

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института механики и энергетики  
Мастепаненко Максим Алексеевич

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)**

**Б1.В.08 Режимы работы электрооборудования систем  
электропитания**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Системы электропитания городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства и их  
объектов

бакалавр

очная

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным темам исследований	ПК-1.1 Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний	<b>знает</b> Знания: целей и задач проводимых исследований и разработок Умения: применять нормативную документацию в соответствующей области знаний Трудовые действия:
		<b>умеет</b> применять нормативную документацию в соответствующей области знаний
		<b>владеет навыками</b> навыками сбор, обработка, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным темам исследований	ПК-1.2 Осуществление выполнения экспериментов в и оформлении результатов исследований и разработок в соответствующей области знаний	<b>знает</b> Отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований
		<b>умеет</b> применять методы проведения экспериментов
		<b>владеет навыками</b> навыками проведения экспериментов в соответствии с установленными полномочиями
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным темам исследований	ПК-1.3 Подготовка элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ в соответствующей области знаний	<b>знает</b> методы и средства планирования и организации научных исследований и опытно-конструкторских разработок
		<b>умеет</b> оформлять проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
		<b>владеет навыками</b> навыками разработки проектов календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения	ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта	<b>знает</b> особенности переходных процессов при различных схемах систем электроснабжения объектов капитального строительства

объектов	ПД	капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	<b>умеет</b> Осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации по объекту капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
			<b>владеет навыками</b> Подготовкой материалов для отчета по результатам обследования объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
ПК-2 участвовать в разработке проекта и/или части проекта электроснабжения объектов ПД	Способен системы	ПК-2.2 Подготовка к выпуску проектной документации системы электроснабжения объектов капитального строительства	<b>знает</b> методики расчета переходных процессов для целей проектирования системы электроснабжения объекта капитального строительства
			<b>умеет</b> выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства
			<b>владеет навыками</b> навыками выбора оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства
ПК-2 участвовать в разработке проекта и/или части проекта электроснабжения объектов ПД	Способен системы	ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД	<b>знает</b> правила проектирования системы электроснабжения объекта капитального строительства
			<b>умеет</b> проводить технико-экономическое сравнение вариантов реализации систем электроснабжения
			<b>владеет навыками</b> Навыками реализации технико-экономического сравнения вариантов реализации систем электроснабжения
ПК-2 участвовать в разработке проекта и/или части проекта электроснабжения объектов ПД	Способен системы	ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД	<b>знает</b> Типовые проектные решения системы электроснабжения объекта капитального строительства
			<b>умеет</b> составлять и рассчитывать параметры схем замещения
			<b>владеет навыками</b> навыками составления пояснительной записки на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства

## 2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. Электромеханические переходные процессы			
1.1.	Введение. Режимы работы синхронных машин	7	ПК-1.1	Устный опрос, Задачи
1.2.	Режимы работы нагрузки системы электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-1.2	Устный опрос, Задачи
1.3.	Основы статической устойчивости систем электроснабжения	7	ПК-2.3, ПК-2.4	Устный опрос, Задачи
1.4.	Основы динамической устойчивости систем электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2	Устный опрос, Задачи
2.	2 раздел. Режимная надежность систем электроснабжения			
2.1.	Режимы работы генераторов в системах электроснабжения	7	ПК-1.3	Устный опрос, Задачи
2.2.	Режимы работы электродвигателей в системах электроснабжения	7	ПК-1.1	Устный опрос, Задачи
2.3.	Повышение режимной надежности работы систем электроснабжения	7	ПК-2.2, ПК-1.3	Устный опрос, Задачи
2.4.	Методы расчета режимов работы электрооборудования в системах электроснабжения	7	ПК-2.3, ПК-2.4	Устный опрос, Задачи
2.5.	Промежуточная аттестация	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	
	Промежуточная аттестация			Эк

