Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем
Кафедра систем электроснабжения предприятий

Паспорт экзамена

по дисциплине «Моделирование в электроэнергетике», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной (электронной) форме, по тестам через систему DiSpace. Билет формируется по следующему правилу:

- Дидактическая единица №1. Тема №1 «Моделирование при решении инженерных задач» - **два вопроса**.
- Дидактическая единица №2. Тема №1 «Линия электропередачи» - **шесть вопросов**.
- Дидактическая единица №2. Тема №2 «Силовой трансформатор» - **пять вопросов**.
- Дидактическая единица №2. Тема №3 «Нагрузка» - **семь вопросов**.
- Дидактическая единица №3. Тема №1 «Математические модели электрических сетей» - **десять вопросов**.
- Дидактическая единица №4. Тема №1 «Прогнозирование» - **десять вопросов**.

Список дидактических единиц и вопросов приведен ниже.

Тест содержит 40 тестовых заданий. За правильный ответ на каждое тестовое задание ставится 1 балл, возможно проставление доли 1-го балла. Среднее время, отводимое на ответ по одному тестовому заданию – 2,25 мин. Итого на экзамен отводится 90 минут.

Не допускается использование каких-либо пособий и электронных устройств во время ответов на тестовые задания. Сотовые телефоны должны быть выключены и убраны со столов.

При повторной сдаче экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Пример теста для экзамена

1

Характер формируемой модели определяется (завершите предложение, выбрав правильный ответ)
А – поставленной целью
Б – возникшей проблемой
В – решаемой задачей
Г – исследуемым объектом
Д – мысленным образом

Ответ _____

2

Фундаментальным свойством модели является ее (завершите предложение, выбрав правильный ответ)
А – точность
Б – адекватность
В – простота
Г – эффективность

Д – область применения

Ответ _____

3

Электрические параметры моделей воздушных линий электропередачи высокого напряжения учитывают различные физические явления и процессы, связанные с преобразованием и запасанием электрической и магнитной энергии. Установите соответствие между параметрами моделей ВЛ и процессами в линии (А – 3; Б – 4, 5; …)..

Параметры моделей ВЛ			Явления и процессы	
А	Активное сопротивление проводов фаз	1	Самоиндукция и взаимоиндукция
Б	Индуктивное сопротивление фаз	2	Протекание токов смещения между фазами
В	Активная проводимость между фазами и фазами и землей	3	Коронирование
		4	Нагревание проводов
		5	Поверхностный эффект
Г	Емкостная проводимость между фазами и фазами и землей	6	Диссипация
		7	Протекание токов проводимости между фазами

А – Б – В – Г –

4

В основе математической модели линии электропередачи без учета распределенности параметров лежит допущение:
А – не учитывается активная проводимость фаз линии
Б – в уравнениях длинной линии значения гиперболического синуса и гиперболического тангенса принимаются равными значениям их аргументов
В – не учитываются активное сопротивление и активная проводимость фаз линии
Г – не учитывается емкость линии
Д – волновое сопротивление линии приравнивается погонному сопротивлению ее фазы

Ответ _____

5

Идеальная линия это
А – линия без потерь
Б – линия без учета распределенности параметров
В – линия без учета активных параметров $r_0 = 0$, $g_0 = 0$
Г – линия без учета емкостной проводимости
Д – линия без учета индуктивности линии

Ответы _____

6 Коэффициенты четырехполюсника $\underline{A}$, $\underline{B}$, $\underline{C}$, $\underline{D}$ в уравнениях А-формы определяются по соответствующим математическим моделям линии электропередачи. Установите соответствие выражений для определения только одного коэффициента (коэффициента $\underline{A}$) каждой из перечисленных ниже моделей линии электропередачи (например, А – 3; Б – 4; …).

