



**Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»**

**ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ПО МОДУЛЮ
МОДУЛЬ 3 АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Направление подготовки	<i>13.04.02 Электроэнергетика и электротехника</i>
Направленность (профиль)	<i>Управление и устойчивое развитие электрохозяйства предприятия</i>
Уровень высшего образования	<i>магистратура</i> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>
Квалификация выпускника	<i>магистр</i>

Автор - разработчик: канд. техн. наук Жаткин А.Н.
Рассмотрено на заседании кафедры Энергетики
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

Методические рекомендации для студентов по организации и выполнению самостоятельной работы по модулю " Модуль 3 Автоматизация управления системами электроснабжения предприятий ".

Самостоятельная работа является неотъемлемой составляющей образовательного процесса. Самостоятельная работа магистрантов включает изучение теоретического курса и подготовку к практическим и лабораторным занятиям, выполнение домашнего задания, подготовка к зачетам, экзаменам. Настоящие Методические рекомендации для студентов по организации и выполнению самостоятельной работы по модулю " Модуль 3 Автоматизация управления системами электроснабжения предприятий " относятся к виду учебной работы «Изучение теоретического курса и подготовка к экзамену». Самостоятельная работа магистрантов также включает все виды текущей аттестации.

Тематика самостоятельной работы

№	Наименование работы
1	Предмет изучения дисциплины. Основные задачи. Договор энергоснабжения. Показатели энергетической эффективности для промышленных предприятий. (3 семестр)
2	Предмет изучения дисциплины. Основные задачи. Договор энергоснабжения. Показатели энергетической эффективности для промышленных предприятий. (4 семестр)
3	Активные энергетические комплексы. Микросеть. Microgrid. Цифровые распределительные сети. Автономные энергетические системы. (3 семестр)
4	Активные энергетические комплексы. Микросеть. Microgrid. Цифровые распределительные сети. Автономные энергетические системы. (4 семестр)
5	Основные тенденции развития систем автоматизации Микропроцессорные средства управления Применение элементов систем телеметрии (3 семестр)
6	Основные тенденции развития систем автоматизации Микропроцессорные средства управления Применение элементов систем телеметрии (4 семестр)
7	Качество электрической энергии. Показатель качества электрической энергии Управление качеством электроэнергии на предприятии Компенсация реактивной мощности (3 семестр)
8	Качество электрической энергии. Показатель качества электрической энергии Управление качеством электроэнергии на предприятии Компенсация реактивной мощности (4 семестр)
9	Целевые функции и задачи функционирования интеллектуальных систем управления энергохозяйством предприятия. Выбор оптимальных параметров и режимов работы электротехнических комплексов. Интеллектуальные системы управления энергохозяйством предприятия. (3 семестр)
10	Целевые функции и задачи функционирования интеллектуальных систем управления энергохозяйством предприятия.

№	Наименование работы
	Выбор оптимальных параметров и режимов работы электротехнических комплексов. Интеллектуальные системы управления энергохозяйством предприятия. (4 семестр)

Самостоятельные работы № 1-10

Домашняя работа № 1 Расчёт в общем виде показателей надежности системы электроснабжения конкретного потребителя в схеме электроснабжения

Задача. Рассчитать в общем виде логико-вероятностным методом показатели надежности T и T_v системы электроснабжения конкретного потребителя в схемах электроснабжения, приведенных на рис. 1 и рис. 2. Показатели надежности элементов системы электроснабжения (μ_i и q_i) заданы.

В работе используются следующие показатели надёжности системы электроснабжения конкретного потребителя:

T - среднее время безотказной работы;

T_v - среднее время восстановления работоспособного состояния;

μ_i - интенсивность восстановления элементов;

q_i - вероятность отказа элемента.

Порядок выбора индивидуальных заданий

Номер потребителя выбирается по последней цифре шифра зачетной книжки студента. Студенты, у которых получается четная сумма двух последних цифр шифра, выбирают номер потребителя по рис. 1, а те, у которых она нечетная, - по рис. 2. Показатели надежности элементов системы электроснабжения (q_i , μ_i) заданы.