## 3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
Текущий контроль			
Для оценки знаний			

1	Устный опрос	Средство контроля знаний студентов, способствующее установлению непосредственного контакта между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.	Перечень вопросов для устного опроса
Для оценки умений			
Для оценки навыков			
Промежуточная аттестация			
2	Курсовые работы (проектов)	Вид самостоятельной письменной работы, направленный на творческое освоение общепрофессиональных и профильных профессиональных дисциплин (модулей) и выработку соответствующих профессиональных компетенций. При написании курсовой работы студент должен полностью раскрыть выбранную тему, соблюсти логику изложения материала, показать умение делать обобщения и выводы.	Перечень тем курсовых работ (проектов)
3	Экзамен	Средство контроля усвоения учебного материала и формирования компетенций, организованное в виде беседы по билетам с целью проверки степени и качества усвоения изучаемого материала, определить необходимость введения изменений в содержание и методы обучения.	Комплект экзаменационных билетов

**4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения"**

## *Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости*

### *Примерные оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен) по итогам освоения дисциплины (модуля)*

Вопросы для устного опроса для сдачи контрольных точек

1. В чем причина возникновения электромеханического переходного процесса?
2. От чего зависит поведение электрических машин при возникновении электромеханического переходного процесса?
3. Какие допущения принимаются при изучении электромеханических переходных процессов?
4. Что понимают под математической моделью электроэнергетической системы?
5. Какую зависимость называют угловой характеристикой мощности?
6. Что называют пределом передаваемой мощности?
7. Какую электроэнергетическую систему называют простейшей и какую сложной?
8. Изобразите и дайте пояснения к векторной диаграмме простейшей системы.
9. Какие сопротивления называют собственными и взаимными?
10. Что называют узлом нагрузки?
11. Какие характеристики нагрузки называют статическими?
12. Перечислите типы механизмов, момент сопротивления которых зависит от скольжения в первой степени, во второй и не зависит вовсе.
13. Что называют регулирующим эффектом активной и реактивной мощности по напряжению и частоте?
14. Баланс активных и реактивных мощностей в сложной энергосистеме
15. Какую зависимость называют угловой характеристикой мощности?
16. Что называют пределом передаваемой мощности?
17. Что понимают под математической моделью электроэнергетической системы?
18. Какие сопротивления называют собственными и взаимными в модели сложной электроэнергетической системы?
19. Что называют регулирующим эффектом активной и реактивной мощности по напряжению и частоте?
20. Изобразите статические характеристики комплексной нагрузки и покажите, в каком диапазоне напряжений регулирующие эффекты положительны.
21. Как можно представить узел комплексной нагрузки в расчетах режимов электрической системы?
22. Какой процесс описывает уравнение относительного движения ротора синхронной машины?
23. В чем особенности автоматических регуляторов возбуждения пропорционального типа (АРВ - ПТ) и АРВ сильного действия (АРВ - СД)?
24. Как учитывают в расчетах наличие на генераторах электростанции АРВ ПТ и АРВ -СД?
25. как рассчитывается активная мощность, передаваемая в систему генератором
26. Как рассчитывается реактивная мощность, отдаваемая генератором в систему
27. Как влияет изменение напряжения на работу синхронных и асинхронных двигателей?
28. Что понимают под опрокидыванием двигателей?
29. Какое напряжение называют критическим?
30. Что называют лавиной напряжения?
31. Как влияет снижение частоты на работу двигателей?
32. Что является причиной появления несимметрии и несинусоидальности питающего напряжения в узле нагрузки?
33. Как влияют несимметрия и несинусоидальность питающего напряжения на работу электродвигателей?
34. Какие характеристики нагрузки называют статическими?
35. Перечислите типы механизмов, момент сопротивления которых зависит от скольжения в первой степени, во второй и не зависит вовсе.

36. Что называют регулирующим эффектом активной и реактивной (мощности по напряжению и частоте)?
37. Изобразите статические характеристики комплексной нагрузки и покажите, в каком диапазоне напряжений регулирующие эффекты положительны.
38. Как можно представить узел комплексной нагрузки в расчетах режимов электрической системы?
39. Поясните понятие критического напряжения для двигательной нагрузки
40. Какую цель преследуют при расчетах динамической устойчивости?
41. Какие методы используют для расчетов динамической устойчивости?
42. В чем сущность правила площадей?
43. Что такое предельное время отключения генератора, предельное время включения электродвигателя?
44. К какому виду уравнений относится уравнение относительного движения ротора генератора и при каких условиях оно может быть решено аналитически?
45. Какое основное допущение принимается при использовании метода последовательных интервалов?
46. Как влияет учет регуляторов возбуждения и скорости на выбор расчетного интервала?
47. Нарисуйте угловую характеристику мощности синхронного генератора, укажите область устойчивой и неустойчивой работы, максимальную передаваемую мощность
48. Поясните различие угловых характеристик для различных типов генератора (турбогенератор и гидрогенератор)
49. Как тип АРВ влияет на характеристики генератора
50. Какие типы АРВ генераторов применяются.
51. Назовите основные методы исследования динамической устойчивости.

