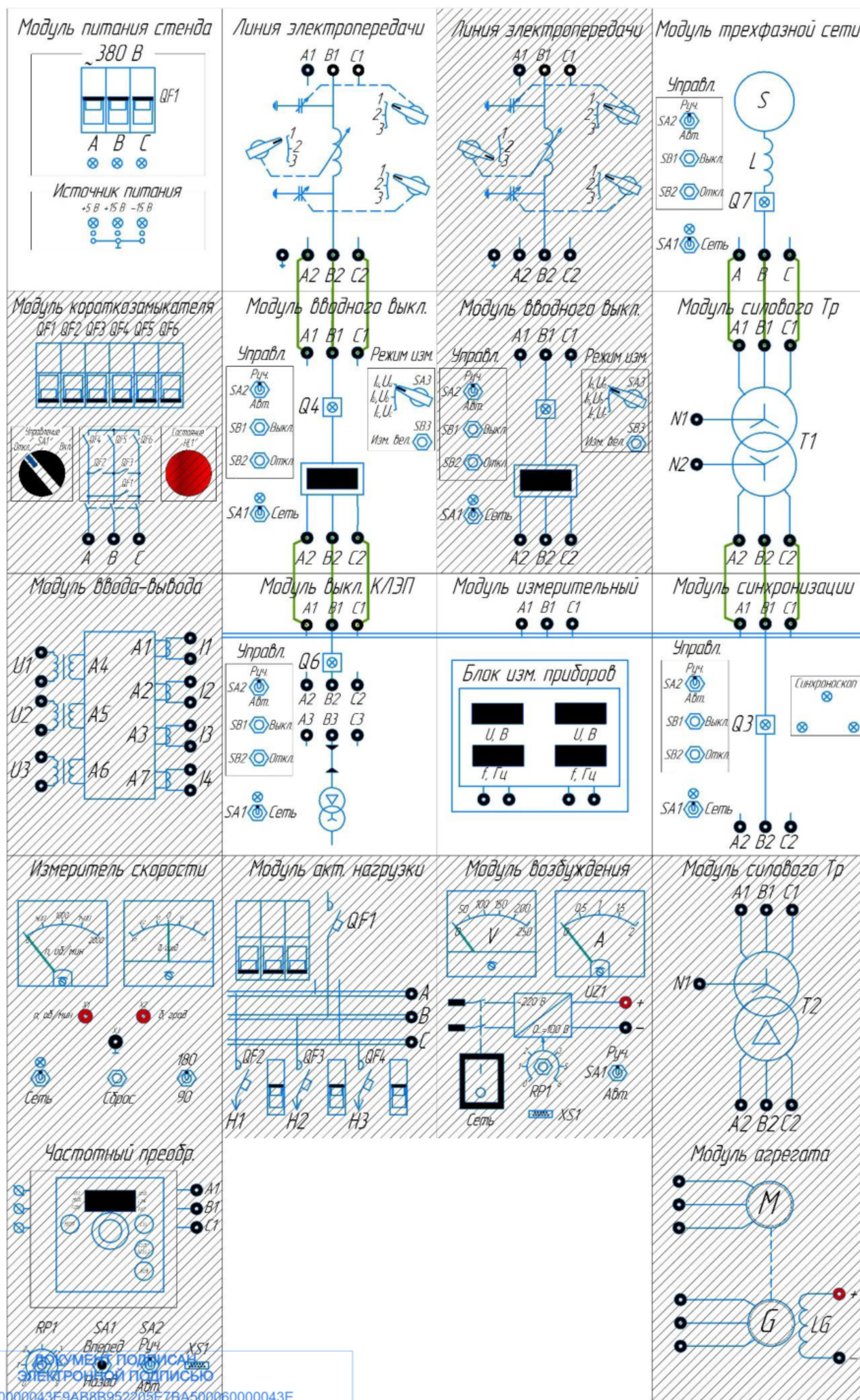


Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Рисунок 7.1 – Схема соединений лабораторной стойки №1

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



Сертификат: 2C0000043E9AB8B952203E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Рисунок 7.2 – Схема соединений лабораторной стойки №2

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. По какому практическому критерию определяется статическая устойчивость одномашинной энергосистемы?
2. Почему уменьшается предел статической устойчивости одномашинной энергосистемы при подключении шунтирующего реактора?
3. Почему повышается предел статической устойчивости одномашинной энергосистемы при подключении конденсаторной батареи?
4. Почему в уточненной модели энергосистемы угловые характеристики $P_1(\delta)$ и $P_2(\delta)$ не совпадают?

Лабораторная работа №9. Оптимизация систем электроснабжения. Дистанционное управление и отображение режимных параметров в централизованных комплексах диспетчерского управления.

Цель работы: Изучить принципы реализации системы передачи, обработки и отображения сигналов телеизмерений и теле сигнализации и телеуправления.

Основы теории:

Энергосистема представляет собой единую сеть, состоящую из источников электрической энергии – электростанций, электрических сетей, а также подстанций, которые осуществляют преобразование и распределение произведенной электроэнергии. Для управления всеми процессами производства, передачи и распределения электрической энергии существует система оперативно-диспетчерского управления.

Энергосистема страны может включать в себя несколько предприятий разной формы собственности. Каждое из электроэнергетических предприятий имеет отдельную службу оперативно-диспетчерского управления.

Все службы отдельных предприятий управляются центральной диспетчерской системой. В зависимости от величины энергосистемы центральная диспетчерская система может разделяться на отдельные системы по регионам страны.

Энергосистемы смежных стран могут включаться на параллельную синхронную работу. Центральная диспетчерская система (ЦДС) осуществляет оперативно-диспетчерское управление межгосударственными электрическими сетями, по которым осуществляются перетоки мощностей между энергосистемами смежных стран.

Задачи оперативно-диспетчерского управления энергосистемой:

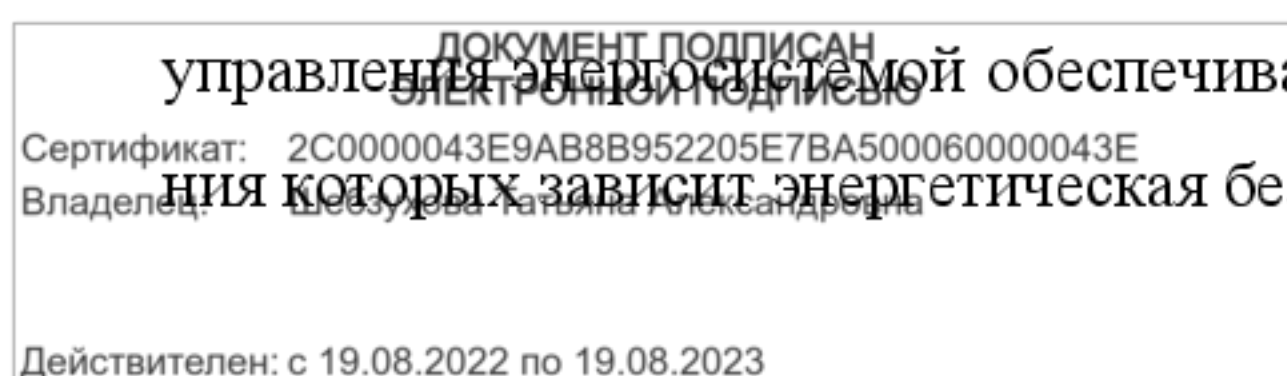
поддержание баланса между количеством производимой и потребляемой мощности в энергосистеме;

надежность электроснабжения снабжающих предприятий от магистральных сетей 220-750 кВ;

синхронность работы электростанций в пределах энергосистемы;

синхронность работы энергосистемы страны с энергосистемами смежных стран, с которыми есть связь межгосударственными линиями электропередач.

Исходя из вышеперечисленного, следует, что система оперативно-диспетчерского управления энергосистемой обеспечивает ключевые задачи в энергосистеме, от выполнения которых зависит энергетическая безопасность страны.



Организация процесса оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) в энергетике осуществляется таким образом, чтобы обеспечить распределение различных функций по нескольким уровням. При этом каждый уровень подчиняется вышестоящему.

Например, самый начальный уровень - оперативно-технический персонал, который осуществляет непосредственно операции с оборудованием в различных точках энергосистемы, подчиняется вышестоящему оперативному персоналу - дежурному диспетчеру подразделения энергоснабжающего предприятия, за которым закреплена электроустановка. Дежурный диспетчер подразделения, в свою очередь подчиняется диспетчерской службе предприятия и т.д. вплоть до центральной диспетчерской системы страны.

Процесс управления энергосистемой организован таким образом, чтобы обеспечить непрерывный контроль и управление всеми составляющими объединенной энергосистемы.

Для обеспечения нормальных условий работы как отдельных участков энергосистемы, так и энергосистемы в целом, для каждого объекта разрабатываются специальные режимы (схемы), которые следует обеспечивать в зависимости от режима работы того или иного участка электрической сети (нормальный, ремонтный, аварийный режимы).

Для обеспечения выполнения главных задач ОДУ в энергосистеме помимо оперативного управления существует такое понятие как оперативное ведение. Все операции с оборудованием на том или ином участке энергосистемы осуществляются по команде вышестоящего оперативного персонала - это процесс оперативного управления.

Выполнение операций с оборудованием в той или иной мере оказывает влияние на работу других объектов энергосистемы (изменение потребляемой или вырабатываемой мощности, снижение надежности электроснабжения, изменение значений напряжения). Следовательно, такие операции должны предварительно согласовываться, то есть выполняться с разрешения того диспетчера, который осуществляет оперативное обслуживание данных объектов.

То есть, в оперативном ведении диспетчера находится все оборудование, участки электрической сети, режим работы которых может измениться в результате операций на оборудовании смежных объектов.

Например, линия соединяет две подстанции А и Б, при этом подстанция Б получает питание от А. Отключение линии со стороны подстанции А осуществляется оперативным персоналом по команде диспетчера данной ПС. Но отключение данной линии должно производиться только по согласованию с диспетчером подстанции Б, так как данная линия

находится в его оперативном ведении.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

Таким образом, при помощи двух основных категорий - оперативное управление и оперативное ведение, осуществляется организация оперативно-диспетчерского управления энергосистемой и ее отдельными участками.

Для организации процесса ОДУ разрабатываются и согласовываются между собой инструкции, указания и различная документация для каждого отдельного подразделения в соответствии с уровнем, к которому относится та или иная оперативная служба. Для каждого уровня системы ОДУ имеется свой индивидуальный перечень необходимой документации.

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

На лабораторной стойке «Модель электростанции №1» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №1.

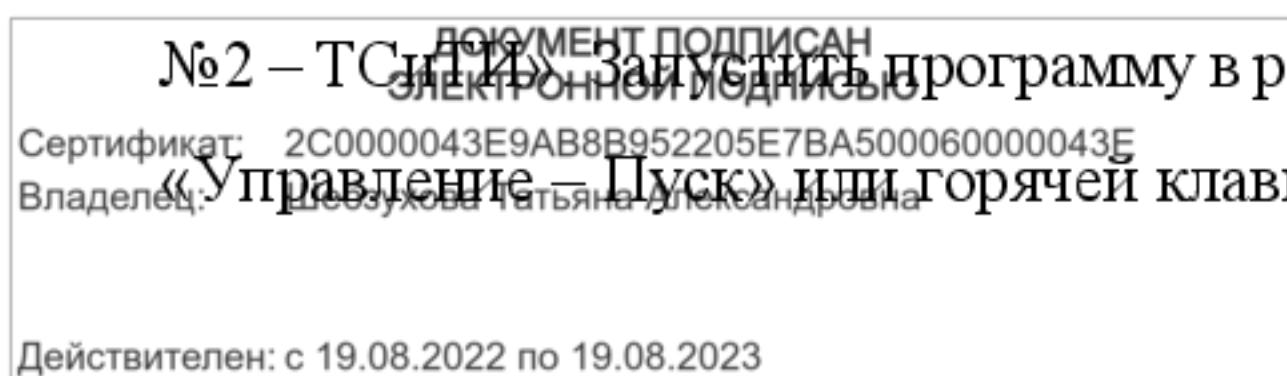
На лабораторной стойке «Модель электростанции №2» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №2.

