

*Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность»
Методическое обеспечение РПД Б1.В.03 «Оптимизация структур и параметров электроэнергетических систем»*



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Направление подготовки (специальность): 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Магистерская программа: «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность»

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Смоленск

*Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их
режимы, устойчивость и надежность»
Методическое обеспечение РПД Б1.В.03 «Оптимизация структур и параметров
электроэнергетических систем»*



**Методические рекомендации
к лекционным занятиям по дисциплине
«ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУР И ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

Смоленск

Учебным планом подготовки магистратуры по направлению «Электроэнергетика и электротехника» (профиль подготовки «Электрические системы») по дисциплине предусмотрено проведение 9-ти лекционных занятий (18 часов) по 9-ти темам.

Лекция_1

Лекция_2

Лекция 3

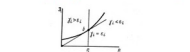
Лекция 7

ИЗМЕНЕНИЕ МАКСИМУМНОЙ АКТИВНОСТИ

Рассмотрим изменение максимальной активной нагрузки в зависимости от относительного прироста относительной реактивной нагрузки.



В отличие от относительного прироста относительной реактивной нагрузки, относительный прирост реактивной нагрузки не зависит от относительного прироста активной нагрузки. Это связано с тем, что реактивная нагрузка определяется только параметрами нагрузки и не зависит от активной нагрузки.



Таким образом, зависимость от активной нагрузки, $\Delta P = \Delta P_{акт}$, $\Delta Q = \Delta Q_{реакт}$.

Этот закон имеет место на заданном уровне напряжения в любой точке системы.

Уменьшение активной нагрузки приводит к увеличению относительного прироста реактивной нагрузки.

1) относительный прирост активной нагрузки $\Delta P/P_{акт}$; 2) относительный прирост реактивной нагрузки $\Delta Q/Q_{реакт}$.

3) относительный прирост потерь активной мощности $\Delta P_{пот}/P_{акт}$; 4) относительный прирост потерь реактивной мощности $\Delta Q_{пот}/Q_{реакт}$.

5) относительный прирост потерь активной мощности в трансформаторах $\Delta P_{тр}/P_{акт}$; 6) относительный прирост потерь реактивной мощности в трансформаторах $\Delta Q_{тр}/Q_{реакт}$.

Тогда относительный прирост потерь в системе будет определяться так:

$$\frac{\Delta P_{пот}}{P_{акт}} = \frac{\Delta P_{пот}}{P_{акт}} + \frac{\Delta P_{тр}}{P_{акт}} + \frac{\Delta Q_{пот}}{Q_{реакт}} + \frac{\Delta Q_{тр}}{Q_{реакт}}$$

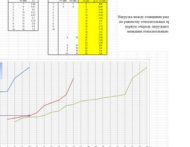
$$\frac{\Delta P_{пот}}{P_{акт}} = \frac{\Delta P_{пот}}{P_{акт}} + \frac{\Delta P_{тр}}{P_{акт}} + \frac{\Delta Q_{пот}}{Q_{реакт}} + \frac{\Delta Q_{тр}}{Q_{реакт}}$$

Получим значения $R_{акт}$ и $R_{реакт}$ так, что $R_{акт} = R_{реакт}$. Тогда относительный прирост реактивной нагрузки будет определяться так:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta P}{P} \cdot \frac{R_{реакт}}{R_{акт}}$$

Получим значения $R_{акт}$ и $R_{реакт}$ так, что $R_{акт} = R_{реакт}$. Тогда относительный прирост реактивной нагрузки будет определяться так:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta P}{P} \cdot \frac{R_{реакт}}{R_{акт}}$$



Кривая относительного распределения активной мощности в зависимости от относительного прироста активной нагрузки.

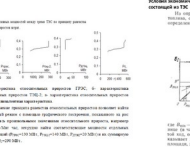
Получим значения $R_{акт}$ и $R_{реакт}$ так, что $R_{акт} = R_{реакт}$. Тогда относительный прирост реактивной нагрузки будет определяться так:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta P}{P} \cdot \frac{R_{реакт}}{R_{акт}}$$

Параметр	Значение
$\Delta P/P_{акт}$	0.1
$\Delta Q/Q_{реакт}$	0.2
$\Delta P_{пот}/P_{акт}$	0.05
$\Delta Q_{пот}/Q_{реакт}$	0.1
$\Delta P_{тр}/P_{акт}$	0.02
$\Delta Q_{тр}/Q_{реакт}$	0.04

$$\frac{\Delta P_{пот}}{P_{акт}} = \frac{\Delta P_{пот}}{P_{акт}} + \frac{\Delta P_{тр}}{P_{акт}} + \frac{\Delta Q_{пот}}{Q_{реакт}} + \frac{\Delta Q_{тр}}{Q_{реакт}}$$

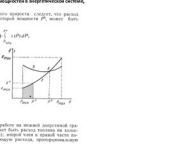
Таким образом, зависимость от активной нагрузки, $\Delta P = \Delta P_{акт}$, $\Delta Q = \Delta Q_{реакт}$.



