

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Б1.В.ДВ.06.02 Моделирование систем электрификации автоматизации

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Профиль образовательной программы Электрооборудование и электротехнологии

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Организация самостоятельной работы.....	3
2. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов	4
3. Методические рекомендации по подготовке к занятиям	15
3.1 Вывод в ремонт ВЛ-110 кВ Пугачевская – Аэропорт.....	15
3.2 Отключить и заземлить транзитную линию 10 кВ для проведения работ на линии	15
3.3 Вывод в ремонт трансформатора 16 МВА при нормальной схеме ПС Кувандыкская	15
3.4 Нахождение повреждения на ТП-315 кабельной разделки КЛ-6 кВ в стр. ГПП ТРЗ	15

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1. Организационно-методические данные дисциплины

п.п	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы (из табл. 5.1 РПД)				
		по дготовка курсового о проекта (работы)	подг отовка реферата/эс се	индиви дуальные домашние задания (ИДЗ)	самост оятельное изучение вопросов (СИБ)	по дготовка к занятиям (ПкЗ)
	2	3	4	5	6	7
	Цели и задачи предмета				9	1
	Характеристика энергетического оборудования				9	1
	Уравнения состояния установившегося режима электрической системы				9	2
	Применение теории вероятности в задачах электроэнергетики				9	2
	Методы решения уравнений состояния электрической системы				9	2
	Проектирование электрических систем				9	10

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

2.1 Допущения и упрощения при моделировании.

Среди экономистов нет общего мнения, какие требования являются приоритетными. Одни считают, что главное в модели - возможность построения на основе модели достоверных прогнозов, другие выделяют реалистичность принятых допущений и способность посредством модели объяснять поведение экономических агентов. Однако большинство связывает предъявляемые к модели требования с той конкретной целью, для которой она предназначена.

Если мы хотим проанализировать влияние одних экономических параметров на другие, то важнейшим является предсказательная способность модели. Если же нам важно объяснить поведение отдельных экономических субъектов, то на первый план выдвигаются реалистичность допущений и объясняющая способность теории.

Создание любой теоретической модели, в том числе и экономической, проходит несколько этапов:

- отбор переменных;
- определение допущений, которые необходимо сделать, чтобы не усложнять модель;
- выдвижение одного или нескольких предположений, гипотез, объясняющих взаимосвязь параметров;
- выработка выводов, вытекающих из данной теории.

Переменные, используемые в теории - это конкретные величины, имеющие различное значение. Различают эндогенные (переменные, которые непосредственно входят в модель и являются объектом изучения) и экзогенные (переменные, которые воздействуют на исследуемые величины, но не являются объектом изучения, не входят непосредственно в создаваемую теоретическую модель. Для удобства их часто принимают за постоянные величины.) переменные.

Допущения (научные абстракции) позволяют избежать чрезмерных сложностей при создании теории. Допущения необходимы, т.к. на исследуемые переменные в реальной действительности воздействует огромное количество внешних (экзогенных) факторов, которые невозможно учесть полностью. Не следует, однако, полагать, что упрощения всегда ведут к ухудшению теории. Иногда дополнительная информация только затушевывает основную идею, усложняет понимание происходящих процессов.

Гипотезы - основной элемент модели. Гипотеза является попыткой объяснить в едином утверждении, как связаны между собой эндогенные переменные.

Например, анализ поведения общества в условиях ограниченности ресурсов позволяет заметить, что выбор некоторого количества одного товара неизбежно вынуждает сокращать производства определенного количества другого товара и наоборот. Это позволяет выдвинуть гипотезу о существовании альтернативных издержек производства.

2.2 Правдоподобие и математические ошибки.

Математическая ошибка, допущенная при обработке результатов анализа, обесценивает всю работу, на которую часто расходуется много труда и времени. Поэтому аналитик должен правильно и аккуратно выполнять расчеты, помня, что ошибка в расчете равноценна ошибке в анализе.

Однако *математическая ошибка*, допущенная в работе, свела на нет полученные результаты.

Существенные ошибки могут возникнуть в результате *математических ошибок*, ошибок в применении учетной политики, неверного истолкования фактов, обмана или

оплошности. Корректировка этих ошибок должна включаться в определение прибыли или убытка за отчетный период

Мне кажется, что в некоторых пунктах он впал в *математические ошибки* и, разумеется, что конечный результат не является исчерпывающим выражением взаимодействия между реальными молекулами; но он так талантливо и смело взялся за этот трудный вопрос, что его исследование даст, вероятно, заметный толчок развитию учения о молекулярном строении тел. Несомненно, эта диссертация заставила многих исследователей изучить голландский язык, на котором она написана.