Включить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.

На персональном компьютере централизованного комплекса диспетчерского управления (ЦКДУ) запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Комплекс ДУ – ТСиТИ». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

На персональном компьютере модели электростанции №1 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №1 – ТСиТИ». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

На персональном компьютере модели электростанции №2 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №2 – ТСиТИ». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.



Исследовать работу электроэнергетической сети в режиме одностороннего питания. Для этого, дистанционно включить выключатели Q6 и Q7 электростанции №1 (щелчком левой кнопки мыши по изображению выключателя на мнемосхеме локального комплекса управления электростанции). Аналогичным образом включить выключатель Q6 на электростанции №2. На централизованном комплексе диспетчерского управления подать команды на включение выключателей линии электропередачи W1 со стороны электростанции №1 и №2. Записать текущие значения режимных параметров на электростанциях и ЦКДУ.

Включить выключатели линии электропередачи W2, подачей дистанционных команд с локальных комплексов управления станциями №1 и №2. Записать изменившиеся значения режимных параметров.

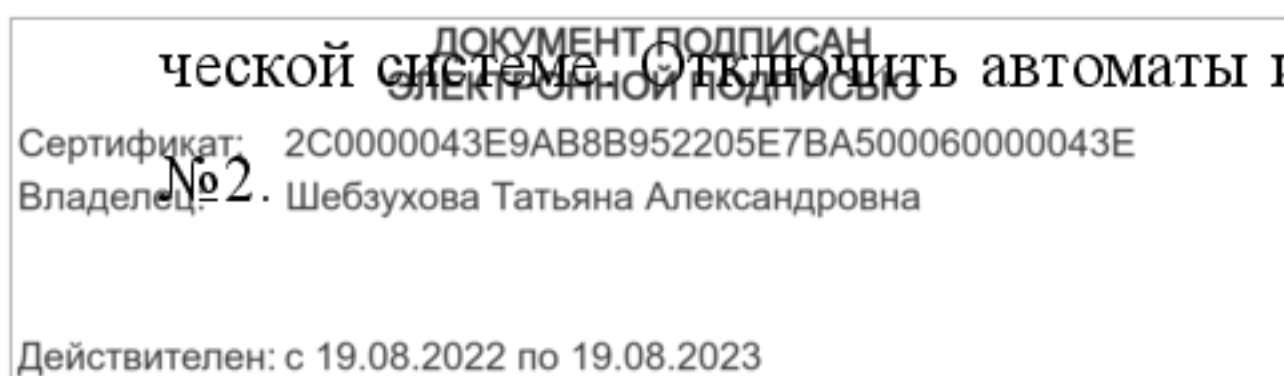
Исследовать работу электроэнергетической сети в режиме двухстороннего питания. Для этого, перевести тумблер SA1 разрешения работы частотного преобразователя в положение «Вперед». Изменяя положение потенциометра RP1 модуля преобразователя частоты, задать уставку по частоте 50Гц, соответствующую частоте вращения приводного двигателя 1500 об/мин. Подать дистанционную команду на включение генераторного выключателя Q3. Включить тумблер подачи питания «Сеть» модуля возбуждения. Плавное повышение сигнала задания потенциометром RP1, установить номинальный ток возбуждения генератора 0,8А. Увеличивая сигнал задания мощности приводного двигателя потенциометром RP1 перевести генератор в режим выдачи активной мощности 50 Вт. Записать текущие значения режимных параметров.

На ЦКДУ подать дистанционные команды на отключение одной из линий электропередач. Записать изменившиеся значения режимных параметров.

Внимание! При потере устойчивости синхронного генератора, вызванного отключением одной из ЛЭП, необходимо отключить генератор от сети выключателем Q3 (дистанционно, на мнемосхеме локального комплекса управления электростанции №2).

Отключить генератор электростанции №2 от сети дистанционной командой отключения выключателя Q3. Перевести потенциометр RP1 модуля возбуждения в крайнее левое положение. Перевести потенциометр RP1 модуля «Преобразователь частоты» в крайнее левое положение. Отключить переключатель «Сеть» источника возбуждения синхронного генератора. Переключатель SA1 разрешения работы частотного преобразователя перевести в среднее положение.

На ЦКДУ подать команды теле отключения всех выключателей в электроэнергетической системе. Отключить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.



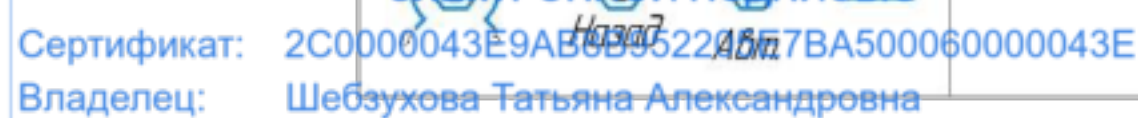
Остановить работу программ управления на электростанциях №1 и №2 кнопкой «Стоп», командой главного меню «Управление – Стоп» или горячей клавишей F6. Аналогичным образом, остановить работу программы управления на ЦКДУ. Внимание! При останове работы программ на локальных комплексах управления электростанциями, программное обеспечение на ЦКДУ выдает сообщение, о том, что один из клиентов информационной сети был отключен. Это не является ошибкой.

Проанализировать полученные данные, сделать выводы о влиянии параметров электроэнергетической сети на режим работы потребителей и статическую устойчивость синхронных генераторов. Оформить отчет по лабораторной работе. В отчете отразить, какие преимущества дает использование системы телеизмерений, теле сигнализации и телеуправления.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какие задачи оперативного контроля и управления?
2. Структура АСКУЭ, построенная с применением ПЭВМ.
3. Развитие систем автоматизации и диспетчеризации СЭС
4. Основные задачи АСДУ?

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1.2 Перечень основной литературы:

1. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3979-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469117>

2. Данилов, М.И. Инженерные системы зданий и сооружений (электроснабжение с основами электротехники) : учебное пособие / М.И. Данилов, И.Г. Романенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 223 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457214>

5.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения промышленных и гражданских зданий: учебник / Ю.Д. Сибикин. - 6-е изд., перераб. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 508 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8608-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459494>

5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Электроснабжение промышленных предприятий».

2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электроснабжение промышленных предприятий».

3. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Электроснабжение промышленных предприятий».

5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks



Указание по технике безопасности

До начала работы студенты обязаны изучить правила техники безопасности при работе с электроустановками. Об изучении правил техники безопасности и получении инструктажа студенты расписываются в специальном журнале. Студенты, не изучившие правила техники безопасности и не прошедшие инструктаж, к выполнению лабораторных работ не допускаются.

Учебная группа (или подгруппа) разбивается на бригады, число которых указывается преподавателем, а состав бригад комплектуется студентами на добровольных началах. Список группы (подгруппы), разбитой на бригады, староста предоставляет преподавателю, ведущему лабораторные занятия.

Каждая из бригад выполняет лабораторную работу в соответствии с графиком, находящемся в лаборатории.

Перед каждым занятием студент обязан подготовиться к выполнению лабораторной работы по данному методическому пособию и рекомендуемой литературе. Перед началом работы преподаватель проверяет знания студентов по содержанию выполняемой работы. Плохо подготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Работая в лаборатории, необходимо соблюдать следующие правила:

К выполнению лабораторной работы следует приступать только после полного уяснения ее содержания и получения допуска к ней.

2. Начинать работу следует с ознакомления с приборами и оборудованием, применяемыми в данной работе.

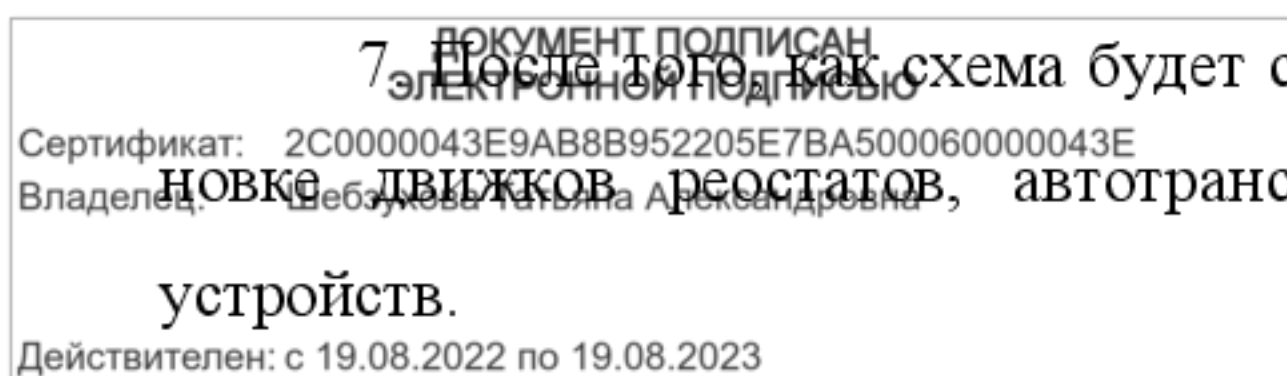
3. На лабораторном столе должны находиться только предметы, необходимые для выполнения данной работы.

4. Расположение аппаратуры на рабочем столе должно быть таким, чтобы схема соединений получилась наиболее простой, наглядной и работа с аппаратурой была удобной.

5. Желательно, чтобы схему собирал один из членов бригады, а другие контролировали.

6. При сборке сложных схем следует вначале соединить главную, последовательную цепь, начиная сборку от одного зажима источника тока и заканчивая на другом, а затем уже подключить параллельные цепи.

7. После того, как схема будет собрана, необходимо убедиться в правильной установке движков реостатов, автотрансформаторов и рукояток других регулирующих устройств.



8. Собранный схема обязательно должна быть проверена преподавателем или старшим лаборантом и только с их разрешения может быть включена под напряжение.

9. При включении схемы особое внимание следует обратить на показания амперметров и других измерительных приборов. В случае резкого движения стрелки амперметра к концу шкалы схему необходимо немедленно отключить от источника напряжения.

10. Необходимо бережно относиться к аппаратуре, используемой в работе. Обо всех замеченных неисправностях или повреждениях студент должен немедленно сообщить преподавателю или лаборанту.

11. После выполнения работы студент обязан, не разбирая схемы показать полученные данные преподавателю. Если результаты измерений верны, то преподаватель их подписывает. Эксперимент с неправильными результатами следует повторить.

12. Схему следует разбирать только после ее отключения от сети.