#### Задачи для сдачи контрольных точек

Задача 1. Для простейшей электроэнергетической системы (ЭЭС), приведенной на рисунке, составить схему замещения и привести параметры этой схемы к базисным условиям с пересчетом в относительные единицы. Исходные данные для элементов ЭЭС приведены в табл. Все величины в таблице отнесены к номинальной мощности соответствующего элемента и его номинальному напряжению

Рисунок – Схема ЭЭС.

Таблица

Задача 2. Для простейшей электроэнергетической системы, содержащей неявнополюсные синхронные машины, схема замещения которой приведена на рисунке, рассчитать параметры исходного установившегося режима для трех возможных вариантов регулирования возбуждения: нерегулируемый генератор; генератор с АРВ ПД; генератор с АРВ СД и построить векторную диаграмму. Параметры схемы замещения следующие (в относительных единицах):  $X_g=0,28$ ,  $X_{л1}=0,186$ ,  $X_{т1}=0,098$ ,  $X_{т2}=0,066$ ,  $P_n = 2$ ,  $Q_n = 1,344$ ,  $U_c=1$

Р

Рисунок – Схема замещения ЭЭС

Задача 3 Для схемы, приведенной на рисунке, рассчитать пределы передаваемой мощности для трех возможных вариантов регулирования возбуждения и соответствующие коэффициенты запаса статической устойчивости для двух вариантов синхронных генераторов – неявнополюсных и явнополюсных. Данные для расчета приведены в таблице.

Рисунок – Схема ЭЭС.

Таблица

Задача 4 В электрической системе, приведенной на рисунке, произошло двухфазное к.з. на землю на расстоянии  $l_a$  от шин станции. Выключатель Q1 со стороны станции отключен первой ступенью дистанционной защиты, действующей без выдержки времени. Выключатель Q2 – со стороны системы – отключен второй ступенью дистанционной защиты, имеющей выдержку времени на срабатывание 0,5 сек. Определить сопротивления исходного, аварийных и послеаварийного режимов и построить угловые характеристики мощности.

Рисунок – схема ЭЭС

Задача 5. В электрической системе, приведенной на рисунке, произошло двухфазное к.з. на расстоянии  $l_a = 15$  км от шин ТЭС. Выключатель Q1 со стороны станции отключен первой ступенью дистанционной защиты, действующей без выдержки времени:  $tpz1 = 0$  с.,  $tотк Q1 = 0,1$  с. Выключатель Q2 – со стороны системы – отключен второй ступенью дистанционной защиты, имеющей выдержку времени на срабатывание:  $tpz2 = 0,15$  с.,  $tотк Q2 = 0,1$  с. АПВ с контролем отсутствия напряжения (АПВ КОН) установлена на выключателе Q1:  $tапвкон = 0,15$  с.,  $tвкл Q1 = 0,1$  с. АПВ с контролем наличия напряжения (АПВ КНН) установлена на выключателе Q2:  $tапвкнн = 0,1$  с.,  $tвкл Q2 = 0,1$  с. Данные для расчета приведены в таблице.

Рисунок – Схема ЭЭС.

Таблица

Вопросы к экзамену

Виды переходных процессов в ЭЭС, основные допущения и методы анализа электромеханических переходных процессов.

Мощности в линейной системе. Представление нагрузок.

Требования к режимам ЭЭС. Условия существования установившегося режима.

Устойчивость режимов в ЭЭС и методы ее исследования.

Оценка статической устойчивости ЭЭС.

Оценка устойчивости перехода от одного установившегося режима к другому.

Оценка качества переходных процессов

Характеристики СМ при синхронной скорости вращения.