Влияние относительного прироста реактивной нагрузки на относительный прирост активной нагрузки.

Получим значения $R_{акт}$ и $R_{реакт}$ так, что $R_{акт} = R_{реакт}$. Тогда относительный прирост реактивной нагрузки будет определяться так:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta P}{P} \cdot \frac{R_{реакт}}{R_{акт}}$$



Получим значения $R_{акт}$ и $R_{реакт}$ так, что $R_{акт} = R_{реакт}$. Тогда относительный прирост реактивной нагрузки будет определяться так:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta P}{P} \cdot \frac{R_{реакт}}{R_{акт}}$$

Лекция 8

Распределение активной нагрузки между ТЭС

Пусть система имеет $i = 1, 2, \dots, n$ тепловых электростанций, для которых известны расходные характеристики $F_i(P_i)$ и суммарная нагрузка P_{Σ} .

1. Уравнение цели $\Phi = \sum_{i=1}^n F_i(P_i) \rightarrow \min$.
2. Уравнение баланса $\sum_{i=1}^n P_i = P_{\Sigma}$.
3. Ограничения - балансовые уравнения мощностей $P_i \leq P_{i, \max}$.

где π - суммарные потери активной мощности. 4. Выведем уравнение оптимизации. Функция Лагранжа $\Phi = \sum_{i=1}^n F_i(P_i) + \lambda (\sum_{i=1}^n P_i - P_{\Sigma})$.

При выполнении этого условия минимум Φ не достигается.

Легко видеть, что характеристика оптимальных приростов затрат топлива будет иметь вид $\frac{\partial \Phi}{\partial P_i} = \lambda$.

Энергетические характеристики электростанций и затраты часто не удовлетворяют указанным условиям. В этом случае они "исправляются" по специальной методике.

Допущения:

- тепловая энергосистема представляет в виде концентрированной, в которой все станции работают на одну общую нагрузку;
- сеть радиальная;
- напряжения в узлах станций известны и постоянны;
- распределение активных нагрузок не влияет на распределение реактивных.

Таким образом, зависимость от активной нагрузки, $\Delta P = \Delta P_{акт}$, $\Delta Q = \Delta Q_{реакт}$.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P_i} = \lambda$$

Таким образом, зависимость от активной нагрузки, $\Delta P = \Delta P_{акт}$, $\Delta Q = \Delta Q_{реакт}$.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P_i} = \lambda$$

Таким образом, зависимость от активной нагрузки, $\Delta P = \Delta P_{акт}$, $\Delta Q = \Delta Q_{реакт}$.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P_i} = \lambda$$

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКТИВНЫХ НАГРУЗОК

Задача распределения реактивных нагрузок может быть также решена методом множителей Лагранжа. Поскольку генерация реактивной мощности влияет главным образом на режим напряжения и потерь, то критерием оптимальности является потеря активной мощности. Таким образом, имеется возможность раздельного решения задачи оптимизации режима по активной и реактивной мощности. Минимизация потерь активной мощности, можно снизить и расход топлива станций системы.

Неизвестные в этой задаче величины λ и μ являются множителями Лагранжа.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P_i} = \lambda + \mu \frac{\partial Q_i}{\partial P_i}$$

Неизвестные в этой задаче величины λ и μ являются множителями Лагранжа.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P_i} = \lambda + \mu \frac{\partial Q_i}{\partial P_i}$$

Неизвестные в этой задаче величины λ и μ являются множителями Лагранжа.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P_i} = \lambda + \mu \frac{\partial Q_i}{\partial P_i}$$

Неизвестные в этой задаче величины λ и μ являются множителями Лагранжа.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P_i} = \lambda + \mu \frac{\partial Q_i}{\partial P_i}$$

Лекция 9

ВЫБОР СОСТАВА АГРЕГАТОВ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

- Состав реактивных агрегатов в энергосистеме определяется требованиями к надежности, экономичности, экологичности, безопасности, качеству электроэнергии, а также к условиям эксплуатации.
- Выбор состава реактивных агрегатов зависит от требований к надежности, экономичности, экологичности, безопасности, качеству электроэнергии, а также к условиям эксплуатации.
- Выбор состава реактивных агрегатов зависит от требований к надежности, экономичности, экологичности, безопасности, качеству электроэнергии, а также к условиям эксплуатации.

Детализация работы

- Выделение задач уровня. Параллельно - системный. Прямые приложения и методы системного уровня.
- Задача оптимизации системы агрегатов реактивной мощности. Задача оптимизации системы агрегатов реактивной мощности.
- Задача оптимизации системы агрегатов реактивной мощности. Задача оптимизации системы агрегатов реактивной мощности.

Критерий оптимальности

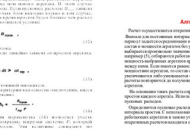
- Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности. Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности.
- Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности. Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности.
- Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности. Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности.

Выбор структуры системы агрегатов для заданной нагрузки

- Выбор структуры системы агрегатов для заданной нагрузки. Выбор структуры системы агрегатов для заданной нагрузки.
- Выбор структуры системы агрегатов для заданной нагрузки. Выбор структуры системы агрегатов для заданной нагрузки.
- Выбор структуры системы агрегатов для заданной нагрузки. Выбор структуры системы агрегатов для заданной нагрузки.

