



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИКИ В
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ***

Направление подготовки (специальность)
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Электроснабжение

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий
17.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук _____ А.В. Варганова

Рецензент:


начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук _____ Н.А. Николаев



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от 02.09.2020 г. № 1

Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

состоят в ознакомлении магистрантов с теоретическими и практическими разделами математики необходимыми в профессиональной деятельности, связанной с научно-исследовательской и проектно-конструкторской работой.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Дополнительные главы математики в электроэнергетике и электротехнике входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Дисциплина изучается в 1 семестре. Успешное усвоение материала предполагает знание студентами основных положений математики.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Моделирование электротехнических комплексов и систем

Программное обеспечение систем электроснабжения

Оптимальные режимы систем электроснабжения

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Дополнительные главы математики в электроэнергетике и электротехнике» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен самостоятельно выполнять исследования, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности
ПК-1.1	Определяет под руководством специалиста более высокой квалификации содержание и требования к результатам исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП на основе изучения тенденций развития соответствующей области научного знания, запросов рынка труда, образовательных потребностей и возможностей обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП
ПК-1.2	Выполняет поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП
ПК-1.3	Выполняет поручения по организации научных конференций, конкурсов проектных и исследовательских работ обучающихся

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36,1 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 35,9 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1								
1.1 Применение матричной алгебры для расчетов электрических сетей.	1			12/4И	7	Индивидуальное задание (ИЗ) -1, ИЗ-3, 4, 5, Подготовка к АКР - 1	Проверка индивидуальных заданий 1,3-5; контрольная работа №1; устный опрос	ПК-1.2
Итого по разделу				12/4И	7			
2. Раздел 2								
2.1 Применение теории графов в расчетах электрических сетей.	1			12/4И	7	ИЗ-2	Проверка индивидуальных заданий 2; устный опрос	ПК-1.2
Итого по разделу				12/4И	7			
3. Раздел 3								
3.1 Методы оптимизации в энергетике.	1			12/4И	11,9	ИЗ-6,ИЗ-7, Подготовка к АКР-2	Проверка индивидуальных заданий 6-7; контрольная работа №2; устный опрос	ПК-1.2
Итого по разделу				12/4И	11,9			
4. Подготовка к промежуточной аттестации								
4.1 Подготовка к зачету	1					Подготовка вопросов к зачету по дисциплине	Зачет	ПК-1.2
Итого по разделу					10			
Итого за семестр				36/12И	25,9		зачёт	
Итого по дисциплине				36/12И	35,9		зачет	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Дополнительные главы математики» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Дополнительные главы математики» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

При проведении практических занятиях используются работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки расчетно-графических работ, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Папков, Б. В. Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Б. В. Папков, А. Л. Куликов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 470 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00721-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/434717> (дата обращения: 29.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Дискретная математика : учебное пособие для вузов / Д. С. Ананичев [и др.]. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 108 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08214-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/453433> (дата обращения: 29.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

2. Малафеев, А. В. Программное обеспечение систем электроснабжения. Исследование и моделирование систем электроснабжения : учебное пособие / А. В. Малафеев, О. В. Газизова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1478.pdf&show=dcatalogues/1/1124005/1478.pdf&view=true> (дата обращения: 29.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

Методические указания для выполнения отдельных заданий приведены в Приложении 3 к РПД

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
-----------------	------------	------------------------

MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - доска, мультимедийный проектор, экран.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся - персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
3. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Дополнительные главы математики в электроэнергетике и электротехнике» предусмотрено проведение двух аудиторных и 6 индивидуальных заданий для обучающихся.

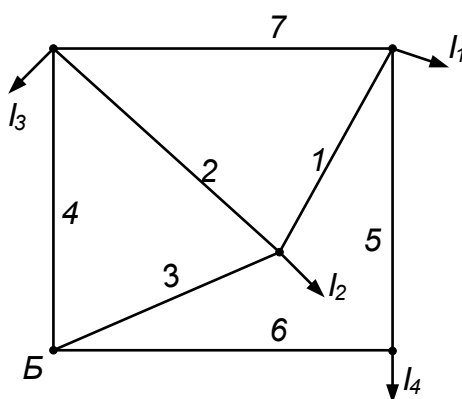
Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

АКР №1 «Применение матричной алгебры для расчетов электрических сетей»

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 220 В.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=6$ Ом; $Z_{B2}=2$ Ом; $Z_{B3}=1$ Ом; $Z_{B4}=3$ Ом; $Z_{B5}=3$ Ом; $Z_{B6}=1$ Ом; $Z_{B7}=5$ Ом.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=5$ А; $I_2=8$ А; $I_3=12$ А; $I_4=10$ А.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.



АКР №2 «Методы оптимизации в энергетике»

Решить транспортную задачу методом северо-западного угла и методом минимальной стоимости

	3	250	100	200	350	200	100	50	200	150	100	150
150	5	10	6	7	3	2	4	7	1	5	6	
200	3	5	11	6	14	10	8	4	5	6	8	
400	4	3	2	8	1	3	9	7	7	12	13	
100	2	10	2	9	2	14	10	8	8	15	6	
520	1	8	5	10	5	5	11	9	9	1	8	
300	8	9	14	12	6	6	3	3	1	5	9	
180	8	10	12	13	9	7	2	4	5	3	10	

Примерные индивидуальные задания (ИЗ):