13. Категорически запрещается:

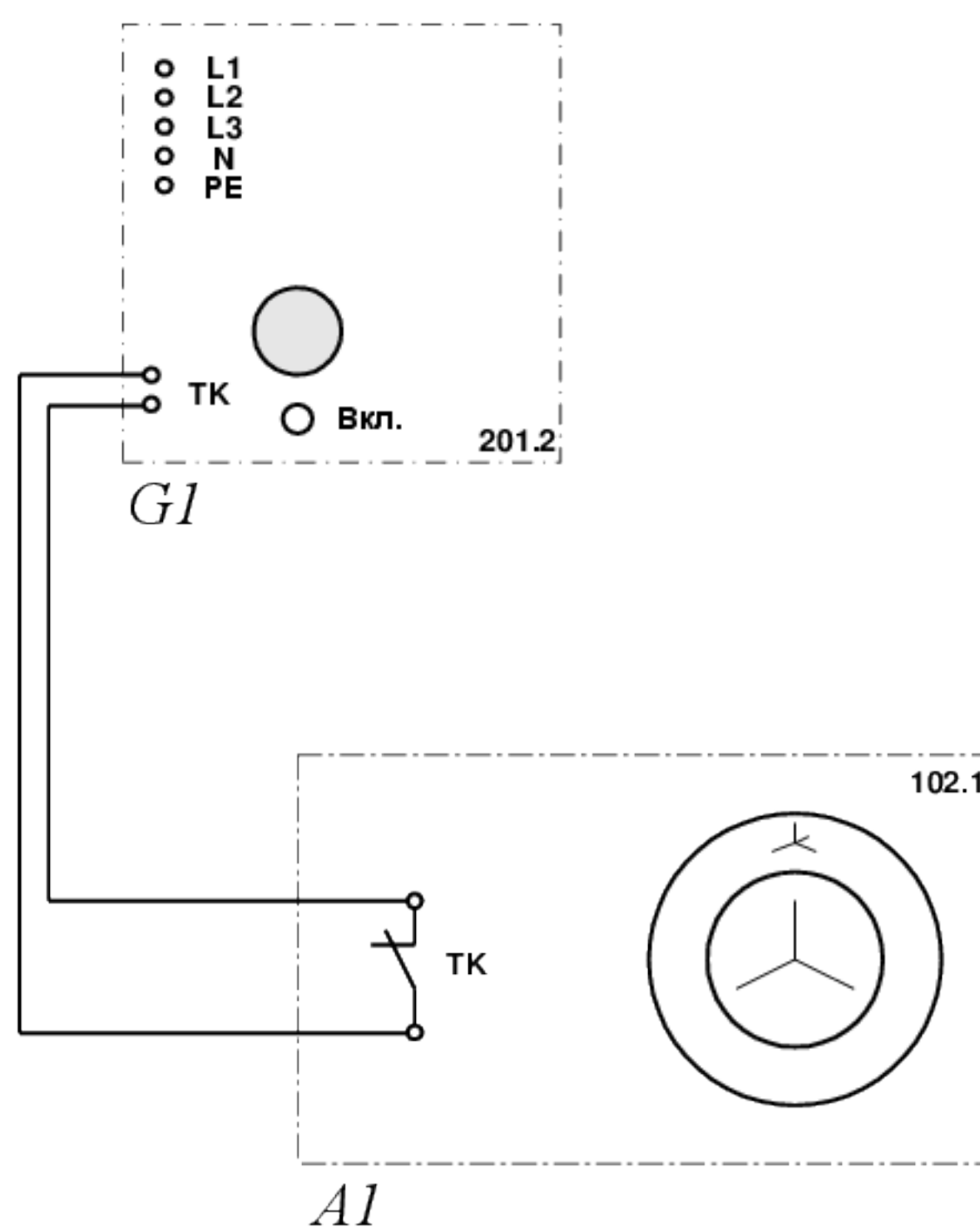
- трогать руками оголенные провода и части приборов, находящиеся под напряжением, даже если оно невелико;
- производить изменения в схеме при подключенном источнике питания;
- заменять или брать оборудование, или приборы с других рабочих мест
- без разрешения преподавателя или лаборанта;
- отходить от приборов и машин, находящихся под напряжением или оставлять схему под напряжением при обработке результатов измерений;
- перегружать приборы током или напряжением, превышающим номинальное значение.

Проверку наличия, подаваемого к схеме или элементам схемы напряжения необходимо производить только контрольной лампочкой или вольтметром, соблюдая правила техники безопасности.

При работе в лаборатории следует строго соблюдать меры предосторожности, так как электрический ток, проходящий через тело человека, величиной в 0,025 А уже является опасным для жизни.

Приложение Б

Электрическая схема соединений тепловой защиты машины переменного тока



Перечень аппаратуры:

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
A1	Машина переменного тока	102.1	100 Вт / 230 В ~ / 1500 мин ⁻¹
G1	Трехфазный источник питания	201.2	400 В ~ / 16 А

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению практических работ
по дисциплине «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

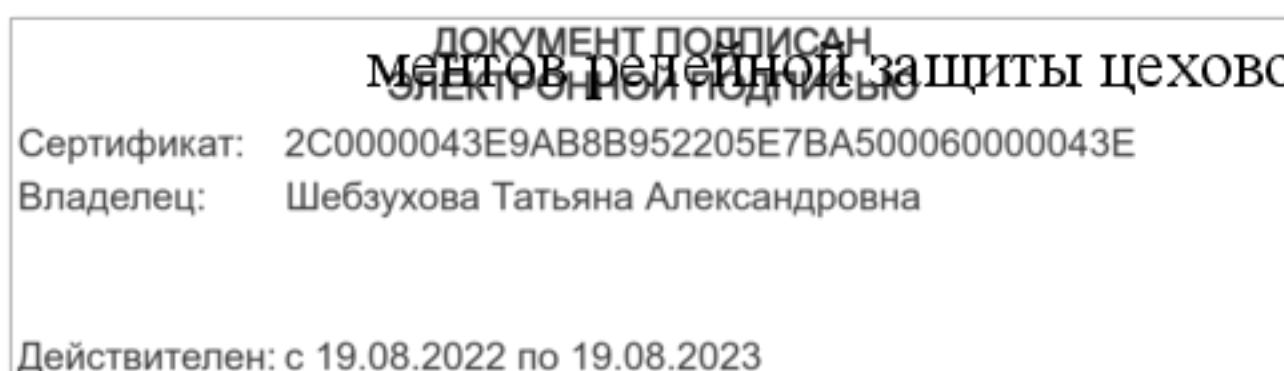
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание

№ п/п		Стр.
	Введение	
1.	Цель и задачи изучения дисциплины	
2.	Оборудование и материалы	
3.	Наименование практических работ	
4.	Содержание практических работ	
4.1	Практическая работа №1. Внутрицеховое электроснабжение. Внутрицеховые электрические сети напряжением до 1 кВ.	
4.2	Практическая работа № 2. Электрические нагрузки. Электрические нагрузки промышленных предприятий.	
4.3.	Практическая работа № 3. Системы электроосвещения промышленных предприятий. Расчет освещения цеха.	
4.4	Практическая работа №4. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Силовые трансформаторы подстанций.	
4.5	Практическая работа № 5. Выбор места расположения питающих подстанций и схем электроснабжения промышленного предприятия. Определение местоположения цеховой подстанции.	
4.6	Практическая работа №6. Коммутационные аппараты, шины и шинопроводы в системах электроснабжения. Коммутационные и защитные аппараты до 1 кВ.	
4.7	Практическая работа №7. Конструктивное исполнение электрических сетей, трансформаторных подстанций и распределительных устройств напряжением свыше 1000 В. Питающая и распределительная сеть 6 – 10 кВ предприятий.	
4.8	Практическая работа № 8. Компенсация реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности.	
4.9	Практическая работа № 9. Защитные меры электробезопасности. Расчет контура заземления.	
4.10	Практическая работа № 10. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения промышленных зданий и предприятий. Расчет и выбор элементов релейной защиты цехового трансформатора.	



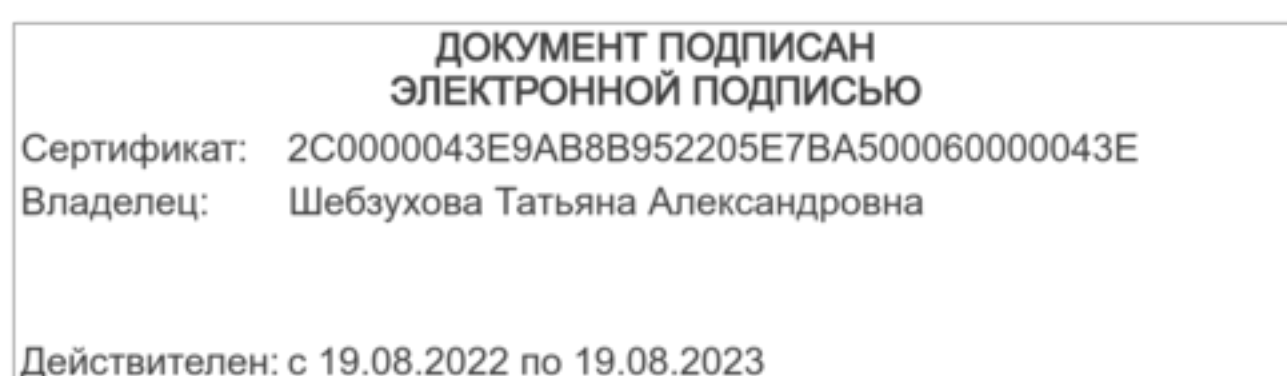
- 4.11 Практическая работа № 11. Электробаланс и определение потерь электрической энергии. Потери мощности и энергии в элементах системы электропитания.
- 5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
 - 5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины
- Приложение

Введение

Практические занятия создают оптимальные дидактические условия для деятельностного освоения студентами содержания и методологии изучаемой дисциплины. Практические занятия занимают преимущественное место при изучении общепрофессиональных и профессиональных дисциплин. Практические занятия проводятся с целью выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач, отработки упражнений, выполнении чертежей, производстве расчётов и т.п.

Целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определённые действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных, необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным и профессиональным дисциплинам.

Библиографический список содержит сведения о справочной литературе и дополнительных изданиях, необходимых для углубленного изучения отдельных вопросов.



1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины «Электроснабжение промышленных предприятий» состоит в получении знаний о построении и режимах работы систем электроснабжения промышленных и гражданских объектов, а также объектов сельского хозяйства и транспортных систем.

Задачей дисциплины является изучение физических основ формирования режимов электропотребления, освоение основных методов расчёта интегральных характеристик режимов и определения расчётных нагрузок, показателей качества электроснабжения, изучение методов достижения заданного уровня надежности оборудования и систем электроснабжения.

2. Оборудование и материалы

Аппаратные средства: переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения.

3. Наименование практических работ

Для заочной формы обучения предусмотрены следующие практические работы: Практическая работа № 2. Электрические нагрузки. Электрические нагрузки промышленных предприятий – 1,5 часа, из них практическая подготовка – 1,5 часа; Практическая работа №4. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Силовые трансформаторы подстанций – 1,5 часа; Практическая работа №6. Коммутационные аппараты, шины и шинопроводы в системах электроснабжения. Коммутационные и защитные аппараты до 1 кВ – 1,5 часа; Практическая работа № 8. Компенсация реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности – 1,5 часа.

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
8 семестр			
1	Практическая работа №1. Внутрицеховое электроснабжение. Внутрицеховые электрические сети напряжением до 1 кВ. Изучить основные внутрицеховые электрические сети напряжением до 1 кВ.	1,5	

документ подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA50000000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

2	Практическая работа № 2. Электрические нагрузки. Электрические нагрузки промышленных предприятий. Приобрести навыки расчета электрических нагрузок промышленных предприятий.	1,5	1,5
3	Практическая работа № 3. Системы электроосвещения промышленных предприятий. Расчет освещения цеха. Приобрести практические навыки по расчету освещения.	1,5	1,5
4	Практическая работа №4. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Силовые трансформаторы подстанций. Познакомиться с конструкцией силовых трансформаторов и их выбором на подстанцию.	1,5	
5	Практическая работа № 5. Выбор места расположения питающих подстанций и схем электроснабжения промышленного предприятия. Определение местоположения цеховой подстанции. Приобрести практические навыки по расчету и выбору местоположения цеховой подстанции.	3	
6	Практическая работа №6. Коммутационные аппараты, шины и шинопроводы в системах электроснабжения. Коммутационные и защитные аппараты до 1 кВ. Изучить выбор и расчет коммутационных и защитных аппаратов до 1 кВ.	3	
7	Практическая работа №7. Конструктивное исполнение электрических сетей, трансформаторных подстанций и распределительных устройств напряжением свыше 1000 В. Питающая и распределительная сеть 6 – 10 кВ предприятий. Изучить основные схемы питающих и распределительных сетей 6 – 10 кВ предприятия.	3	
8	Практическая работа № 8. Компенсация реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности. Изучить основные компенсирующие устройства реактивной мощности.	3	
9	Практическая работа № 9. Защитные меры электробезопасности. Расчет контура заземления. Приобрести практические навыки по определению количества заземлителей.	3	
10	Практическая работа № 10. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения промышленных зданий и предприятий. Расчет и выбор элементов релейной защиты цехового трансформатора.	3	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 2C8000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

	Приобрести практические навыки по выбору элементов релейной защиты.		
11	Практическая работа № 11. Электробаланс и определение потерь электрической энергии. Потери мощности и энергии в элементах системы электроснабжения. Изучить расчет потерь мощности в системах электроснабжения промышленного предприятия.	3	
	Итого за 8 семестр:	27	3
	Итого:	27	3

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA5000600000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

4. Содержание практических работ

Практическая работа №1. Внутрицеховое электроснабжение. Внутрицеховые электрические сети напряжением до 1 кВ.