Критерий оптимальности

- Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности. Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности.
- Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности. Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности.
- Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности. Критерий оптимальности системы агрегатов реактивной мощности.



Примечание. Теоретические материалы по темам лекционных занятий подробно изложены в рекомендованной литературе, указанной в рабочей программе дисциплины.

*Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их
режимы, устойчивость и надежность»
Методическое обеспечение РПД Б1.В.03 «Оптимизация структур и параметров
электроэнергетических систем»*



**Методические рекомендации
к выполнению упражнений по дисциплине
«ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУР И ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

Смоленск

Упражнение 1

Тема занятия: Структурная схема автоматизированных систем управления.

Цели и задачи Действия автоматики при авариях. Действия диспетчерского персонала при авариях.

Под оперативной ликвидацией аварий следует понимать отделение поврежденного оборудования (участка сети) от энергосистемы, а также действия, имеющие целью:

предотвращение развития аварии;

устранение опасности для обслуживающего персонала и оборудования, незатронутого аварией;

восстановление в кратчайший срок, в первую очередь в зоне поражения, питания наиболее ответственных потребителей;

создание надежной послеаварийной схемы облэнерго и отдельных ее частей;

выяснение состояния отключившегося во время аварии оборудования и возможности его включения в работу.

Общие положения по ликвидации аварий

1. Все переключения в аварийных условиях производятся в соответствии с правилами технической эксплуатации, техники безопасности.

2. При ликвидации аварии производятся необходимые операции с устройствами релейной защиты и противоаварийной автоматики в соответствии с действующими нормативными документами и указаниями органов диспетчерского управления энергосистем.

3. При выполнении самостоятельных действий по ликвидации аварий оперативный персонал электростанций и подстанций руководствуется следующим:

при подаче напряжения на обесточенные участки электрической сети и РУ напряжением 110 кВ и выше проверяет наличие заземленной нейтрали со стороны питания (то же относится и к кабельным сетям напряжением 35 кВ, работающим с глухим заземлением нейтрали);

при опробовании напряжением отключившегося оборудования немедленно вручную отключает выключатели при включении их на КЗ и отказе защиты или при неполнофазном включении. Признаком КЗ является резкое понижение напряжения одновременно с броском тока;

при опробовании напряжением отключившихся линий предварительно отключает устройство АПВ, если последнее не выводится из действия автоматически, и производит необходимые переключения в устройствах противоаварийной автоматики;

при опробовании напряжением отключившейся линии класса напряжений 330 кВ и выше и длиной более 200 км подготавливает режим сети по напряжению. Подготовка этого режима объясняется возможным значительным повышением напряжения выше допустимого на подстанции, с которой производится опробование, особенно на другом конце линии. Длительное воздействие повышенного напряжения может привести к повреждению линейных аппаратов (трансформаторов тока и напряжения, реакторов и др.). В некоторых случаях линия опробуется напряжением с включением на противоположной стороне устройства АПВ, через схему которого действует полуавтомат, обеспечивающий включение линии при успешном опробовании.

4. В целях ускорения восстановления энергосистемы при авариях, сопровождающихся значительной потерей мощности, отключением линий электропередачи, полным останом электростанций с потерей СН, энергосистемы совместно с электростанциями, а для крупноблочных электростанций - совместно с органами диспетчерского управления объединенными энергосистемами в сложившихся условиях определяют варианты схем подачи напряжения для разворота электростанций от резервных источников.

5. При ликвидации аварии напряжение на шины обесточившейся электростанции подается в первую очередь.

6. Отключившееся во время аварии оборудование включается после анализа действия отключивших его защит.

7. При обесточивании РУ, останове всех генераторов и потере СН подготавливается схема для приема напряжения; для этого:

а) отключаются выключатели генераторов, а при отсутствии генераторных выключателей - выключатели блочных трансформаторов со всех сторон, и с них снимается оперативный ток;

б) для предотвращения перегрузки трансформаторов СН от пусковых токов при подаче напряжения отключаются выключатели всех неответственных электродвигателей СН напряжением 3 - 6 кВ. Выключатели трансформаторов СН 6/04 (3/04) кВ находятся во включенном состоянии;

в) отключаются выключатели обесточенных линий электропередачи;

г) отключаются разъединителями поврежденная часть РУ и поврежденные электроаппараты;

д) при получении напряжения включаются выключатели линии и резервных трансформаторов СН, подается напряжение на секции СН, и начинается разворот агрегатов.

Упражнение 2

Тема занятия: Характеристики функций предикторов и особенности их применения

Цели и задачи занятия: изучить применение функций предикторов для формирования прогнозов.