Последняя цифра шифра зач. книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
№ потребителя	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B0

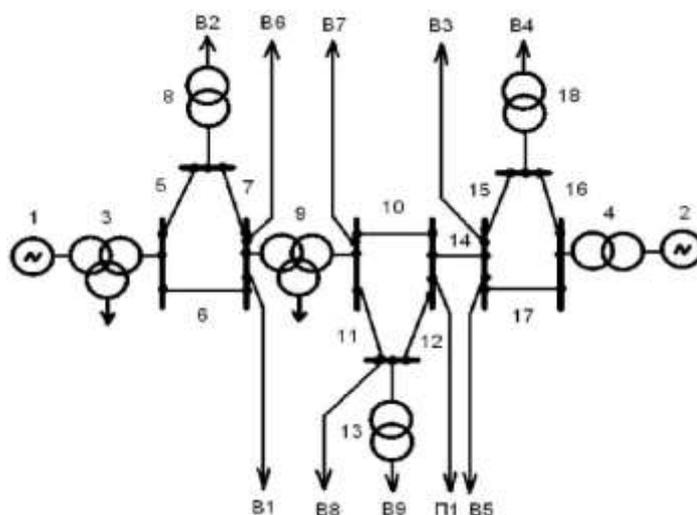


Рисунок 1- Схема системы электроснабжения потребителей (выбирать по четной сумме двух последних цифр шифра)

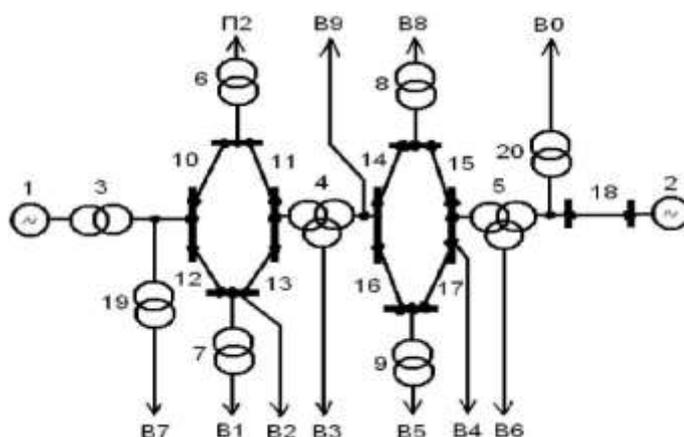


Рисунок 2- Схема системы электроснабжения потребителей (выбирать по нечетной сумме двух последних цифр шифра)

Указания к выполнению домашней работы

Текст работы должен быть изложен аккуратно, с обязательным приведением условий задач, исходных данных, необходимых формул, схем, единиц измерения физических величин.

Порядок выполнения контрольной работы:

1. Определить условия работоспособности (F) конкретного потребителя (Порядок выполнения данного пункта контрольной работы и пример выполнения приведены в задаче 2.1).

2. Определить условия неработоспособности (\bar{F}) конкретного потребителя. (Порядок выполнения данного пункта контрольной работы и пример выполнения приведены в задаче 2.2).

3. Найти приближенное значение функции неработоспособности ($\tilde{\bar{F}}$) конкретного потребителя. Приближенное значение $\tilde{\bar{F}}$ получаем путем исключения из \bar{F} сечений с числом элементов большим 2. Пример выполнения приведен в задаче 2.2.

4. Найти приближенный вероятностный полином (\tilde{Q}) для системы электроснабжения конкретного потребителя. Приближенный вероятностный полином для системы электроснабжения конкретного потребителя получаем путем замены условия неработоспособности каждого элемента в $\tilde{\bar{F}}$ на его вероятность отказа q_i , $\bar{2} \Rightarrow q_2$. Пример выполнения пункта контрольной работы приведен в задаче 3.1.

5. Определить частные производные приближенного полинома по каждому из элементов

$$\frac{\partial \tilde{Q}}{\partial q_i} \cdot q_i \mu_i$$

. Пример выполнения данного пункта приведен в задаче 3.2.