Является ли статья технически безупречной, то есть не содержащей технических или *математических ошибок* или других несообразностей.

Математическая ошибка, допущенная при обработке результатов анализа, обесценивает всю работу, на которую часто расходуется много труда и времени. Поэтому аналитик должен правильно и аккуратно выполнять расчеты, помня, что ошибка в расчете равноценна ошибке в анализе.

2.3 Виды и характеристика электрических машин.

Электрической машиной принято считать электромеханическое устройство, способное преобразовать механическую энергию в электрическую и обратно. В первом случае происходит выработка электроэнергии (машины являются генераторами), во втором – её потребление (**электродвигатели**). Последние необходимы для того чтобы привести в движение транспортные средства, станки и другие механизмы.

Генераторы и **электродвигатели** – основная сфера использования **электрических машин**. Но они могут быть также использованы и в качестве **электромеханических преобразователей (умформеров)** – агрегатов, которые способны преобразовывать электрическую энергию в различные её формы. Преобразователь постоянного тока в переменный называется **инвертором**, увеличитель мощности электрических сигналов – **электромашинным усилителем**, а устройство способное отрегулировать напряжение переменного тока – **индукционным регулятором**.

Отдельной категорией можно назвать также **сельсины** – самосинхронизирующиеся индукционные машины, которые обеспечивают возможность вращения нескольких осей независимо друг от друга с точки зрения механики. Такие устройства используются в электронике, в составе сварочных аппаратов для регулировки их рабочей мощности.

Классификация электрических машин



2.4 Особенности схем замещения.

Схема замещения электрической цепи отображает свойства этой цепи при определенных условиях и применяется при расчетах. На схеме замещения изображают все элементы, влиянием которых на результаты расчета пренебречь нельзя, и указывают электрические соединения между ними, соответствующие принципиальной схеме. Условные обозначения для электрических схем установлены стандартами.

Схема замещения электрической цепи состоит из совокупности различных идеализированных элементов, выбранных так, чтобы можно было с заданным или необходимым приближением описать процессы цепи.

Схема замещения электрической цепи является ее количественной моделью. Она состоит из совокупности различных идеализированных элементов, выбранных так, чтобы можно было с достаточно хорошим приближением описать процессы в электрической цепи. Представив все элементы принципиальной схемы цепи в виде соединений соответствующих идеализированных элементов, получим схему замещения цепи, состоящую из схем замещения отдельных устройств.

2.5 Расчет установившегося режима методом Гаусса.

Простая итерация и метод Зейделя - простейшие из итерационных методов. Рассмотрение простой итерации важно для понимания сути применения итерационных методов расчета *установившихся режимов электрических систем*.

В связи с этим итерационные методы по вычислительной эффективности уступают методу Гаусса, особенно при построении алгоритма с учетом слабой заполненности матрицы A . Итерационные методы широко применялись тогда, когда объем оперативной памяти ЦВМ являлся определяющим ограничением размерности задачи при расчете *установившегося режима электрической системы*. Развитие средств вычислительной техники, с одной стороны, и разработка эффективных алгоритмов метода Гаусса с учетом слабой заполненности матрицы A , с другой, привели к тому, что в настоящее время итерационные методы практически утратили свое значение для решения линейных уравнений состояния электрической системы.

Можно показать, что напряжения в узлах, токи в ветвях не зависят от того, какой узел линейной электрической цепи выбирается в качестве балансирующего по току, если сумма токов во всех ($j - 1$) узлах равна нулю. Поэтому выбор балансирующего узла, а также его напряжения (например, U_0 или $U_{\text{нФ0}}$) не оказывают влияния на результат расчета *установившегося режима линейных электрических систем*. В этом смысле линейные уравнения узловых напряжений (9.6) и (9.19) эквивалентны.

Чувствительность решения к изменению исходных данных фактически характеризует погрешности решения при расчетах установившихся режимов, которые возникают за счет неточности исходных данных. Существование и сходимость решения уравнений установившегося режима и апериодическая статическая устойчивость соответствующего этому решению режима связан с погрешностями за счет неточности исходных данных при расчетах *установившихся режимов электрических систем*. Погрешности увеличиваются и сходимость решения ухудшается при плохой обусловленности матрицы Якоби, в частности для сетей с сильной неоднородностью, длинными линиями и УПК, а также для режимов, близких к пределу апериодической устойчивости.