Прогнозирование энергопотребления является основой для разработки программы развития электроэнергетики региона (района, предприятия) на перспективу. Расчет потребности в электрической энергии и мощности выполняется для определения объема вводов и структуры генерирующих мощностей, выявления степени сбалансированности региональных энергосистем по мощности и энергии, выбора схемы и параметров электрических сетей, обеспечивающих выдачу мощности энергоисточников и режимы их работы. Для прогноза используются статистические модели с использованием функций предикторов линейной и нелинейной регрессии. Функции предикторы в виде многочленов используются для оперативного и краткосрочного прогноза, с использованием тригонометрических функций для среднесрочного прогноза, нелинейные функции для долгосрочного прогноза

Упражнение 3

Тема занятия: Методики долгосрочных прогнозов.

Цели и задачи занятия: изучить методы долгосрочных прогнозов.

Для целей составления долгосрочного прогноза потребления Обществом используется следующая информация:

фактическая и прогнозная информация в соответствии с приказом Минэнерго России от 07.08.2008 № 20 «Об утверждении перечня представляемой субъектами электроэнергетики информации о производственно-хозяйственной деятельности, форм и порядка ее предоставления»;

утвержденные программы социально-экономического развития субъекта РФ;

сведения о заключенных договорах на технологическое присоединение;

иные фактические и прогнозные данные, имеющиеся в распоряжении.

Разработка прогноза потребности в электроэнергии по территории субъекта РФ осуществляется в 2 этапа:

1. формирование статистической базы прогнозирования (п. 3.2);

2. осуществление прогноза электропотребления на период прогнозирования.

При формировании статистической базы прогнозирования учитывается влияние на динамику электропотребления в базовом периоде:

1. изменений температуры наружного воздуха;

2. изменений нагрузки существующих крупных потребителей на территории субъекта РФ с выделением потребителей, введенных (выведенных) в базовом периоде, или дискретно изменивших собственное максимальное потребление мощности по сравнению с предыдущим годом;
3. изменений потребления собственных нужд электрических станций;
4. изменений потерь электроэнергии в сетях ЕНЭС;
изменений потребления электроэнергии населением и электропотребления мелкомоторной нагрузки и прочих

Упражнение 4

Тема занятия: Выбор функций предикторов и их характеристик для краткосрочного прогноза.

Цели и задачи занятия: изучить свойства функций предикторов и их выбор.

Задача прогнозирования нагрузок основана на изучении и экстраполяции

предыстории. Эта задача состоит из трех этапов.

1. Описание динамического ряда прогнозируемого параметра. Обычно это описание сводится к выявлению тенденции тренда изменения параметра на основании имеющихся сведений в прошлом. Эту процедуру называют сглаживанием динамического ряда. Для сглаживанием динамического ряда обычно используют некоторые известные математические функции, например, многочлены. Эти функции называются предикторами. Отрезок времени, на котором производится сглаживание динамического ряда называется отрезком моделирования, а соответствующие ему показатели прогнозируемого параметра - обучающей выборкой.

2. Проверка статистической обоснованности гипотез, использованных при моделировании. Смысл данной операции заключается в сравнении дисперсии исходного динамического ряда с остаточной, представляющей собой погрешность моделирования.

3. Прогнозирование изменения параметра для будущих периодов времени. Обычный подход при этом заключается в экстраполяции выяв-

ленной тенденции. Этот этап представляет собой прогноз по модели. Отрезок времени, на котором составляется прогноз, называется промежутком прогнозирования.

используется функция-предиктор в виде многочлена :

$$Y(t)=a_0 + a_1*t + a_2*t^{**2} + a_3*t^{**3} + \dots + a_n*t^{**n}$$

В качестве исходных данных используются - данные потребления Смоленскэнерго с 3-00 по 11-59 с дискретностью 1 мин. Для контроля прогнозируемых значений в процессе работы можно просмотреть данные фактической нагрузки с 12-00 по 13-00. Выполнение прогноза осуществляется после выбора:

1. Порядка функции предиктора - возможно изменение от 0 до 20
2. Дискретности времени - возможно изменение от 1 до 60 мин
3. Глубины времени фактических данных возможно изменение от 1 до 9 часов

Упражнение 5

Тема занятия: Программно-аппаратный комплекс «Энергостат»

Цели и задачи занятия: изучить назначение, принцип действия Программно-аппаратного комплекса оперативно-диспетчерского управления «Энергостат».

Программный комплекс "Энергостат" предназначен для анализа и планирования (прогнозирования) режимных параметров и технико-экономических показателей. К ним относятся потребление электроэнергии, мощности, тепловой энергии энергосистем, энергокомпаний и отдельных потребителей, узлов и районов расчетных схем, экономические показатели - тарифы на электроэнергию, товарная продукция и другие. Дискретность параметров может быть различной - часовые (получасовые) графики, месячные, квартальные и годовые значения. Средства статистического анализа позволяют осуществлять расчеты регулярных компонент, средних, приростов, дисперсий, поиск экстремальных точек, подготовку аналитических отчетных форм. В состав программно-технологических средств комплекса входит функция прогнозирования. В основу алгоритмов прогнозирования положен метод сезонных кривых - метод математического моделирования исследуемых процессов с помощью многочленов Фурье, дополненный алгоритмами адаптивного прогнозирования. Реализованная методика учета факторов дает возможность учитывать влияние температуры, освещенности и других заданных метеорологических факторов. Прогнозирование производится в целом по энергообъединению, по группам и отдельным потребителям. На основе прогнозов может быть осуществлен расчет плановых показателей потребления, ожидаемых балансов мощности, электроэнергии, тепловой энергии. Расчеты производятся во временных диапазонах долгосрочного (месяц, квартал, год), краткосрочного (сутки, неделя) планирования и опера-