Основные виды АРВ, их структурные схемы и передаточные функции.

Уравнения движения ротора синхронной машины.

Характеристики комплексной нагрузки ЭЭС.

Статические и динамические характеристики элементов нагрузок.

Практические критерии статической устойчивости.

Предельные показатели режима работы станции (предельная мощность и критическое напряжение)

Метод малых колебаний для анализа статической устойчивости.

Алгебраические и частотные критерии статической устойчивости.

Статическая устойчивость нерегулируемой системы. Самораскачивание.

Статическая устойчивость нерегулируемой системы. Самовозбуждение.

Характеристическое уравнение регулируемой системы.

Статическая устойчивость регулируемой системы при АРВ пропорционального действия.

Статическая устойчивость регулируемой системы при АРВ сильного действия.

Практические критерии динамической устойчивости. Способ площадей.

Предельный угол отключения КЗ.

Динамическая устойчивость простейшей системы при однофазном, двухфазном и трехфазном

КЗ.

Устойчивость при наличии АПВ линий электропередачи.  
Способ площадей при исследовании двух станций.  
Влияние демпфирования и регуляторов скорости на динамическую устойчивость.  
Предельное время отключения КЗ.  
Полный сброс мощности синхронного генератора.  
Качания ротора СМ под действием внешней силы.  
Метод последовательных интервалов.  
Статическая устойчивость узлов нагрузки.  
Лавина напряжения. Опрокидывание двигателей.  
Пуск асинхронных двигателей.  
Пуск синхронных двигателей.  
Уравнение движения при пуске и его интегрирование.  
Резкие изменения в системах электроснабжения.  
Самозапуск двигателей.  
Полные уравнения сложной системы.  
Упрощенные уравнения сложной системы.  
Статическая устойчивость сложной системы.  
Расчет динамической устойчивости в сложной системе.  
Характеристики СМ при несинхронной скорости вращения  
Асинхронные режимы в ЭЭС  
Результатирующая устойчивость  
Включение синхронного генератора на параллельную работу с системой  
Статические и динамические характеристики системы при изменении частоты  
Изменение частоты в ЭЭС. Лавина частоты  
Надежность и живучесть ЭЭС  
Улучшение характеристик основных элементов ЭЭС  
Регулирующие устройства, повышающие надежность  
Мероприятия режимного характера для повышения устойчивости ЭЭС.  
Использование ЭВМ для анализа и расчета статической и динамической устойчивости.  
Методические и нормативные указания по расчету статической и динамической устойчивости.  
Режимная надежность ЭЭС и методы ее оценки.  
Уравнения для расчета установившегося режима ЭЭС

### ***Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)***

Задание на Курсовую работу по дисциплине «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения»

1. Для электроэнергетической системы (ЭЭС), приведенной на рисунке, составить схему замещения и привести параметры этой схемы к базисным условиям с пересчетом в относительные единицы.
2. Рассчитать параметры исходного установившегося режима для трех возможных вариантов регулирования возбуждения: нерегулируемый генератор; генератор с АРВ ПД; генератор с АРВ СД и построить векторную диаграмму.
3. Рассчитать пределы передаваемой мощности для трех возможных вариантов регулирования возбуждения и соответствующие коэффициенты запаса статической устойчивости.
4. Выполнить приближенную оценку устойчивости динамического перехода при  $E_q = \text{const}$  для двух вариантов электромеханического переходного процесса: 1) АПВ успешное; 2) АПВ неуспешное, действие защиты линии – как и при первом отключении к.з.
5. Выполнить уточненную оценку устойчивости динамического перехода при простейшем учете действия АРВ и отсутствии контроля напряжения на шинах генератора. Кратность форсировки возбуждения принять  $k_{\text{форс}}=2,5$ . Рассмотреть только вариант успешного АПВ.
6. Выполнить уточненную оценку устойчивости динамического перехода – с учетом действия АРВ
7. Для проверки устойчивости комплексной нагрузки, включающей в себя осветительную нагрузку и асинхронные двигатели, построить зависимости  $E_{\text{экв}} = f(U)$  и  $Q_{\text{экв}}=f(E_{\text{экв}})$ ,

воспользоваться практическими критериями устойчивости комплексной нагрузки, выключатель Q3 отключен.