Цель: Изучить основные внутрицеховые электрические сети напряжением до 1 кВ.

Основы теории:

Цеховые электроприемники напряжением до 1 кВ на большинстве промышленных предприятий являются основными потребителями электроэнергии. Передача и распределение ее между электроприемниками осуществляется с помощью внутрицеховых электрических сетей до 1 кВ различного назначения.

Электрооборудование многочисленных технологических установок подключается к силовым сетям цеха. Подъемно-транспортные устройства цеха питаются с помощью сетей передвижных установок (троллейных линий).

Осветительные электрические сети предназначены для передачи мощности к цеховым электроосветительным приборам. Наиболее распространенным напряжением внутрицеховых сетей всех назначений является 380/220 В, иногда 660 В. Конструктивное выполнение цеховых электрических сетей осуществляется в основном изолированными проводами, кабелями, комплектными шинопроводами. Расчет цеховых электрических сетей независимо от их назначения производится прежде всего по допустимому нагреву токовыми

Нагрузками продолжительных режимов работы присоединенных электроприемников. Выбор сечений проводов и кабелей по этому показателю для силовых сетей напряжением до 1 кВ заключается в соблюдении расчетного условия

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{I_p}{K_{\text{попр}}}$$

где I_p – длительный расчетный ток линии;

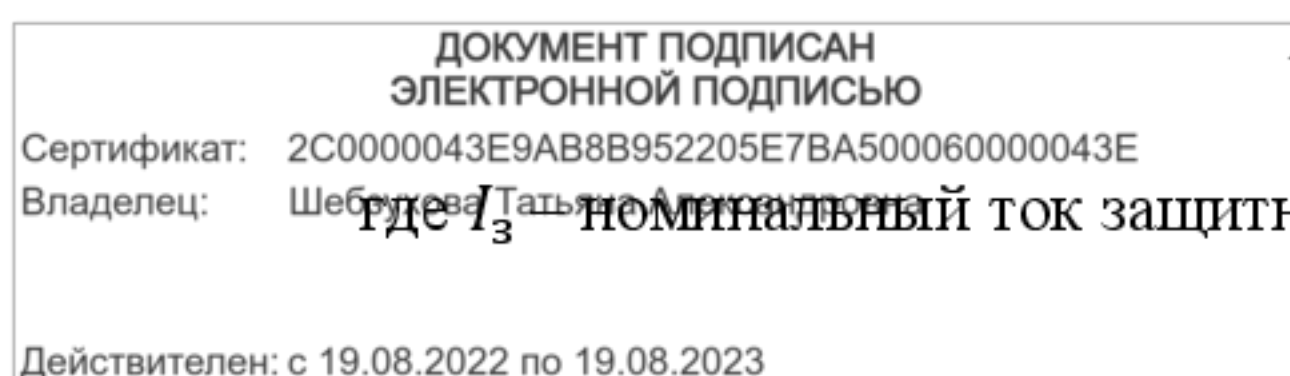
$I_{\text{доп}}$ – допустимый ток проводника;

$k_{\text{попр}}$ – коэффициент, учитывающий условия прокладки (при нормальных условиях $k_{\text{попр}} = 1$).

Выбранные сечения проводников необходимо привести в соответствие с токами их защитных аппаратов, используя следующее условие:

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{I_z k_z}{k_{\text{попр}}},$$

где I_z – номинальный ток защитного аппарата или ток его срабатывания;



k_3 – отношение длительно допустимого тока проводника к номинальному току защитного аппарата или току его срабатывания, определяемое по табл. П10

Силовые сети до 1 кВ отдельных цехов могут выполняться комплектными распределительными и магистральными шинопроводами (табл. П11 и П12). Расчет таких сетевых элементов по допустимому нагреву током продолжительных режимов сводится к выполнению следующего условия:

$$I_n \geq I_p,$$

где I_n – номинальный ток шинопровода;

I_p – расчетный ток группы электроприемников, присоединенных к шинопроводу.

Для магистрального шинопровода в качестве I_p может быть принят номинальный ток цехового трансформатора, если к нему подключен только шинопровод. Распределительный шинопровод может иметь промежуточное место подключения к электрической сети по всей длине. В этом случае за I_p принимается ток наиболее нагруженного плеча, длина которого определяется от места присоединения питающей линии до конца шинопровода. Расчетный ток плеча шинопровода

$$I_{rp} = i_{rш} \ell_p,$$

где ℓ_p – длина расчетного участка шинопровода;

$i_{rш}$ – расчетная удельная токовая нагрузка на 1 м длины шинопровода.

Удельная токовая нагрузка шинопровода определяется из выражения

$$i_{rш} = \frac{S_{рш}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \ell_{ш}},$$

где $S_{рш}$ – полная расчетная мощность группы электроприемников, присоединенных к шинопроводу;

$\ell_{ш}$ – длина всего распределительного шинопровода.

Протяженные участки шинопроводов проверяются дополнительно на допустимую потерю напряжения. Для магистральных шинопроводов при одинаковых значениях $\cos\varphi$ ответвлений

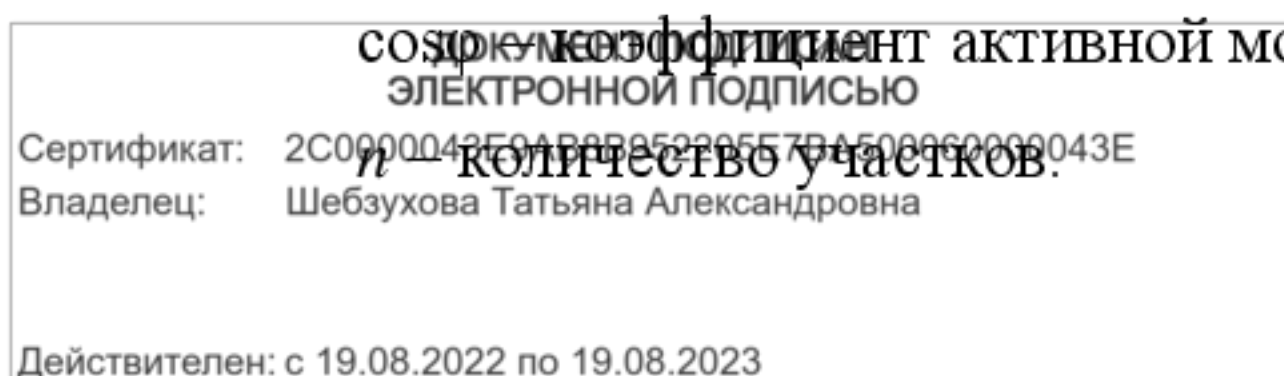
$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot \sum I_{pi} \cdot \ell_i}{U_n} (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi),$$

где $I_{pi} \cdot \ell_i$ – электрический момент отдельного участка шинопровода;

r_0 и x_0 – удельные активное и индуктивное сопротивления шинопровода;

$\cos\varphi$ – коэффициент активной мощности присоединенных нагрузок;

n – количество участков.



Полученное расчетным путем ΔU не должно превышать допустимых значений ΔU для шинпровода, равных 1,5 – 1,8 %. Для распределительных шинпроводов равномерно распределенная нагрузка заменяется сосредоточенной и прикладывается в середине расчетного участка шинпровода. Выражение для определения ΔU шинпровода имеет следующий вид:

$$\Delta U = \frac{0,5 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot \ell_p}{U_n} (r_0 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi)$$

Расчетная величина ΔU распределительного шинпровода сравнивается с допустимой $\Delta U_{\text{доп}} = 2 \dots 2,5 \%$.

Электрические сети подъемно-транспортных устройств часто выполняются в виде троллейных линий из профильной стали или комплектными троллейными шинпроводами. Их расчет сводится к выбору размеров стальных уголков или троллейного комплектного моно шинпровода (ШМТ) по нагреву расчетным током и допустимой потере напряжения.

При выборе шинпровода по первому условию производится сравнение тридцатиминутной токовой нагрузки крановой установки I_{30} с допустимым током для определенного профиля угловой стали или шинпровода ШМТ. Значение I_{30} определяется из выражения

$$I_{30} = \frac{\sqrt{(P_{\text{потр}} \cdot k_{30})^2 + (P_{30} \cdot \tan \varphi)^2}}{\sqrt{3} \cdot U},$$

где $P_{\text{потр}}$ – потребляемая мощность крановой установки;

k_{30} – коэффициент спроса, определяемый по графикам.

Величина потребляемой мощности крановой установки

$$P_{\text{потр}} = \frac{P_n}{\eta},$$

где P_n – суммарная номинальная, приведенная к ПВ = 1 мощность электродвигателей крановой установки;

η – коэффициент полезного действия.

Выбранный шинпровод проверяется на допустимую потерю напряжения (для ШМТ) по формуле:

$$\Delta U = \sqrt{3} (R \cos \varphi + X \sin \varphi) I_{\text{пик}} L,$$

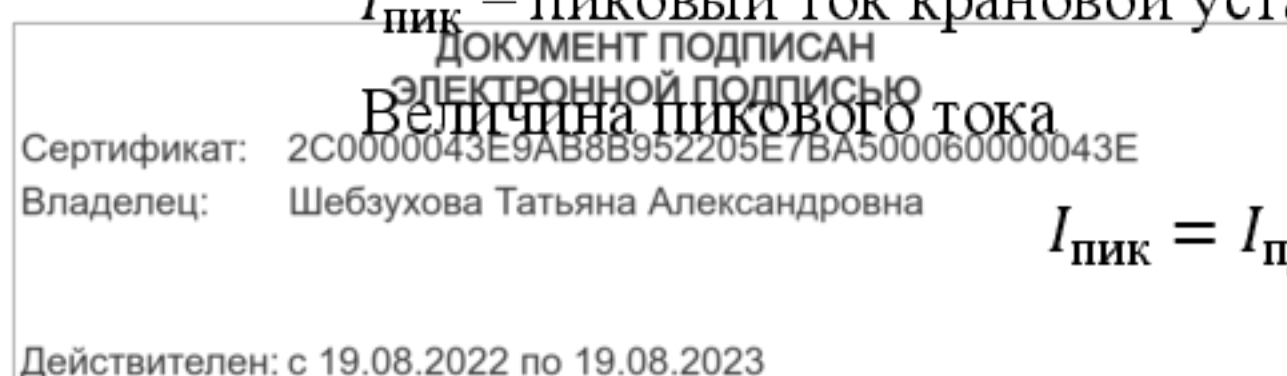
где L – длина расчетного участка троллея;

R и X – активное и реактивное сопротивление расчетного участка;

$I_{\text{пик}}$ – пиковый ток крановой установки.

Величина пикового тока

$$I_{\text{пик}} = I_{\text{пуск наиб}} + (I_m - I_n k_n),$$



где $I_{\text{пуск наиб}}$ – пусковой ток самого мощного двигателя крановой установки;

$I_{\text{м}}$ – максимальный расчетный ток, принимаемый равным $I/30$;

$I_{\text{н}}$ – номинальный, приведенный к $P_{\text{в}} = 1$ ток самого мощного электродвигателя;

$k_{\text{и}}$ – коэффициент использования.

При расчете троллеев рекомендуется принимать значение $\cos\varphi = 0,45 \dots 0,5$ для кранов малой грузоподъемности с асинхронными короткозамкнутыми двигателями. Для кранов большой грузоподъемности значение $\cos\varphi = 0,6$ при использовании двигателей с фазным ротором.

Расчет осветительных электрических сетей ведется по двум условиям: допустимому нагреву током продолжительного режима и допустимой потере напряжения. Отклонение напряжения в осветительных сетях согласно не должно превышать $2,5 \dots 5\%$ номинального напряжения.