Модель		Выражение для коэффициента $\underline{A}$	
А	Уравнения длиной линии	1	$\mathrm{ch}(\underline{\gamma}_0 l)$
		2	$\underline{Z}_C \cdot \mathrm{sh}(\underline{\gamma}_0 l)$
Б	Уравнения идеальной линии	3	$\cos(\beta_0 l)$
		4	$jZ_C \cdot \sin(\beta_0 l)$

В	Модель без учета распределенности параметров П-образной схемы замещения	5	$1+\frac{\underline{z}_0\underline{y}_0 l^2}{2}$
Г	Модель без учета распределенности параметров Г-образной схемы замещения	6	$\underline{z}_0 l$
		7	1

А – Б – В – Г –

7

Волновое сопротивление линии электропередачи равно:

А – $Z_C = \sqrt{\underline{z}_0 \underline{y}_0}$ Г – $Z_C = \sqrt{\underline{z}_0 \underline{y}_0 l^2}$

Б – $Z_C = \sqrt{\frac{\underline{z}_0}{\underline{y}_0}}$ Д – $Z_C = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}$

В – $Z_C = \sqrt{\frac{\underline{y}_0}{\underline{z}_0}}$

Ответы _____.

8

Уравнения длинной линии записываются для фазных значений токов и напряжений:

$\underline{U}_{1ф} = \langle \quad \rangle \underline{U}_{2ф} + \langle \quad \rangle \underline{I}_2,$

$\underline{I}_1 = \langle \quad \rangle \underline{U}_{2ф} + \langle \quad \rangle \underline{I}_2.$

Запишите в угловые скобки выражения для коэффициентов, чтобы получить уравнения длинной линии

9

Электрические параметры моделей силовых трансформаторов учитывают различные физические явления и процессы, связанные с преобразованием и запасанием электрической и магнитной энергии. Установите соответствие между параметрами моделей силовых трансформаторов и процессами в трансформаторах (А – 3; Б – 4, 5; …)..

Параметры моделей трансформаторов		Явления и процессы	
А	Активное сопротивление обмоток фаз	1	Появление магнитного поля рассеивания
Б	Индуктивное сопротивление обмоток фаз	2	Гистерезис
В	Активная проводимость холостого хода	3	Протекание вихревых токов
		4	Нагревание проводов обмоток
		5	Намагничивание сердечника
Г	Индуктивная проводимость холостого хода	6	Магнитное последствие
		7	Нагревание сердечника

А – Б – В – Г –

10

Уравнения силового трансформатора записываются для фазных значений токов и напряжений:

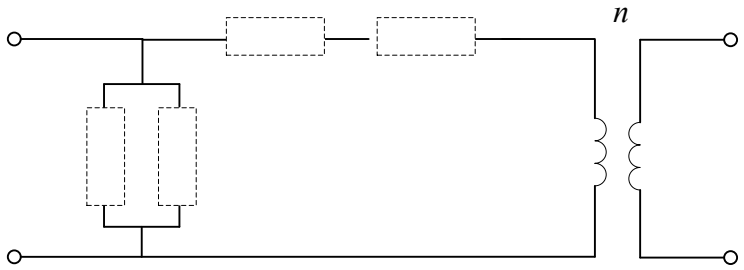
$\underline{U}_{1ф} = \langle \quad \rangle \underline{U}_{2ф} + \langle \quad \rangle \underline{I}_2,$

$\underline{I}_1 = \langle \quad \rangle \underline{U}_{2ф} + \langle \quad \rangle \underline{I}_2.$

(Запишите в угловые скобки выражения для коэффициентов, чтобы получить уравнения силового трансформатора)

11

Дорисуйте графические обозначения и проставьте обозначения параметров в схеме замещении трансформатора