8. Рассчитать коэффициент запаса устойчивости нагрузки для следующих случаев: 1) выключатель Q3 включен; 2) выключатель Q3 отключен, генератор не имеет АРВ; 3) выключатель Q3 отключен, на генераторе установлено АРВ ПД; 4) выключатель Q3 отключен, на генераторе – АРВ СД.

9. При питании нагрузки только от системы неограниченной мощности (подпитка шин определить предельное время перерыва электроснабжения при отключении выключателя Q3.

Схема ЭЭС приведена на рисунке, исходные данные в таблице 1, сценарии развития аварии в таблице 2, характеристики нагрузки в таблице 3.

Рисунок – Схема ЭЭС

Таблица 1

Генератор Вариант	Тип	Sном, MBA	Xd	Xq	X'd	X2	TJ			
								nГ	Tдо, с	Te, с
1	ТГ	40	4	2,45	-	0,24	0,17	6,0	10,4	0,15
2	ТГ	75	4	1,6	-	0,28	0,24	7,4	4,9	0,12
3	ТГ	117,5	3	1,78	-	0,26	0,22	7,0	6,4	0,4
4	ТГ	125	3	1,91	-	0,278	0,234	10,0	6,4	0,25
5	ТГ	188	3	1,7	-	0,3	0,26	5,0	5,4	0,1
6	ТГ	235	3	1,88	-	0,27	0,23	8,0	6,38	0,3
7	ТГ	260	2	2,32	-	0,3	0,25	6,5	5,0	0,15
8	ТГ	350	2	2,2	-	0,3	0,245	9,0	7,0	0,08
9	ТГ	353	2	2,19	-	0,3	0,24	8,5	6,5	0,12
10	ТГ	588	2	2,48	-	0,4	0,33	12,0	6,7	0,2
11	ГГ	71,5	4	0,77	0,46	0,32	0,3	4,0	9,2	0,1
12	ГГ	80,0	4	1,06	0,64	0,26	0,2	4,4	7,6	0,3
13	ГГ	85,0	4	1,23	0,74	0,34	0,26	5,0	5,2	0,22
14	ГГ	100	4	0,87	0,53	0,22	0,25	6,0	6,7	0,37
15	ГГ	130	4	1,05	0,63	0,32	0,3	7,0	8,1	0,12
16	ГГ	190	3	1,1	0,66	0,38	0,35	7,5	6,0	0,4
17	ГГ	180	3	0,73	0,44	0,29	0,3	6,0	5,0	0,2
18	ГГ	206	3	1,02	0,61	0,33	0,2	7,8	4,8	0,4
19	ГГ	306	2	1,65	1,02	0,44	0,28	10,0	5,2	0,15
20	ГГ	590	2	1,57	0,97	0,41	0,19	8,0	4,1	0,25

Таблица 2

Трансформаторы		Линия	
T1	T2		
Вариант	SHOM, MBA	Группа	Группа
соед.	MBA		
соед.	k		
T2	L,		
км	и .		
нам '			

кВ	Ом/км									
1	40	10,5	Δ/Y0	2x125	14,0	Y0/Y0	110/220	60	110	0,4
2	80	10,5	Δ/Y0	2x125	14,0	Y0/Y0	110/220	75	110	0,4
3	125	11,0	Δ/Y0	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	80	110	0,4
4	125	11,0	Δ/Y0	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	100	110	0,4
5	200	11,0	Δ/Y0	2x250	11,5	Y0/Y0	220/500	70	220	0,4
6	250	11,0	Δ/Y0	3x250	11,5	Y0/Y0	220/500	60	220	0,4
7	400	13,0	Δ/Y0	3x250	11,5	Y0/Y0	220/500	150	220	0,4
8	400	13,0	Δ/Y0	3x250	11,5	Y0/Y0	220/500	120	220	0,4
9	400	13,0	Δ/Y0	3x250	11,5	Y0/Y0	330/750	200	330	0,38
10	630	13,0	Δ/Y0	4x250	11,5	Y0/Y0	330/750	225	330	0,38
11	80	10,5	Δ/Y0	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	50	110	0,4
12	80	10,5	Δ/Y0	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	60	110	0,4
13	125	11,0	Δ/Y0	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	40	110	0,4
14	125	11,0	Δ/Y0	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	55	110	0,4
15	160	11,0	Δ/Y0	3x200	11,5	Y0/Y0	220/500	70	220	0,4
16	200	11,0	Δ/Y0	3x200	11,5	Y0/Y0	220/500	120	220	0,4
17	200	11,0	Δ/Y0	3x200	11,5	Y0/Y0	220/500	110	220	0,4
18	250	11,0	Δ/Y0	3x250	11,5	Y0/Y0	220/500	150	220	0,4
19	400	13,0	Δ/Y0	3x250	11,5	Y0/Y0	330/750	180	330	0,38
20	630	13,0	Δ/Y0	5x250	11,5	Y0/Y0	330/750	200	330	0,38