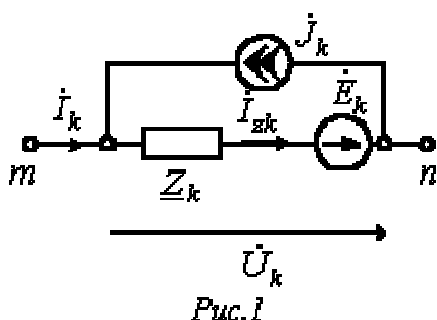
2.6 Уравнения состояния линейной электрической цепи.

Состояние линейной электрической цепи описывается уравнениями законов Ома и Кирхгофа. Как известно, закон Ома определяет взаимосвязь параметров каждой из ветвей цепи. Для j -й ветви, характеризующейся сопротивлением R_j , действующей в ней ЭДС и протекающим по ней током, разность потенциалов между ее концами (падение

напряжения на ветви) определяется в соответствии с уравнением - (1-1) В общем случае между отдельными ветвями i и j схемы замещения могут существовать взаимные сопротивления, обусловленные, например, взаимной индуктивностью. В схеме, обладающей свойством взаимности, взаимное сопротивление не зависит от очередности записи индексов: Взаимное сопротивление определяет ЭДС, наведенную в ветви j током, проходящим в ветви i , и наоборот: $=$. Для ветвей i и j , имеющих взаимное сопротивление, связь между всеми указанными величинами определяется следующими уравнениями: (1-2) при указанных положительных направлениях. Величины \dot{I}_i и \dot{I}_j являются исходными (независимыми) параметрами режима, а величины \dot{U}_i и \dot{U}_j — параметрами системы. Знание этих величин необходимо для определения остальных (зависимых) параметров режима: токов падений напряжений на ветвях. Первый закон Кирхгофа определяет баланс токов в каждом узле электрической цепи и формулируется следующим образом: алгебраическая сумма токов в узле равна нулю. Для произвольного узла, содержащего источник тока J и связывающего k ветвей, уравнение первого закона Кирхгофа имеет вид: $\dot{I}_k = J$ (1-3) Второй закон Кирхгофа определяет баланс напряжений в контурах электрической цепи и формулируется следующим образом: алгебраическая сумма падений напряжения на ветвях контура равна нулю.

2.7 Формирование матричных уравнений состояния электрической цепи.

Рассмотренные методы расчета электрических цепей – непосредственно по законам Кирхгофа, методы контурных токов и узловых потенциалов – позволяют принципиально рассчитать любую схему. Однако их применение без использования введенных ранее топологических матриц рационально для относительно простых схем. Использование матричных методов расчета позволяет формализовать процесс составления уравнений электромагнитного баланса цепи, а также упорядочить ввод данных в ЭВМ, что особенно существенно при расчете сложных разветвленных схем.



Переходя к матричным методам расчета цепей, запишем закон Ома в матричной форме.

Пусть имеем схему по рис. 1, где J_k - источник тока. В соответствии с рассмотренным нами ранее законом Ома для участка цепи с ЭДС для данной схемы можно записать:

$$\dot{U}_{mn} = \dot{U}_k = \dot{I}_{zk} Z_k - \dot{E}_k \quad (1)$$

Однако, для дальнейших выкладок будет удобнее представить ток \dot{I}_{zk} как сумму токов k -й ветви и источника тока, т.е.:

$$\dot{I}_{zk} = \dot{I}_k + J_k \quad (2)$$

Подставив (2) в (1), получим:

$$\dot{U}_k = Z_k (\dot{I}_k + J_k) - \dot{E}_k \quad (3)$$

Формула (3) представляет собой аналитическое выражение закона Ома для участка цепи с источниками ЭДС и тока (обобщенной ветви).

Соотношение (3) запишем для всех n ветвей схемы в виде матричного равенства

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \\ \vdots \\ \dot{U}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{Z}_1 & & & \\ & \underline{Z}_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \underline{Z}_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_1 + \dot{J}_1 \\ \dot{I}_2 + \dot{J}_2 \\ \vdots \\ \dot{I}_n + \dot{J}_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \dot{E}_1 \\ \dot{E}_2 \\ \vdots \\ \dot{E}_n \end{bmatrix}$$

или

$$\dot{U} = \underline{Z}(\dot{I} + \dot{J}) - \dot{E}, \quad (4)$$

где \underline{Z} – диагональная квадратная (размерностью $n \times n$) матрица сопротивлений ветвей, все элементы которой (взаимную индуктивность не учитывая), за исключением элементов главной диагонали, равны нулю.