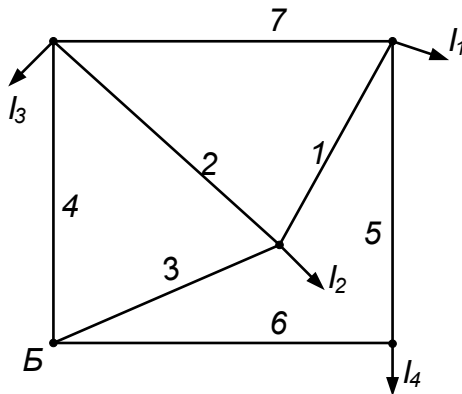
ИЗ №1

1. Сложить, перемножить и транспонировать приведенные ниже матрицы А и В.
2. Найти определитель матрицы А, найти обратную матрицу А

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & 10 \\ 6 & -5 & 7 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 10 & 0 & 5 \\ -2 & 7 & 4 \\ 8 & 9 & -1 \end{pmatrix}$$

ИЗ №2

Составить направленный граф для приведенной ниже электрической сети



ИЗ №3

На основании задания, приведенного в приложении 1 определить параметры установившегося режима прямым методом.

ИЗ №4

На основании задания, приведенного в приложении 1 определить параметры установившегося режима методом контурных уравнений.

ИЗ №5

На основании задания, приведенного в приложении 1 определить параметры установившегося режима методом узловых напряжений.

ИЗ №6

Решите транспортную задачу методом северо-западного угла.

ИЗ №7

Решите транспортную задачу методом минимальной стоимости.

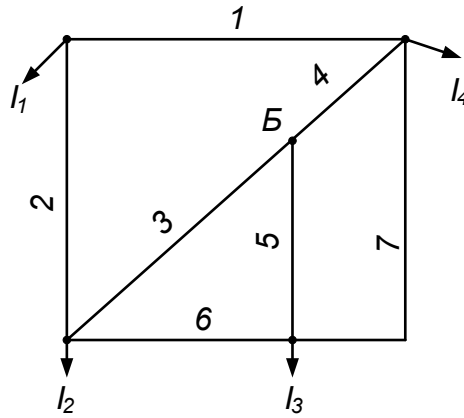
Задания к расчетно-графической работе №1

Вариант 1

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 35 кВ.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B2}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B3}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B4}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B5}=1 \text{ Ом}$; $Z_{B6}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B7}=4 \text{ Ом}$.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=200 \text{ А}$; $I_2=300 \text{ А}$; $I_3=300 \text{ А}$; $I_5=450 \text{ А}$.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.

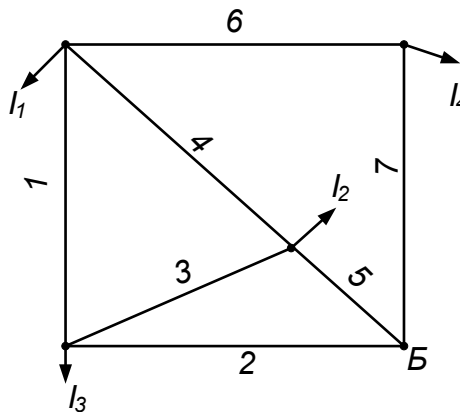


Вариант 2

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 330 кВ.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=4$ Ом; $Z_{B2}=6$ Ом; $Z_{B3}=5$ Ом; $Z_{B4}=4$ Ом; $Z_{B5}=5$ Ом; $Z_{B6}=5$ Ом; $Z_{B7}=3$ Ом.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=200$ А; $I_2=250$ А; $I_3=100$ А; $I_4=200$ А.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.

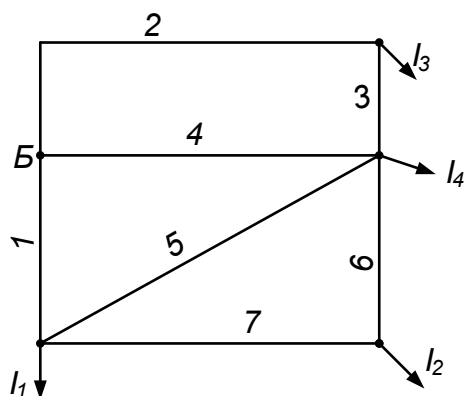


Вариант 3

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 220 кВ.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=2$ Ом; $Z_{B2}=3$ Ом; $Z_{B3}=4$ Ом; $Z_{B4}=4$ Ом; $Z_{B5}=5$ Ом; $Z_{B6}=1$ Ом; $Z_{B7}=5$ Ом.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=230$ А; $I_2=450$ А; $I_3=170$ А; $I_4=250$ А.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.

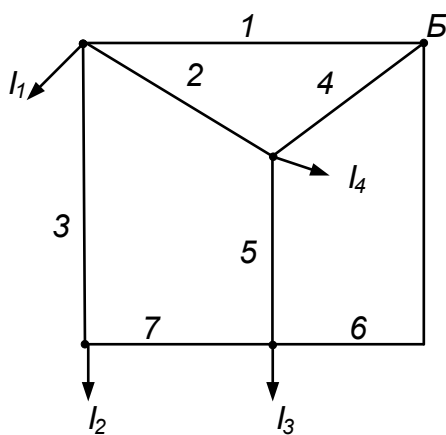


Вариант 4

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 35 кВ.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B2}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B3}=1 \text{ Ом}$; $Z_{B4}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B5}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B6}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B7}=3 \text{ Ом}$.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=500 \text{ А}$; $I_2=800 \text{ А}$; $I_3=500 \text{ А}$; $I_4=400 \text{ А}$.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.

