

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущей и промежуточной аттестации

по учебной дисциплине

«Надежность в электроэнергетике»

для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника

направленность программы: Электроснабжение

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Компетенции	Показатели* (де-скрипторы)	Критерии в соответствии с уровнем освоения ОП			Оценочное средство (промежуточная аттестация)
		пороговый (удовлетворительно) 55-69 баллов	стандартный (хорошо) 70-84 балла	эталонный (отлично) 85-100 баллов	
ПК-1	Знать	Обучающийся оперирует отдельными знаниями методики проведения экспериментальных исследований объектов и систем электроэнергетики и электротехники	Обучающийся оперирует достаточно полными знаниями методики проведения экспериментальных исследований объектов и систем электроэнергетики и электротехники	Обучающийся оперирует всесторонними знаниями методики проведения экспериментальных исследований объектов и систем электроэнергетики и электротехники	Выполнение лабораторных работ, экзамен
	Уметь	Обучающийся оперирует отдельными умениями составлять планы проведения активных и пассивных экспериментов на физических, математических и реальных объектах	Обучающийся оперирует достаточно полными умениями составлять планы проведения активных и пассивных экспериментов на физических, математических и реальных объектах	Обучающийся оперирует всесторонними умениями составлять планы проведения активных и пассивных экспериментов на физических, математических и реальных объектах	Выполнение лабораторных работ, экзамен
	Владеть	Обучающийся оперирует фрагментарными навыками применения методов статистической обработки результатов экспериментальных исследований	Обучающийся оперирует в целом сформированными навыками применения методов статистической обработки результатов экспериментальных исследований	Обучающийся оперирует исчерпывающими навыками применения методов статистической обработки результатов экспериментальных исследований	Выполнение лабораторных работ, экзамен
ПК-2	Знать	Обучающийся оперирует отдельными знаниями методов обработки экспериментальных данных, основных положений теории вероятностей и математической статистики.	Обучающийся оперирует достаточно полными знаниями методов обработки экспериментальных данных, основных положений теории вероятностей и математической статистики.	Обучающийся оперирует всесторонними знаниями методов обработки экспериментальных данных, основных положений теории вероятностей и математической статистики.	Выполнение лабораторных работ, экзамен

	Уметь	Обучающийся оперирует отдельными умениями собирать и обобщать данные, необходимые для разработки рекомендаций по повышению надежности и устойчивости объектов и систем	Обучающийся оперирует достаточно полными умениями собирать и обобщать данные, необходимые для разработки рекомендаций по повышению надежности и устойчивости объектов и систем	Обучающийся оперирует всесторонними умениями собирать и обобщать данные, необходимые для разработки рекомендаций по повышению надежности и устойчивости объектов и систем	Выполнение лабораторных работ, экзамен
	Владеть	Обучающийся оперирует фрагментарными навыками оценки погрешностей экспериментов	Обучающийся оперирует в целом сформированными навыками оценки погрешностей экспериментов	Обучающийся оперирует исчерпывающими навыками оценки погрешностей экспериментов	Выполнение лабораторных работ, экзамен

2. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

2.1. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением семинаров, оцениванием контрольных заданий, проверкой конспектов лекций, выполнением индивидуальных и творческих заданий, периодическим опросом обучающихся на занятиях. Контролируемые разделы (темы) дисциплины (модуля), компетенции и оценочные средства представлены в таблице.

Модуль	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Общее понятие о надежности систем электроснабжения	ПК-1, ПК-2	Выполнение лабораторных работ, экзамен
2	Показатели надежности элементов систем электроснабжения и их определение	ПК-1, ПК-2	Выполнение лабораторных работ, экзамен
3	Основные показатели надежности систем с различным соединением элементов	ПК-1, ПК-2	Выполнение лабораторных работ, экзамен
4	Нормальный режим электроснабжения и его нарушения	ПК-1, ПК-2	Выполнение лабораторных работ, экзамен
5	Технико-экономические расчеты в задачах надежности	ПК-1, ПК-2	Выполнение лабораторных работ, экзамен
6	Средства и мероприятия по повышению надежности электроснабжения	ПК-1, ПК-2	Выполнение лабораторных работ, экзамен

2.2. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины (модуля). Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется шкала обучения в соответствии с таблицей.