Расчетная мощность осветительных электроприемников

$$P_{\text{ро}} = k_{\text{со}} \cdot P_{\text{уо}} \cdot k_{\text{п}},$$

где $P_{\text{уо}}$ – суммарная установленная мощность ламп;

$k_{\text{со}}$ – коэффициент спроса осветительной нагрузки;

$k_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в пускорегулирующих устройствах (ПРА).

Величина коэффициента спроса осветительной нагрузки принимается равной от 0,6 до 0,95 в зависимости от назначения производственных помещений, в которых используются осветительные приборы. Коэффициент $k_{\text{п}}$ может иметь значения, равные:

- 1,1 – для ламп ДРЛ, ДРИ, ДНАТ;
- 1,2 – для люминесцентных ламп при стартерной схеме включения;
- 1,3 – для люминесцентных ламп при бесстартерной схеме включения.

Расчетный ток групповой сети определяется по формулам: для трехфазных линий:

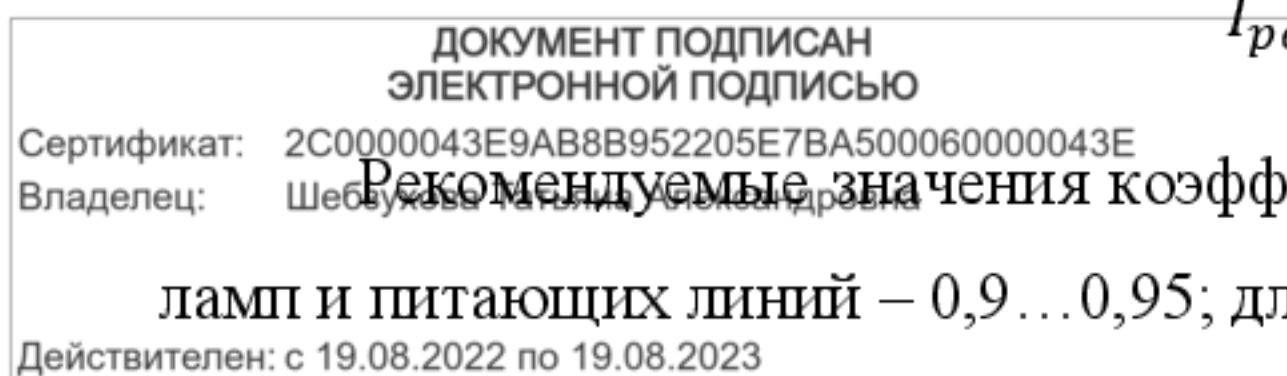
$$I_{\text{ро}} = \frac{P_{\text{ро}} \cdot 10^3}{3 \cdot U_{\text{ф}} \cdot \cos\varphi};$$

для двухфазных линий с нулевым проводником

$$I_{\text{ро}} = \frac{P_{\text{ро}} \cdot 10^3}{2 \cdot U_{\text{ф}} \cdot \cos\varphi};$$

для однофазных линий

$$I_{\text{ро}} = \frac{P_{\text{ро}} \cdot 10^3}{U_{\text{ф}} \cdot \cos\varphi};$$



Рекомендуемые значения коэффициента активной мощности для люминесцентных ламп и питающих линий – $0,9 \dots 0,95$; для ламп ДРЛ, ДРИ, ДНАТ – $0,5 \dots 0,6$.

Нагрев проводников групповых осветительных сетей не превысит допустимого, если будет выполняться следующее расчетное условие:

$$I_{po} \leq I_{доп}.$$

Осветительная сеть, выбранная по условиям нагрева, проверяется на допустимую потерю напряжения, рассчитанную по формуле:

$$\Delta U_D = U_{xx} - U_{пит} - \Delta U_T,$$

где U_{xx} – вторичное напряжение холостого хода трансформатора, принимаемое равным 105 %;

$U_{пит}$ – напряжение у самой удаленной лампы, принимаемое по нормам 95 % от номинального напряжения лампы;

ΔU_T – потери напряжения в трансформаторе.

$$\Delta U_T = \beta_T (U_a \cos \varphi + U_p \sin \varphi) + \frac{\beta_T}{200} (U_p \cos \varphi + U_a \sin \varphi)^2,$$

где β_T – коэффициент загрузки трансформатора;

U_a и U_p – активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора;

$\cos \varphi$ – коэффициент активной мощности нагрузки трансформатора.

При использовании трансформаторов, для которых $S_n \leq 1000$ кВА, формула приобретает более простой вид:

$$\Delta U_T = \beta_T (U_a \cos \varphi + U_p \sin \varphi).$$

$$U_a = \frac{\Delta P_k}{S_n} \quad \text{и} \quad U_p = \sqrt{U_k^2 - U_a^2},$$

где ΔP_k – потери короткого замыкания трансформатора;

S_n – номинальная мощность трансформатора.

Сечение проводов осветительных сетей определяется по формуле:

$$q = \frac{M}{C \Delta U_q},$$

где $M_{прив}$ – приведенный момент нагрузки.

Значение этого момента:

$$M_{прив} = \Sigma M + \Sigma \alpha \cdot m,$$

где ΣM – сумма моментов расчетного и всех последующих по направлению мощности участков с одинаковым числом проводов в линии;

$\Sigma \alpha \cdot m$ – сумма приведенных моментов участков с другим числом проводов в линии;

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

α – коэффициент приведения моментов, принимаемый по справочной литературе.

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Сечение проводов, рассчитанное по формуле, округляется до ближайшего стандартного, с учетом которого по определяется действительная потеря напряжения на расчетном участке. Расчет последующих участков с меньшим количеством проводов производится аналогично по остаточной потере напряжения:

$$\Delta U_{до} = \Delta U_d - \Delta U_{\phi}.$$

Из двух расчетных условий основным становится то, при котором сечение проводов осветительной сети окажется большим.

Задания:

Задание №1

Два асинхронных электродвигателя, использующихся для привода вентиляторов, предполагается подключить к распределительному шкафу ШР-11. Выбрать номинальные токи их защитных аппаратов, встроенных в шкаф, сечение и марку проводов ответвлений к двигателю, определить способ и место их прокладки. Номинальные параметры двигателей: $P_{н1} = 11$ кВт; $U_n = 380$ В; $\eta = 87\%$; $\cos\phi = 0,86$; $k_{пуск} = 7$; $P_{н2} = 15$ кВт; $\eta = 89\%$; $\cos\phi = 0,88$; $k_{пуск} = 7$.

Задание №2

Асинхронный двигатель, используемый для привода производственного механизма повторно-кратковременного режима работы, предполагается подключить к распределительному шкафу ПР8501. Выбрать параметры защитного аппарата, встроенного в шкаф и предназначенного для защиты ответвления; сечение и марку проводов ответвления, и способ его прокладки в цехе.

Номинальные данные двигателя: $P_n = 7,5$ кВт; $U_n = 380$ В; $\eta = 87,5\%$; $\cos\phi = 0,88$; $k_{пуск} = 7$; ПВ = 45 %.

Задание №3

Определить сечение проводников и способ прокладки линии, питающей распределительный шкаф ШР-11 от цеховой ТП. Расчетная токовая нагрузка присоединенных электроприемников к шкафу равна $I_p = 120,5$ А; $U_n = 380$ В. Линию предполагается подключить к сборным шинам цеховой ТП через автоматический выключатель ВА51-33; $I_n = 160$ А; $I_{срз} = 1600$ А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец:	Шебзуева Александра Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

Задание №4

Группу электроприемников с расчетной нагрузкой в 15 кВА предполагается подключить к распределительному шинопроводу ШРА-4, $I_n = 250$ А, длина 75 м. Питание шинопровода будет осуществляться от цеховой ТП мощностью 1х630 кВА на напряжении 380 В.

Наибольший пусковой ток одного из присоединенных электродвигателей равен 195 А. Выбрать сечение, марку и место присоединения питающего кабеля к шинопроводу, а также параметры автоматического выключателя, установленного в начале питающей линии (на ТП).

Задание №5

Электроприемники механического цеха подключены к пяти распределительным шинопроводам ШРА-4 длиной по 30 м каждый. Шинопроводы установлены поперек цеха на расстоянии 10 м друг от друга. Расчетная токовая нагрузка для первых двух шинопроводов по 350 А, для третьего – 220 А, для четвертого и пятого – по 110 А. Коэффициент мощности для всех групп электроприемников $\cos\varphi = 0,8$.

Питание распределительных шинопроводов предполагается осуществить через силовые ящики (табл. П18) от магистрального шинопровода ШМА-4, проложенного вдоль цеха на высоте 5 м от пола и подключенного к цеховому трансформатору мощностью $S_n = 1600$ кВА автоматическим выключателем.

Самым мощным электроприемниками цеха является электродвигатель ($P_n = 22$ кВт, $U_n = 380$ В, $\eta = 90\%$, $\cos\varphi = 0,79$, $k_{пуск} = 6,5$). Выбрать тип магистрального шинопровода и головной автомат к нему; типы распределительных шинопроводов и питающие их ответвления от ШМА. Проверить напряжение на выводах самого удаленного электродвигателя.

Задание №6

Выбрать троллеи из угловой стали для мостового крана, имеющего пять асинхронных электродвигателей с фазным ротором напряжением 380 В. Параметры двигателей при ПВ = 25 % приведены в табл. 3.1. Режим работы крана средний. Расчетная длина наиболее нагруженного плеча троллеев = 40 м от места подключения питающего ответвления. Расстояние между фазами троллеев составляет 250 мм, коэффициент мощности всех электродвигателей крана $\cos\varphi = 0,55$.

Таблица 3.1 – Параметры двигателя

Механизм крана Документ подписан электронной подписью Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Главный подъем Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	Паспортная мощность двигателей, кВт 22
--	--

Вспомогательный подъем	11
Механизм передвижения моста	2х16
Механизм передвижения тележки	3,5
Всего	68,5

Задание №7

Выбрать троллейный шинопровод для мостового крана со средним режимом работы. На кране установлены асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, паспортные данные которых: подъем – 15 кВт, передвижение моста – 2х11 кВт, передвижение тележки – 2,2 кВт, ПВ = 30 %. Питание крана осуществляется на напряжении 380 В от цеховой ТП. Расчетная длина троллеев $\ell_{\text{расч}} = 50$ м.

Задание №8

Выбрать сечение проводов питающей линии длиной 25 м осветительной сети цеха на участке от РП до осветительного щитка(ЩО). Освещение предполагается выполнить лампами ДРЛ, суммарная установленная мощность которых $P_n = 15$ кВт. Допустимая потеря напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 2,5$ %.

Контрольные вопросы:

1. Элементы, входящие в системы внешнего электроснабжения, их назначение.
2. Виды схем внутризаводской сети СЭС, их преимущества и недостатки.
3. В чем заключается особенность использования схем глубокого ввода ГПП промышленных предприятий.
4. Основные характеристики СЭС при наличии заводских блок-станций.
5. Определения местоположения ГПП предприятия.
6. Построение внутрицеховых СЭС.
7. Основные виды внутрицеховых сетей. Классификация цеховых сетей напряжением до 1 кВ по конструктивным признакам.
8. Электропомещения и их классификация.
9. Особо опасные помещения и требования к электроустановкам, размещенным в них.

НИИХ.	ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C00100423	10. Какие помещения относят к влажным помещениям, и какие к жарким.
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна	
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

11. Блок «трансформатор-магистраль» и его использование. Распределительные
шинопроводы и распределительные пункты.

12. Назначение, характеристики КРУ напряжением до 1000 В.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Практическая работа № 2. Электрические нагрузки. Электрические нагрузки промышленных предприятий.

Цель: Приобрести навыки расчета электрических нагрузок промышленных предприятий.

Основы теории:

Расчет электрических нагрузок производится для каждого электрического узла, от которого питаются электроприемники. В сетях напряжением до 1 кВ на различных ступенях распределения в качестве электрического узла могут рассматриваться распределительные пункты, шкафы, сборки, распределительные, троллейные, магистральные шинопроводы, цеховые трансформаторные подстанции. Нагрузки определяются по цеху, корпусу, предприятию в целом.