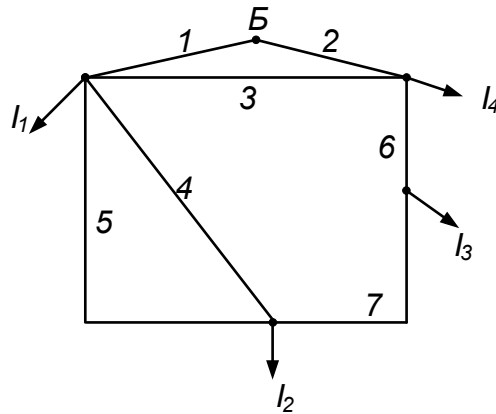


Вариант 5

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 110 кВ.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B2}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B3}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B4}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B5}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B6}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B7}=1 \text{ Ом}$.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=100 \text{ А}$; $I_2=300 \text{ А}$; $I_3=200 \text{ А}$; $I_4=300 \text{ А}$.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.

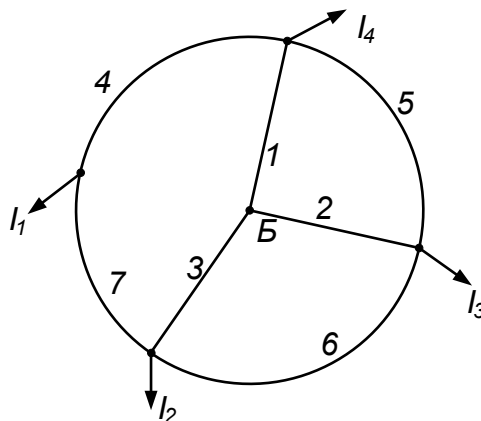


Вариант 6

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 220 кВ.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B2}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B3}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B4}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B5}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B6}=7 \text{ Ом}$; $Z_{B7}=3 \text{ Ом}$.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=200 \text{ А}$; $I_2=400 \text{ А}$; $I_3=500 \text{ А}$; $I_4=200 \text{ А}$.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.

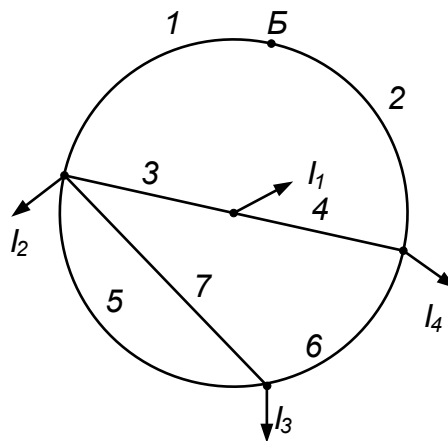


Вариант 7

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 500 кВ.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B2}=1 \text{ Ом}$; $Z_{B3}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B4}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B5}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B6}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B7}=1 \text{ Ом}$.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=400 \text{ А}$; $I_2=200 \text{ А}$; $I_3=100 \text{ А}$; $I_4=100 \text{ А}$.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.

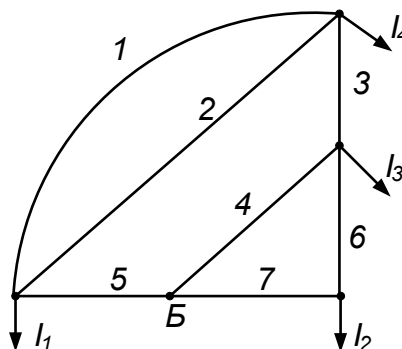


Вариант 8

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 110 кВ.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B2}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B3}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B4}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B5}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B6}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B7}=3 \text{ Ом}$.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=350 \text{ А}$; $I_2=100 \text{ А}$; $I_3=200 \text{ А}$; $I_4=300 \text{ А}$.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.

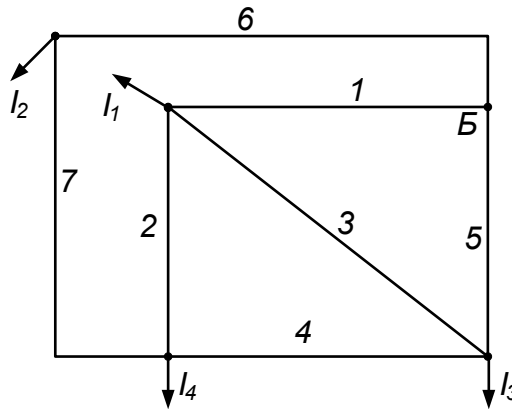


Вариант 9

Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если:

- напряжение в балансирующем узле схемы – 110 кВ.
- сопротивления ветвей: $Z_{B1}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B2}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B3}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B4}=1 \text{ Ом}$; $Z_{B5}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B6}=4 \text{ Ом}$; $Z_{B7}=3 \text{ Ом}$.
- нагрузки в узлах схемы: $I_1=200 \text{ А}$; $I_2=150 \text{ А}$; $I_3=300 \text{ А}$; $I_4=200 \text{ А}$.

Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.



Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачета):

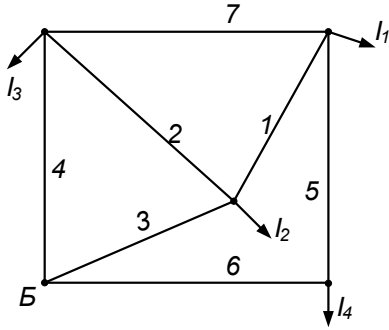
1. Основные типы матриц
2. Операции с матрицами
3. Методика нахождения определителя матрицы
4. Методика определения обратной матрицы.
5. Классификация методов оптимизации и условия их применения для решения задач в профессиональной области.
6. Существующие методы расчетов параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем разомкнутой конфигурации.
7. Существующие методы расчетов параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем замкнутой конфигурации. Перечень вопросов для
8. Методика расчета параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем прямым методом.
9. Методика расчета параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем методом контурных уравнений.
10. Методика расчета параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем методом узловых напряжений.
11. Методы оптимизации в электроэнергетике.
12. Решение транспортной задачи.
13. Критерии сопоставления вариантов.
14. Составьте схемы замещения силовых трансформаторов и линий электропередачи.
15. Методика составления направленного графа.
16. Порядок составления матрицы первой и второй инцидентий

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(обязательное)

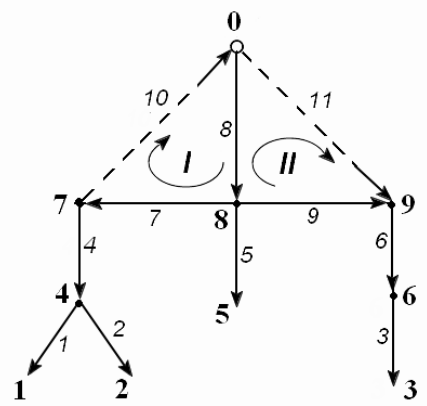
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-1: Способен самостоятельно выполнять исследования, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности		
ПК-1.2:	Выполняет поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП	<p>1. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачета):</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Операции с матрицами 3. Методика нахождения определителя матрицы 4. Методика определения обратной матрицы. 5. Классификация методов оптимизации и условия их применения для решения задач в профессиональной области. 6. Существующие методы расчетов параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем разомкнутой конфигурации. 7. Существующие методы расчетов параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем замкнутой конфигурации. Перечень вопросов для 8. Методика расчета параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем прямым методом. 9. Методика расчета параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем методом контурных уравнений. 10. Методика расчета параметров установившихся режимов электрических сетей и энергетических систем методом узловых напряжений. 11. Методы оптимизации в электроэнергетике. 12. Решение транспортной задачи. 13. Критерии сопоставления вариантов. 14. Составьте схемы замещения силовых трансформаторов и линий электропередачи. 15. Методика составления направленного графа. 16. Порядок составления матрицы первой и второй инценденций <p>2. Примерные задания на решение задач из профессиональной области, комплексные</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>задания Определить параметры установившегося режима (токи в ветвях и напряжения в узловых точках) электроэнергетической системы, схема которой представлена на рисунке, если: - напряжение в балансирующем узле схемы – 220 В. - сопротивления ветвей: $Z_{B1}=6 \text{ Ом}$; $Z_{B2}=2 \text{ Ом}$; $Z_{B3}=1 \text{ Ом}$; $Z_{B4}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B5}=3 \text{ Ом}$; $Z_{B6}=1 \text{ Ом}$; $Z_{B7}=5 \text{ Ом}$. - нагрузки в узлах схемы: $I_1=5 \text{ А}$; $I_2=8 \text{ А}$; $I_3=12 \text{ А}$; $I_4=10 \text{ А}$.</p> <p>Проверить полученное в результате расчета токораспределение на основе первого закона Кирхгофа.</p>  <p>3. Примерные задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания На основании ИЗ №3 - вычертить направленный граф электрической сети, - выделить в нем дерево и хорды; - записать матрицы инциденций (M, N) и матрицы состояния (Z, J).</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
----------------	----------------------------------	--------------------



$$M = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix};$$

$$N = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$z = \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \\ z_6 \\ z_7 \\ z_8 \\ z_9 \\ z_{10} \\ z_{11} \end{pmatrix};$$

$$J = \begin{pmatrix} J_A \\ J_B \\ J_D \\ 0 \\ J_5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix};$$

4. Примерные практические задания для промежуточной аттестации (зачета):

Решить транспортную задачу методом северо-западного угла и методом минимальной стоимости

3	250	100	200	350	200	100	50	200	150	100	150
150	5	10	6	7	3	2	4	7	1	5	6
200	3	5	11	6	14	10	8	4	5	6	8
400	4	3	2	8	1	3	9	7	7	12	13
100	2	10	2	9	2	14	10	8	8	15	6
520	1	8	5	10	5	5	11	9	9	1	8
300	8	9	14	12	6	6	3	3	1	5	9
180	8	10	12	13	9	7	2	4	5	3	10

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Дополнительные главы математики в электроэнергетике и электротехнике» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по карточкам заданий, каждый из которых включает 1 теоретический вопрос и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются незначительные ошибки, возможно отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(обязательное)

Методические рекомендации по выполнению практических заданий

Теория

Составление направленного графа

1. Нумерация узлов (вершин) ведется снизу вверх по иерархии дерева схемы, т.е. в направлении от наиболее удаленных узлов к балансирующему. Балансирующий узел является последним в нумерации узлов.

2. Далее нумеруются ветви дерева схемы. Их направление выбирается от балансирующего узла к нагрузке. Каждой ветви присваивается номер конечной вершины.

3. В схеме замещения выделяются и нумеруются независимые контуры, выбирается направление их обхода.

4. Выделяются хорды схемы, не допускается более одной хорды в каждом независимом контуре. Хорды нумеруются во вторую очередь и в соответствии с последовательностью нумерации контуров. Направления хорд должны совпадать с направлением обхода контуров.

Прямой метод расчета установившихся режимов сложнзамкнутых сетей

1. Составить матрицу задающих узловых токов J

$$J_i = -\frac{P_i + jQ_i}{\sqrt{3} \cdot U_6}$$

2. Составить матрицы сопротивлений ветвей дерева $Z_{\alpha\alpha}$ и хорд $Z_{\beta\beta}$.