Таблица 3

Мощность, передаваемая в систему системы				Напряжение		
Вариант	Рн, МВт	cosφ	Скольжение, S0	TJ, с	УС, кВ	
1	90	0,81	0,035	2	220	
2	150	0,83	0,03	6	220	
3	160	0,82	0,032	4	220	
4	170	0,84	0,025	8	220	
5	180	0,85	0,022	7	500	
6	200	0,78	0,02	9	500	
7	220	0,79	0,018	10	500	
8	250	0,80	0,017	6	500	
9	400	0,77	0,02	5	750	
10	700	0,76	0,021	8	750	
11	120	0,81	0,035	2	220	
12	150	0,83	0,03	6	220	
13	160	0,82	0,032	4	220	
14	170	0,84	0,025	8	220	
15	180	0,85	0,022	7	500	
16	200	0,78	0,02	9	500	
17	220	0,79	0,018	10	500	
18	250	0,80	0,017	6	500	
19	400	0,77	0,02	5	750	
20	800	0,76	0,021	8	750	

Таблица 4

Вари-ант	Алгоритм развития аварии
1	2
A1	В точке K2 - трехфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной - с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны T1) отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с выключатель Q2 (со

стороны Т2) - второй ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз}=0,05$  с,  $t_{ов}=0,1$  с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,15$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ - успешное.

А2 В точке К2 - двухфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной - с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1)

отключен первой ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз}=0$  с,  $t_{ов}=0,1$  с выключатель Q2 (со стороны Т2) - второй ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз}=0,05$  с,  $t_{ов}=0,1$  с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,15$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ - неуспешное.

А3 В точке К4 - трехфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной - с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2)

отключен первой ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз}=0$  с,  $t_{ов}=0,1$  с выключатель Q1 (со стороны Т1) - второй ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз}=0,05$  с,  $t_{ов}=0,1$  с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,15$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ - успешное.

А4 В точке К4 - однофазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной - с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2)

отключен первой ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз}=0$  с,  $t_{ов}=0,1$  с выключатель Q1 (со стороны Т1) - второй ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз}=0,05$  с,  $t_{ов}=0,1$  с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,15$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ - неуспешное.

А5 В точке К3 на расстоянии  $a=0,5l_2$  работает основная защита – поперечная диффзащита с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1)

отключен:  $t_{сз}=0$  с,  $t_{ов}=0,1$  с выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз}=0$  с,  $t_{ов}=0,1$  с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,15$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ - успешное.

А6 В начале линии, находящейся под охранным напряжением, в точке К1 – двухфазное к.з. ( $b = 0$ ) Выключатель линии отключен первой ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; Сработало АПВ:  $t_{АПВ} = 0,15$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – неуспешное.. после АПВ к.з. переросло в трехфазное, работа защит - аналогичная.

А7 В точке К2 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на дальнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен основной защитой:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2) – также основной защитой, но только после отключения Q1:  $t_{сз}=0$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – успешное.

А8 В точке К4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен основной защитой:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1(со стороны Т1) – также основной защитой, но только после отключения Q2:  $t_{сз} = 0$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – успешное.

А9 В точке К4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен основной защитой:  $t_{сз}=0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны Т1) – также основной защитой, но только после отключения Q2:  $t_{сз}=0$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – успешное.

