

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

дисциплины **«Математические задачи электроэнергетики»**

для направления подготовки (специальности)

**13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника**

**Тематическое содержание РГР для самостоятельной работы**

Наименование РГР	Неделя выдачи	Неделя сдачи
Задача №1 Составление схемы замещения (расчетная схема) электрической системы и ее направленного графа для установившегося режима.	1	3
Задача №2 Составление матриц инцидентий <b>M</b> и <b>N</b> , матрицы сопротивлений в ветвях и диагональной матрицы сопротивлений	3	5
Задача №3 Определение матрицы проводимостей и матрицы узловых проводимостей, столбцовой матрицы задающих комплексных токов в узлах.	5	7
Задача №4 Определение напряжений в узлах прямым методом и методом итераций	7	9
Задача №5 Составление объединенной матрицы параметров схемы замещения <b>A</b> и определение обратной матрицы <b>A<sup>-1</sup></b> .	9	11
Задача №6 Определение токов в ветвях, потерь активной мощности в сети, составление баланса мощностей.	11	13

Контрольную работу выполняют студенты заочной формы обучения института интегрированных форм обучения (ИИФО) на базе техникума ( 4 семестр)

**Контрольная работа:** «Применение матричных методов для анализа установившихся режимов электрических систем»

Наименование раздела контрольной работы	Неделя выдачи	Неделя сдачи
1 Составление схемы замещения (расчетная схема) электрической системы и ее направленного графа для установившегося режима.	Установочная сессия	—
2 Составление матриц инцидентий <b>M</b> и <b>N</b> , матрицы сопротивлений в ветвях и диагональной матрицы сопротивлений	—	—
3 Определение матрицы проводимостей и матрицы узловых проводимостей, столбцовой матрицы задающих комплексных токов в узлах.	—	—
4 Определение напряжений в узлах прямым методом и методом итераций	—	Экз. сессия

Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии рейтинг – планом, предусматривающем все виды учебной деятельности. Тестовые вопросы прилагаются в ФОС.

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Чем отличаются матрицы  $[M]$ ,  $[M_\alpha]$ ,  $[M]_\Sigma$ ?
2. Чему равна сумма элементов столбца матрицы  $[M]_\Sigma$  и почему?
3. Чему равна сумма всех строк матрицы  $[M]$ , взятая по столбцу  $M$ ?
4. В каком случае система уравнений имеет решение?

$$[M] \cdot [I] = -[J_y]$$

5. Каков физический смысл элемента строки матрицы коэффициентов токораспределения  $[C_p]$ ?
6. Чему равна сумма элементов столбца матрицы  $[C_p]$ ?
7. Чему равны диагональные элементы матрицы  $[M_\alpha]$  при упорядоченной нумерации узлов и ветвей, основанной на принципе ярусности?
8. Как найти обратную матрицу?
9. Что значит рассчитать режим электрической системы?
10. Приведите состав исходной информации о режиме электрической системы и состав выходной информации о режиме.
11. Какова размерность второй матрицы соединений?
12. При каких условиях  $[N_\beta]$ -единичная матрица?
13. Как формулируется основное свойство связанного направленного графа?
14. Дайте характеристику и область применения второй матрицы инцидентий  $[N]$
15. Почему для нахождения напряжений узлов сети относительно базисного  $[U_\Delta]$  из выражений  $[U_B] = [M^t] \cdot [U_\Delta]$  достаточно обратить матрицу  $[M_\alpha]$ ?
16. Какая существует связь между подматрицами первой и второй матриц инцидентий?
17. На основе каких законов электротехники выводятся узловые уравнения установившихся режимов?
18. Что выражают левая и правая части уравнений узловых напряжений и система узловых уравнений в целом?
19. Какая связь между переменными  $U_\Delta$  и  $U_y$ ?
20. Чем отличаются системы узловых уравнений, составленные относительно напряжений  $U_\Delta$  и  $U_y$ ?
21. Как связаны переменные  $U_\Delta$  и  $\Delta U$ ?
22. Как определяются проводимости ветвей схемы замещения электрической сети?
23. Как определяются элементы матрицы узловых проводимостей?
24. Как соотносятся знаки элементов матрицы  $Y_y$ ?
25. Каково соотношение между диагональными и побочными элементами матрицы  $Y_y$ ?
26. Сформулируйте основные свойства матрицы узловых проводимостей.
27. *Задание:* Составьте матрицу узловых проводимостей непосредственно по схеме сети, минуя процедуру умножения по выражению