Метод коэффициента расчетной нагрузки. Согласно Указаниям по расчету электрических нагрузок расчетная активная нагрузка группы электроприемников, подключенных к электрическому узлу:

$$P_p = K_p \sum_{i=1}^n K_{Hi} P_{Hi}$$

где K_p - коэффициент расчетной нагрузки;

P_{Hi} и K_{Hi} - номинальная активная мощность и среднее значение коэффициента использования отдельного электроприемника; n - количество электроприемников в группе.

Эффективное число электроприемников

$$n_{\text{э}} = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{Hi})^2}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}^2}$$

где P_{Hi} - номинальная мощность отдельного электроприемника в группе.

Полученное расчетом округляется до ближайшего меньшего целого числа.

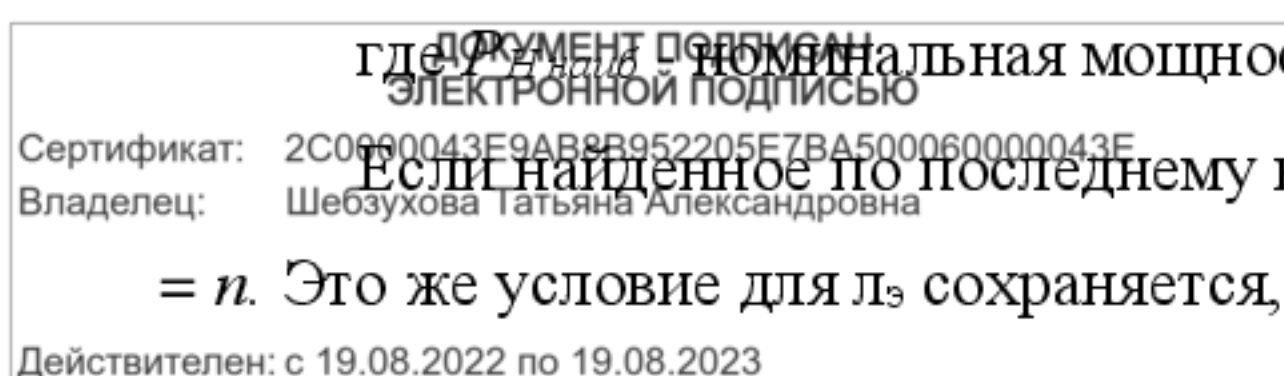
При большом количестве электроприемников в группе для магистральных шинопроводов, сборных шин цеховых трансформаторных подстанций (ТП цеха, корпуса, предприятия в целом) величину $n_{\text{э}}$ можно определить также по упрощенному выражению:

$$n_{\text{э}} = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{Hi}}{P_{H \text{ наиб}}}$$

где $P_{H \text{ наиб}}$ - номинальная мощность самого мощного электроприемника в группе.

Если найденное по последнему выражению $n_{\text{э}}$ окажется больше n , то принимают $n_{\text{э}}$

$= n$. Это же условие для $n_{\text{э}}$ сохраняется, если



$$\frac{P_{\text{н наиб}}}{P_{\text{н мин}}} \leq 3$$

Для группы, состоящей из электроприемников различных категорий (с различными $K_{\text{и}}$), средневзвешенный коэффициент использования

$$K_{\text{и}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{\text{и}i} P_{\text{н}i}}{\sum_{i=1}^m P_{\text{н}i}}$$

а) для питающих сетей напряжением до 1 кВ в зависимости от $n_{\text{э}}$,
при $n_{\text{э}} \leq 10$

$$Q_p = 1.1 \sum_{i=1}^n K_{\text{и}} P_{\text{н}} \tan \varphi$$

при $n_{\text{э}} > 10$

$$Q_p = \sum_{i=1}^n K_{\text{и}} P_{\text{н}} \tan \varphi$$

б) для магистральных шинопроводов и на шинах цеховых ТП, а также при определении реактивной нагрузки по цеху, корпусу, предприятию

$$Q_p = K_p \sum_{i=1}^n K_{\text{и}} P_{\text{н}} \tan \varphi = P_p \tan \varphi$$

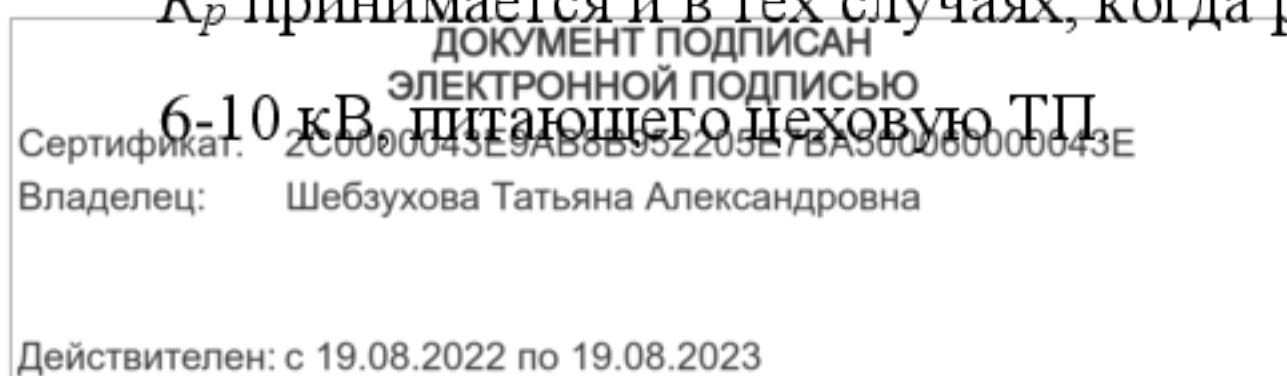
К расчетным активной и реактивной нагрузкам силовых электроприемников до 1кВ должны быть добавлены при необходимости осветительные нагрузки $P_{\text{ро}}$ и $Q_{\text{ро}}$

Расчет электрических нагрузок электроприемников напряжением выше 1 кВ осуществляется в целом аналогично расчету, приведенному для электроприемников напряжением до 1 кВ, с учетом некоторых особенностей. Для электродвигателей напряжением выше 1 кВ вместо $K_{\text{и}}$ принимается значение коэффициента загрузки K_z и находится расчетная нагрузка

$$P_{\text{рд}} = K_z P_{\text{нд}}$$

где $P_{\text{нд}}$ - номинальная активная мощность высоковольтного электродвигателя.

При определении расчетной нагрузки предприятия подсчитывается количество присоединений к сборным шинам 6 - 10 кВ распределительного пункта (РП) или главной понижительной подстанции (ГПП), от которых питается предприятие. В зависимости от количества присоединений и средневзвешенного $K_{\text{и}}$ по табл. ПЗ определяется значение коэффициента одновременности $K_{\text{о}}$. При этом принимается величина $K_p = 1$. Аналогичное значение K_p принимается и в тех случаях, когда расчетная нагрузка определяется для выбора кабеля



Расчетная нагрузка силовых электроприемников до 1 кВ характерных групп, приведенная к вводу предприятия, определяется по формуле

$$P_p = K_o \sum_{i=1}^n K_{\Pi} P_H$$

$$Q_p = K_o \sum_{i=1}^n K_{\Pi} P_H \tan \varphi = P_p \tan \varphi$$

Результирующая нагрузка предприятия определяется с учетом осветительной и высоковольтной нагрузок, а также средств компенсации реактивной мощности Q и потерь мощности в трансформаторах.

Метод коэффициента спроса. На первой стадии проектирования системы электроснабжения могут быть неизвестными мощности отдельных электроприемников характерных групп и режим их работы. Расчетная максимальная нагрузка для таких групп электроприемников определяется следующим образом:

$$P_p = K_c P_H$$

$$Q_p = P_p \tan \varphi$$

Значения коэффициентов спроса $K_{\cos \varphi}$ для указанных групп электроприемников определяются из.

Расчетная нагрузка узла системы электроснабжения определяется в этом случае с учетом коэффициента разновременности максимумов нагрузок отдельных групп электроприемников:

$$S_p = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_{pi}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Q_{pi}\right)^2} K_{pm}$$

где n - количество характерных подгрупп электроприемников.

Значение K_{pm} можно приближенно принять равным 0,9.

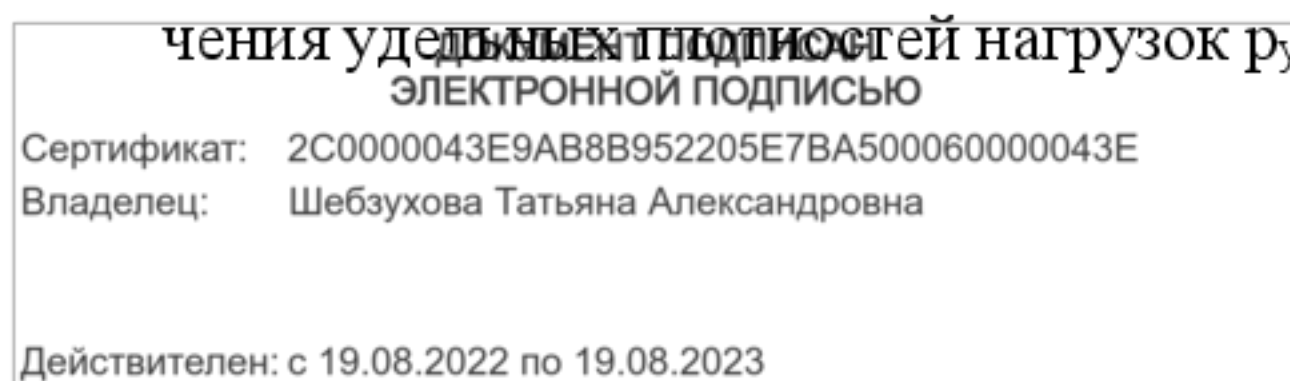
Метод удельных плотностей нагрузки. Если имеются сведения о величинах производственных площадей отдельных цехов, например, машиностроительных предприятий, то расчетную активную нагрузку можно определить, используя выражение

$$P_p = p_{уд} \cdot F$$

где F - площадь размещения приемников группы, m^2 ;

$p_{уд}$ - удельная плотность нагрузки на 1 m^2 производственной площади, kBt/m^2 . Зна-

чения удельных плотностей нагрузок $p_{уд}$ принимаются по справочной литературе.



Метод удельного расхода электроэнергии. При наличии данных по удельному расходу электроэнергии на единицу продукции расчет нагрузок по отдельным цехам, предприятию в целом можно выполнить, используя выражение

$$P_p = \frac{M \cdot \mathcal{E}_{\text{ауд}}}{T}$$

где М - выпуск продукции в натуральном выражении за время ТЗ назначение удельных расходов электроэнергии на единицу продукции.

Электрические нагрузки однофазных электроприемников.

Однофазные электроприемники учитываются при определении суммарных нагрузок как трехфазные, если они равномерно распределены между фазами трехфазной сети. Считаются неравномерно распределенными те однофазные электроприемники, номинальная мощность которых составляет более 15 % суммарной мощности трехфазных и однофазных приемников, присоединенных к электрическому узлу. Для таких электроприемников определяется трехфазная номинальная условная мощность:

при включении однофазных электроприемников на фазное напряжение

$$P_{\text{ну}} = 3 \cdot P_{\text{нмф}}$$

$$P_{\text{ну}} = \sqrt{3} \cdot P_{\text{нл}}$$

Мощность отдельной фазы в этом случае определяется как полу сумма номинальных мощностей плеч, прилегающих к данной фазе.