Основные виды систем оценивания

Европейская	100-балльная	4-балльная	2-балльная
A	94-100	отлично	зачтено
A-	90-94		
B+	85-89		
B	80-84	хорошо	
B-	75-79		
C+	70-74		
C	65-69	удовлетворительно	
C-	60-64		
D	55-59		
F	50-54	неудовлетворительно	не зачтено

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Ответил на все дополнительные вопросы	Эталонный
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Стандартный
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Пороговый
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении

промежуточной аттестации используется четырехбальная шкала: «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно».

Шкала оценивания	Критерии	Уровень освоения компетенций
Отлично	наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы	Эталонный
Хорошо	наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала	Стандартный
Удовлетворительно	наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике	Пороговый
Неудовлетворительно	наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.	Компетенции не сформированы

3. 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

3.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости

В данном разделе представляются типовые контрольные задания, контрольные работы, тесты, типовые контрольные задания для выполнения разноуровневых задач, тексты ситуационных задач, кейс-задачи, варианты заданий для проведения круглого стола, вопросы для дискуссий, темы рефератов, перечень докладов и др., в соответствии с определенными оценочными средствами.

Темы индивидуальных заданий:

- 1) Расчет полной вероятности перерыва электроснабжения
- 2) Теорема гипотез (формула Байеса) для надежности электроснабжения
- 3) Случайные перерывы электроснабжения и законы их распределения
- 4) Плотность распределения отказов электрооборудования

- 5) Расчет единичных показателей надежности оборудования
- 6) Расчет комплексных показателей надежности систем электроснабжения
- 7) Нормативная документация в области надежности систем электроэнергетики
- 8) Определение надёжности электроэнергетического оборудования по статистическим данным об его эксплуатации
- 9) Методы расчета режимов электрических сетей
- 10) Методы оценки критериев отказа структурной надежности
- 11) Методы оценки критериев отказа балансовой надежности
- 12) Методы оценки критериев отказа режимной надежности
- 13) Основы устойчивости энергосистем
- 14) Баланс активной и реактивной мощностей
- 15) Обзор информации производителей электрооборудования о его надежности
- 16) Влияние различных факторов на надежность систем электроснабжения
- 17) Учет коммутационной аппаратуры при расчете надежности
- 18) Учет действия релейной защиты и автоматики при расчетах надежности
- 19) Типовые показатели надежности систем электроснабжения
- 20) Методики определения закона распределения случайной величины
- 21) Обзор программного обеспечения для расчета надежности технических систем
- 22) Принципы работы программного обеспечения для расчета режимов электроэнергетических систем
- 23) Модели генерирующей части энергосистемы для расчета надежности
- 24) Модели нагрузки для расчета надежности энергосистем

3.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

Теоретические вопросы

1. Основные понятия, термины и определения теории надежности в электроэнергетике.
2. Нормативные требования к надёжности электроснабжения потребителей.
3. Задачи надежности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения.
4. Понятие отказа. Критерии отказа.
5. Виды надежности электроэнергетических систем.
6. Показатели надёжности систем электроснабжения.
7. Понятие средней наработки на отказ, вероятности безотказной работы.
8. Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности.
12. Показатели надёжности неремонтируемого электрооборудования.
13. Показатели надёжности ремонтируемого электрооборудования.
14. Взаимосвязь между показателями надёжности.
15. Ремонтпригодность электрооборудования.
16. Долговечность и сохраняемость электрооборудования.
17. Комплексные показатели надёжности.
18. Статистическая оценка показателей надёжности.
19. Законы распределения случайных величин, используемые в теории надёжности.
20. Расчетные методы определения надежности систем электроснабжения.
21. Экспериментальные методы определения надежности.
22. Методы расчета надёжности на основе логических схем.
23. Методы расчета надёжности на основе минимальных путей и сечений.