3. Составить первые матрицы соединений для дерева M_α и хорд M_β и вторые матрицы соединений для дерева N_α и хорд N_β .

4. Определить матрицу коэффициентов распределения токов в ветвях дерева C_p по матрице M_α или составить, используя граф схемы.

$$C_p := M_\alpha^{-1}$$

5. Рассчитать токи в ветвях хорды по матричному уравнению:

$$I_\beta = (Z_{\beta\beta} + N_\alpha \cdot Z_{\alpha\alpha} \cdot N_\alpha^T)^{-1} \cdot (-N_\alpha \cdot Z_{\alpha\alpha} \cdot C_p \cdot J)$$

6. Рассчитать токи в ветвях дерева по выражению:

$$I_\alpha = C_p \cdot (J - M_\beta \cdot I_\beta)$$

7. Определить матрицу узловых напряжений:

$$U_y = C_p^T \cdot Z_{\alpha\alpha} \cdot I_\alpha$$

Метод контурных уравнений

1. Составить матрицу задающих узловых токов J

$$J_i = -\frac{P_i + jQ_i}{\sqrt{3} \cdot U_6}$$

2. В графе схемы выделить (α) и хорды (β).

3. Составить блок-матрицу сопротивлений Z_α и полную матрицу Z .

4. Рассчитать матрицу контурных сопротивлений:

$$Z_K = N \cdot Z \cdot N^T$$

5. Определить матрицу контурных проводимостей:

$$Y_K = \cdot Z_K^{-1}.$$

6. Рассчитать промежуточную матрицу H :

$$H = Y_k \cdot N \cdot Z_\alpha.$$

7. Рассчитать токи в хордах:

$$I_\beta = I_K = -H \cdot C_p \cdot J.$$

8. Рассчитать токи в ветвях дерева по выражению:

$$I_\alpha = (1 - N_\alpha^T \cdot H) \cdot C_p \cdot J.$$

9. Определить матрицу узловых напряжений:

$$U_y = C_p^T \cdot Z_{\alpha\alpha} \cdot I_\alpha.$$

Метод узловых напряжений

1. Составить матрицу задающих узловых токов J

$$J_i = -\frac{P_i + jQ_i}{\sqrt{3} \cdot U_\phi}$$

2. В графе схемы выделить (α) и хорды (β).

3. Расчетным путем получить матрицы проводимостей ветвей:

- для всей схемы: $Y_b = \cdot Z^{-1}$

- для дерева: $Y_{\text{в}\alpha} = \cdot Z_{\alpha\alpha}^{-1}$

- для хорд: $Y_{\text{в}\beta} = \cdot Z_{\beta\beta}^{-1}$

4. Рассчитать элементы матрицы узловых проводимостей:

$$Y_y = M_\alpha \cdot Y_{\text{в}\alpha} \cdot M_\alpha^T + M_\beta \cdot Y_{\text{в}\beta} \cdot M_\beta^T.$$

5. Определить матрицу узловых сопротивлений:

$$Z_y = \cdot Y_y^{-1}.$$

6. Определить матрицу узловых напряжений:

$$U_y = Z_y \cdot J.$$

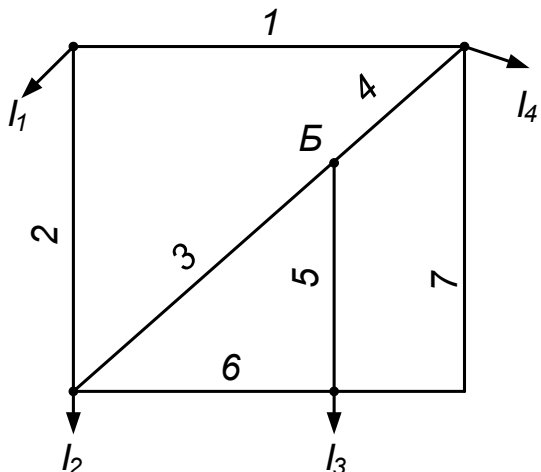
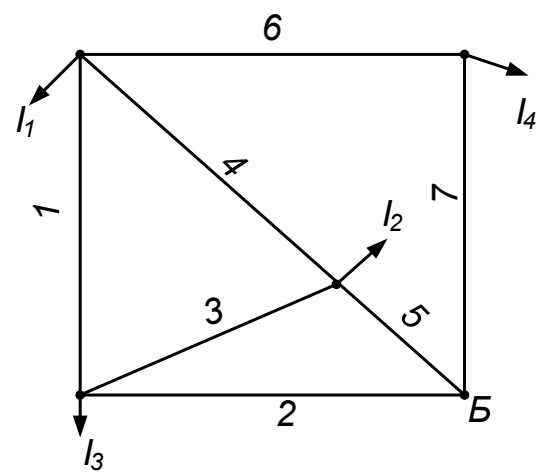
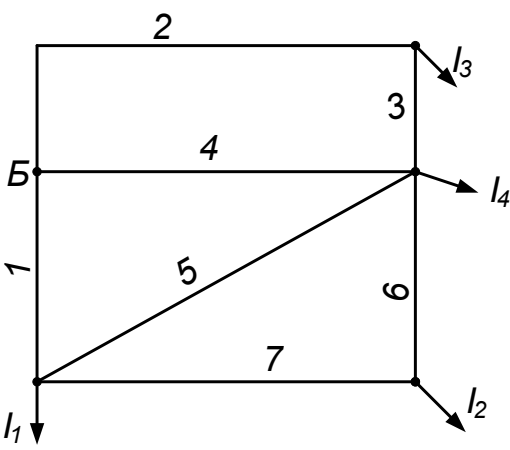
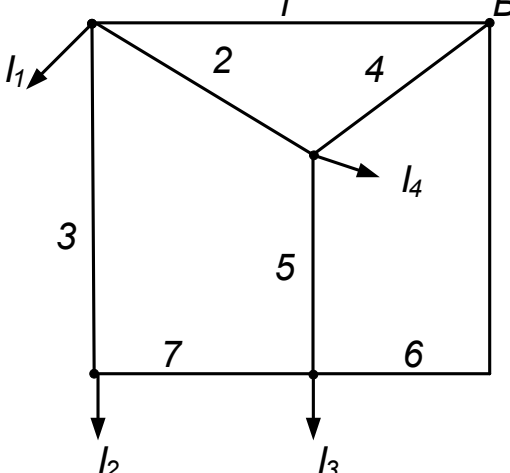
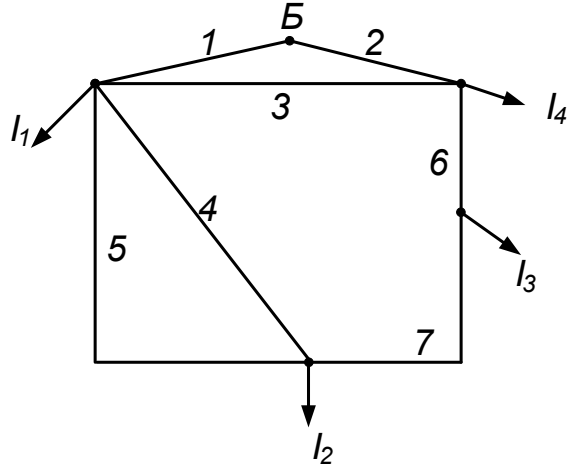
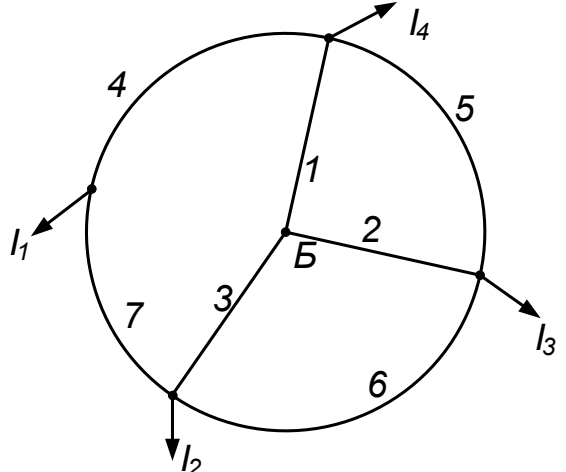
7. Рассчитать токи в ветвях дерева по выражению:

$$I = Y_g \cdot M^T \cdot U_y.$$

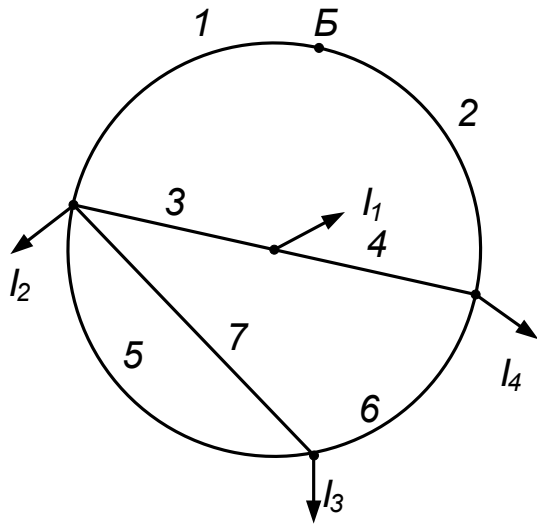
Задание №2

Для заданной схемы, необходимо составить направленный граф, матрицы M и N .

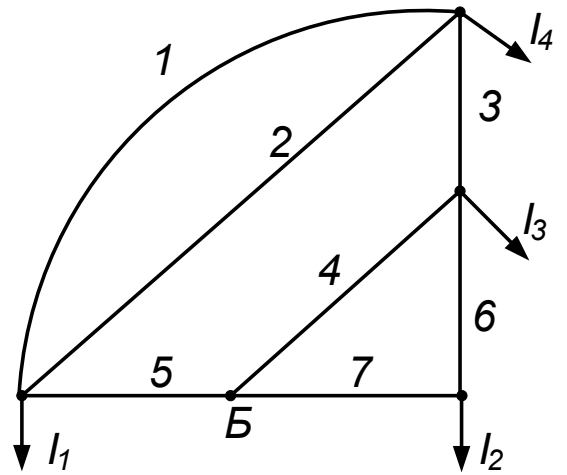
Варианты заданий

Вариант 1	Вариант 2
 <p style="text-align: center;">Diagram 1: A square frame with a diagonal member and a vertical member. Members are numbered 1-7. External forces are labeled l_1, l_2, l_3, l_4. Point B is on the diagonal.</p>	 <p style="text-align: center;">Diagram 2: A square frame with two diagonal members. Members are numbered 1-7. External forces are labeled l_1, l_2, l_3, l_4. Point B is at the bottom-right corner.</p>
Вариант 3	Вариант 4
 <p style="text-align: center;">Diagram 3: A rectangular frame with a horizontal member and a diagonal member. Members are numbered 1-7. External forces are labeled l_1, l_2, l_3, l_4. Point B is on the horizontal member.</p>	 <p style="text-align: center;">Diagram 4: A rectangular frame with a vertical member and two diagonal members. Members are numbered 1-7. External forces are labeled l_1, l_2, l_3, l_4. Point B is at the top-right corner.</p>
Вариант 5	Вариант 6
 <p style="text-align: center;">Diagram 5: A square frame with a diagonal member and a top member. Members are numbered 1-7. External forces are labeled l_1, l_2, l_3, l_4. Point B is on the top member.</p>	 <p style="text-align: center;">Diagram 6: A circular frame with three radial members. Members are numbered 1-7. External forces are labeled l_1, l_2, l_3, l_4. Point B is at the center.</p>