Соотношение (4) представляет собой матричную запись закона Ома.

Если обе части равенства (4) умножить слева на контурную матрицу \mathbf{B} и учесть второй закон Кирхгофа, согласно которому

$$\mathbf{B}\dot{U} = \mathbf{0}, \quad (5)$$

то

$$\mathbf{B}\underline{Z}(\dot{I} + \dot{J}) = \mathbf{B}\dot{E}, \quad (6)$$

то есть получили новую запись в матричной форме второго закона Кирхгофа.

2.8 Основные сведения о применении математической статистики.

Предмет метода математической статистики. Статистическое описание совокупности объектов занимает промежуточное положение между индивидуальным описанием каждого из объектов совокупности, с одной стороны, и описанием совокупности по её общим свойствам, совсем не требующим её расчленения на отдельные объекты, — с другой. По сравнению с первым способом статистические данные всегда в большей или меньшей степени обобщены и имеют лишь ограниченную ценность в случаях, когда существенны именно индивидуальные данные (например, учитель, знакомясь с классом, получит лишь весьма предварительную ориентировку по положению дела из одной статистики и к славы и ставленности его предшественников отличных, хороших, удовлетворительных и не удовлетворительных оценок). С другой стороны, по сравнению с данными наблюдения и изнесуммарных свойствах совокупности статистические данные позволяют глубже проникнуть в существо дела. Например, данные гранулометрического анализа породы (то есть данные о распределении образующих породу частиц по размерам) дают ценную дополнительную информацию по сравнению с испытанием нерасчленённых образцов породы, позволяя в некоторой мере объяснить свойства породы, условия её образования и прочее.

Метод исследования,

опирающийся на рассмотрение статистических данных о тех или иных совокупностях объектов, называется статистическим.

Статистический метод применяется в самых различных областях знания.

Однако черты статистического метода в применении к объектам различной природы столь свое

бразны, чтобы было бессмысленно объединять, например, социально-экономическую статистику с физической статистикой и т.д. – это не наука.

Общие черты статистического метода в различных областях знания сводятся к подсчёту числа объектов, входящих в те или иные группы, рассмотрению распределения количеств, признаков, применению выборочного метода (в случаях, когда детальное исследование всех объектов обширной совокупности затруднительно), использованию теории вероятностей при оценке достаточности числа наблюдений для тех или иных выводов.

п.

Эта формальная математическая сторона статистических методов исследования, безразличная к специфической природе изучаемых объектов, и составляет предмет М. с.

2.9 Некоторые сведения о случайных событиях.

Познание действительности в естественных науках происходит в результате испытаний (эксперимента, наблюдений, опыта).

Испытанием или опытом называется осуществление какого-нибудь определенного комплекса условий, который может быть воспроизведен сколь угодно большое число раз.

Случайным называется событие, которое может произойти или не произойти в результате некоторого испытания (опыта).

Таким образом, событие рассматривается как результат испытания.

Пример. Бросание монеты – это испытание. Появление орла при бросании – событие.

Наблюдаемые нами события различаются по степени возможности их появления и по характеру их взаимосвязи.

Событие называется **достоверным**, если оно обязательно произойдет в результате данного испытания.

Пример. Получение студентом положительной или отрицательной оценки на экзамене есть событие достоверное, если экзамен протекает согласно обычным правилам.

Событие называется **невозможным**, если оно не может произойти в результате данного испытания.

Пример. Извлечение из урны белого шара, в которой находятся лишь цветные (небелые) шары, есть событие невозможное. Отметим, что при других условиях опыта появления белого шара не исключается; таким образом, это событие невозможно лишь в условиях нашего опыта.

Далее случайные события будем обозначать большими латинскими буквами A, B, C, \dots . Достоверное событие обозначим буквой Ω , невозможное – \emptyset .

Два или несколько событий называются **равновозможными** в данном испытании, если имеются основания считать, что ни одно из этих событий не является более возможным или менее возможным, чем другие.

2.10 Применение метода Монте-Карло.