$$[Y_y] = [M] \cdot [Z_B]^{-1} \cdot [M^T] \quad (1)$$

- опираясь на свойства матрицы. Для этого составьте самостоятельно схему из 4-5 узлов.
28. На основе каких законов электротехники выводятся контурные уравнения установившихся режимов электрической сети?
  29. Что выражают контурные уравнения?
  30. На какие подматрицы разделяются матрицы параметров электрической сети, параметров режима и матрицы инцидентий?
  31. В чем суть принципа наложения, применяемого при записи токов в дереве сети?
  32. Как определить(записать) алгебраическую сумму падений напряжений по ветвям дерева сети?
  33. Каковы свойства канонической системы независимых контуров?

34. Порядок расчета режима по методу контурных уравнений при задании нагрузок в токах.
35. Порядок расчета режима по методу контурных уравнений при задании нагрузок в мощностях.
36. Дайте характеристику матрицы контурных сопротивлений.
37. Влияет ли выбор базисного узла на свойства матрицы контурных сопротивлений?
38. Запишите уравнение состояния сети по законам Кирхгофа.
39. Запишите решение уравнения состояния сети через матрицы обобщенных параметров.
40. Каков физический смысл элемента матрицы коэффициентов распределения?
41. Как посредством моделирования режимов сети (на ЭВМ или физической модели) определить элементы матрицы коэффициентов распределения?
42. Как определить потокораспределение мощностей без учёта потерь в сети с помощью матрицы коэффициентов распределения?
43. Как обратить матрицу с использованием разбиения на блоки, и что нам даёт это разбиение?
44. Поясните физический смысл элементов матрицы [C]? Почему сумма элементов столбца матрицы [C] равна 1?
45. Как организовать итерационный процесс расчёта режима в случае задания нагрузок в мощностях?
46. Как рассчитать потери мощности при использовании метода коэффициентов распределения?
47. В чём достоинства и недостатки метода коэффициентов распределения по сравнению с методом узловых напряжений?
48. Приведите примеры задач, которые можно эффективно решать с использованием матрицы коэффициентов [C].
49. Как соотносится точность расчёта режима при задании нагрузок в токах и использовании различных методов расчёта режима (при использовании матрицы коэффициентов распределения [C], матриц  $[Z_y] = [Y_y]^{-1}$  и  $[Y_x] = [Z_x]^{-1}$ ).
50. В чём сходство и различие методов простой и ускоренной итерации?
51. Объясните принцип решения системы нелинейных уравнений узловых напряжений методом простой итерации.
52. Объясните принцип решения системы нелинейных уравнений узловых напряжений методом ускоренной итерации.
53. Объясните принцип решения системы нелинейных уравнений узловых напряжений методом Ньютона.
54. В чём отличие метода касательных от метода секущих при решении системы уравнений методом Ньютона?
55. Какой из рассмотренных в работе методов обеспечивает большую скорость сходимости итерационного процесса?
56. Что влияет на сходимость итерационного процесса?
57. Что такое «вероятность события»?
58. Что такое «частота события»?
59. Дать определение теоремы сложения вероятностей.
60. Дать определение теоремы умножения вероятностей.
61. Объяснить понятие «закон распределения случайной величины».
62. Объяснить понятие «плотность распределения».
63. Охарактеризовать основные числовые характеристики случайных величин.
64. Основные характеристики биномиального распределения.
65. Основные характеристики распределения Пуассона.