А10 В точке К4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен основной защитой:  $t_{сз}=0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны Т1) – также основной защитой, но только после отключения Q2:  $t_{сз}=0$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1$ с,  $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с

контролем наличия напряжения - на Q1, tАПВ = 0,1с, tвв = 0,05с. АПВ – неуспешное.

A11 В точке К3, на расстоянии  $a = 0,3 \text{ л}2$  от шин станции – двухфазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,15$  с; выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз} = 0$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, tАПВ= 0,15с, t вв = 0,05с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, tАПВ = 0,1с, tвв = 0,05с. АПВ – успешное.

A12 В точке К3, на расстоянии  $a = 0,7 \text{ л}2$  от шин станции – двухфазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,15$  с; выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз} = 0$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, tАПВ= 0,15с, t вв = 0,05с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2 t АПВ = 0,1с, t вв = 0,05с. АПВ – неуспешное.

A13 В точке К1, на расстоянии  $b = 0,2 \text{ л}2$  от шин станции – однофазное к.з. Выключатель линии отключен первой ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; Сработало АПВ: tАПВ = 0,2 с, t вв = 0,05с. АПВ – неуспешное, после к.з. переросло в двухфазное на землю, работа защит - аналогичная.

A14 В точке К2 – однофазное к.з. Выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен первой ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2) – второй ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0,05$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, t АПВ = 0,15с, t вв = 0,05с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, t АПВ = 0,1с, t вв = 0,05с. АПВ – успешное.

A15 В точке К4 – однофазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен первой ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны Т1 – второй ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0,05$ с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, t АПВ = 0,1с, t вв = 0,05с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, t АПВ = 0,1с, t вв = 0,05с. АПВ – неуспешное. После АПВ работа защиты – аналогичная.

A16 В точке К3, на расстоянии  $a = 0,6 \text{ л}2$  от шин станции – однофазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз} = 0$  с,  $t_{ов} = 0,15$  с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, t АПВ = 0,15с, t вв = 0,05с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, t АПВ = 0,1с, t вв = 0,05с. АПВ – успешное.

A17 В точке К1, на расстоянии  $b = 0,35 \text{ л}2$  от шин станции – однофазное к.з. Выключатель линии отключен первой ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; Сработало АПВ: t АПВ= 0,2 с, t вв = 0,05с. АПВ – неуспешное, после АПВ к.з. переросло в двухфазное на землю, работа защит - аналогичная.

A18 В точке К3, на расстоянии  $a = 0,38 \text{ л}2$  от шин станции – однофазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз} = 0$  с,  $t_{ов} = 0,15$  с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, tАПВ = 0,15с, t вв = 0,05с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, t АПВ = 0,1с, tвв = 0,05с. АПВ – неуспешное.

A19 В точке К2 – трехфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен первой ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2) – второй ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз} = 0,05$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с.

АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, t АПВ = 0,15с, t вв = 0,05с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, t АПВ = 0,1с, t вв = 0,05с. АПВ – успешное.

A20 В точке К2 – двухфазное к.з. на землю, сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен первой ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2) – второй ступенью дистанционной защиты:

$t_{сз} = 0,05$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, t АПВ = 0,15с, t вв = 0,05с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, t АПВ = 0,1с, t вв = 0,05с. АПВ – неуспешное.

A21 В точке К4 – трехфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен первой ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны Т1) – второй ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз} = 0,05$  с,  $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем

отсутствия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – успешное.

A22 В точке К4 – однофазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен первой ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q1 (со стороны Т1) – второй ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0,05с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – неуспешное.

A23 В точке К3, на расстоянии  $a = 0,55$  л Л2 от шин станции – трехфазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз} = 0с$ ,  $t_{ов} = 0,15с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – успешное.

A24 В точке К1, на расстоянии  $b = 0,25$  л Л2 от шин станции – двухфазное к.з. Выключатель линии отключен первой ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; Сработало АПВ:  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – неуспешное, после АПВ к.з. переросло в трехфазное, работа защит - аналогичная. Как изменится развитие переходного процесса, если спустя 0,1с после аварии произойдет отключение части генераторов (25% от активной мощности нагрузки)?

A25 В точке К2 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на дальнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен основной защитой:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q2 (со стороны Т2) – также основной защитой, но только после отключения Q1:  $t_{сз} = 0с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – успешное.

A26 В точке К4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен основной защитой:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q1 (со стороны Т1) – также основной защитой, но только после отключения Q2:  $t_{сз} = 0с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – успешное.

A27 В точке К4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен основной защитой:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q1 (со стороны Т1) – также основной защитой, но только после отключения Q2:  $t_{сз} = 0с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – успешное.

A28 В точке К4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен основной защитой:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q1 (со стороны Т1) – также основной защитой, но только после отключения Q2:  $t_{сз} = 0с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – неуспешное.

A29 В точке К3, на расстоянии  $a = 0,6$  л Л2 от шин станции – двухфазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,15с$ ; выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз} = 0с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1.  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – успешное.

A30 В точке К3, на расстоянии  $a = 0,4$  л Л2 от шин станции – двухфазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,15с$ ; выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз} = 0с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,

$t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – неуспешное.

A31 В точке К1, на расстоянии  $b = 0,65$  л Л2 от шин станции – однофазное к.з. Выключатель линии отключен второй ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0,05с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; Сработало АПВ:  $t_{АПВ} = 0,25с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – неуспешное, после АПВ к.з. переросло в двухфазное на землю, работа защит -

аналогичная.

А32 В точке К2 – однофазное к.з. Выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен первой ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q2 (со стороны Т2) – второй ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0,05с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – успешное.

А33 В точке К4 – однофазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен первой ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q1 (со стороны Т1) – второй ступенью ТЗНП:  $t_{сз} = 0,05с$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – неуспешное. После АПВ развитие аварии – аналогичное.

А34 В точке К3, на расстоянии  $a = 0,45$  л Л2 от шин станции – однофазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз} = 0с$ ,  $t_{ов} = 0,15с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2,  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,1с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – успешное.

А35 В точке К1, на расстоянии  $b = 0,75$  л Л2 от шин станции – двухфазное к.з. Выключатель

линии отключен второй ступенью дистанционной защиты:  $t_{сз} = 0,05$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; Сработало АПВ:  $t_{АПВ} = 0,25с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – неуспешное, после АПВ к.з. переросло в трехфазное, работа защит - аналогичная.

А36 В точке К3, на расстоянии  $a = 0,5$  л Л2 от шин станции – однофазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен:  $t_{сз} = 0$ ,  $t_{ов} = 0,1с$ ; выключатель Q2 (со стороны Т2):  $t_{сз} = 0с$ ,  $t_{ов} = 0,15с$ . АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1,  $t_{АПВ} = 0,15с$ ,  $t_{вв} = 0,05с$ . АПВ – неуспешное.

#### Вопросы для защиты курсовой работы

1. Дать понятие статической устойчивости электрической системы.
2. Какие требования должны быть соблюдены, чтобы генератор, работающий в простейшей системе, отдавал активную мощность в приёмную систему?
3. Каковы особенности явнополюсной синхронной машины при анализе устойчивости?
4. Чем представляется в схеме замещения синхронная машина без АРВ, с АРВ ПД и АРВ СД при упрощённых расчётах устойчивости?
5. Как выражается критерий статической устойчивости?
6. Как следует изменить ток возбуждения генератора при росте и уменьшении угла  $\delta$  для улучшения устойчивости и затухания колебаний?
7. Дать понятие динамической устойчивости
8. Как записывается критерий динамической устойчивости простейшей системы?
9. Как определяются предельный угол и время отключения к.з.?
10. Какой характер имеют изменения угла генератора во времени при сохранении устойчивости и её потере?
11. Какое влияние оказывает постоянная инерции генератора на динамическую устойчивость?
12. Как влияет удаление точки трёхфазного К.З. от начала линии на величину максимума активной мощности аварийного режима (одноцепная и двухцепная передачи)?
13. В каких случаях можно получить аналитическое решение уравнения движения ротора синхронного генератора?
14. Как меняется запас статической устойчивости асинхронного двигателя при увеличении мощности питающего его генератора?
15. Как выражаются прямой и вторичной критерии устойчивости узла нагрузки?