Метод Монте-Карло можно определить как метод моделирования случайных величин с целью вычисления характеристик их распределений.

Возникновение идеи использования случайных явлений в области приближенных вычислений принято относить к 1878 году, когда появилась работа Холла об определении числа π с помощью случайных бросаний иглы на разграфленную параллельными линиями бумагу. Существо дела заключается в том, чтобы экспериментально воспроизвести событие, вероятность которого выражается через число π , и приближенно оценить эту вероятность. Отечественные работы по методу Монте-Карло появились в 1955-1956 годах. С того времени накопилась обширная библиография по методу Монте-Карло. Даже беглый просмотр названий работ позволяет сделать вывод о применимости метода Монте-Карло для решения прикладных задач из большого числа областей науки и техники.

Первоначально метод Монте-Карло использовался главным образом для решения задач нейтронной физики, где традиционные численные методы оказались мало пригодными. Далее его влияние распространилось на широкий класс задач статистической физики, очень разных по своему содержанию.

Метод Монте-Карло оказал и продолжает оказывать существенное влияние на развитие методов вычислительной математики (например, развитие методов численного интегрирования) и при решении многих задач успешно сочетается с другими вычислительными методами и дополняет их. Его применение оправдано в первую очередь в тех задачах, которые допускают теоретико-вероятностное описание. Это объясняется как естественностью получения ответа с некоторой заданной вероятностью в задачах с вероятностным содержанием, так и существенным упрощением процедуры решения.

2.11 Решение уравнений методом простой итерации.

Пусть система линейных уравнений $Ax = b$ (1) каким-либо образом приведена к виду $x = Cx + f$ (2), где C – некоторая матрица, f – вектор-столбец. Исходя из произвольного вектора

$$\begin{pmatrix} x_1^{(0)} \\ x_2^{(0)} \\ \dots \\ x_n^{(0)} \end{pmatrix}_{x_0}, \text{ строим итерационный процесс:}$$

$$x^{(k+1)} = Cx^{(k)} + f \quad (k=0,1,2,\dots), \text{ или в развернутом виде:}$$

$$\left. \begin{aligned} x_1^{(k+1)} &= c_{11}x_1^{(k)} + c_{12}x_2^{(k)} + \dots + c_{1n}x_n^{(k)} + f_1 \\ &\vdots \\ x_n^{(k+1)} &= c_{n1}x_1^{(k)} + c_{n2}x_2^{(k)} + \dots + c_{nn}x_n^{(k)} + f_n \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Производя итерации, получим последовательность векторов

$$x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(k)}, \dots$$

Если элементы матрицы C удовлетворяют одному из условий

$$\sum_{j=1}^n |c_{ij}| \leq \alpha < 1 \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (4) \quad \text{или} \quad \sum_{i=1}^n |c_{ij}| \leq \beta < 1 \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (5),$$

то процесс итерации сходится к точному решению системы X при любом

начальном векторе $x^{(0)}$, т.е. $x = \lim_{k \rightarrow \infty} x^{(k)}$.

Таким образом, точное решение системы получается лишь в результате бесконечного процесса и всякий вектор $x^{(k)}$ из полученной последовательности является приближенным решением. Оценка погрешности этого приближенного решения $x^{(k)}$ дается одной из следующих формул:

$$|x_i - x_i^{(k)}| \leq \frac{\alpha}{1 - \alpha} \max_{j=1,2,\dots,n} |x_j^{(k)} - x_j^{(k-1)}| \quad (4')$$

если выполнено условие (4)

или

$$\left| \mathbf{x}_i - \mathbf{x}_i^{(k)} \right| \leq \frac{\beta}{1 - \beta} \sum_{j=1}^n \left| \mathbf{x}_j^{(k)} - \mathbf{x}_j^{(k-1)} \right| \quad (5')$$

если выполнено условие (5).

Процесс итераций заканчивают, когда указанные оценки свидетельствуют о достижении заданной цели.

Начальный вектор $\mathbf{x}^{(0)}$ может быть выбран, вообще говоря, произвольно. Иногда берут $\mathbf{x}^{(0)} = \mathbf{f}$. Однако наиболее целесообразно в качестве компонент вектора $\mathbf{x}^{(0)}$ взять приближенные значения неизвестных, полученные грубой прикидкой. Приведение системы (1) к виду (2) можно осуществить различными способами. Важно только, чтобы выполнялось одно из условий (4) или (5). Ограничимся рассмотрением двух способов.