При большом количестве однофазных электроприемников в группе, включенных на фазное и линейное напряжение и не распределенных равномерно, номинальная мощность отдельной фазы определяется с учетом коэффициентов приведения линейных нагрузок к данной фазе и фазному напряжению. Например, для фазы А

$$P_{H(a)} = P_{ab}p_{(ab)a} + P_{ca}p_{(ca)a} + P_{a0}$$

$$Q_{H(a)} = P_{ab}p_{(ab)a} + P_{ca}p_{(ca)a} + Q_{a0}$$

где p - однофазная нагрузка, включенная в плечо АВ трехфазной сети;

P_{ac} - то же в плечо АС;

P_{a0} и Q_{a0} - нагрузки, включенные на фазу А и нулевой провод;

$P_{(ab)a}$, $P_{(ca)a}$, $Q_{(ab)a}$ - коэффициенты приведения линейных

нагрузок, определяемые из справочных таблиц.

Расчетные активную и реактивную нагрузки для однофазных электроприёмников, включенных в трехфазную сеть, можно определить по формулам

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

$$P_{\text{ру}} = K_p \sum_{i=1}^n K_{\text{и}} P_{\text{ну}i}$$

при $n_3 \leq 10$

$$Q_{py} = 1.1 \sum_{i=1}^n K_{\text{и}} P_{\text{нui}} \tan \varphi$$

при $n_3 > 10$

$$Q_{py} = \sum_{i=1}^n K_{\text{и}} P_{\text{нui}} \tan \varphi$$

Для узла, подключенного к трехфазной электрической сети, имеющей трехфазные и однофазные электроприемники, расчетные активная и реактивная нагрузки определяются по формулам:

$$P_{p \text{ уз}} = K_p \left(\sum_{i=1}^{m1} K_{\text{и}} P_{\text{Hi}} + \sum_{i=1}^{m2} K_{\text{и}} P_{\text{нui}} \right) + \sum_{i=1}^{m3} K_{\text{и}} P_{\text{Hi}} + \sum_{i=1}^{m4} K_{\text{и}} P_{\text{нui}}$$

при $n_3 \leq 10$

$$Q_{p \text{ уз}} = 1.1 \left(\sum_{i=1}^{m1} K_{\text{и}} P_{\text{Hi}} \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^{m2} K_{\text{и}} P_{\text{нui}} \tan \varphi_i \right) + \sum_{i=1}^{m3} K_{\text{и}} P_{\text{Hi}} \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^{m4} K_{\text{и}} P_{\text{нui}} \tan \varphi_i$$

при $n_3 > 10$

$$Q_{p \text{ уз}} = \sum_{i=1}^{m1} K_{\text{и}} P_{\text{Hi}} \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^{m2} K_{\text{и}} P_{\text{нui}} \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^{m3} K_{\text{и}} P_{\text{Hi}} \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^{m4} K_{\text{и}} P_{\text{нui}} \tan \varphi_i$$

где m_1 и m_2 – количество трёхфазных и однофазных электроприемников с переменным графиком нагрузок;

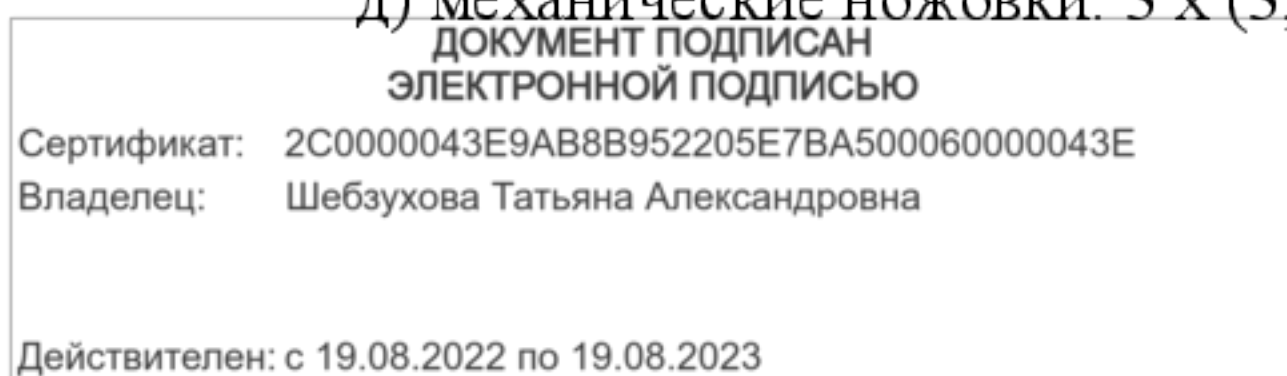
m_3 и m_4 – количество трёхфазных и однофазных электроприемников с мало меняющимся графиком нагрузок.

Задания:

Задание №1

Определить n_3 для электроприемников механического участка инструментального цеха со следующими данными:

- а) токарные станки: 4 х (7 + 1,1 + 0,25) кВт;
- б) строгальные станки: 2 х (4,5 + 0,5) кВт; 2 х (5,5 + 0,75) кВт;
- в) сверлильные станки: 3 х (7,5 + 0,25) кВт; 3 х (3 + 0,25) кВт;
- г) заточные станки: 2 х 2,8 кВт; 2 х 4,5 кВт;
- д) механические ножовки: 3 х (3,2 + 0,3) кВт.



Задание №2

В трехфазную электрическую сеть 380/220 В включены однофазные электроприемники:

а) печи сопротивления: $P_H = 12$ кВт, $\cos\varphi=0,95$, $n = 2$, $U_H= 220$ В;

б) сварочные трансформаторы: $S_{ca}= 75$ кВА, ПВ = 45 %, $\cos\varphi= 0,55$, $n= 1$, $U_H =380$ В;

Определить трехфазную условную номинальную мощность.

Задание №3

От шин вторичного напряжения цеховой ТП питаются следующие группы трехфазных электроприемников:

а) 35 электродвигателей продолжительного режима работы от 5,5 до 10 кВт суммарной мощностью $\Sigma P_H= 265$ кВт; $K_n = 0,18$; $\cos\varphi = 0,75$;

б) 8 электродвигателей повторно-кратковременного режима работы от 4,0 до 7 кВт; $\Sigma P_H = 42$ кВт; ПВ = 50 %; $K_H= 0,15$; $\cos\varphi= 0,55$;

в) 20 электродвигателей продолжительного режима работы от 3 до 15 кВт; $\Sigma P_H= 175$ кВт; $K_u = 0,2$; $\cos\varphi = 0,7$;

г) 15 электродвигателей продолжительного режима работы от 5 до 7,5 кВт; $\Sigma P_H = 100$ кВт; $K_n = 0,3$; $\cos\varphi= 0,65$.

Определить для них полную расчетную нагрузку.

Задание №4

Группа цехов тракторного завода имеет следующие установленные мощности электроприемников:

а) агрегатный цех $P_H= 3000$ кВт;

б) прессово-штамповочный цех $P_H=4000$ кВт;

в) механический цех $P_H = 3500$ кВт;

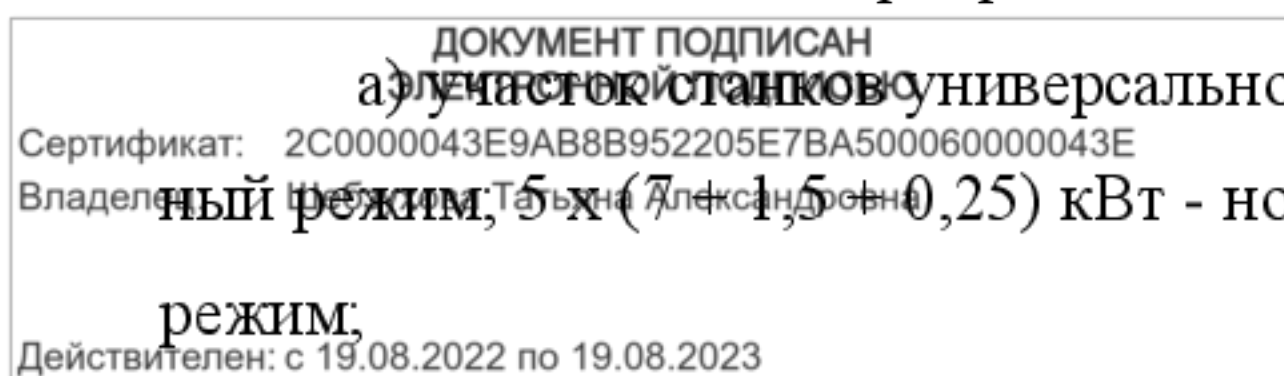
г) покрасочный цех $P_H = 1800$ кВт.

Определить для них полную расчетную нагрузку.

Задание №5

Технологические участки ремонтно-механического цеха имеют следующие номинальные мощности электроприемников:

а) участок станков универсального назначения: 6 х (4,5 + 1 + 0,25) кВт - нормальный режим; 5 х (7 + 1,5 + 0,25) кВт - нормальный режим; 5 х (14 + 2 + 0,75) кВт - тяжелый режим;



б) участок специализированных станков с электродвигателями от 0,25 до 5,5 кВт суммарной мощностью $P_{\alpha} = 87$ кВт;

в) электросварочный участок, сварочные трансформаторы:

$S_{\text{пасп1}} = 37$ кВА; ПВ = 40 %; $\cos\varphi = 0,5$; $U_n = 380$ В;

$S_{\text{пасп2}} = 32$ кВА; ПВ = 40 %; $\cos\varphi = 0,5$; $U_n = 380$ В;

$S_{\text{пасп3}} = 22$ кВА; ПВ = 60 %; $\cos\varphi = 0,5$; $U_n = 380$ В,

Определить полную расчетную нагрузку электроприемников цеха.

Задание №6

Группа цехов автомобильного завода питается от отдельного РП на напряжении 10 кВ и имеет следующие данные:

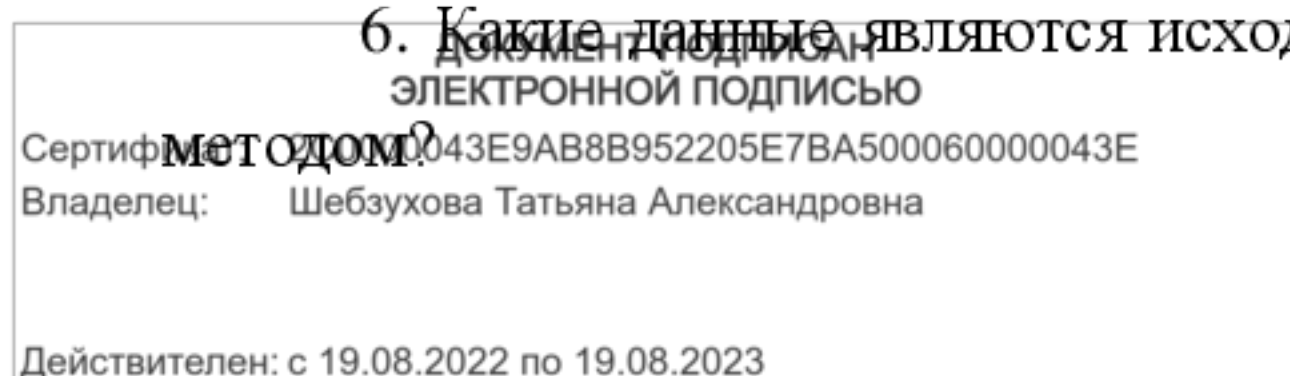
- сборочный цех; $P_p = 1800$ кВт; $\cos\varphi = 0,7$; $K_n = 0,2$;
- цех задних мостов: $P_n = 2900$ кВт; $\cos\varphi = 0,75$; $K_n = 0,25$;
- цех кабин: $P_n = 2300$ кВт; $\cos\varphi = 0,7$; $K_n = 0,3$;
- покрасочный цех: $P_n = 1500$ кВт; $\cos\varphi = 0,65$; $K_n = 0,4$;
- гальванический цех: $P_n = 1700$ кВт; $\cos\varphi = 0,8$; $K_n = 0,5$;
- компрессорная: электроприемники напряжением до 1 кВ: $P_n = 1300$ кВт; $\cos\varphi = 0,7$; $K_n = 0,35$, электродвигатели напряжением 10 кВ: $P_n = 4000$ кВт; $n = 3$; $\cos\varphi = 0,75$; $K_3 = 0,85$.