24. Методы расчета надёжности на основе дерева отказов.
25. Методы расчета надёжности с использованием пространства состояний.
26. Методы расчета балансовой надёжности.
27. Определение надёжности элементов систем электроснабжения по данным об их эксплуатации.
28. Коэффициент готовности и коэффициент технического использования.
29. Обработка статистических данных при определении надёжности электрооборудования.
30. Оценка критериев отказа для режимной надёжности.
31. Оценка критериев отказа для балансовой надёжности.
32. Оценка критериев отказа для структурной надёжности.
33. Оптимальное резервирование. Решение задачи оптимального резервирования методом наискорейшего спуска.
34. Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем.
35. Приемы формализации при формировании систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем.
36. Расчёт надёжности системы внешнего электроснабжения при питании от одного источника электроэнергии.
37. Расчёт надёжности системы внешнего электроснабжения при питании от двух независимых источников электроэнергии.
38. Основные схемы внутреннего электроснабжения. Характеристика надёжности.
39. Системы гарантированного электроснабжения и характеристика её надёжности.
40. Современные методы расчета надёжности.
41. Методы расчета недоотпуска электроэнергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем.
42. Влияние резервирования на надёжность систем электроснабжения.
43. Экономические последствия перерывов в электроснабжении.
44. Современные методы обеспечения надёжности в системах внешнего электроснабжения.
45. Влияние принципов построения и особенностей управления систем электроснабжения на уровень надёжности электроснабжения различных электроприемников и потребителей.
46. Основные приемы синтеза схем электроснабжения с заданным уровнем надёжности.

Практические вопросы

Задача 1. Система передачи электроэнергии потребителю состоит из следующих элементов: линии, выключателя В1, трансформатора, выключателя В2, системы сборных шин.

Блочная схема к расчету представлена на рис. 1. Определить вероятность режима аварийного отключения системы.

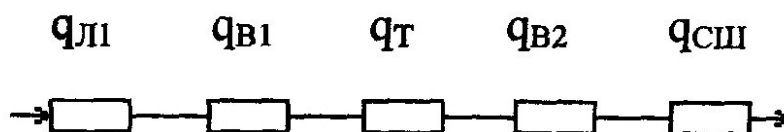


Рисунок 1

Задача 2. Схема передачи энергии, представленная на рис. 2 предназначена для питания крупного узла нагрузки (промышленное предприятие). Каждая из параллельных цепей может обеспечить полностью потребность предприятия в электрической энергии. Блочная схема к расчету представлена на рис. 2.

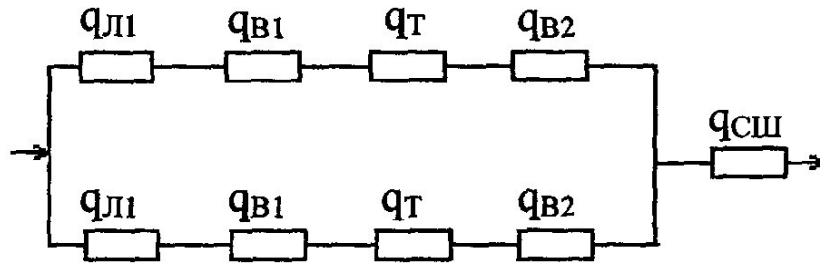


Рисунок 2

Задача 3. Рассчитать параметры надежности для системы передачи энергии, представленной на рис. 3.