6. Определить среднее время восстановления электроснабжения конкретного потреби-

$$\tilde{T}_в = \frac{\tilde{Q}}{\sum \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial q_i} \cdot q_i \mu_i}$$

теля:

. Пример выполнения данного пункта приведен в задаче 3.2.7. Опреде-

$$\tilde{T} = \frac{1 - \tilde{Q}}{\sum \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial q_i} \cdot q_i \mu_i}$$

лить среднее время безотказной работы системы конкретного потребителя:

Задание к домашней работе по теме «Моделирование систем электроснабжения по выполнению анализа надежности электроснабжения промышленной площадки с использованием программного комплекса PowerFactory»

Перечень работ:

1. Разработать расчетную модель внутренней сети своей промышленной площадки в объеме одного ГПП 110/10 кВ и РУ 10 кВ основной (ответственной) нагрузки.
2. На основании разработанной модели выполнить:
 - расчеты установившихся режимов
 - расчеты токов короткого замыкания
 - расчеты запусков/самозапусков крупной двигательной нагрузки (более 1 МВт)
3. На основании анализа выполненных расчетов по п.2 сделать выводы:
 - о нахождении параметров режима в области допустимых значений (уровни напряжения и токовая загрузка элементов сети находятся/не находятся в допустимых пределах) в нормальной, ремонтной схеме сети
 - об уровнях токов короткого замыкания (превышают/не превышают отключающую способность коммутационных аппаратов)
 - о запусках/самозапусках крупной двигательной нагрузки (более 1 МВт) (осуществляются успешно/не успешно)
4. При необходимости разработать мероприятия, обеспечивающие ввод параметров в область допустимых значений.

На основании выполненных расчетов оформить пояснительную записку с краткой информацией об объекте исследования с указанием:

1. Наименования промышленной площадки.
2. Состав электросетевого комплекса (количество ГПП, номинальная мощность трансформаторного оборудования ГПП, описание основных нагрузок промплощадки), суммарная величины максимума нагрузки на день контрольных замеров 2019г.
3. Перечня схемно-режимных ситуаций при которых параметры режима выходят из области допустимых значений. Привести результаты расчетов установившихся режимов в программном комплексе PowerFactory (нормальные режимы, послеаварийные режимы, основные ремонтные схемы).
4. Результатов расчетов токов короткого замыкания. С соответствующими выводами о превышении/не превышения отключающую способность коммутационных аппаратов 6 кВ и выше.
5. Результатов расчетов электромеханических переходных процессов запуска/самозапуска крупной двигательной нагрузки (более 1 МВт). С анализом об успешности/не успешности самозапуска.

6. Перечень предлагаемых мероприятий по повышению надежности электроснабжения промышленной площадки.

В пояснительной записке на основании выполненных расчетов электроэнергетических режимов своей промышленной площадки в PowerFactory привести выводы:

- От каких параметров и факторов зависит величина тока короткого замыкания на промышленной площадке.
- Какие основные мероприятия применяются для снижения величины тока короткого замыкания.
- От каких факторов зависит успешный самозапуск электродвигателей промышленной площадки.
- Какие основные мероприятия применяются по обеспечению успешного самозапуска электродвигателей промышленной площадки.

Перечень исходных данных для выполнения домашней работы по комплексному анализу надежности электроснабжения промышленной площадки