66. Основные характеристики нормального закона распределения.
67. Симплекс метод как метод линейного программирования.
68. Общая постановка оптимизационных задач в энергетике.
69. Запишите математическую модель транспортной задачи.
70. Опорный план – способы построения.
71. Сформулируйте принцип отыскания допустимого решения в транспортной задаче.
72. Метод потенциалов как модификация транспортной задачи.
73. Транспортная задача с учетом транзита мощности.
74. Транспортная задача с учетом ограничения пропускной способности линий электропередач.
75. Критерии оптимальности структуры транспорта в транспортной задаче.
76. Цикл пересчета при оптимизации транспортной задачи.
77. Определите основные понятия математической модели: целевая функция, ограничения, граничные условия.
78. Назовите основные методы решения линейных оптимизационных задач и основные этапы этих методов.
79. Поясните суть метода экспертных оценок.
80. Запишите обобщенную целевую функцию многокритериальной задачи.
81. Поясните понятие «нормированное значение целевой функции».

#### **Зачет в традиционной форме**

Зачет	Незачет
<p>Соответствие критерию при ответе на все вопросы билета и дополнительные вопросы</p> <p>Имели место небольшие упущения в ответах на вопросы, существенным образом не снижающие их качество или имело место существенное упущение в ответе на один из вопросов, которое затем было устранено студентом с помощью уточняющих вопросов</p> <p>Имеет место существенное упущение в ответах на вопросы, часть из которых была устранена студентом с помощью уточняющих вопросов</p>	<p>Имели место существенные упущения при ответах на все вопросы билета или полное несоответствие по более чем 50% материала вопросов билета</p>

Зачет в тестовой форме:

Для выполнения теста предлагается 15 вопросов. Верное выполнение каждого задания оценивается 2 баллом. За неверный ответ или отсутствие ответа выставляется 0 баллов. Общий балл определяется суммой баллов, полученных за верное выполнение заданий. Максимальное количество баллов (верное выполнение всех заданий) – 30 баллов. Минимальный пороговый балл соответствует 60 % правильно выполненных заданий и равен 18 баллам.

*Шкала оценивания.*

Определяется процентное соотношение выполненных заданий, оценка выставляется в соответствие со стандартом ДВГУПС 60-69% верных ответов - удовлетворительно, 70-84% - хорошо, 85-100% - отлично.

## 2. ТЕСТИРОВАНИЕ

### ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ 1 ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ»

Определить произведение матриц:

1.  $\mathbf{M} \cdot \mathbf{M}_t$ ;

2.  $\mathbf{N} \cdot \mathbf{N}_{t2}$ ;

3.  $\mathbf{M}_2 \cdot \mathbf{M}$ ;

4.  $\mathbf{N}_t \cdot \mathbf{N}$ .

Объяснить смысл полученных матриц (что обозначает каждый элемент данных матриц).

Задание выполнить для своей схемы из контрольно-практических задач. Произведение матриц найти без применения компьютера.

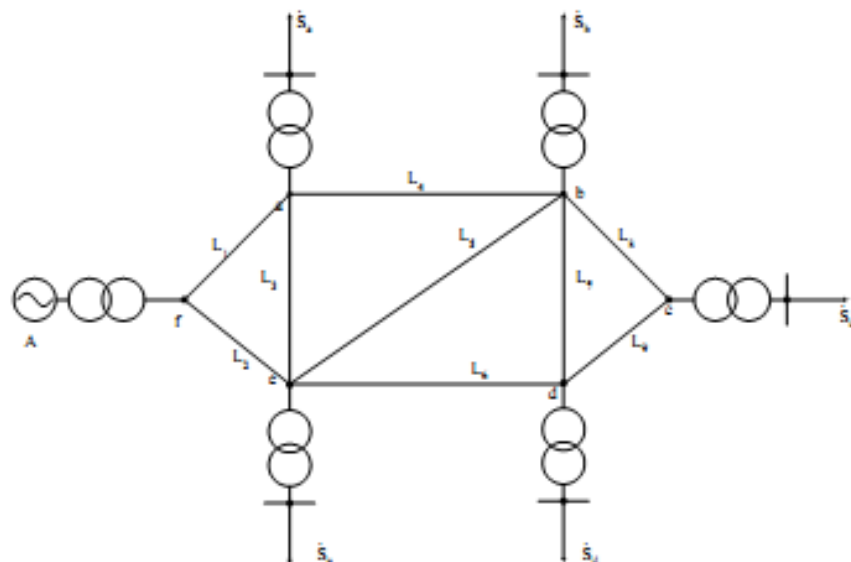


Рисунок 1. Расчетная схема сети кВ

ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ 2 ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ»

Разделить заданную схему на дерево и хорды. Составить подматрицы  $M_\alpha$ ,  $M_\beta$ ,  $N_\alpha$ ,  $N_\beta$ , разбить матрицу  $Z_\beta$ , в соответствии с разделением схемы на дерево и хорды. Найти токи в ветвях через матрицу  $C$ .