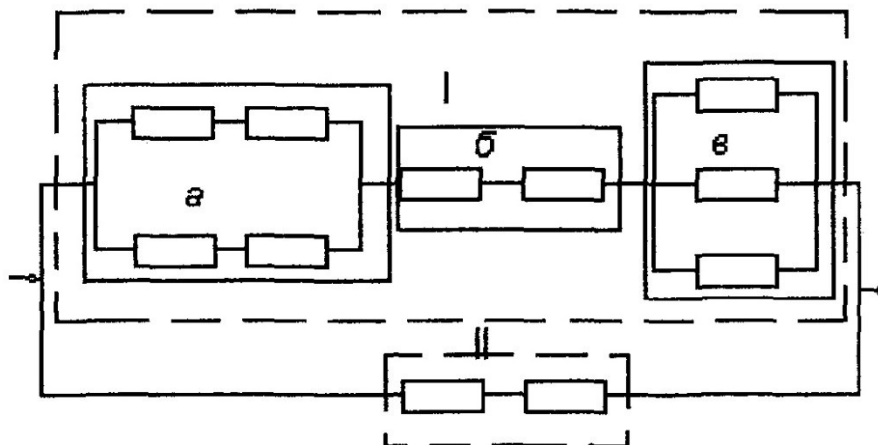


Рисунок 3

Задача 4. Электроснабжение завода осуществляется по схеме, представленной на рис. 4. При этом:

- каждая двухцепная линия пропускает мощность, необходимую заводу;
- каждая цепь линии пропускает половину мощности, нужной заводу.

Требуется определить вероятностный режим надежной работы завода. Исходные данные по вариантам приведены в табл. 1.

Таблица 1 – исходные данные

Ва- ри- ант	S_T , МВ·А	$q_{л1} = q_{л3} \cdot 10^{-3}$	$q_{л2} = q_{л4} \cdot 10^{-3}$	$q_{г1} =$ $=q_{г2}$	$q_{г3} =$ $=q_{г4}$	$q_b \cdot 10^{-3}$
1	2	3	4	5	6	7
1	80	12,5	2,9	0,01	0,15	0,2
2	63	10	1,4	0,015	0,1	0,15
3	125	4	3,5	0,16	0,14	15
4	200	5	3,9	0,14	0,12	18
5	250	7	2,6	0,07	0,09	2
6	400	8	6,1	0,09	0,11	4
7	165	18	4,5	0,014	0,13	6,5
8	158	4	8	0,18	0,14	3,1
9	200	20	7	0,12	0,17	14
10	250	6	1,5	0,15	0,2	11
11	400	0,8	8,4	0,135	0,18	9
12	100	6	1,6	0,145	0,1	14
13	125	1,6	19	0,09	0,14	8
14	200	3	35	0,12	0,13	11

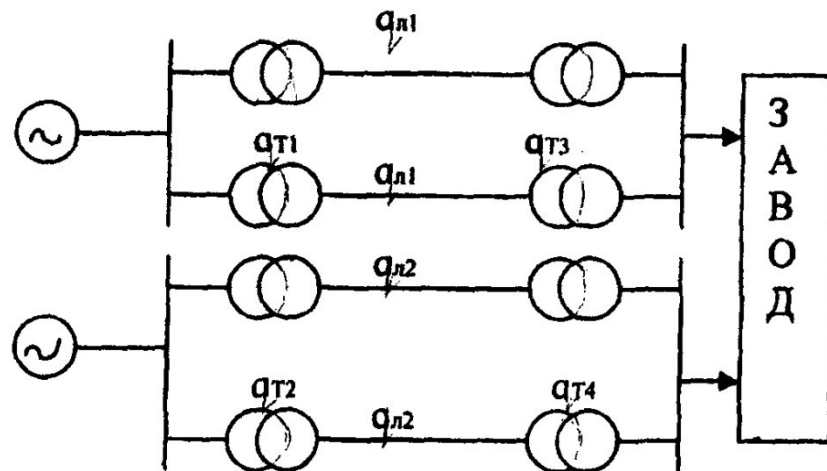


Рисунок 4

Задача 5. Для схемы сети (рис. 5) определить вероятность отключения двух цепей и надежного электроснабжения потребителя. Исходные данные по вариантам приведены в табл. 1.