Количество присоединений к РП $n = 10$. Самый мощный электроприемников в группе напряжением 380 В - электродвигатель, у которого $P_n = 15$ кВт. Определить полную расчетную нагрузку на шинах РП.

Контрольные вопросы:

1. Каким образом связаны расчетные активная и реактивная мощности?
2. В каких случаях необходимо использовать систему общего освещения?
3. В каком случае необходимо провести корректировку расчетной активной мощности?
4. Как зависит нормируемая освещенность дорог и проездов от интенсивности движения автомобилей?
5. Охарактеризовать способы установки прожекторов для освещения открытых площадок.

6. Какие данные являются исходными при расчете уличного освещения точечным



Практическая работа № 3. Системы электроосвещения промышленных предприятий. Расчет освещения цеха.

Цель: Приобрести практические навыки по расчету освещения.

Основы теории:

В соответствии со СНиП 2-4-79 для освещения производственных помещений, как правило, следует предусматривать газоразрядные лампы низкого и высокого давления. Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной поверхности основным является метод светового потока (коэффициента использования), учитывающий световой поток лампы при освещении дуговыми ртутными лампами.

Расчет по методу коэффициента использования ведется в следующем порядке:

1. Определяется требуемая нормами освещенность (табл.2.1). Выбор нормируемой освещенности осуществляется в зависимости от размера объекта различения, контраста объекта с фоном и коэффициента отражения рабочей поверхности.
2. Определяется группа и предварительное количество светильников при их выгодном расположении. Выгодное расстояние L между светильниками или рядами светильников выбирают исходя из отношения (L/h) для получения наименьшей неравномерности распределения освещенности, в зависимости от классификационных групп светильников (табл.2.2).
3. Определяется индекс помещения.
4. Определяется коэффициент использования светового потока. Значения КПД светильника выбирается из табл.2.
5. Определяется необходимый световой поток каждого ряда светильников и световой поток одной лампы. По полученному значению выбирается стандартная лампа (Приложение: табл.2.3).
6. Определяется общая мощность освещения.

Задания:

Задание №1

Задание №1

1. Произвести светотехнический и электрический расчет освещения цеха.
2. Определить тип, мощность и количество ламп для общего освещения цеха.
3. Начертить план размещения светильников.

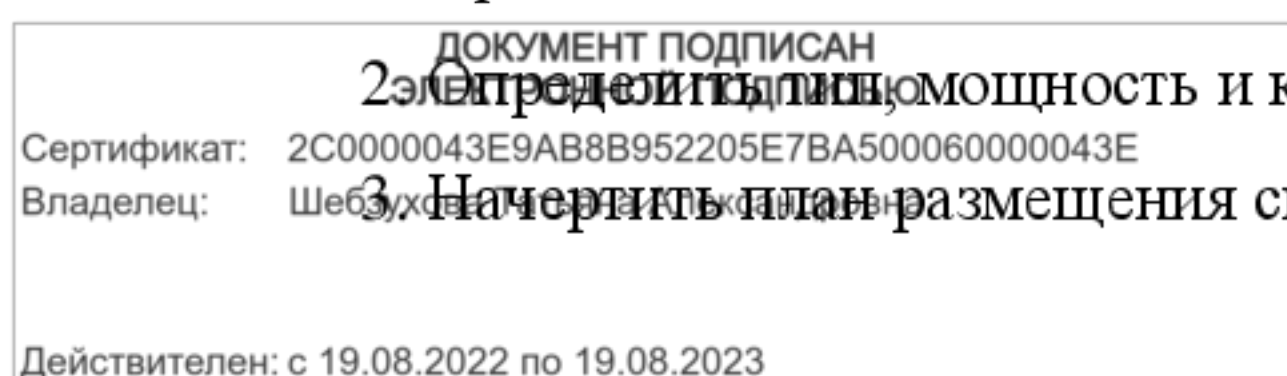


Таблица 2.1 – Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях

Характер зрительной работы	Наименьший размер объекта различения	Разряд работ	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Норма освещенности Комб. Общ.	
Наивысшая точность	Менее 0,15 мм	1	Малый	Темный	5000	1500
				Средний	4000	1250
				Светлый	3000	1000
			Средний	Темный	2500	750
				Средний	2500	750
				Светлый	1500	400
			Большой	Темный	2500	400
				Средний	1500	300
				Светлый	1250	300
Очень высокая точность	От 0,15 до 0,3 мм	2	Малый	Темный	4000	1250
				Средний	3000	750
				Светлый	2000	500
			Средний	Темный	2000	500
				Средний	1500	500
				Светлый	1000	300
			Большой	Темный	1000	500
				Средний	750	300
				Светлый	750	200
Высокая точность	От 0,3 до 0,5 мм	3	Малый	Темный	2000	500
				Средний	1000	300
				Светлый	750	300
			Средний	Темный	1000	300
				Средний	750	200
				Светлый	400	200
			Большой	Темный	600	200
				Средний	400	200
				Светлый	400	150
Средняя точность	От 0,5 до 1 мм	4	Малый	Темный	750	300
				Средний	600	200

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B75020E7A430000043E
Владелец: Рыбухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

			Средний	Светлый	400	150
				Темный	500	200
				Средний	400	150
			Большой	Светлый	300	100
				Темный	400	150
				Средний	300	100
				Светлый	200	100
Малая точность	От 1 до 5 мм	5	Малый	Темный	300	200
				Средний	200	150
				Светлый	-	150
				Темный	-	150
			Средний	Средний	-	100
				Светлый	-	75
				Темный	-	100
			Большой	Средний	-	100
				Светлый	-	75
Грубая работа	Более 5 мм	6	Не зависимо от характеристик фона и контраста		-	150
Работа в горячих цехах со светящимися материалами	Более 5 мм	7	Не зависимо от характеристик фона и контраста		-	200

Таблица 2.2 – Основные характеристики светильников

Группа светильников	L/h	КПД при индексе помещения i					
		0,6	0,8	1,25	2	3	5
Д1	1,3	36	48	57	66	76	85
Д2	0,96	42	51	65	71	85	90
Г1	0,91	45	56	65	76	78	84
Г2	0,77	55	66	80	92	98	99
Г3	0,66	63	72	83	91	96	99
Г4	0,57	68	73	81	87	91	94
К1	0,49	70	78	86	92	96	98
К2	0,42	72	80	91	96	99	99

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA5000600000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Таблица 2.3 – Основные характеристики ламп

Лампы накаливания			Люминисцентные лампы		
МОЩНОСТЬ	ТИП	СВЕТОВОЙ ПОТОК	МОЩНОСТЬ	ТИП	СВЕТОВОЙ ПОТОК
15	В	105	20	ЛДЦ	780
25	В	220	20	ЛД	870
40	БК	400	20	ЛБ	1120
40	БК	460	30	ЛДЦ	1375
60	Б	790	30	ЛД	1560
100	Г	1350	30	ЛБ	1995
150	Г	2000	40	ЛДЦ	1995
200	Г	2800	40	ЛД	2225
300	Г	4600	40	ЛБ	1850
500	Г	8300	80	ЛДЦ	3380
750	Г	13100	80	ЛД	3865
1000	Г	18600	80	ЛБ	4960

Контрольные вопросы:

1. Методы расчёта осветительных нагрузок.
2. Освещения производственных помещений.

Практическая работа №4. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Силовые трансформаторы подстанций.

Цель: Познакомиться с конструкцией силовых трансформаторов и их выбором на подстанцию.

Основы теории:

Основным и наиболее дорогостоящим элементом любой системы электроснабжения предприятия являются силовые трансформаторы цеховых и главных понижающих подстанций. Эффективное использование суммарной трансформаторной мощности на предприятии позволяет проектировать наиболее экономичную систему его электроснабжения.

Экономичность принимаемых технических решений при выборе мощности трансформаторов и их количества определяется в результате сравнения приведенных затрат, например, двух вариантов (не учитывая влияния компенсации реактивной мощности на выбор трансформаторов, величины приведенных затрат для каждого варианта):

$$Z_{T1} = EK_{T1} + \left[\Delta P_{xx1} + \left(\frac{S}{S_{H1}} \right)^2 \cdot \Delta P_{H1} \right] \cdot C_0,$$

$$Z_{T2} = EK_{T2} + \left[\Delta P_{xx2} + \left(\frac{S}{S_{H2}} \right)^2 \cdot \Delta P_{H2} \right] \cdot C_0,$$

где K_{T1} и K_{T2} – капитальные затраты по трансформаторам;

S и S_H – средняя нагрузка и номинальная мощность трансформаторов;

ΔP_{xx} и ΔP_H – потери активной мощности в трансформаторе при холостом ходе и при номинальной нагрузке;

C_0 – удельная стоимость активных потерь.

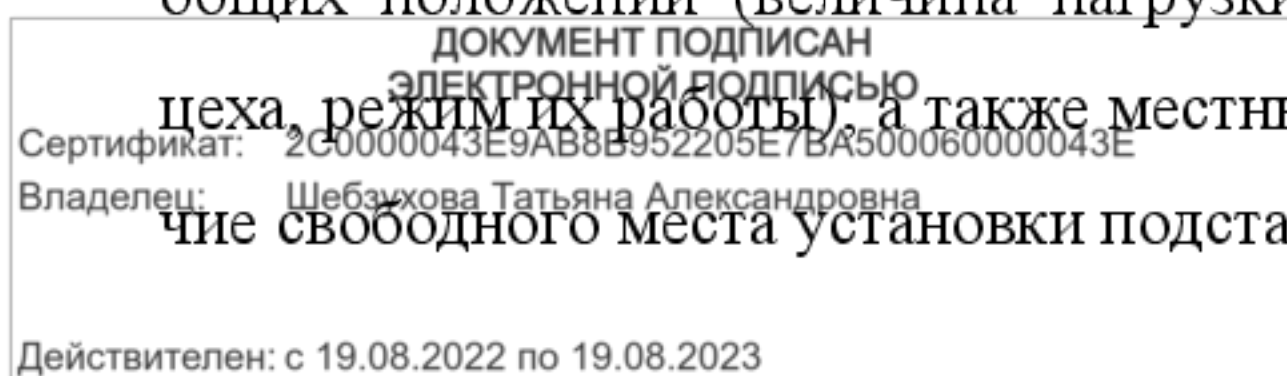
Можно также воспользоваться разницей приведенных затрат сравниваемых вариантов:

$$\Delta Z_T = Z_{T2} - Z_{T1} = E \Delta K_T + \left[\Delta P_{xx} + \left(\frac{S}{S_{H1}} \right)^2 \cdot \Delta P_H \right] \cdot C_0,$$

где $\Delta K_T = K_{T2} - K_{T1}$; $\Delta P_{xx} = \Delta P_{xx2} - \Delta P_{xx1}$; $\Delta P_H = \frac{\Delta P_{H2}}{K_2} - \Delta P_H$; $K = \frac{S_{H2}}{S_{H1}}$; $E = P_H + \frac{\Delta Z}{\Delta K}$

– коэффициент дополнительных капитальных вложений.

Выбор количества и мощности трансформаторов цеховых ТП определяется рядом общих положений (величина нагрузки, распределение электроприемников по площади цеха, режим их работы), а также местными условиями (условия окружающей среды, наличие свободного места установки подстанции), в которых трансформатор будет работать.



При проектировании и эксплуатации подстанций необходимо предусматривать экономически целесообразный режим работы трансформаторов. Сущность его состоит в том, что при наличии нескольких трансформаторов, работающих на общие шины, количество включенных трансформаторов определяется условием минимума приведенных потерь мощности. Приведенные потери включают в себя потери активной мощности в самих трансформаторах, а также потери в элементах системы электроснабжения по всей цепи питания от источников до рассматриваемого трансформатора при передаче к нему реактивной мощности, т.е.

$$\Delta P'_T = \Delta P'_{xx} + \frac{\Delta P_{K3}}{S_{HT}^2} \cdot S^2,$$

Сертификат: 2C00100007-Числительное уравнение представ
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
трансформаторов одинаковой мощности

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

108