12

При моделировании трансформаторов эквивалентными схемами для расчетов электрических сетей выполняются некоторые преобразования исходной схемы линейного трансформатора. При этом некоторые преобразования основаны на принятых допущениях, а другие преобразования допущениями не являются. В Г-образной схеме замещения трансформатора приняты допущения:
А – пренебрегают индуктивным сопротивлением обмоток
Б – объединяют сопротивления обмоток по правилу последовательного соединения с приведением сопротивлений к одной из обмоток
В – Т-образную схему заменяют на Г-образную с переносом ветви проводимости холостого хода к стороне подключения питания
Г – Т-образную схему заменяют на Г-образную с переносом ветви проводимости холостого хода к стороне подключения нагрузки
Д – выносят элемент идеальной трансформации из схемы соединения сопротивлений и проводимостей

Ответ_____

13

Отношения напряжений и токов обмоток трансформатора равны коэффициенту трансформации *n* (напишите в пустых клетках *ДА* или *НЕТ*)

Трансформатор	$\frac{U_1}{U_2}$	$\frac{I_2}{I_1}$
идеальный		
совершенный		
реальный		

14

Основные по доле потребления электрической энергии виды электрических приемников потребителей со смешанной нагрузкой – укажите три ответа
А – двигатели постоянного тока
Б – асинхронные двигатели
В – лампы накаливания
Г – энергосберегающие лампы
Д – синхронные двигатели

Три ответа _____

15

Статические характеристики нагрузки отражают изменение:
А – напряжения на нагрузке в зависимости от тока нагрузки
Б – мощности нагрузки в зависимости от частоты
В – частоты в зависимости от потребляемой мощности
Г – мощности нагрузки в зависимости от напряжения
Д – напряжения на нагрузке в зависимости от потребляемой мощности

Ответы _____

16

У люминесцентных ламп регулирующий эффект для активной мощности примерно равен
А – 1,6 Б – 1,7 В – 1,9 Г – 2,0 Д – 2,5

Ответ _____

17

При снижении напряжения на асинхронном двигателе реактивная мощность, вызванная потоками рассеивания, *растет (снижается)*, а намагничивающая мощность *снижается (растет)*
Зачеркните неправильные ответы.

18

Регулирующие эффекты нагрузки показывают
А – степень изменения напряжения и частоты при изменении активной и реактивной мощности
Б – величину приращения активной мощности при изменении реактивной мощности
В – степень изменения активной и реактивной мощности при изменении напряжения и частоты
Г – величину приращения реактивной мощности при изменении активной мощности
Д – скорость изменения активной и реактивной мощности при изменении напряжения и частоты
Ответы _____

19

Статические характеристики активной нагрузки (P) по напряжению (U) могут быть представлены зависимостью:

А $P(U)=\dfrac{S^2}{U^2}R$

Б $P(U)=\dfrac{U^2}{R}$

В $P(U)=\dfrac{U^2}{\underline{Z}}$

Ответ _____

Г $P(U)=\sqrt{3}UI\cos\varphi$

Д $P(U)=\dfrac{U^2}{G}$

где R и G – активное сопротивление и активная проводимость схемы замещения нагрузки; $\underline{Z}$ – комплексное сопротивление схемы замещения нагрузки; I – ток нагрузки; cosφ – коэффициент мощности нагрузки.

20

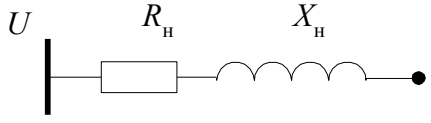


Схема замещения нагрузки представлена последовательно соединенными активным и реактивным сопротивлениями. Запишите формулы для вычисления этих сопротивлений, если известны напряжение на шинах нагрузки U и мощность нагрузки $\underline{S}_н$.

(запишите две формулы – для $R_н$ и $X_н$)

Формулы: _____

21

Составьте первую матрицу соединений **M** для графа сети (на графе нанесены номера вершин и ребер – в кружочках).