Первый способ.

Если диагональные элементы матрицы \mathbf{A} отличны от нуля, т.е. $a_{ij} \neq 0$ ($i=1,2,\dots,n$), то систему (1) можно записать в виде

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= 1/a_{11}(b_1 - a_{12}x_2 - \dots - a_{1n}x_n) \\ X_2 &= 1/a_{22}(b_2 - a_{21}x_1 - \dots - a_{2n}x_n) \\ &\vdots \\ X_n &= 1/a_{nn}(b_n - a_{n1}x_1 - \dots - a_{nm}x_{n-1}) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

В этом случае элементы матрицы \mathbf{C} определяются следующим образом:

$C_{ij} = -a_{ij}/a_{ii}$ ($i \neq j$), $c_{ii} = 0$, и тогда условия (4) и (5) приобретают вид

$$\sum_{j=1}^n \left| \frac{a_{ij}}{a_{ii}} \right| \leq \alpha < 1 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n \left| \frac{a_{ij}}{a_{ii}} \right| \leq \beta < 1 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

Неравенства (7), (8) будут выполнены, если диагональные коэффициенты для каждого уравнения системы больше суммы модулей всех остальных коэффициентов (не считая свободных членов).

Второй способ показан на примере (2).

Вообще говоря, для любой системы с невырожденной матрицей существуют сходящиеся итерационные методы решения, но далеко не всегда они удобны для практических вычислений.

Если метод итераций сходится, то:

1) Если итерации сходятся достаточно быстро, т. е. Если для решения системы требуется менее n итераций, то получаем выигрыш во времени, так как число арифметических действий, необходимых для одной итерации, пропорционально n^2 , а общее число арифметических действий в методе Гаусса, например, пропорционально n^3 .

2) Погрешности округления в методе итераций сказываются значительно меньше, чем в методе Гаусса. Кроме того, метод итераций является самоисчерпывающимся, т.е. отдельная ошибка, допущенная в вычислениях, не отражается на окончательном результате, так как ошибочное приближение можно рассматривать как новый начальный вектор.

3) Метод итераций становится особенно выгодным при решении систем, у которых значительное число коэффициентов равно нулю. Такие системы появляются, например, при решении уравнений в частных производных.

4) Процесс итераций приводит к выполнению однообразных операций и сравнительно легко высчитывается на ЭВМ.

2.12 Решение уравнений методом Зейделя.

Суть метода простых итераций состоит в выборе начального приближения (обычно за начальное приближение берут столбец свободных членов) и последующим нахождением элементов вектора x^{i+1} по формуле . Модификация Зейделя ускоряет сходимость за счёт того, что при расчёте элементов x^{i+1} используются уже вычисленные элементы этого вектора, т.е. . Если взять за начальное приближение вектор свободных членов, то получаем следующую итерационную последовательность:

Однако, метод Зейделя сходится далеко не для любой произвольной матрицы. Для сходимости метода Зейделя необходимо либо диагональное преобладание в матрице A , либо нормальность системы $Ax=b$ (т.е., A является симметричной и положительно определённой матрицей). В случае, если не выполняется ни одно из этих условий, а матрица A является невырожденной, то следует умножить матрицу и вектор b на матрицу A^T слева. Тогда мы получим нормальную систему, которая может быть решена при любом начальном приближении x^0 . Перед оценкой погрешности необходимо провести некоторые преобразования. Пусть $B = -D^{-1}(L+R)$, где D состоит из элементов главной диагонали матрицы A , L - из элементов, лежащих ниже и левее главной диагонали, R - из элементов, лежащих выше и правее главной диагонали. Тогда матрица B будет иметь вид , а матрица B_R будет состоять из элементов матрицы B , расположенных выше главной диагонали. Оценка погрешности производится следующим образом: . Исходя из этого, получаем - критерий останова.

2.13 Материалы, применяемые в электромашиностроении.

В настоящее время улучшение показателей машин общего назначения достигается, в основном, за счет повышения качества материалов, применяемых при их изготовлении. Используемые в электромашиностроении материалы делят на магнитные, из которых изготавливаются магнитопроводы, проводниковые, из которых выполняются обмотки, изоляционные и конструкционные. Магнитные и проводниковые материалы принято относить к активным. Деление на активные и конструкционные материалы условно, так как часто функции материалов совмещаются. Магнитные, проводниковые, изоляционные и конструкционные материалы обеспечивают распределение электромагнитных и тепловых полей в электрической машине, при котором осуществляется оптимальное электромеханическое преобразование энергии

2.14 Параметры электрических машин.