тивного (минуты, часы) управления. В состав комплекса входят средства администрирования базы данных объектов, оборудования и параметров. Учет состава и состояния теплотехнического оборудования дает возможность расчета располагаемой и рабочей мощности. Средства администрирования обеспечивают создание структуры базы на всех уровнях, формирование классификаторов и справочников, хранение архивов состояний объектов, оборудования и измеряемых параметров. Загрузка базы может производиться в темпе процесса от измерительных комплексов ОИК и АС-КУЭ. Генератор отчетов позволяет готовить отчетные табличные и графические формы, соответствующие документообороту предприятия, в том числе суточную ведомость. С помощью графического редактора можно отображать данные на рисунках, схемах и графиках. При необходимости данные и отчетные формы выводятся в форматы стандартных Windows-приложений, а также отображаются с использованием Web-интерфейсов. Встроенный макроязык дает возможность адаптировать интерфейс пользователя. Программный комплекс является патентованным и сертифицированным программным продуктом и состоит из нескольких подсистем. Подсистемой комплекса является совокупность одного или нескольких программных модулей (программных компонент) и сформированная определенным образом база данных для расчетов. В настоящее время реализованы следующие подсистемы:

Упражнение 6

Тема занятия: Графики максимальных годовых значений потребления.

Цели и задачи занятия: изучить структуру потребления и графики потребления.

С помощью комплекса «Энергостат» выполняется построение максимальных годовых значений потребления за 5 предыдущих лет. Определяется максимальное и минимальное потребление. Исследуется динамика развития энергорайона.

Упражнение 7

Тема занятия: Нормализация переменных, масштабные множители в градиентном методе. Цели и задачи занятия: изучение градиентного метода.

Необходимость нормализации выборок данных обусловлена самой природой используемых переменных. Будучи разными по физическому смыслу, они зачастую могут сильно различаться между собой по абсолютным величинам. Так, например, выборка может содержать и напряжение 6 кВ, а на другой подстанции 750 кВ, то есть отличаться на 2 порядка. Нормализация данных позволяет привести все используемые числовые значения переменных к одинаковой области их изменения. Чтобы выполнить нормализацию данных, нужно точно знать пределы изменения значений соответствующих переменных (минимальное и максимальное теоретически возможные значения). Тогда им и будут соответствовать границы интервала нормализации. Когда точно установить пределы изменения переменных невозможно, они задаются с учетом минимальных и максимальных значений в имеющейся выборке данных.

Наиболее распространенный способ нормализации входных и выходных переменных – **линейная нормализация**.

Линейная нормализация

Примем следующие обозначения:

– x_{ik}, y_{jk} – i -е входное и j -е выходное значения k -го примера исходной выборки в традиционных единицах измерения, принятых в решаемой задаче;

– $\tilde{x}_{ik}, \tilde{y}_{jk}$ – соответствующие им нормализованные входное и выходное значения;

– N – количество примеров обучающей выборки.

Тогда переход от традиционных единиц измерения к нормализованным и обратно с использованием метода линейной нормализации осуществляется с использованием следующих расчетных

*Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их
режимы, устойчивость и надежность»
Методическое обеспечение РПД Б1.В.03 «Оптимизация структур и параметров
электроэнергетических систем»*



соотношений:

– при нормализации и денормализации в пределах $[0, 1]$:

$$\tilde{x}_{ik} = \frac{x_{ik} - x_{\min i}}{x_{\max i} - x_{\min i}} ; \quad (1)$$

$$y_{jk} = y_{\min j} + \tilde{y}_{jk} (y_{\max j} - y_{\min j}) ; \quad (2)$$

– при нормализации и денормализации в пределах $[-1, 1]$:

$$\tilde{x}_{ik} = 2 \cdot \frac{x_{ik} - x_{\min i}}{x_{\max i} - x_{\min i}} - 1 ;$$