M =

22

Первый закон Кирхгофа в матричной форме записывается в виде:

А $\mathbf{M}^{\mathrm{T}}\underline{\mathbf{I}} = \underline{\mathbf{J}}$

Б $\mathbf{IM} = \mathbf{J}$

В $\mathbf{M}\underline{\mathbf{J}} = \underline{\mathbf{I}}$

Г $\mathbf{M}\underline{\mathbf{I}} = \underline{\mathbf{J}}$

Д $\mathbf{M}^{\mathrm{T}}\underline{\mathbf{J}} = \underline{\mathbf{I}}$

Ответ _____

23

Базисный узел это узел, в котором из 4-х режимных параметров (U, δ, P, Q)

А – задана величина модуля напряжения и реактивная мощность U, Q

Б – заданы величины модуля и фазы напряжения U, δ,

В – ничего не задано из перечисленных параметров

Г – заданы все из перечисленных параметров U, δ, P, Q

Д – заданы активная и реактивная мощности P, Q

Ответы _____

24

Задающий ток в узле i электрической сети складывается из токов: генерации (г), нагрузки (н) и тока в проводимости шунта узла ($\underline{Y}_N$) и определятся по формуле:

А) $\underline{J}_i = \dfrac{\underline{S}^*_{\text{г}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} + \dfrac{\underline{S}^*_{\text{н}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} + \dfrac{\underline{U}_i\underline{Y}_{Ni}}{\sqrt{3}}$

Б) $\underline{J}_i = \dfrac{\underline{S}^*_{\text{г}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} - \dfrac{\underline{S}^*_{\text{н}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} + \dfrac{\underline{U}_i\underline{Y}_{Ni}}{\sqrt{3}}$

В) $\underline{J}_i = -\dfrac{\underline{S}^*_{\text{г}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} + \dfrac{\underline{S}^*_{\text{н}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} - \dfrac{\underline{U}_i\underline{Y}_{Ni}}{\sqrt{3}}$

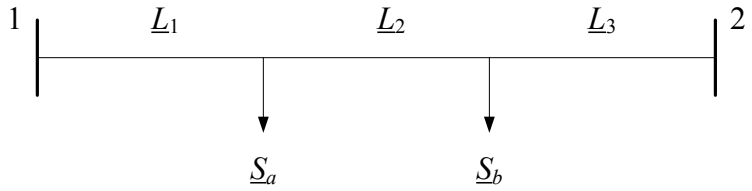
Г) $\underline{J}_i = \dfrac{\underline{S}^*_{\text{г}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} - \dfrac{\underline{S}^*_{\text{н}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} - \dfrac{\underline{U}_i\underline{Y}_{Ni}}{\sqrt{3}}$

Д) $\underline{J}_i = \dfrac{\underline{S}^*_{\text{г}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} + \dfrac{\underline{S}^*_{\text{н}i}}{\sqrt{3}\underline{U}^*_i} - \dfrac{\underline{U}_i\underline{Y}_{Ni}}{\sqrt{3}}$

Ответ _____

25

Для эквивалентирования электрической сети, см. рис., между пунктами 1 и 2 выполняется преобразование схемы из четырехполюсников линий $\underline{\mathbf{L}}_1$, $\underline{\mathbf{L}}_2$, $\underline{\mathbf{L}}_3$ и нагрузок $\underline{\mathbf{S}}_a$ и $\underline{\mathbf{S}}_b$. Полагая, что эти обозначения являются и обозначениями матриц коэффициентов уравнений четырехполюсников, записанных в А-форме, формула, по которой можно вычислить элементы матрицы коэффициентов эквивалентного четырехполюсника $\underline{\mathbf{A}}$, запишется в виде:



Запишите формулу: $\underline{\mathbf{A}}$ = _____

26

Чтобы записать уравнения четырехполюсника в *Y*-форме необходимо их выразить относительно:

А – $\underline{U}_1$, $\underline{I}_1$ Б – $\underline{U}_1$, $\underline{I}_2$ В – $\underline{U}_2$, $\underline{I}_2$ Г – $\underline{I}_1$, $\underline{I}_2$ Д – $\underline{U}_1$, $\underline{U}_2$

Ответ _____

27

5. Определение проводимости нагрузки, моделируемой схемой замещения, для узла *i* выполняется по формуле:

А $\underline{Y}_{Ni} = \dfrac{\underline{S}_i^*}{\sqrt{3}\underline{U}_i^*}$

Б $\underline{Y}_{Ni} = \dfrac{\underline{S}_i^*}{\underline{U}_i^2}$

В $\underline{Y}_{Ni} = \dfrac{\underline{S}_i}{\underline{U}_i}$

Г $\underline{Y}_{Ni} = \dfrac{\underline{S}_i}{U_i^2}$

Д $\underline{Y}_{Ni} = \dfrac{\underline{S}_i^*}{U_i^2}$

Ответ _____

28

Для уравнений четырехполюсника нагрузки, записанных в *A*-форме, матрица коэффициентов определяется в виде:

А $\underline{\mathbf{A}}_Y = \begin{pmatrix} \underline{Y}_N & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

Б $\underline{\mathbf{A}}_Y = \begin{pmatrix} 1 & \underline{Y}_N \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

В $\underline{\mathbf{A}}_Y = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \underline{Y}_N \end{pmatrix}$

Г $\underline{\mathbf{A}}_Y = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ \underline{Y}_N & 1 \end{pmatrix}$

Д $\underline{\mathbf{A}}_Y = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \underline{Y}_N & 1 \end{pmatrix}$

Ответ _____

29

Существуют детерминированные и случайные физические процессы, которые принято подразделять на различные виды. Распределите названия видов процессов в пустых клетках, чтобы получилась классификация детерминированных и случайных процессов.

Детерминированные				Случайные		

30

Математическое ожидание и ковариационная функция случайного процесса могут быть найдены по реализациям случайного процесса осреднением по реализациям

$m_X(t) =$ $R_X(t) =$

Допишите формулы.

31

Установите соответствие примеров различных процессов их названиям, приведенным слева

Вид процесса | | Пример процесса

1	*гармонический*	А	$x(t)=\frac{a_0}{2}+\sum_{i=1}^{\infty}\left(a_i\cos 2\pi i f_1 t+b_i\sin 2\pi i f_1 t\right)$
		Б	$x(t)=\begin{cases}Ae^{-\alpha t} & t\geq 0\\ 0 & t<0\end{cases}$
2	*полигармонический*	В	$x(t)=\begin{cases}Ae^{-\alpha t}\cos bt & t\geq 0\\ 0 & t<0\end{cases}$
		Г	$x(t)=X_m\sin(2\pi f_0 t+\theta)$
3	*переходный*	Д	$x(t)=X_0+\sum_{i=1}^{\infty}X_i\cos 2\pi i f_1 t$

1 – 2 – 3 –

32

Прогнозируемые характеристики системы делятся на переменные состояния и переменные интенсивности. Укажите, какие из нижеприведенных примеров являются переменными состояния

А – Мощность электрической цепи

Б – Количество потребленной электроэнергии

В – Напряжение в узле электрической цепи

Г – Потери электрической энергии

Д – Потери мощности

Ответы _____

33

Найдите соответствие между методом прогноза случайного процесса и выражением для определения дисперсии ошибки прогноза

Метод прогноза		Дисперсия ошибки прогноза	
1	*По последнему значению*	А	$\sigma_e^2=1-\sigma_X^2$
		Б	$\sigma_e^2=\sigma_X^2$
2	*По математическому ожиданию*	В	$\sigma_e^2=\sigma_X\left(1-r_X^2(\theta)\right)$
		Г	$\sigma_e^2=\sigma_X^2\left(1-r_X^2(\theta)\right)$
3	*По условному математическому ожиданию*	Д	$\sigma_e^2=2\left(\sigma_X^2-R_X(\theta)\right)$

1 – 2 – 3 –

34

Интервал корреляции случайного процесса это

_____

_____

Закончите предложение

35

Экспоненциальная модель прогнозирования формулируется следующим образом (запишите формулировку):

_____

_____

36 Логистическая модель прогнозирования может быть записана в виде:

(укажите один неправильный ответ)

А $W(t) = W_0 e^{\frac{\alpha_0}{\gamma}\left(e^{-\gamma(t-t_0)}-1\right)}$

Б $y = \dfrac{a}{1+be^{-cx}}$

В $\ln W(t) = \ln W_0 + \alpha_0 e^{-\gamma t}$

Г $\ln W(t) = \ln W_0 + \alpha\left(t - t_0\right)$

Д $\dfrac{d \ln W(t)}{dt} = \alpha_0 e^{-\gamma\left(t-t_0\right)}$

Неправильный ответ _____

37

График реактивной мощности
А – всегда в точности повторяет конфигурацию графика активной мощности
Б – определяется потреблением реактивной мощности асинхронными двигателями
В – для промышленной нагрузки имеет утренний максимум больше вечернего
Г – для бытовой нагрузки имеет утренний максимум больше вечернего
Д – для бытовой нагрузки имеет утренний максимум меньше вечернего

Ответы _____

38

Прогнозирование суточного графика нагрузки производится путем прогнозирования выделенных
А – тренда и периодической составляющей
Б – тренда и случайной составляющей
В – тренда, периодической и случайной составляющей
Г – периодической и случайной составляющей
Д – регулярных составляющих

Ответы _____

39

Суточные графики промышленной нагрузки имеют
А – сильно выраженные утренний и вечерний максимумы
Б – вечерний максимум больше утреннего
В – утренний максимум больше вечернего
Г – минимальную нагрузку 70-80 % от максимальной
Д – минимальную нагрузку 50-60 % от максимальной

Ответы _____

40

Коэффициент заполнения суточного графика нагрузки вычисляется по формуле (укажите один правильный ответ)

А) $\beta = \dfrac{W_{\text{а.сут}}}{24P_{\text{ср}}}$ Б) $\beta = \dfrac{W_{\text{а.сут}}}{P_{\text{ср}}}$ В) $\beta = \dfrac{W_{\text{а.сут}}}{24P_{\max}}$ Г) $\beta = \dfrac{W_{\text{а.сут}}}{P_{\max}}$ Д) $\beta = \dfrac{P_{\max}}{W_{\text{а.сут}}}$

Ответ _____

2. **Критерии оценки**

- Ответ на экзаменационный тест считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на тестовые задания не дает правильных ответов для большинства тестовых заданий

(ответы даны менее, чем на 50% вопросов), оценка составляет *от 0 до 19 баллов.*

- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на пороговом уровне, если студент при ответе на тестовые задания для большинства тестовых заданий дает правильные ответы, например, вычислительные, оценка составляет *от 20 до 29 баллов.*
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **базовом** уровне, если при ответе на тестовые задания указывает правильные ответы в закрытых тестовых заданиях, в общем правильно формулирует ответы и выполняет задания в открытых тестовых заданиях, оценка составляет *от 30 до 35 баллов.*
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на продвинутом уровне, если на тестовые задания указывает все правильные ответы в закрытых тестовых заданиях, правильно формулирует ответы и выполняет задания в открытых тестовых заданиях, оценка составляет от 36 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. **Вопросы к** экзамену **по дисциплине «**Моделирование в электроэнергетике**»**

Дидактическая единица №1.

1. *Процесс решения задач. Роль моделей при решении задач.* Схема познания человеком окружающего мира. «Заместитель» объекта – модель. Понятие модели и решаемые задачи. Фундаментальное свойство модели. «Точная» модель. Условия и требования задачи.
2. *Классификация моделей.* Способы классификации моделей. Классификация по классам задач. Классификация по области использования модели. Классификация по представлению моделей. Физические модели. Идеальные модели. Математические модели.
3. *Переменные в математических моделях.* Признаки, по которым различают переменные, входящие в математическую модель. Входные и выходные переменные. Прямые и обратные задачи исследования объекта по его математической модели. Подверженность переменных воздействию случайных факторов. Дискретные и непрерывные переменные. Наблюдаемые и ненаблюдаемые переменные. Типы ограничений, накладываемых на модельные переменные.
4. *Адекватность и эффективность моделей.* Требование полноты соответствия модели объекту-оригиналу. Простота модели. Эффективная (практически полезная) модель. Оценки точности модели.
5. *Свойства объектов моделирования.* Структура объекта моделирования Структура модели объекта. Свойства объектов с точки зрения моделирования. Время внутренней памяти объекта.
6. *Математические модели объектов на микроуровне.* Распределенные объекты – объекты с распределенными параметрами. Фундаментальные физические законы. Общая формулировка фундаментальных законов. Общий вид уравнений большинства распределенных моделей. Вид уравнения непрерывности гидродинамики. Вид уравнения теплопроводности. Уравнение непрерывности электрического тока.
7. *Моделирование на макроуровне.* Переход от распределенных параметров к сосредоточенным.. Фазовые переменные для различных физических систем.

Компонентные и топологические уравнения электрических, механических, механических вращательных, гидравлических и тепловых систем.

8. *Моделирование на метауровне.* Допущения, вводимые при моделировании объектов на метауровне. Факторные модели, функциональное моделирование и эквивалентирование.

9. *Физические процессы и их классификация. Физические процессы. Детерминированные и случайные физические процессы. Классификация*

10. *Свойства детерминированных и случайных физических процессов. Характеристики детерминированных процессов. Основные понятия случайных процессов. Определение числовых характеристик случайных процессов.*

11. *Процесс описания объектов моделирования. Процесс модельного исследования. Формулировка целей и задачи. Аналитическое описание или идентификация? Особенности процесса моделирования.*

12. *Аналитические модели технических объектов. Факторы, определяющие возможность теоретического подхода к построению модели.*

13. *Метод идентификации технических объектов. Понятие черного ящика. Степени прозрачности черного ящика и задачи идентификации. Два различных подхода к задаче идентификации. Схема идентификации объекта.*

14. *Выбор структуры математической модели и вычисление ее параметров. Оценка погрешности математической модели. Обобщенный многочлен. Степенной и тригонометрический полиномы. Задачи интерполяции и аппроксимации. Линейная, общая (нелинейная) и полиномиальная регрессии. Подбор аппроксимирующих функций. Функции, допускающие преобразование к линейной форме относительно коэффициентов в задаче аппроксимации.*

Дидактическая единица №2.

15. *Математическая модель линии с распределенными параметрами.* Свойства воздушной ЛЭП. Уравнения Кирхгофа для выделенного бесконечно малого участка линии. Запись уравнений длинной линии. Расчетные параметры, входящие в уравнения длинной линии. Длина волны и скорость перемещения волн в длинной линии. Идеальная линия электропередачи. Уравнения идеальной линии.

16. *Математические модели линии в виде схем замещения.* Уравнение четырехполюсника для ЛЭП. Связь между параметрами уравнений четырехполюсника и параметрами П-образной схемы замещения.

17. *Упрощенные модели ЛЭП.* Уравнения ЛЭП без учета распределенности параметров линии. Модель с сосредоточенными параметрами Г-образной схемы замещения.

18. *Электрические и магнитные свойства и параметры силового трансформатора*. Основные элементы силового трансформатора. Конструкции и виды охлаждения трансформаторов. Физические процессы в трансформаторе.

19. *Математические модели силовых трансформаторов.* Уравнения Кирхгофа для обмоток трансформатора. Переход к Т-образной схеме замещения. Параметры схемы замещения, учитывающие потери в магнитопроводе. Идеальный, совершенный и реальный трансформаторы.

20. *Г-образная и П-образная схемы замещения трансформатора*. Схема замещения двузобмоточного трансформатора с эквивалентным сопротивлением его обмоток – Г-образна схема замещения. Упрощенная Г-образная схема замещения трансформатора. П-образная схема замещения трансформатора.

21. *Статические характеристики электрической нагрузки.* Виды электрических приемников и элек4трических нагрузок. Понятие статических характеристик нагрузок по частоте и напряжению. Регулирующие эффекты. Статические характеристики и регулирующие эффекты асинхронных двигателей, синхронных двигателей, осветительной нагрузки, печей сопротивления и дуговых печей, компенсирующих устройств.

22. *Моделирование электрических нагрузок.* Вид математических моделей статических характеристик нагрузок. Схемы замещения нагрузок. Области использования различных моделей нагрузок.

Дидактическая единица №3.

23. *Основы теории графов.* Определение графа. Основные понятия теории графов. Матрицы соединений и смежности.

24. *Применение теории графов для моделирования электрических сетей.* Представление элементов схем электрических сетей с помощью графов. Моделирование топологии схем электрических сетей. Многослойные графы.

25. *Матричные формы моделей электрических сетей и их режимов.* Матрицы параметров схем электрических сетей и их режимов. Модель узла электрической сети.

26. *Узловые уравнения установившегося режима.* Законы линейных электрических цепей в матричной форме. Уравнение узловых напряжений в матричной форме записи. Понятие задающего тока. Понятия балансирующего и базисного узлов.

27. *Формы линейных уравнений узловых напряжений и их решение.* Уравнения с представлением нагрузок в виде схем замещения – проводимостями нагрузки. Блочные уравнения с вещественными переменными.

28. *Нелинейные уравнения установившегося режима электрической сети.* Матричная запись задающей мощности в узле электрической сети. Матричное уравнение установившегося режима в нелинейной форме. Разделение уравнений с комплексными переменными на уравнения с вещественными переменными. Полярная и тригонометрическая формы записи уравнений установившегося режима.

29. *Моделирование генераторных узлов электрической сети.* Способы моделирования генераторных улов. Запись уравнений установившегося режима при несовпадении базисного и балансирующего узлов.

30. *Эквивалентирование схем электрических сетей.* Понятие эквивалента, узлы примыкания и ветви примыкания. Критерии эквивалентности.

31. *Моделирование схем электрических сетей с помощью четырехполюсников.* Виды записи уравнений четырехполюсников. Схемы замещения четырехполюсников, используемые в расчетах электрических сетей

32. *Использование четырехполюсников для эквивалентирования схем электрических сетей.* Каскадно-параллельные преобразования. Представление нагрузки в виде четырехполюсника.

Дидактическая единица №4.

33. *Методологические основы прогнозирования.* Переменные состояния и интенсивности. Разделение прогноза по срокам прогнозирования. Характеристики различных видов прогноза. Методы прогнозирования.

34. *Экспоненциальная модель прогнозирования энергопотребления*. Исходное уравнение для построения экспоненциальной модели. Определение константы - параметра, отражающего темп процесса. Применение экспоненциальной модели для

прогнозирования годового электропотребления.

35. *Логистическая модель прогнозирования энергопотребления*. Исходные предпосылки появления логистической модели. Вывод логистической модели. Другие виды логистической модели.
36. *Прогнозирование случайных процессов*. Время корреляции. Дисперсия ошибки прогноза. Три простых метода прогнозирования случайных процессов. Оценка погрешности методов. Сравнительная характеристика и области использования методов.
37. *Прогнозирование суточных графиков электрической нагрузки ЭЭС*. Факторы, влияющие на режим потребления электрической энергии. Суточные графики нагрузок: суточные и летние, бытовой и промышленной нагрузки. Влияние сезонных и погодных условий. Суточные графики реактивной мощности.
38. *Анализ временных рядов*. Понятие временного ряда. Разделения временного ряда на регулярные и случайную составляющие. Понятие тренда. Дисперсии гармоник периодической составляющей. Ошибка прогноза.