1. Принципиальная схема сети, границы исследования.
2. Параметры и паспортные данные установленного электротехнического оборудования, ВЛ, КЛ, трансформаторов, двигателей, коммутационного оборудования 6 - 110 кВ, реакторного оборудования 6-35 кВ.
3. Кабельный журнал 6 - 35 кВ, в котором помимо марок кабелей будут указаны связанные ими ячейки, длина, а также при возможности способ прокладки.
4. Актуальные ведомости контрольных режимных замеров летнего и зимнего периода внутренней сети 6 - 35 кВ и выше промышленной площадки за последний 2019 год для всех ячеек 6 - 110 кВ исследуемой сети.
5. Положения РПН трансформаторов.
6. Для двигательного оборудования дополнительно указать – паспорт двигателя (при отсутствии необходимо указать тип двигателя, марку и производителя), метод пуска (прямой, автотрансформаторный, реакторный, плавный и др.), осциллограммы тока, напряжения и момента машин при пуске (при отсутствии просим указать время пуска), режим работы системы возбуждения (поддержание напряжения, постоянный коэффициент мощности, постоянная реактивная мощность для СД), механические характеристики приводимых механизмов $M(\omega)$, моменты инерции, тахограммы, режимы работы механизмов, роль машин в технологических процессах (насосы, подъемники, дробилки и т. д.), уставки технологических защит механизмов с описанием типа защиты.
7. Описание применяемого преобразовательного оборудования (устройства плавного пуска, частотные преобразователи и др.): технические паспорта, топология, установленные параметры.
8. Перечень, параметры и режим работы (величину выдаваемой реактивной мощности в момент времени) для средств компенсации реактивной мощности.
9. Паспортные параметры генерирующего оборудования (при наличии), а именно:
 - постоянная инерции (двигатель + генератор) (T_j);
 - регулировочный диапазон генерирующего оборудования по активной и реактивной мощности (PQ-диаграмма).
10. Паспортные настроечные параметры АРВ (при наличии генерирующего оборудования), а именно:
 - тип регулятора возбуждения;
 - функциональная схема регулятора возбуждения, с указанием настроечных параметров блоков;
 - режим работы регулятора возбуждения: поддержание напряжения, постоянный коэффициент мощности, постоянная реактивная мощность.
 - коэффициенты усиления по каналам регулирования;
 - постоянные времени по каналам регулирования;
 - тип системы возбуждения;
 - потолочные кратности напряжения возбуждения.
11. Перечень энергопринимающих устройств, которые отключаются при возмущениях во внешней сети, с указанием:
 - схемы, точки подключения;
 - тип привода (насос, компрессор, и т.п.), характеристика механического момента от скорости вращения;
 - наличие преобразовательного устройства (его марка и тип);
 - марка двигателя, его параметры;
 - номинальная полная мощность (МВА);

- момент инерции;
- КПД;
- номинальная механическая мощность (МВт);
- номинальная скорость вращения (об/мин);
- пусковой момент (о.е.);
- кратность пускового тока (о.е.);
- максимальный момент (о.е.).
- схемы организации оперативного тока цепей управления приводов;
- уставки технологических защит с описанием типа защиты.
- информация о коде ошибки, высвечивающейся на дисплее частотного привода (предоставляется в случае отключения двигателя частотным приводом при возмущениях во внешней сети);
- оборудование, сигнал ошибки от которого при просадках напряжения, приводит к отключению энергопринимающих устройств.

**Домашняя работа по теме «Учет и качество электрической энергии»,
раздел «Качество электрической энергии в электрохозяйстве предприятия»**

Задание:

1. Выбрать на предприятии, где работает магистрант, электрохозяйство одной из его структур (производство, технологический процесс или установка, цех, участок, подстанция, заводская электростанция), в электрохозяйстве которого имеются приемники электроэнергии, влияющие на показатели качества электроэнергии (ПКЭ).
 2. Обосновать целесообразность повышения качества электроэнергии в электрохозяйстве и улучшение электромагнитной совместимости (ЭМС) электрооборудования.
 3. Источники электроэнергии, обеспечивающие электроснабжение приемников электрической энергии.
 4. Линейные и нелинейные приемники электроэнергии, их параметры и режимы работы.
 5. Разработка методики измерения ПКЭ в электрохозяйстве объекта.
 6. Обоснование и выбор приборов для измерения ПКЭ.
 7. Проведения измерений ПКЭ и анализ их результатов.
 8. Обоснование и выбор средств повышения ПКЭ в электрохозяйстве и улучшение ЭМС электрооборудования и источников электроэнергии.
- Заключение.