$$y_{jk} = y_{\min j} + (\tilde{y}_{jk} + 1)(y_{\max j} - y_{\min j})/2 ,$$

где

$$x_{\min i} = \min_{k=1, N} (x_{ik}); x_{\max i} = \max_{k=1, N} (x_{ik}) ;$$

$$y_{\min j} = \min_{k=1, N} (y_{jk}); y_{\max j} = \max_{k=1, N} (y_{jk}) .$$

Упражнение 8

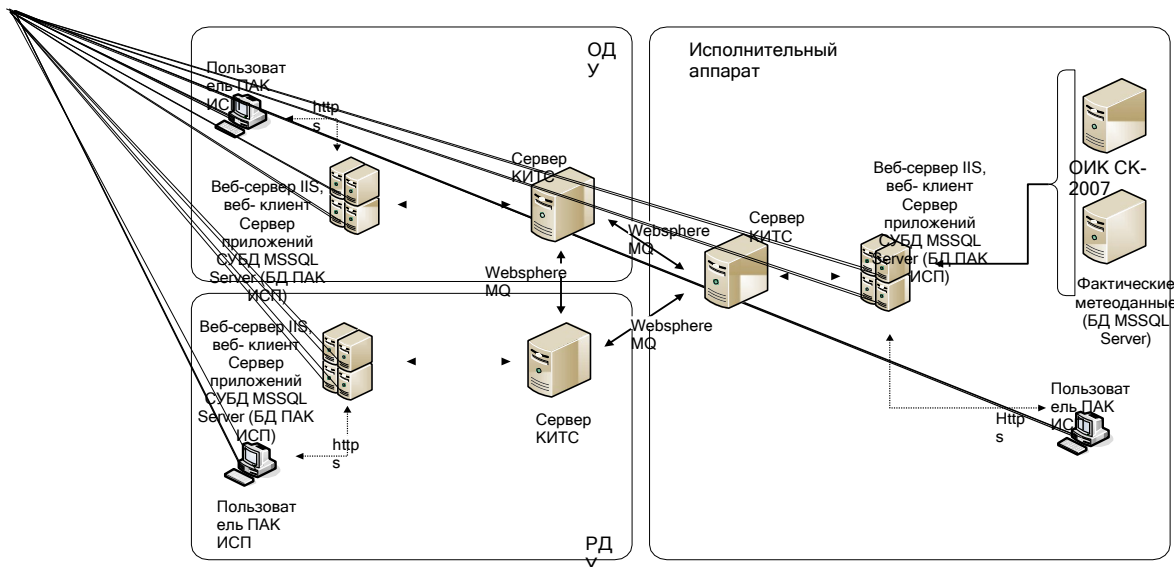
Тема занятия: Программно-аппаратные комплексы ИСП, Метео.

Цели и задачи занятия: изучение Программно-аппаратных комплексов ИСП, Метео.

ПАК ИСП имеет архитектуру, представленную на рис.1.

В состав системы входят следующие компоненты: Веб-сервер IIS, веб-клиент, сервер приложений СУБД MSSQL Server (БД ПАК ИСП), пользовательские рабочие места.

Рис.1. Архитектурная схема системы



Режимы работы ПАК ИСП

1.1. **Штатным режимом работы** ПАК ИСП называется режим работы, в котором в круглосуточном режиме обеспечивается:

1.1.1. Доступность веб-интерфейса и всех компонентов ПАК ИСП для пользователей ПАК ИСП в исполнительном аппарате, ОДУ и РДУ.

1.1.2. Авторизация пользователей ПАК ИСП средствами службы каталогов Active Directory.

1.1.3. Взаимодействие с внешними системами: КИТС; ОИК СК-2007; ПАК Метео.

1.1.4. Получение ОДУ прогнозов электропотребления из РДУ.

1.1.5. Передача прогнозов электропотребления из ОДУ в исполнительный аппарат.