Разделить заданную схему на дерево и хорды. Составить подматрицы  $M_\alpha$ ,  $M_\beta$ ,  $N_\alpha$ ,  $N_\beta$ , разбить матрицу  $Z_\beta$ , в соответствии с разделением схемы на дерево и хорды. Найти матрицу узловых сопротивлений и проводимостей через матрицу  $C$ .

Разделить заданную схему на дерево и хорды. Составить подматрицы  $M_\alpha$ ,  $M_\beta$ ,  $N_\alpha$ ,  $N_\beta$ , разбить матрицу  $Z_\beta$ , в соответствии с разделением схемы на дерево и хорды. Найти матрицу эквивалентных сопротивлений.

Разделить заданную схему на дерево и хорды. Составить подматрицы  $M_\alpha$ ,  $M_\beta$ ,  $N_\alpha$ ,  $N_\beta$ , разбить матрицу  $Z_\beta$ , в соответствии с разделением схемы на дерево и хорды. Найти матрицу узловых сопротивлений через матрицу  $C$ .

2.1. Вопросы тестов

Содержание тестовых материалов

1. Задание {{ 1 }} ТЗ № 1

Количество рёбер в полном графе с 20 вершинами равно:

- 380
- 200
- 400
- 190

2. Задание {{ 2 }} ТЗ № 2

Вершина, инцидентная ровно одному ребру, называется:

- изолированной
- висячей
- отдельной
- разделяющей

3. Задание {{ 3 }} ТЗ № 3

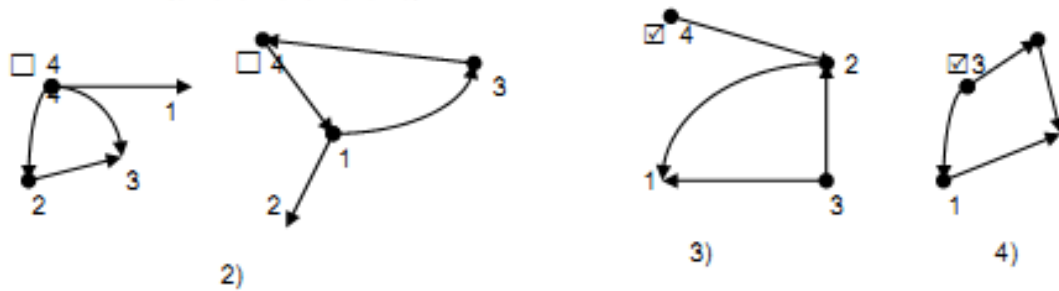
Количество граней графа равно ...



- 3
- 5
- 4
- 2

**4. Задание {{ 4 }} ТЗ № 4**

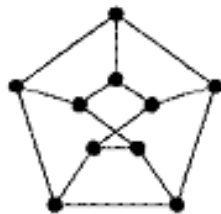
Реализацией ориентированного графа  $R(V, E)$  с множеством вершин  $V = \{1, 2, 3, 4\}$  и списком дуг  $E = \{(4,1), (3,4), (1,2), (1,3)\}$  является



...

**5. Задание {{ 5 }} ТЗ № 5**

Граф задан графически:



Тогда хроматическое число графа равно ...

- 3
- 4
- 5
- 6 4

**6. Задание {{ 6 }} ТЗ № 6**

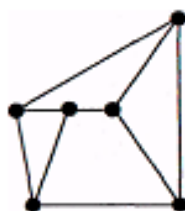
Пусть  $G(V, E)$  -неориентированный граф, где

$V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ ,  $E = \{(1,4), (2,7), (3,9), (5,4), (1,5), (6,7)\}$ . Число связных компонент данного графа равно ...