Параметры электрических машин при моделировании на АВМ - величины заданные.

Параметры электрической машины (длина и радиус) определяют характер излучения.

Параметрами электрической машины являются коэффициенты перед независимыми переменными в уравнениях электромеханического преобразования

энергии. В зависимости от формы записи уравнений параметрами могут быть индуктивности, активные сопротивления, момент инерции и индуктивные сопротивления. Параметры машины определяют ее показатели: массу, КПД, $\cos\phi$, ударные токи и моменты, а также стоимость и надежность.

Параметрами электрических машин называют активные и индуктивные сопротивления ее обмоток. К параметрам относят также момент инерции ротора, значение которого входит в уравнение движения электрической машины.

Параметрами электрической машины являются коэффициенты перед независимыми переменными в уравнениях электромеханического преобразования энергии. В зависимости от формы записи уравнений параметрами могут быть индуктивности, активные сопротивления, момент инерции и индуктивные сопротивления. Параметры машины определяют ее показатели: массу, КПД, $\cos\phi$, ударные токи и моменты, а также стоимость и надежность.

Параметрами электрических машин называют активные и индуктивные сопротивления ее обмоток. К параметрам относят также момент инерции ротора, значение которого входит в уравнение движения электрической машины.

2.15 Тепловой и вентиляционный расчет электрических машин.

Методы *вентиляционного расчета электрических машин*, изложенные выше, основаны на предположении, что вращение ротора машины, создавая полезное давление в отдельных ветвях схемы вентиляции, существенно не изменяет аэродинамическое сопротивление системы. В свое время в основу вентиляционного расчета турбогенераторов было положено допущение о полной независимости циркуляции среды. При *вентиляционном расчете электрической машины* определяется напор, обеспечивающий заданный расход воздуха через машину, и подсчитываются соответствующие этому расходу воздуха скорости омывания ее теплоотдающих поверхностей. Определение скоростей омывания необходимо в том случае, если требуется проведение поверочного теплового расчета машины. Традиционные методы *вентиляционного расчета электрических машин* позволяют выяснить картину распределения газа по отдельным каналам схемы лишь приближенно. Составляя расчетную схему, обозначают в ней одной ветвью не единичный канал в машине, а группу однотипных каналов, например все вентиляционные каналы статора. При этом исходят из допущения, что условия циркуляции газа во всех каналах группы идентичны. Более глубокий анализ показывает, однако, что эти условия могут различаться в зависимости от конструктивных особенностей подводящих и отводящих каналов. Есть по крайней мере три аспекта *вентиляционного расчета электрических машин*, в свете которых учет вращения является важным. Во-первых, иначе невозможно определить скорости среды в самих вращающихся каналах. Во-вторых, лишь с учетом вращения могут быть вычислены гидравлические потери внутри каналов и в зависимости от их величины потери энергии, затрачиваемой на циркуляцию. Сразу же следует подчеркнуть, что решения этих задач тесно связаны между собой. Во всяком случае точный расчет потерь энергии без учета зависимости гидравлических потерь от фактора вращения выполнен быть не может.

2.16 Элементы конструкции и механические расчеты.

Надежность электроснабжения потребителей электроэнергии во многом зависит от механической прочности всех конструктивных элементов установок для канализации электроэнергии (линий электропередачи, подстанций, токопроводов и т. д.). В свою очередь провода и тросы воздушных линий, токоведущие шины токопроводов и подстанций, их технические характеристики и действующие на них в процессе эксплуатации нагрузки в значительной степени определяют конструктивные решения, принимаемые при проектировании и сооружении упомянутых выше сетевых устройств. Целью механического расчета является в конечном счете определение

напряжений в материале проводов, тросов и шин при заданных сочетаниях расчетных условий для различных режимов работы (нормальный режим — при необорванных проводах и тросах, аварийный режим — при обрыве части проводов и тросов при расчете ВЛ или режим короткого замыкания при расчете токопроводов и ошинок открытых подстанций).