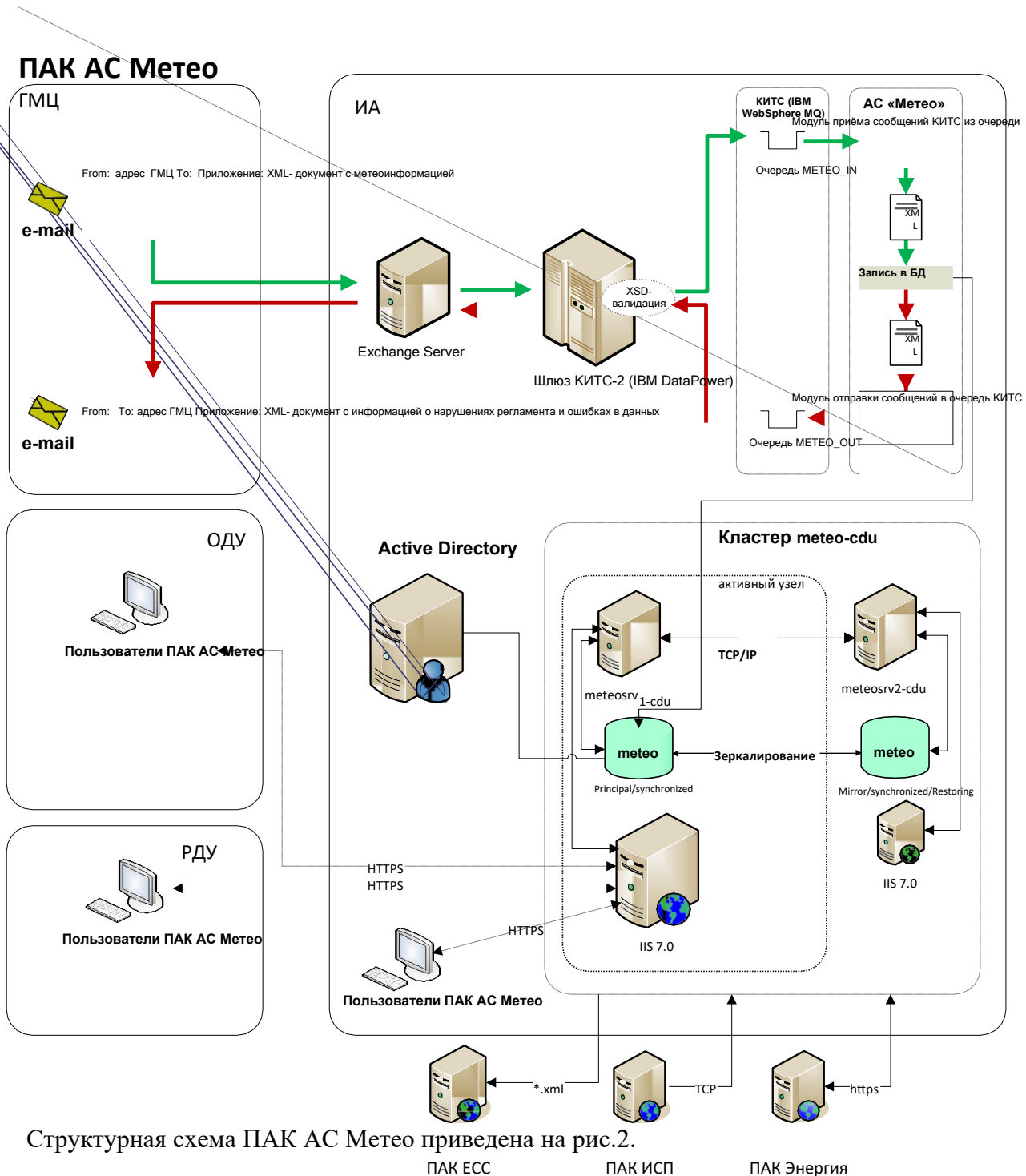
1.1.6. Прием результатов итогового прогноза электропотребления в ОДУ и РДУ.

1.1.7. Выполнение экспорта прогнозных данных в файлы .csv.

2. **Архитектура ПАК АС Метео**

ПАК АС Метео имеет трехуровневую архитектуру:

- сервер приложений;
- сервер БД;
- тонкий клиент (сайт).



Структурная схема ПАК АС Метео приведена на рис.2.

Рис. 2 Структурная схема ПАК АС Метео

3. Режимы работы ПАК АС Метео

3.1. Штатным режимом работы ПАК АС Метео называется режим работы, в котором круглосуточно обеспечиваются:

3.1.1 Доступность интерфейса ПАК АС Метео по протоколу https для пользователей ИА, филиалов ОДУ и РДУ (далее – пользователей ПАК АС Метео).

3.1.2 Авторизация, аутентификация пользователей АС Метео на основе пользователей и

групп, зарегистрированных в Active Directory.

3.1.3 Графическое и табличное отображение в интерфейсе ПАК АС Метео:

- фактических и прогнозных гидрологических данных для всех типов объектов за выбранный период;
- фактических метеоданных для всех типов объектов за выбранную дату;
- прогнозных метеоданных для всех типов объектов за выбранную дату.

3.1.4 Выполнение следующих функций, при работе пользователей АС Метео с ПАК:

3.1.4.1 Расчет сезонных кривых

3.1.4.2 Определение температуры воздуха наиболее холодной (тёплой) пятидневки года или нескольких лет для любых объектов метеоизмерений по имеющимся данным;

3.1.4.3 Расчет долевых коэффициентов влияния температуры отдельных объектов на температуру расчетных объектов (энергорайонов, энергосистем, ОЭС, Синхронных зон или ЕЭС России);

3.1.4.4 Расчет температуры наружного воздуха для дорасчетных объектов (энергосистемы, ОЭС, Синхронных зон или ЕЭС России);

3.1.4.5 Расчет максимумов, минимумов, средних значений параметров за периоды;

3.1.4.6 Оценка качества прогноза;

3.1.4.7 Расчет коэффициентов влияния изменения температуры на изменение потребления электрической энергии (мощности);

3.1.4.8 Расчет коэффициентов влияния изменения освещенности (облачности) на изменение потребления электрической энергии (мощности).

3.1.5 Формирование отчетных форм

3.1.6 Коррекция структуры территорий и точек метеонаблюдений

3.1.7 Просмотр долевых коэффициентов

Итоговое зачетное занятие. Вопросы к экзамену

1. Свойства электроэнергетических систем
2. Организация проектирования электрических сетей
3. Содержание проектов развития электрических сетей
4. Порядок долгосрочного прогнозирования потребления электрической энергии и мощности
5. Порядок формирования прогнозных балансов электрической энергии (мощности) на осенне-зимний период
6. Порядок формирования прогнозных балансов на ПЭВТ
7. Методика прогнозирования

8. Оценка
состоятельности
прогноза.
9. Сглаживание
динамического
ряда при
прогнозировании
10. Сводный
прогнозный
баланс (порядок
формирования)
11. Метод сезонных
кривых
12. Влияние
метеофакторов
на потребление
энергосистем
13. Иерархическая
система
прогнозирования
14. Экономический
критерий
эффективности
15. Метод ветвей и
границ
16. Метод перебора
соседних
вариантов
17. Экономические
характеристики
электростанций
18. Распределение
активной
нагрузки между
ТЭС
19. Выбор состава
агрегатов
энергосистемы.

Примечание:

Теоретические материалы по темам упражнений и по вопросам зачета изучаются на лекционных занятиях и подробно изложены в литературе, рекомендуемой рабочей программой дисциплины.

*Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их
режимы, устойчивость и надежность»
Методическое обеспечение РПД Б1.В.03 «Оптимизация структур и параметров
электроэнергетических систем»*



**Методические рекомендации
к самостоятельной работе студентов
по дисциплине
«ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУР И ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

Смоленск

1. Общие сведения о самостоятельной работе студентов по дисциплине

Цель самостоятельной работы – осмысленно и самостоятельно работать с учебным материалом, полученным при контактной работе с преподавателем, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Автоматизированная система диспетчерского управления и оптимизация режимов» выполняется в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Трудоемкость и виды занятий, по которым предусматривается самостоятельная работа, сведены в таблицу.

Вид работ	Трудоёмкость, час
Изучение материалов лекций (лк)	6
Подготовка к практическим занятиям (пз)	18
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	
Выполнение курсового проекта (работы)	
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	8
Подготовка к контрольным работам	
Подготовка к тестированию	4
Подготовка к зачету	
Всего (в соответствии с УП):	36
Подготовка к экзамену	36

2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Процесс освоения студентами дисциплины включает изучение 9 тем (см. рабочую программу дисциплины).

В самостоятельную работу по всем темам входит подготовка к лекциям; по темам № 1- 9 подготовка к практическим занятиям; подготовка к сдаче зачета и экзамену.

2.1. Подготовка к лекциям и практическим занятиям.

При подготовке к лекциям по теме №1 «Главные свойства больших электроэнергетических систем» студенты самостоятельно изучают задачи Объекты автоматизированных объектов управления и их характеристики.

При подготовке к лекциям по теме №2 «Формирование балансов производства и потребления электрической энергии и мощности» самостоятельно изучают методики среднесрочного прогноза.

При подготовке к лекциям и практическим занятиям по теме №3 «Методика прогнозирования» студенты самостоятельно изучают методику краткосрочного прогноза.

При подготовке к лекциям и практическим занятиям по теме №4 «Влияние метеофакторов на потребление энергосистем» студенты самостоятельно предварительно изучают максимальные годовые значения потребления.

При подготовке к лекциям и практическим занятиям по теме №5 «Иерархическая система прогнозирования» студенты самостоятельно изучают методы прогнозирования в иерархических системах.

При подготовке к лекциям и практическим занятиям по теме №6 «Методы поиска оптимальных схем» студенты самостоятельно изучают методы поиска оптимальных схем.

При подготовке к лекциям и практическим занятиям по теме №7 «Экономические характеристики электростанций» студенты самостоятельно изучают характеристики относительных приростов.

При подготовке к лекциям и практическим занятиям по теме №8 «Распределение активной нагрузки между ТЭС» студенты самостоятельно изучают построение эквивалентной характеристики относительных приростов для станции.

При подготовке к лекциям и практическим занятиям по теме №9 «Выбор состава включенного генерирующего оборудования» студенты самостоятельно изучают критерии выбора состава.

2.2. Подготовка к сдаче зачета.

Для подготовки к сдаче зачета по дисциплине в рабочей программе дан перечень контрольных вопросов и список рекомендуемой литературы..

3. Методическое обеспечение самостоятельной работы.

По дисциплине разработаны методические рекомендации к лекционным занятиям, в которых представлена тематика и содержание лекций; методические рекомендации к выполнению упражнений с указанием темы занятия, целей и задач, решаемых при его проведении, исходные данные для решения практических задач и краткая теоретическая информация по теме.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Свойства электроэнергетических систем
2. Организация проектирования электрических сетей
3. Содержание проектов развития

- электрических
сетей
4. Порядок долгосрочного прогнозирования потребления электрической энергии и мощности
 5. Порядок формирования прогнозных балансов электрической энергии (мощности) на осенне-зимний период
 6. Порядок формирования прогнозных балансов на ПЭВТ
 7. Методика прогнозирования
 8. Оценка состоятельности прогноза.
 9. Сглаживание динамического ряда при прогнозировании
 10. Сводный прогнозный баланс (порядок формирования)
 11. Метод сезонных кривых
 12. Влияние метеофакторов на потребление энергосистем

13. Иерархическая система прогнозирования
14. Экономический критерий эффективности
15. Метод ветвей и границ
16. Метод перебора соседних вариантов
17. Экономические характеристики электростанций
18. Распределение активной нагрузки между ТЭС
19. Выбор состава агрегатов энергосистемы.

Список рекомендуемой литературы представлен в рабочей программе дисциплины.