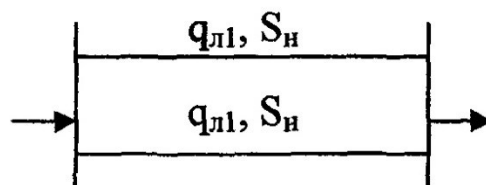


Рисунок 5

Задача 6. На рис. 6 представлена система передачи энергии. Вариант “а”: по каждой линии и повышающему трансформатору можно передать 100% мощности, необходимой потребителю; по понижающему трансформатору генератор выдает в систему 50% необходимой мощности;

Вариант “б”: пропускная способность каждого элемента передачи составляет 50% передаваемой мощности.

Определить вероятность передачи потребителю: 1)100%; 2)50%; 3)0% мощности. Повреждение элементов системы - независимые события. Исходные данные приведены в табл. 1.

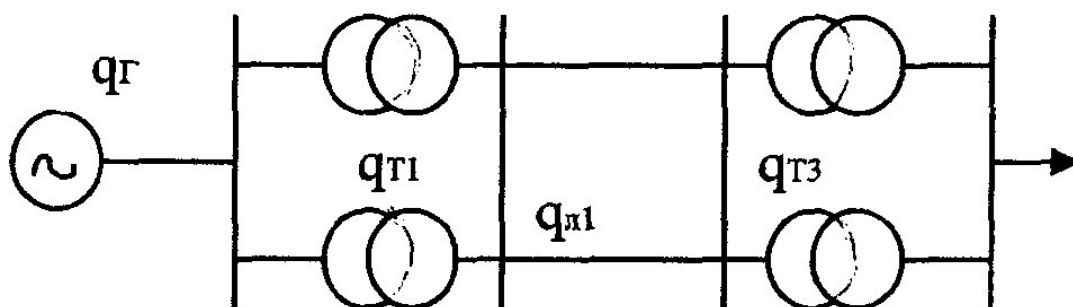


Рисунок 6

Задача 7. Определить вероятность отключения различных значений мощности на подстанции, имеющей два одинаковых автотрансформатора и вероятную протяженность аварии в течение года. Номинальная мощность каждого - S [МВ-А] (рис. 7). Исходные данные представлены в табл. 1.

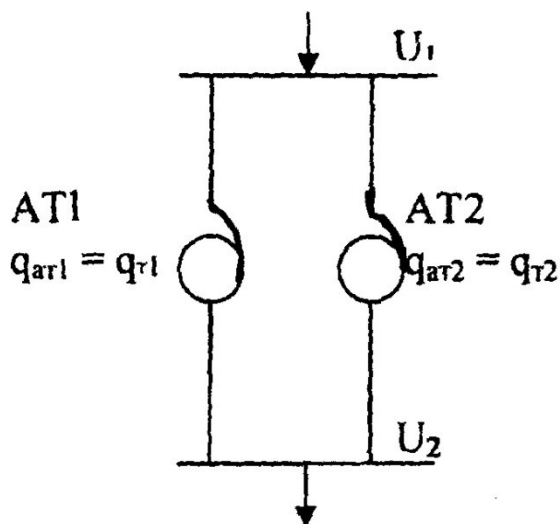


Рисунок 7

Задача 8. Двухцепная линия имеет переключательный пункт, на котором установлен выключатель (В) (рис.8). Решить задачу для двух вариантов:

- 1) пропускная способность Л1, Л2, Л3, Л4, - 100% S_н,
 - 2) пропускная способность элементов схемы - 50% S_н
- q_н-вероятность отключенного состояния В.

Определить вероятность передачи 100% S_н. Исходные данные приведены в табл.1.

