

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по УР  
Н.И. Никифорова  
«30» мая 2022 г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.11 «Надежность электроснабжения»

(наименование дисциплины (модуля))

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Электроснабжение»

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

бакалавр

квалификация

очная, заочная, очно-заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2022 г.

Составитель ФОС:

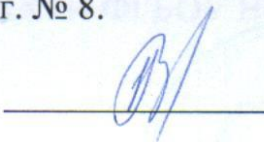
Доцент



И.Ф. Афлятунов

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ЭТЭОП,  
протокол от 21.04.2022 г. № 8.

Зав. кафедрой



Е.В. Тумаева

Эксперт:

Руководитель ООП Тумаева Е.В., зав. кафедрой ЭТЭОП НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

---

Ф.И.О., должность, организация, подпись



***Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования  
в процессе освоения дисциплины***

Компетенция:

ПК-1Способен разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения и оформлять техническую документацию.

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-1.1Знает основные нормы, правила и положения, используемые при проектировании системы электроснабжения; классификацию, конструкции, технические характеристики оборудования системы электроснабжения;

ПК-1.2Умеет проводить технико-экономическую оценку разработанной системы электроснабжения; использовать теоретические знания на практике при проектировании системы электроснабжения

ПК-1.3Владеет базовыми знаниями в области систем электроснабжения; навыками использования основных методов расчета для проектирования систем электроснабжения

Для очного отделения

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				<i>Наименование оценочного средства</i>
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-1.1	Раздел 1-13	Раздел 1-13	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Работа с контрольно-измерительными приборами и справочниками
ПК-1.2	Раздел 1-13	Раздел 1-13	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Работа с контрольно-измерительными приборами и справочниками
ПК-1.3	Раздел 1-13	Раздел 1-13	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Работа с контрольно-измерительными приборами и справочниками

Для заочного отделения

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				<i>Наименование оценочного средства</i>
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-1.1	Раздел 1-13	Раздел 1-13	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Работа с контрольно-измерительными приборами и справочниками
ПК-1.2	Раздел 1-13	Раздел 1-13	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Работа с контрольно-измерительными приборами и справочниками
ПК-1.3	Раздел 1-13	Раздел 1-13	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Работа с контрольно-измерительными приборами и справочниками

Для очно-заочного отделения

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				<i>Наименование оценочного средства</i>
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-1.1	Раздел 1-13	Раздел 1-13	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Работа с контрольно-измерительными приборами и справочниками
ПК-1.2	Раздел 1-13	Раздел 1-13	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Работа с контрольно-измерительными приборами и справочниками
ПК-1.3	Раздел 1-13	Раздел 1-13	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Работа с контрольно-измерительными приборами и справочниками

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

**Для очного отделения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Расчетно-графическая работа	1	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

**Для заочного отделения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Контрольная работа	1	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

**Для очно-заочного отделения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Контрольная работа	1	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (незачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

### Краткая характеристика оценочных средства

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Расчетно- графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно- графической работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический (институт) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий  
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль/ Программа «Электроснабжение»

**Расчетно-графическая работа**  
по дисциплине «Надежность электроснабжения»  
(для очного отделения)  
**Контрольная работа**  
по дисциплине «Надежность электроснабжения»  
(для очно-заочного отделения и заочного отделения)

**ЗАДАНИЕ 1**

1. Определение надежности в энергетике.
2. Синтез оптимальной схемы для систем электроснабжения собственных нужд электростанций.

**ЗАДАЧА**

Завод получает электроэнергию от одного источника питания – районной подстанции системы (рис. П 1).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл. П 1.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 3 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

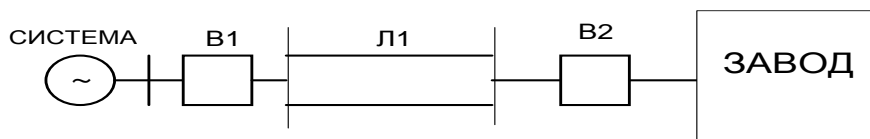


Рис. П 1. Схема электроснабжения завода.



Таблица П 1.

Элемент	В1	Л1	В2
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,098	0,021	0,045
$l$ , км		18	
$T_B$ , ч	15	30	15
$\nu$ , 1/год	0,3	0,2	0,3
$T_o$ , ч	50	40	50

## ЗАДАНИЕ 2

1. Основные понятия надежности.
2. Анализ надежности и выбор схемы ОРУ - 220 кВ при проектировании.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от трех источников питания – ГРЭС и двух районных подстанций системы (рис. П 2). Каждая цепь может пропустить всю необходимую заводу мощность.

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 2.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 40 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

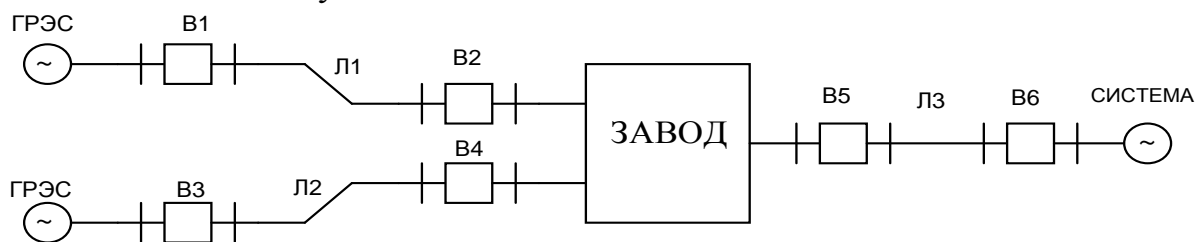


Рис. П 2. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 2

Элемент	В1	Л1	В2	В3	Л2	В4	В5	Л3	В6
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,099	0,023	0,048	0,137	0,019	0,133	0,055	0,021	0,055
$l$ , км		100			50			50	
$T_B$ , ч	10	20	10	15	30	15	20	40	20
$\nu$ , 1/год	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4
$T_o$ , ч	60	50	60	80	20	80	70	40	70

### ЗАДАНИЕ 3

1. Мера надежности. Показатели надежности.
2. Экспертно-факторный анализ надежности схем районных подстанций.

#### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от двух источников питания – двух районных подстанций системы (рис. П 3). Каждая цепь может пропустить всю необходимую заводу мощность.

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл. П 3.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 20 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

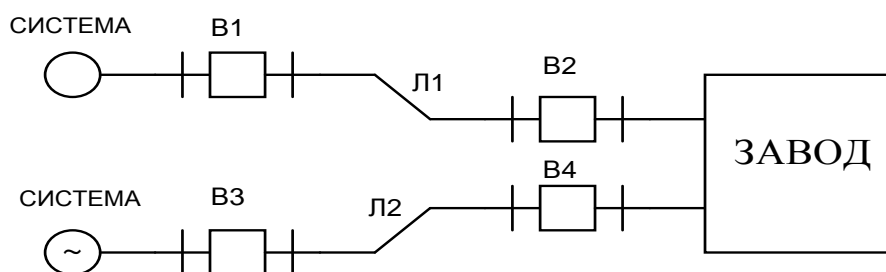


Рис. П 3. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 3.

Элемент	В1	Л1	В2	В3	Л2	В4
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,096	0,022	0,044	0,133	0,019	0,133
$l$ , км		50			50	
$T_B$ , ч	10	20	10	15	30	15
$\nu$ , 1/год	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2
$T_o$ , ч	70	60	70	50	20	50

### ЗАДАНИЕ 4

1. Сбор и обработка статистической информации об отказах и авариях.
2. Роль человеческого фактора в обеспечении надежности электроэнергетических установок и систем.

#### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от двух источников питания – двух районных подстанций системы (рис. П 4). Каждая цепь может пропустить всю необходимую заводу мощность.

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $t_o$ ) приведены в табл. П 4.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 35 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

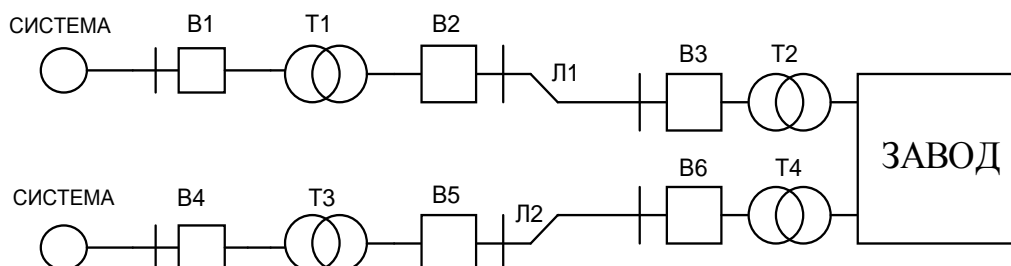


Рис. П 4. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 4.

Элемент	В1, В2, В3	Л1	Т1, Т2	В4, В5, В6	Л2	Т3, Т4
$\lambda_0$ , 1/км год	0,083	0,017	0,05	0,089	0,021	0,06
$l$ , км		100			120	
$T_B$ , ч	20	40	60	30	50	70
$\nu$ , 1/год	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,4
$T_o$ , ч	50	40	30	60	40	40

## ЗАДАНИЕ 5

1. Профилактическое обслуживание электрооборудования.
2. Погрешность оценки показателей надежности и зона неопределенности критериев.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от двух источников питания – двух районных подстанций системы (рис. П 5). Каждая цепь может пропустить всю необходимую заводу мощность.

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $t_o$ ) приведены в табл. П 5.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 40 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

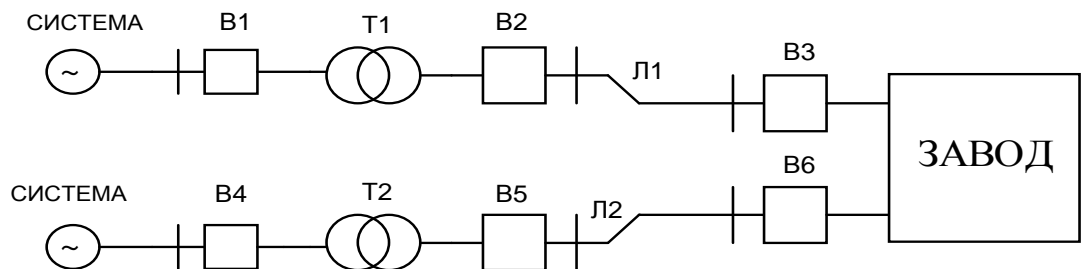


Рис. П 5. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 5.

Элемент	В1, В2, В3	Т1	Л1	В4, В5, В6	Т2	Л2
$\lambda_0$ , 1/км год	0,082	0,055	0,020	0,075	0,060	0,022
$l$ , км			70			50
$T_B$ , ч	30	60	50	30	70	50
$\nu$ , 1/год	0,25	0,15	0,35	0,30	0,25	0,35
$T_o$ , ч	40	30	50	40	30	60

## ЗАДАНИЕ 6

1. Статистическая оценка показателей надежности.
2. прогнозирование надежности и стратегия профилактического обслуживания высоковольтных выключателей.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от двух источников питания – двух районных подстанций системы (рис. П 6). Каждая цепь может пропустить всю необходимую заводу мощность.

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 6.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 15 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

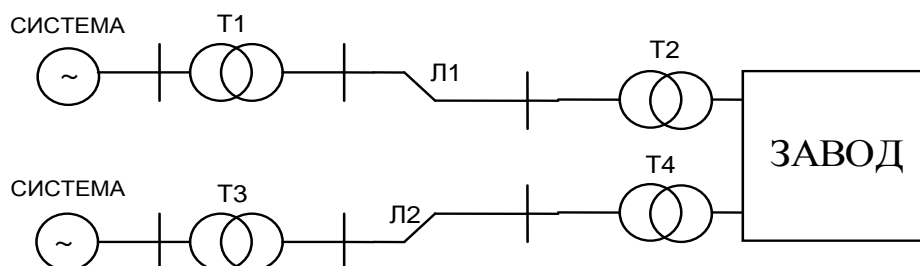


Рис. П 6. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 6.

Элемент	T1	T2	Л1	T3	T4	Л2
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,055	0,066	0,022	0,055	0,065	0,021
$l$ , км			120			150
$T_B$ , ч	60	50	40	50	40	30
$\nu$ , 1/год	0,20	0,22	0,33	0,15	0,20	0,35
$T_o$ , ч	60	70	40	50	60	30

## ЗАДАНИЕ 7

1. Методы статистического анализа надежности.
2. Погрешность оценки показателей надежности и зона неопределенности критериев.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от одного источника питания – районной подстанции системы (рис. П 7).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 7.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 2 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

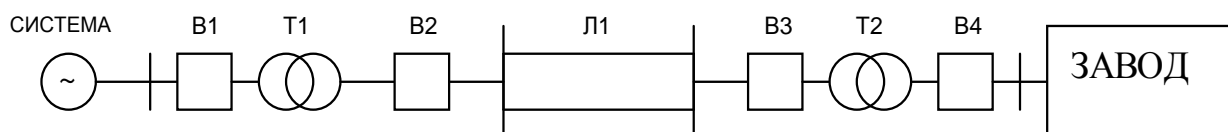


Рис. П 7. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 7.

Элемент	В1, В2	T1	Л1	В3, В4	T2
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,095	0,068	0,015	0,091	0,0
$l$ , км			50		
$T_B$ , ч	40	50	40	30	60
$\nu$ , 1/год	0,21	0,25	0,30	0,20	0,18
$T_o$ , ч	40	30	50	50	40

## ЗАДАНИЕ 8

1. Анализ причин отказов.
2. повышение надежности распределительных устройств с обходной системой шин.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от одного источника питания – районной подстанции системы (рис. П 8).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_b$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 8.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 1,5 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

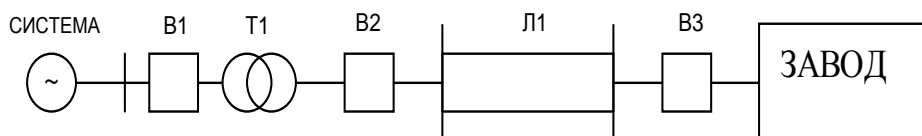


Рис. П 8. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 8.