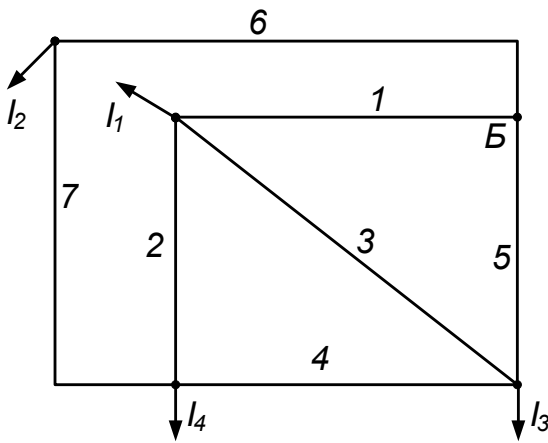
Вариант 7



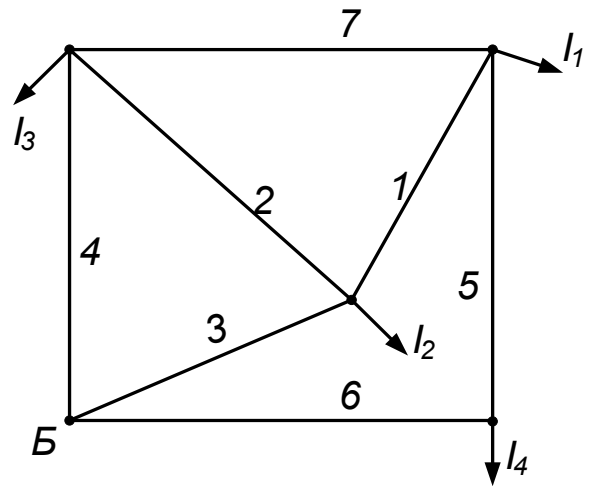
Вариант 8



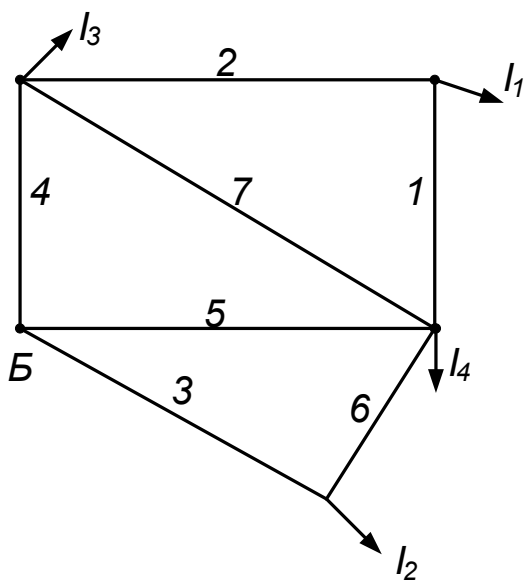
Вариант 9



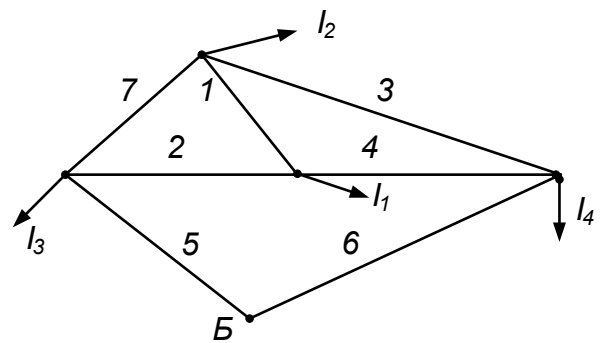
Вариант 10



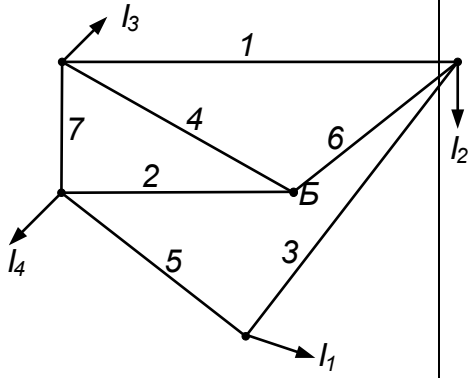
Вариант 11



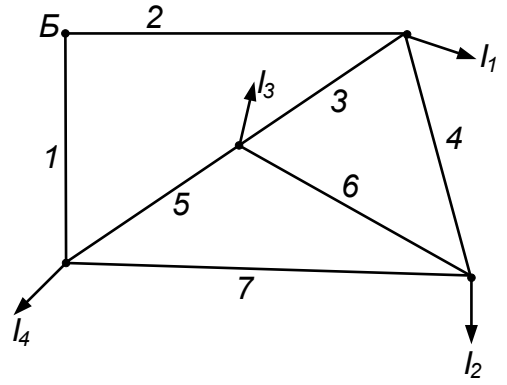
Вариант 12



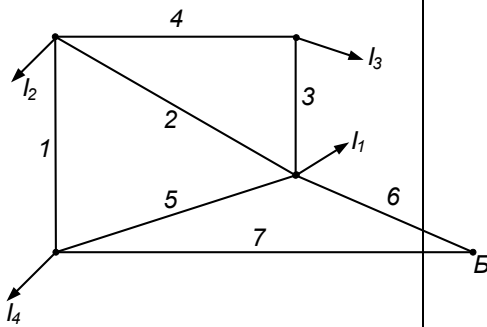
Вариант 13



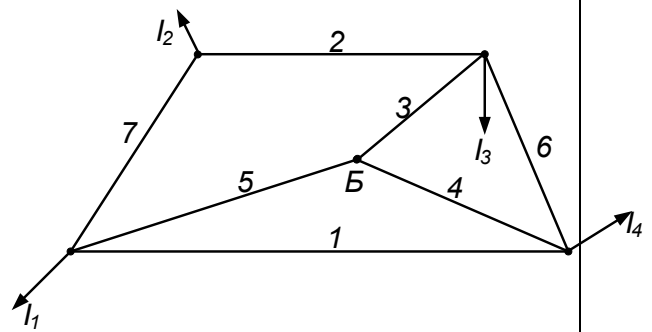
Вариант 14



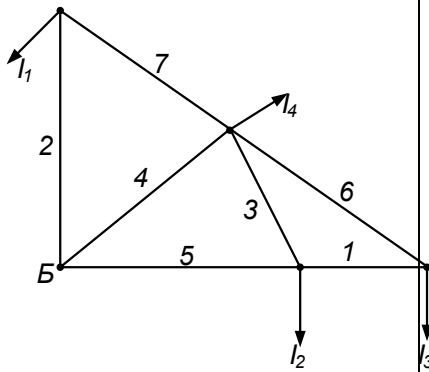
Вариант 15



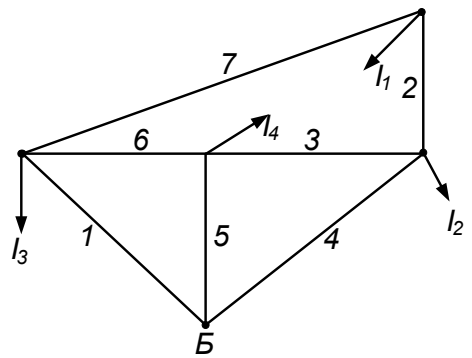
Вариант 16



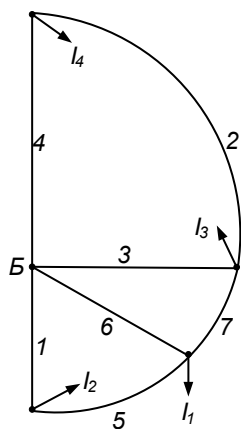
Вариант 17



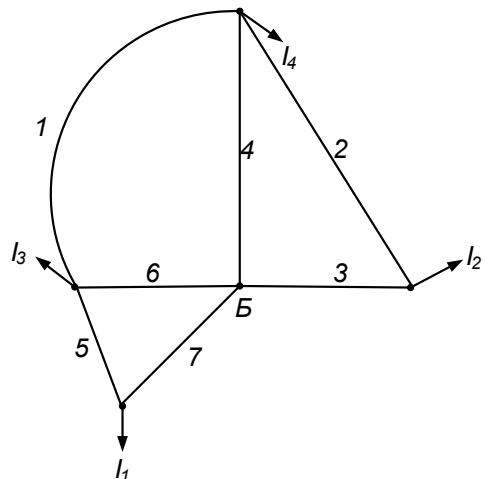
Вариант 18



Вариант 19



Вариант 20



Задание №3-5

На основании построенного графа и таблицы с исходными данными рассчитать параметры установившегося режима прямым методом, методом контурных уравнений, методом узловых напряжений.

Исходные данные для расчетов

№ варианта	$U_{\text{ном}}$, кВ	Z_{B1}	Z_{B2}	Z_{B3}	Z_{B4}	Z_{B5}	Z_{B6}	Z_{B7}	I_1	I_2	I_3	I_4
		Ом							А			
1	35	3	4	2	3	1	3	4	200	300	300	450
2	330	4	6	5	4	5	5	3	200	250	100	200
3	35	4	2	5	1	1	2	2	300	200	400	600
4	220	2	3	4	4	5	1	5	230	450	170	250
5	35	2	3	1	2	2	4	3	100	300	200	300
6	110	2	3	3	4	4	3	1	100	300	200	300
7	220	3	2	4	3	2	7	3	200	400	500	200
8	500	2	1	3	3	4	2	1	400	200	100	100
9	110	4	2	3	4	2	2	3	350	100	200	300
10	110	3	2	3	1	4	4	3	200	150	300	200
11	220	6	2	1	3	3	1	5	5	8	12	10
12	220	6	5	5	2	2	1	1	4	5	12	12
13	110	2	3	2	1	4	5	3	250	350	300	200
14	110	1	1	3	5	2	1	4	300	100	200	300
15	500	2	1	2	4	3	3	5	200	100	300	250
16	220	5	1	3	4	1	6	4	300	200	350	100
17	110	1	2	5	4	4	3	2	100	300	200	200
18	35	5	1	1	2,5	2	2	3	600	500	700	300
19	220	4	2	3	5	3	2	4	200	250	150	400
20	330	5	8	4	5	4	6	2,5	100	100	300	170