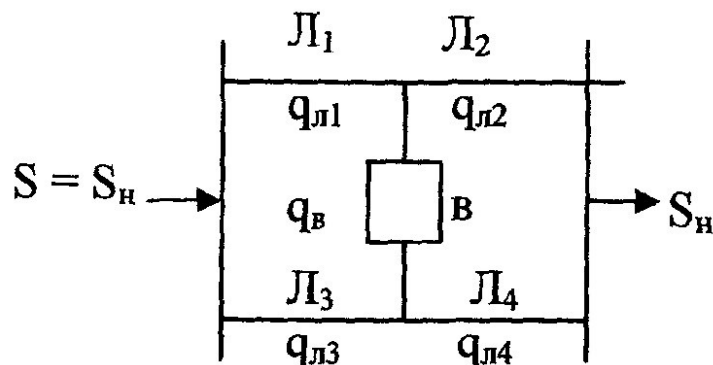


Рисунок 8

Задача 9. На электростанции работают на общие шины четыре генератора (S1, S2, S3, S4) с вероятностями отказа q1, q2, q3, q4.

Определить вероятности недопоставки различных величин мощности (S_a), а также длительность времени отключения при T_г. Исходные данные по вариантам приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Исходные данные

Вариант	S ₁ , МВ·А	S ₂ , МВ·А	S ₃ , МВ·А	S ₄ , МВ·А	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	S _a =S _Σ *	T _г , ч
1	60	60	100	100	0,02	0,02	0,04	0,04	0,6	7500
2	200	200	60	60	0,04	0,04	0,03	0,03	0,45	6500
3	300	300	100	100	0,05	0,05	0,04	0,04	0,45	7500
4	500	500	800	800	0,06	0,06	0,05	0,05	0,65	8000
5	100	100	200	200	0,03	0,03	0,06	0,06	0,85	5900
6	25	25	50	50	0,02	0,02	0,03	0,03	0,65	6400
7	800	800	200	200	0,03	0,03	0,05	0,05	0,55	7200
8	60	60	150	150	0,02	0,02	0,04	0,04	0,75	7300
9	160	160	60	60	0,05	0,05	0,03	0,03	0,45	7400
10	500	500	300	300	0,025	0,025	0,045	0,045	0,6	7500
11	25	25	50	50	0,45	0,45	0,6	0,6	0,65	7600
12	50	50	100	100	0,04	0,04	0,06	0,06	0,55	7650
13	160	160	150	150	0,03	0,03	0,05	0,05	0,75	7700
14	25	25	75	75	0,02	0,02	0,04	0,04	0,6	7400
15	150	150	50	50	0,2	0,2	0,3	0,3	0,7	8000
16	60	60	160	160	0,3	0,3	0,5	0,5	0,45	8100
17	50	50	100	100	0,5	0,5	0,2	0,2	0,54	7400
18	75	75	150	150	0,3	0,3	0,4	0,4	0,65	6500
19	500	500	200	200	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	5800
20	160	160	300	300	0,5	0,5	0,7	0,7	0,45	6000

Задача 10. Сравнить по надежности два варианта электроснабжения (рис. 10). В первом варианте пропускная способность каждой линии 100%(S_{н1}+S_{н2}). Вероятности повреждения линий во втором

варианте - независимые. Исходные данные по вариантам приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Исходные данные