Полученные в результате расчета значения механических напряжений в материале токоведущих частей и тросов используются в дальнейшем при решении отдельных частных задач (например, при определении величин стрел провеса проводов и тросов, а также расстояний от проводов до земли или сооружений, для расчета мест установки фиксирующих устройств — распорок на токопроводах, при проектировании защиты от вибрации и т. п.). Объем механического расчета определяется главным образом его целевым назначением, т. е. конечными результативными данными, которые являются необходимыми в каждом конкретном случае для проектирования отдельных конструктивных элементов установки. В отечественной технической литературе, посвященной вопросам проектирования механической части ВЛ и подстанций [Л. 10, 14], достаточно полно изложена теория расчета проводов и тросов, положенная в основу приведенных здесь материалов, цель которых — в элементарной форме и сокращенном объеме дать практические рекомендации по отдельным наиболее часто встречающимся в практике элементам механического расчета проводов, тросов и токоведущих шин.

2.17 Проектирование синхронных машин.

Синхронные машины применяют во многих отраслях народного хозяйства, в частности, в качестве генераторов в передвижных и стационарных электрических станциях, двигателей в установках, не требующих регулирования частоты вращения или нуждающихся в постоянной частоте вращения.

Наиболее распространена конструктивная схема синхронной машины с вращающимся ротором, на котором расположены явно выраженные полюсы. Иногда явнополюсные синхронные машины малой мощности (до 15 кВт) выполняют по конструктивной схеме машин постоянного тока, т.е. с полюсами, расположенными на статоре, коллектор заменяется контактными кольцами.

Синхронные генераторы серии СГ2 изготавливают мощностью от 132 до 1000 кВт, при высоте оси вращения до 450 мм, в защищенном исполнении IP23, с самовентиляцией IC01, с частотой вращения от 500 до 1500 об/мин.

Двигатели используют для привода механизмов, не требующих регулирования частоты вращения и изготавливают на напряжения 380 и 6000 В, при частоте 60 и 60 Гц. Генераторы предназначены для выработки трехфазного переменного тока, напряжением 400 В, частотой 50 Гц на стационарных дизель-электрических станциях.

Электрические машины серий СД2 и СГ2 рассчитаны на продолжительный режим работы. Их возбуждение осуществляется от устройства, питающегося от дополнительной обмотки, заложенной в пазы статора. Нагревостойкость изоляционных материалов соответствует классу В. Ток возбуждения регулируют изменением угла зажигания тиристорных преобразователей возбуждательного устройства, последние смонтированы в шкафах: в одном для двигателя и в двух для генератора. В шкафах размещены тиристорные преобразователи, элементы электронной системы управления, коммутационная аппаратура. Система управления двигателя осуществляет автоматическую подачу возбуждения при падении напряжения в главной цепи двигателя до 80-85% номинального. Отключается форсировка при увеличении напряжения цепи до 90-95% номинального значения.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ

3.1 Вывод в ремонт ВЛ-110 кВ Пугачевская – Аэропорт.

При выполнении данной лабораторной студенту необходимо знать что такое воздушные линии (ВЛ), необходимое напряжение для Пугачевской – Аэропорт, знать теорию вывода в ремонт ВЛ с напряжением 110 кВ. Без теоретических знаний допускать к работе не рекомендуется.

3.2 Отключить и заземлить транзитную линию 10 кВ для проведения работ на линии.

При выполнении данной лабораторной студенту необходимо знать: что такое транзитная линия, что значит «заземлить транзитную линию», знать теорию для отключения и заземления транзитной линии для напряжения 10 кВ, знать теорию для работ на линии. Без теоретических знаний допускать к работе не рекомендуется.

3.3 Вывод в ремонт трансформатора 16 МВА при нормальной схеме ПС Кувандыкская.

При выполнении данной лабораторной студенту необходимо знать: что такое трансформатор, трансформатор 16 МВА; что значит «нормальная схема»; знать теорию вывода в ремонт трансформатора, трансформатора 16 МВА, трансформатора 16 МВА при нормальной схеме. Без теоретических знаний допускать к работе не рекомендуется.

3.4 Нахождение повреждения на ТП-315 кабельной разделки КЛ-6 кВ в стр. ГПП ТРЗ.

При выполнении данной лабораторной студенту необходимо знать: что такое трансформаторная подстанция (ТП), ТП-315, ТП-315 кабельной разделки КЛ-6 кВ; аббревиатуру ГПП ТРЗ; теорию нахождения повреждения на ТП, ТП-315, ТП-315 кабельной разделки КЛ-6 кВ. Без теоретических знаний допускать к работе не рекомендуется.