Элемент	В1	Т1	В2	Л1	В3
$\lambda_0$ , 1/км год	0,096	0,056	0,097	0,027	0,094
$l$ , км				80	
$T_b$ , ч	40	60	40	38	50
$\nu$ , 1/год	0,22	0,25	0,35	0,22	0,27
$T_o$ , ч	40	60	40	50	40

## ЗАДАНИЕ 9

1. Методы статистического контроля качества и надежности.
2. Задача проектирования и эксплуатации, требующие анализа надежности.

### ЗАДАЧА

Завод получает электроэнергию от одного источника питания – районной подстанции системы (рис. П 9).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_b$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 9.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 1,2 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

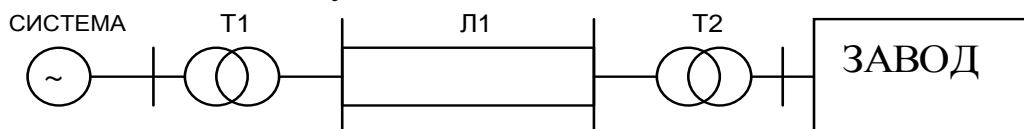


Рис. П 9. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 9

Элемент	T1	Л1	T2
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,55	0,025	0,065
$l$ , км		150	
$T_B$ , ч	60	40	60
$\nu$ , 1/год	0,25	0,21	0,27
$T_o$ , ч	70	50	70

### ЗАДАНИЕ 10

1. Аналитический расчет надежности на основе вероятностных моделей.
2. сравнительный анализ надежности упрощенных схем подстанций.

#### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от трех источников питания – районных подстанций системы (рис. П 10).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 10.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 50 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

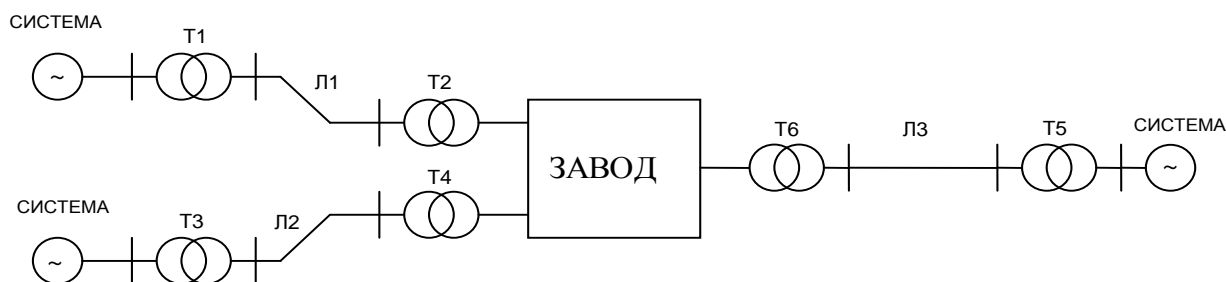


Рис. П 10. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 10

Элемент	T1, T3	Л1, Л2	T2, T4	T5, T6	Л3
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,66	0,022	0,55	0,61	0,033
$l$ , км		130			110
$T_B$ , ч	60	40	50	55	45
$\nu$ , 1/год	0,29	0,22	0,28	0,33	0,26
$T_o$ , ч	70	60	70	70	50

## ЗАДАНИЕ 11

1. Логико-вероятностный расчет надежности с помощью дерева отказов.
2. Анализ влияния отказов устройств релейной защиты на надежность распределительной сети.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от трех источников питания – районных подстанций системы (рис. П 11).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 11.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 55 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

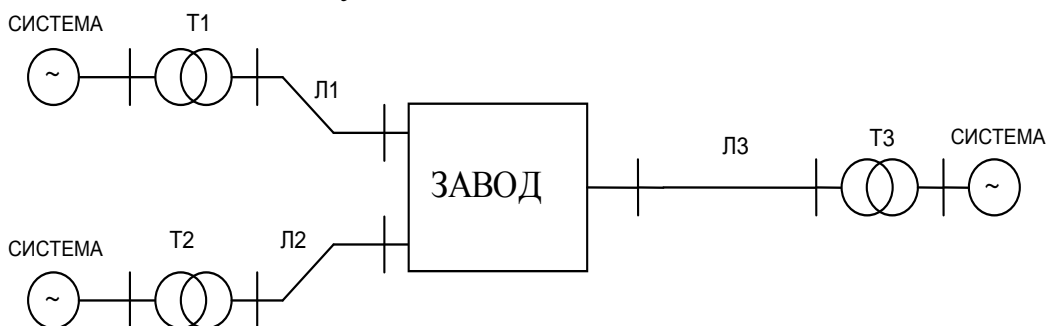


Рис. П 11. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 11

Элемент	Т1	Л1	Т2	Л2	Т3	Л3
$\lambda_0, 1/\text{км год}$ 1/год	0,5	0,021	0,6	0,025	0,7	0,031
$l, \text{км}$		180		170		150
$T_B, \text{ч}$	60	40	65	45	55	50
$\nu, 1/\text{год}$	0,31	0,25	0,33	0,24	0,33	0,23
$T_o, \text{ч}$	66	50	68	50	71	56

## ЗАДАНИЕ 12

1. Таблично-логический метод и анализ надежности главных схем электрических соединений.
2. Методы много-целевой оптимизации.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от трех источников питания – районных подстанций системы (рис. П 12).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 12.



Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 46 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

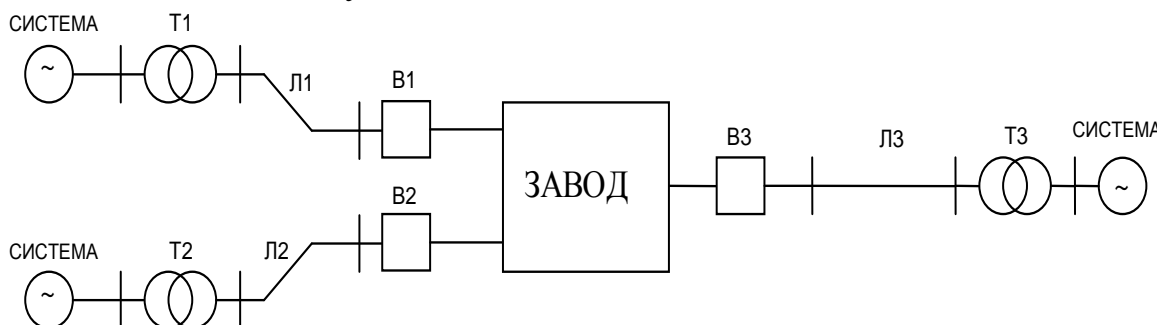


Рис. П 12. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 12

Элемент	T1, T2	Л1, Л2	В1, В2	Т3	Л3	В3
$\lambda_0$ , 1/км год; 1/год	0,71	0,022	0,038	0,72	0,018	0,035
$l$ , км		150			180	
$T_B$ , ч	60	30	10	60	30	15
$\nu$ , 1/год	0,33	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
$T_o$ , ч	70	50	60	60	40	80

### ЗАДАНИЕ 13

1. Алгоритм расчета надежности главных схем электрических соединений.
2. Основы оптимального профилактического обслуживания.

#### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от одного источника питания — районной подстанции системы (рис. П 13).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл. П 13.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 1,4 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

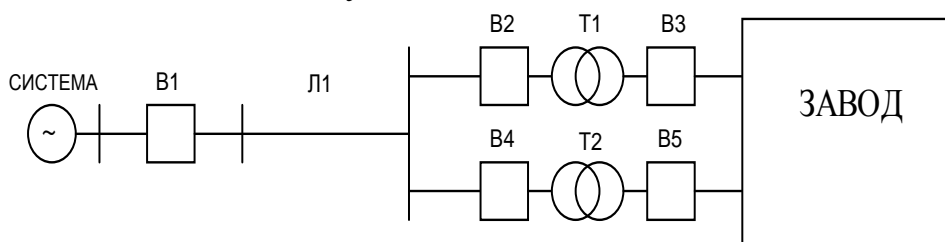


Рис. П 13. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 13

Элемент	B1	Л1	B2, B3	T1	B4, B5	T2
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,044	0,022	0,026	0,55	0,021	0,62
$l$ , км		80				
$T_B$ , ч	15	30	20	60	15	60
$\nu$ , 1/год	0,4	0,3	0,4	0,35	0,4	0,33
$T_o$ , ч	40	50	45	60	40	60

### ЗАДАНИЕ 14

1. Общие вопросы оптимизации технических решений с учетом надежности.
2. Анализ надежности электрической части станций.

#### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от одного источника питания – районной подстанции системы (рис. П 14).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл. 14.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 4,1 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

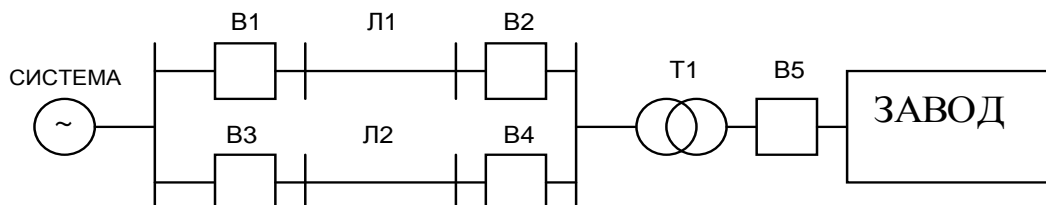


Рис. П 14. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 14

Элемент	B1, B2	Л1	B3, B4	Л2	T1	B5
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,055	0,025	0,045	0,025	0,52	0,019
$l$ , км		100		100		
$T_B$ , ч	15	35	17	30	50	10
$\nu$ , 1/год	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4
$T_o$ , ч	30	50	30	50	60	60

### ЗАДАНИЕ 15

1. Непараметрические оценки надежности электроэнергетических установок.
2. Выбор схемы агрегата бесперебойного питания.

#### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от двух источников питания – районных подстанций системы (рис. П 15).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.15.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 35 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

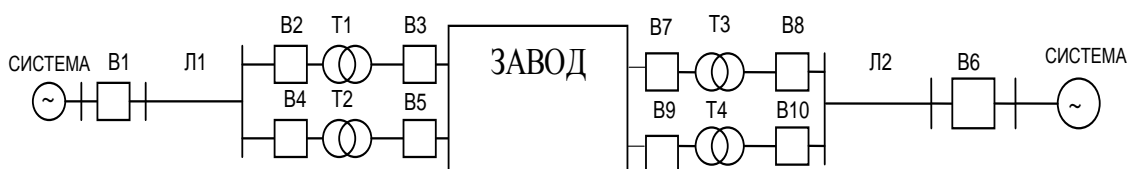


Рис. П 15. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 15

Элемент	В1, В6	Л1	В2, В4, В7, В9	Т1, Т2	В3, В5, В8, В10	Л2
$\lambda_0$ , 1/км год	0,095	0,024	0,088	0,55	0,055	0,022
$l$ , км		160				140
$T_B$ , ч	15	40	10	60	10	30
$\nu$ , 1/год	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3
$T_o$ , ч	30	50	30	70	25	45

## ЗАДАНИЕ 16

1. Анализ надежности подстанций распределительных сетей.
2. Методы расчета надежности электроэнергетических установок.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от двух источников питания – районных подстанций системы (рис. П 16).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 16.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 44 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

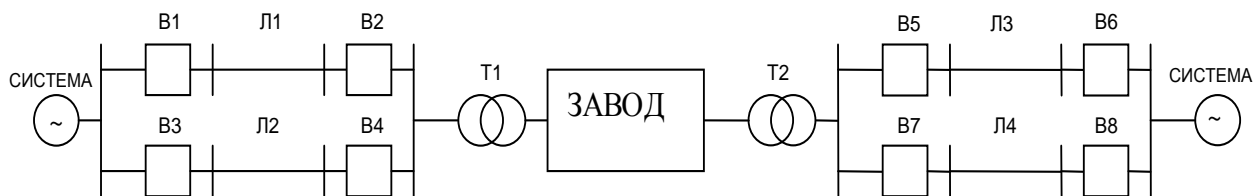


Рис. П 16. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 16

Элемент	В1, В3, В5, В7	В2, В4, В6, В8	Т1	Т2	Л1, Л3	Л2, Л4
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,099	0,088	0,50	0,60	0,077	0,091
$l$ , км					12	13
$T_B$ , ч	10	10	50	50	40	44
$\nu$ , 1/год	0,44	0,45	0,55	0,55	0,42	0,43
$T_o$ , ч	30	40	70	80	50	60

### ЗАДАНИЕ 17

1. Показатели надежности. Условность и неопределенность оценки показателей надежности.
2. синтез оптимальной схемы 6 кВ для системы электроснабжения собственных нужд.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от одного источника питания — районной подстанции системы (рис. П 17).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл. 17.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 8,8 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

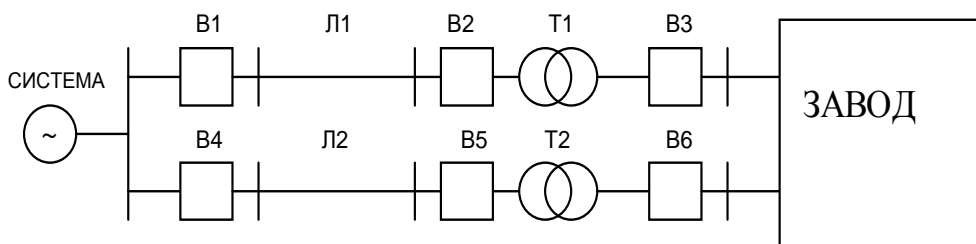


Рис. П 17. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 17

Элемент	B1, B4	Л1	B2, B5	T1, T2	B3, B6	Л2
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,093	0,025	0,088	0,55	0,099	0,018
$l$ , км		10				10
$T_B$ , ч	15	30	15	40	10	40
$\nu$ , 1/год	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,33
$T_o$ , ч	30	60	40	70	40	65

### ЗАДАНИЕ 18

1. Непараметрические оценки надежности электроэнергетических установок.
2. Роль человеческого фактора в обеспечении надежности электроэнергетических установок.

#### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от двух источников питания – районных подстанций системы (рис. П 18).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 18.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 40 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

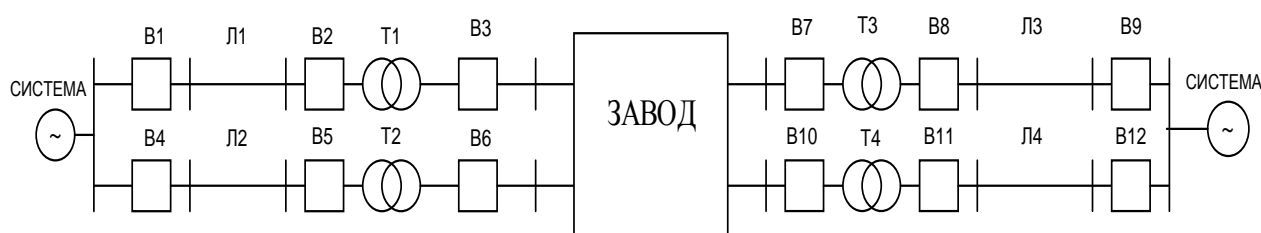


Рис. П 18. схема электроснабжения завода.

Таблица П 18

Элемент	B1, B2, B3, B10, B11, B12	Л1, Л4	T1, T4	B4, B5, B6, B7, B8, B9	Л2, Л3	T2, T3
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,094	0,022	0,55	0,066	0,017	0,65
$l$ , км		7			8	
$T_B$ , ч	16	30	40	15	20	50
$\nu$ , 1/год	0,44	0,35	0,41	0,43	0,48	0,42
$T_o$ , ч	30	50	40	23	44	55

## ЗАДАНИЕ 19

1. Анализ и обеспечение надежности электроэнергетических установок и систем.
2. Методы многоцелевой оптимизации.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от двух источников питания – районных подстанций системы (рис. П 19).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл.П 19.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 55 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

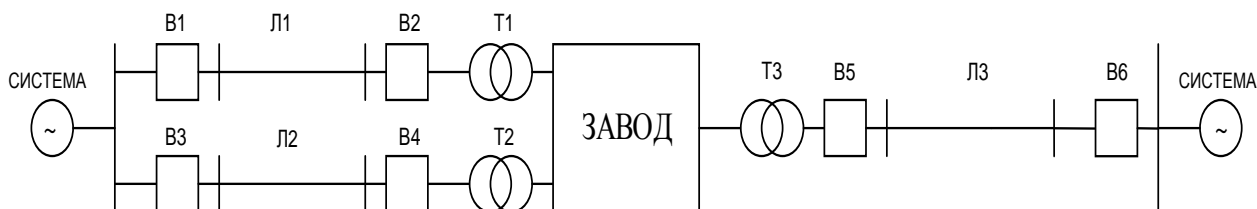


Рис. П 19. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 19

Элемент	В1, В2, В3, В5	Л1, Л2	Т1, Т3	Т2	В4, В6	Л3
$\lambda_0, 1/\text{км год}$ 1/год	0,095	0,022	0,51	0,57	0,092	0,017
$l, \text{км}$		11				17
$T_B, \text{ч}$	10	30	40	50	15	40
$\nu, 1/\text{год}$	0,44	0,33	0,89	0,88	0,42	0,33
$T_o, \text{ч}$	40	50	60	70	30	40

## ЗАДАНИЕ 20

1. Профилактическое обслуживание силовых трансформаторов.
2. Анализ причин отказов электроустановок.

### ЗАДАЧА.

Завод получает электроэнергию от двух источников питания – районных подстанций системы (рис. П 20).

Параметры потоков отказов ( $\lambda_0$ ) и преднамеренных отключений ( $\nu$ ) элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления ( $T_B$ ) и длительность преднамеренных отключений ( $T_o$ ) приведены в табл. П 20.

Определить параметр потока отказов системы электроснабжения, среднее время восстановления, а также недоотпуск электроэнергии за год, считая, что средняя годовая мощность завода  $P$  равна 60 МВт.

При расчете принять, что преднамеренные отключения последовательно включенных элементов цепей совмещаются по времени. Надежность источников питания не учитывать.

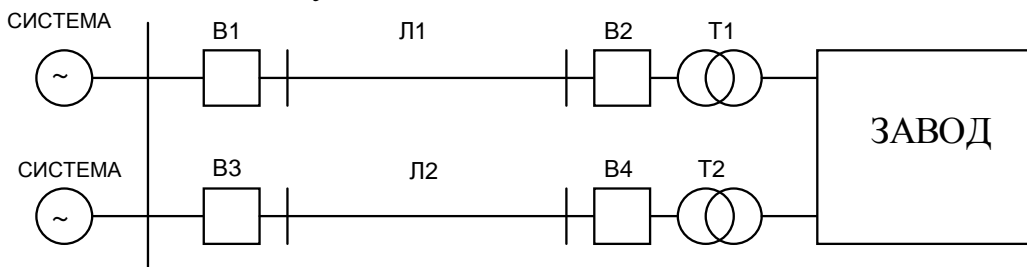


Рис. П 20. Схема электроснабжения завода.

Таблица П 20

Элемент	В1, В2	Л1	Т1	В3, В4	Л2	Т2
$\lambda_0$ , 1/км год 1/год	0,096	0,019	0,62	0,056	0,026	0,057
$l$ , км		80			70	
$T_B$ , ч	12	35	45	10	50	40
$\nu$ , 1/год	0,44	0,35	0,48	0,33	0,48	0,42
$T_0$ , ч	30	60	50	35	70	45

### Критерии оценки:

Критерий оценки	Баллы	Оценка	Зачтено / не зачтено
Логически обоснованные, полные и правильные ответы на вопросы. Развернутые ответы на дополнительные вопросы.	60	Отлично	Зачтено
Достаточно полный ответ. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	50	Хорошо	Зачтено
Неполный ответ (в общих чертах) на вопросы.	36	Удовлетворительно	Зачтено
Нелогичное построение ответа на вопросы. Нераскрыта тематика вопросов. Отсутствие аргументации.	<36	Неудовлетворительно	Не зачтено

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический (институт) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий  
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль/ Программа «Электроснабжение»  
Семестр: 8 – очное отделение, 9 – очно-заочное отделение,  
10 – заочное отделение

### **Вопросы к экзамену**

По дисциплине Б1.В.11 «Надежность электроснабжения»  
(для очного, заочного и очно-заочного отделения)

1. Понятие надежности.
2. Состояния объекта.
3. Отказы.
4. Элемент и система.
5. Категории электроприемников.
6. Средства обеспечения надежности.
7. Задача теории надежности.
8. Случайное событие. Основные определения.
9. Теорема сложения вероятностей.
10. Теорема умножения вероятностей.
11. Формула полной вероятности.
12. Формула Байеса.
13. Схема Бернулли.
14. Случайная величина.
15. Основные законы распределения.
16. Дополнительные законы распределения.
17. Основные характеристики случайной величины.
18. Нормальный закон распределения.
19. Экспоненциальный закон распределения.
20. Распределения Пуассона.
21. Распределение Вейбулла.



22. Генеральная совокупность и случайная выборка.
23. Статистическая оценка результатов измерения.
24. Проверка статистических гипотез.
25. Критерий Пирсона.
26. Критерий Фишера.
27. Методы определения показателей.
28. Стендовые испытания.
29. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые элементы.
30. Показатели надежности невосстанавливаемых элементов.
31. Показатели надежности восстанавливаемых элементов.
32. Потребители информации о надежности.
33. Построение математической модели надежности.
34. Модель восстанавливаемого элемента.
35. Справочные данные о надежности элементов.
36. Структурные схемы надежности.
37. Последовательное соединение элементов.
38. Параллельное соединение элементов.
39. Смешанное соединение элементов.
40. Последовательность расчета соединений элементов.
41. Надежность типовых элементов и схем СЭС: Трансформаторы.
42. Надежность типовых элементов и схем СЭС: Линии.
43. Надежность типовых элементов и схем СЭС: Коммутационная аппаратура.
44. Надежность типовых элементов и схем СЭС: Секции шин.
45. Надежность типовых элементов и схем СЭС: Релейная защита.
46. Надежность типовых элементов и схем СЭС: Радиальные схемы.
47. Надежность типовых элементов и схем СЭС: Простые магистральные схемы.
48. Надежность типовых элементов и схем СЭС: Двойные магистрали.
49. Методы анализа надежности СЭС: Аналитический метод.
50. Методы анализа надежности СЭС: Логико-вероятностный метод.
51. Методы анализа надежности СЭС: Таблично-логический метод.
52. Средства повышения надежности.
53. Способы резервирования в СЭС предприятия.
54. Способы резервирования в СЭС цеха.
55. Выбор числа трансформаторов.
56. Выбор мощности силовых трансформаторов.
57. Виды ущерба от ненадежности электроснабжения.
58. Удельный ущерб.
59. Влияние технологического процесса на надежность.
60. Оценка ущерба потребителю.
61. Цена риска.
62. Методика расчета капитальных затрат.
63. Методика расчета эксплуатационных затрат.

**Критерии оценки:**

<b>Критерий оценки</b>	<b>Баллы</b>	<b>Оценка</b>	<b>Зачтено / не зачтено</b>
Логически обоснованные, полные и правильные ответы на вопросы. Развернутые ответы на дополнительные вопросы.	40	Отлично	Зачтено
Достаточно полный ответ. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	32	Хорошо	Зачтено
Неполный ответ (в общих чертах) на вопросы.	32	Удовлетворительно	Зачтено
Нелогичное построение ответа на вопросы. Нераскрыта тематика вопросов. Отсутствие аргументации.	<24	Неудовлетворительно	Не зачтено