- 5
- 9
- 6
- 4
- 7

**7. Задание {{ 7 }} ТЗ № 7**

Граф представленный на рисунке является ...



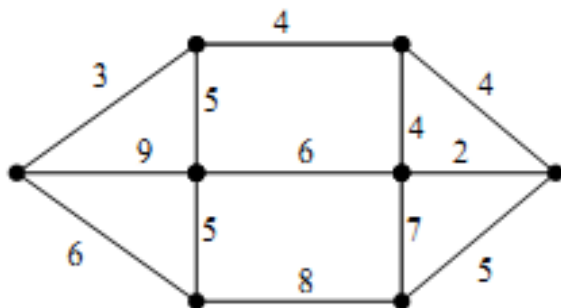
- эйлеровым
- гамильтоновым
- тем и другим вместе



ни тем, ни другим

**8. Задание {{ 8 }} ТЗ № 8**

. Вес минимального остовного дерева графа, заданного графически, равен ...



1) 22

2) 16

3) 28

4) 26

22

16

28

26

Перечень компетенций и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы		Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания			Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта, характеризующих этапы формирования компетенций
Компетенция	Этап	Показатель оценивания	Критерий оценивания	Шкала оценивания		
ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин		Принцип действия электрических цепей и электрических машин. Методы анализа и функции и основные характеристики электрических цепей и электрических машин.	Уровень усвоения материала, предусмотренного программой курса (высокий, хороший, достаточный, материал не освоен).	<p><b>Зачтено:</b> Имели место небольшие упущения в ответах на вопросы, существенным образом не снижающие их качество или имело место существенное упущение в ответе на один из вопросов, которое за тем было устранено студентом с помощью уточняющих вопросов.</p> <p><b>Незачтено:</b> Имели место существенные упущения при ответах на все вопросы билета или полное несоответствие по более чем 50% материала вопросов билета.</p>	Задачи Вопросы к зачету приведены в приложении (вопросы 1-81).	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности приведены в стандарте ДВГУПС СТ 02-28-14 «Формы, периодичность и порядок текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации».
		Применять знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами. Анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использовать знание их режимов работы и характеристик.	Уровень раскрытия причинно-следственных связей (высокий, достаточно высокий, низкий, отсутствует).			
		Методами анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. Методами расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Качество устного ответа (логичность, убежденность, общая эрудиция) (на высоком уровне, на достаточно высоком уровне, на низком уровне, ответ нелогичен или отсутствует)			
ПК-4. Способность		Основные законы физики и	Уровень усвоения		Задачи	

<p>рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике</p>		<p>электротехники, связанные со спецификой работы электрических систем и сетей; основные законы физики, электротехники и электромеханики, связанные со спецификой работы электрических сетей и систем, основные причины, приводящие к электромагнитным переходным процессам в электрических системах, существо физических явлений, происходящих в электрических системах и системах электроснабжения промышленных предприятий при различного рода возмущениях нормального установившегося режима; методы расчета режимов работы систем электроснабжения</p>	<p>материала, предусмотренного программой курса (высокий, хороший, достаточный, материал не освоен).</p> <p>Уровень раскрытия причинно-следственных связей (высокий, достаточно высокий, низкий, отсутствует).</p> <p>Качество устного ответа (логичность, убежденность, общая эрудиция) (на высоком уровне, на достаточно высоком уровне, на низком уровне, ответ нелогичен или отсутствует)</p>		<p>Вопросы к зачету приведены в приложении (вопросы 1-81) Тестовые задания (1-8).</p>	
		<p>Рассчитать характеристики рабочих, ремонтных и послеаварийных режимов; рассчитывать токи симметричных и несимметричных коротких замыканий различными методами, в зависимости от требуемой точности конечных результатов, вводить необходимые и обоснованные допущения и ограничения; производить математическое моделирование процессов и объектов на базе программных средств автоматизированного проектирования и исследований</p>				

		Навыками расчета режимов электрических схем замещения системы транспорта электрической энергии методами анализа полученных результатов, пониманием необходимости ответственного соблюдения правил проведения ориентировочных и точных расчётов; навыками расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования				
--	--	--	--	--	--	--