Номер комбинации	Число аварийно отключенных блоков	Мощность S_a , отключенная аварийно	Вероятность отключения мощности	Вероятность аварийного отключения S_a	Длительность аварии, ч/год
1	0	0	$p_1 p_2 p_3 p_4$	q_a	t_1
2	1	S_1	$q_1 p_2 p_3 p_4$	q_b	t_2
3	1	S_2	$p_1 q_2 p_3 p_4$	q_v	t_3
4	1	S_3	$p_1 p_2 q_3 p_4$	q_r	t_4
5	1	S_4	$p_1 p_2 p_3 q_4$	q_d	t_5
6	2	$S_1 + S_2$	$q_1 q_2 p_3 p_4$	q_e	t_6
7	2	$S_1 + S_3$	$q_1 p_2 q_3 p_4$	q_k	t_7
8	2	$S_1 + S_4$	$q_1 p_2 p_3 q_4$	q_l	t_8
9	2	$S_2 + S_3$	$p_1 q_2 q_3 p_4$	q_m	t_9
10	2	$S_2 + S_4$	$p_1 q_2 p_3 q_4$	q_n	t_{10}
11	2	$S_3 + S_5$	$p_1 p_2 q_3 q_4$	q_m	t_{11}
12	3	$S_1 + S_2 + S_3$	$q_1 q_2 q_3 q_4$	q_o	t_{12}
13	3	$S_1 + S_2 + S_4$	$q_1 q_2 p_3 q_4$	q_n	t_{13}
14	3	$S_1 + S_3 + S_4$	$q_1 p_2 q_3 q_4$	q_p	t_{14}
15	3	$S_2 + S_3 + S_4$	$p_1 q_2 q_3 q_4$	q_e	t_{15}
16	4	$S_1 + S_2 + S_3 + S_4$	$q_1 q_2 q_3 q_4$	q_r	t_{16}

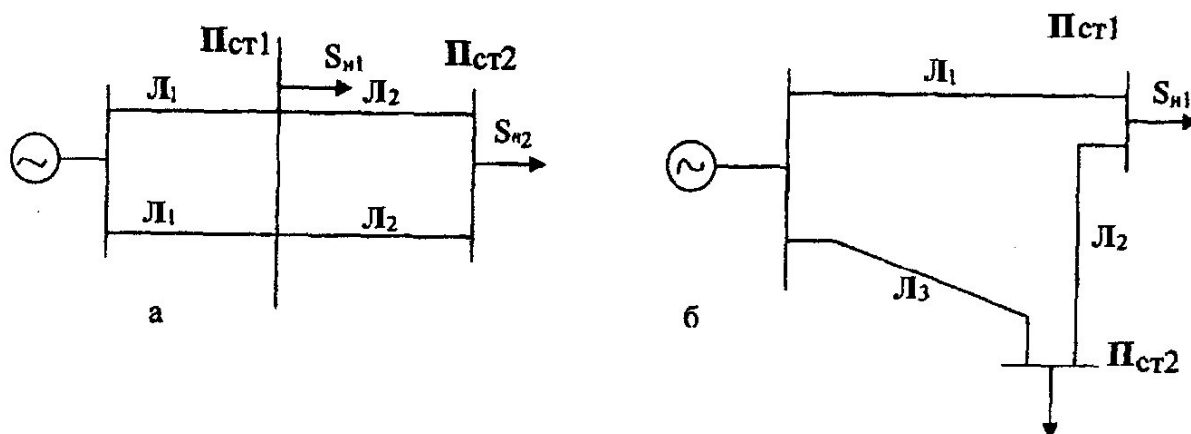


Рисунок 10

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1. Описание процедур проведения текущего контроля успеваемости студентов

В таблице представлено описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов, в соответствии с рабочей программой дисциплины (модуля), и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Индивидуальное творческое задание	Индивидуальные творческие задания выдаются на практических занятиях, предшествующих изучению предлагаемой темы. Индивидуальные задания должны быть выполнены в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению (текстовой и графической частей). Выполненные задания в назначенный срок сдаются на проверку

4.2. Описание процедур проведения промежуточной аттестации

Экзамен

При определении уровня достижений обучающихся на экзамене обращается особое внимание на следующее:

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;
- показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи;
- знание об объекте демонстрируются на фоне понимания его в системе данной дисциплины (модуля) и междисциплинарных связей;
- ответ формулируется в терминах дисциплины (модуля), изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию обучающегося;
- теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики.