**Комплект оценочных материалов по дисциплине  
«Электромеханические переходные процессы  
в электроэнергетических системах»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

*Выберите один правильный ответ*

1. По какой формуле (отношению) оценивается влияние активного сопротивления двухобмоточного трансформатора?

А) **;

Б) **;

В) **;

Г) **;

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Дайте определение переходного процесса, во время которого скорости вращения роторов генераторов и их взаимное положение в энергосистеме изменяются настолько значительно, что их уже невозможно не учитывать.

А) электромагнитный;

Б) изотермический;

В) изохорический;

Г) электромеханический;

Д) правильный вариант отсутствует;

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3.Какое устройство в конструкции синхронного двигателя втягивает при пуске его в синхронизм:

А) основной магнитный поток;

Б) главный полюс;

В) демпферная обмотка;

Г) ласточкин хвост коллекторной пластины;

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

*Выберите все правильные варианты ответов*

4. Что изучается в курсе дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах»?

А) наиболее тяжелые аварийные переходные процессы, связанные

с симметричными и несимметричными короткими замыканиями;

Б) нарушения синхронной работы генераторов;

В) лавинообразные снижения напряжения в узлах нагрузки;

Г) метод укрупненных показателей нагрузки;

Д) суточный график нагрузки промышленного предприятия;

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

5. Какие не учитываются допущения при составлении схем замещения для расчета электромеханических переходных процессов?

А) трехфазную электрическую сеть считают полностью симметричной, поэтому расчет ведется только на одну фазу с применением однолинейных схем замещения и использованием фазных напряжений и сопротивлений.

Б) насыщение магнитных систем генераторов, трансформаторов и

электродвигателей, поэтому все параметры схем замещения считаются

постоянными;

В) токи намагничивания трансформаторов и автотрансформаторов;

Г) емкостную проводимость воздушных линий электропередачи

напряжением до 220 кВ включительно;

Д) активные сопротивления и проводимости электрической сети;

Правильный ответ: Б, В, Г, Д,

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

*Установите правильное соответствие.*

*Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

1. Установите соответствие кратности превышения пусковых токов над их номинальными значениями для следующих типов электрических машин:

|  |  |
| --- | --- |
| 1) Двухобмоточный силовой трансформатор при неблагоприятном моменте включения | А) (2,5÷7,5)Iном |
| 2) Асинхронный двигатель | Б) (5,0÷7,0)Iном |
| 3) Явнополюсный синхронный генератор | В) (2,0÷3,0)Iном |
| 4) Неявнополюсный синхронный генератор | Г) (100÷150)Iном |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Г | А | Б | В |

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Установите соответствие между электрическими объектами и их средне-номинальными напряжениями:

|  |  |
| --- | --- |
| 1) генераторы | А) 6,3 и 6,6; 10,5 и 11; 22, 38,5; 121; 242; 347; 525; 787 кВ |
| 2) электрические сети | Б) 6,3; 10,5; 37; 115; 230; 515; 750;1150 кВ |
| 3) Трансформаторы и автотрансформаторы без РПН (вторичные обмотки) | В) 10,5; 11; 13,8; 15,75; 18; 20; 24 кВ |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| В | Б | А |

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите соответствие между видом устойчивости и учитываемым фактором при её оценке:

|  |  |
| --- | --- |
| 1) статическая устойчивость (для энергосистемы) | А) Расчет времени пуска |
| 2) динамическая устойчивость (для энергосистемы) | Б) Самораскачивание при наличии зоны нечувствительности и запаздывания в системе автоматического регулирования возбуждения генератора |
| 3) статическая устойчивость нагрузки | В) Процессы при форсировке возбуждения |
| 4) устойчивость системы при переходных процессах в узлах нагрузки при больших возмущениях | Г) Синхронный двигатель, синхронный компенсатор, асинхронный двигатель, реактор и батарея статических конденсаторов |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б | В | Г | А |

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

*Установите правильную последовательность.*

*Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

1. Установите правильную последовательность решения при оценке статической устойчивости энергосистемы по методу малых колебаний.

А) провести линеаризацию дифференциальных и алгебраических уравнений;

Б) по виду корней характеристического уравнения определить тенденцию развития процесса в электроэнергетической системе и сделать заключение об устойчивости и (или неустойчивости) исследуемого установившегося режима;

В) составить систему дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих электромеханические процессы;

Г) составить характеристическое уравнение полученной системы дифференциальных и алгебраических уравнений и определить его корни;

Д) провести расчет установившегося режима и таким образом определить координаты изображающей точки.

Правильная последовательность: Д, В, А, Г, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Установите правильную последовательность решения при расчете установившихся режимов энергосистемы по методу Ньютона:

А) для генераторов, вырабатываемое напряжение UГ принимается постоянным;

Б) генераторы в исходных узлах схемы задаются значениями PГ и UГ;

В) в расчетах устойчивости и установившихся режимов должны использовать одни и те же характеристики нагрузки;

Г) в расчетной схеме определяется балансирующий узел, рассматриваемый как шины бесконечной мощности.

Правильная последовательность: Г, А, Б, В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите правильную последовательность расчета при оценке электропривода на предмет возможного развертывания, присоединенного к нему механизма нагрузки.

А) оценивают постоянство ускорения при пуске, что желательно для ряда механизмов, например, для пассажирских лифтов;

Б) проверяют плавность пуска (что особенно важно, например, для подъемных кранов и печатных машин);

В) устанавливают, насколько допустима данная продолжительность процесса пуска;

Г) определяют нагрев двигателя при пуске;

Д) определяют время пуска двигателя.

Правильная последовательность: Д, В, Б, Г, А.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

**Задания открытого типа**

**Задания открытого типа на дополнение**

*Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

1. Излишние отключения электроустановок при кратковременных нарушениях электроснабжения, часто обусловленные применением магнитных пускателей общего исполнения называются \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: самоотключения

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Причины, по которым появляются возмущения называются \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: возмущающими воздействиями

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Способность системы восстанавливать исходный режим после малого его возмущения или режим весьма близкий к исходному (если возмущающее воздействие не снято), называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: статической устойчивостью системы

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Способность системы восстанавливать исходный режим или режим весьма близкий к исходному после больших возмущений называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: динамической устойчивостью системы

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

5. Вид электромеханической неустойчивости генератора, когда у его ротора, вращающегося с основной эксплуатационной скоростью при некотором значении угла, появляются колебательные изменения скорости и угла с увеличивающейся амплитудой вплоть до выпадения из синхронизма называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: самораскачивание

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

**Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

1. Рассчитать в относительных единицах индуктивное сопротивление одноцепной линии электропередачи Uном = 230 кВ длиной 50 км, выполненной проводом АС-120/19 с d = 15,2 · 10–3 м на железобетонных унифицированных опорах при расположении проводов по вершинам треугольника с размером DАС = 5,5 м; DАВ = 4,27 м; DВС = 5,66 м, приняв за базисные условия: Uб = 115 кВ;

Sб = 100 МВА; Х0 = 0,423 Ом/км; Кт = (230/110).

Правильный ответ:  / 92,5 Ом

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

2. Рассчитайте индуктивное сопротивление реактора типа ТОРМ-110-650-15 в относительных единицах при Uб = 230 кВ и Sб = 1000 МВА и именованных единицах, приведенных к Uосн = 230 кВ с учетом средненоминальных напряжений. Средненоминальное напряжение сети, куда подключен реактор составляет кВ.

Правильный ответ: 1)

2) /

1,108 и 58,6 Ом

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

3. Определить параметры системы с Uн = 110 кВ и SКЗ = 150 МВА в именованных единицах.

Правильный ответ:  / 80,67 Ом

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

4. Определить сопротивление системы в относительных единицах при базисных условиях для расчета ударного тока КЗ в относительных единицах с учетом KТ при Uб = 220 кВ, Sб = 100 МВА. Дано: UС = 230 кВ, SКЗ = 50 МВА.

Приняв UбС = Uб = 220 кВ.

Правильный ответ: Ом /2,19 Ом /2,19 Ом

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

5. Рассчитайте во сколько раз ударный ток трехфазного короткого замыкания на шинах низкого напряжения трансформатора превышает его номинальный ток. Принять UКЗ = 12,5 %; отношение XТ / RТ = 60; Ik(3)/Iном=8

Правильный ответ: 



kУД· (Ik(3)/Iном)=1,41·1,949·8=22,0 раза / в 22 раза

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

**Задания открытого типа с развернутым ответом**

1. Изобразите упрощенную однолинейную схему понизительной подстанции 110/10 кВ «ГПП-1», имеющую изолированную нейтраль по стороне напряжения 10 кВ, с закрытого распределительного устройства 10 кВ которого отходят пять кабельных ЛЭП - 10 кВ длиной 2 км каждая. Определить ток замыкания фазы на землю, если удельная емкость линии токов нулевой последовательности *С*уд = 0,3 мкФ/км.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:



Рис.1.1. Упрощенная однолинейная схема ПС 110/10 кВ «ГПП-1»

Результирующая емкость нулевой последовательности кабелей:



где N, l– количество и суммарная длина кабельных линий, электрически связанных с точкой замыкания на землю, в км.

Изобразим упрощенную схему замыкания трехфазного трансформатора Т1 в сети с изолированной нейтралью 10 кВ на ПС 110/10 кВ «ГПП-1» (рис.  1.2).



Рис.1.2. Упрощенная схема замыкания трехфазного силового трансформатора Т1 в сети с изолированной нейтралью 10 кВ на ПС 110/10 кВ «ГПП-1»

Результирующее емкостное сопротивление:





Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если была изображена упрощенная однолинейная электрическая схема понизительной подстанции 110/10 кВ «ГПП-1» и рассчитан ток замыкания фазы на землю.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. Изобразите однолинейную схему блока генератора-трансформатора. Синхронный генератор работает в режиме холостого хода. Внезапно возникла необходимость снять возбуждение с машины. Определить время, по истечении которого напряжение на выводах машины составит ном 0,1U. Известно, что Td0= 5 с, k= 3. Расчет выполнить с применением разрядного сопротивления и без учета демпфирования.

Время выполнения – 25 мин.

Ожидаемый результат:



Рис. 2.1. Однолинейная схема блока генератора-трансформатора

Определяем постоянную времени гашения магнитного поля по формуле:



Находим требуемое время по формуле:



Таким образом, время, по истечение которого напряжение на шинах генератора снизится до номинального 0,1*Uном*, составляет 2,87 с.

Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если была изображена однолинейная схема блока генератора-трансформатора и рассчитано время, по истечении которого напряжение на выводах машины составит ном 0,1*U*.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

3. Изобразите схему замещения турбогенератора ТГВ-300, имеющего следующие электрические параметры: Рном = 300 МВт; сos φ = 0,85; UГ = 20 кВ; ХГ = 23,8 %. Определите постоянную времени затухания апериодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания на выводах турбогенератора и активном сопротивлении обмотки статора, равном RС=1,28·10-3Ом.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

1. Схема замещения турбогенератора ТГВ-300 с заданными электрическими параметрами представлена на рис. 3.1.

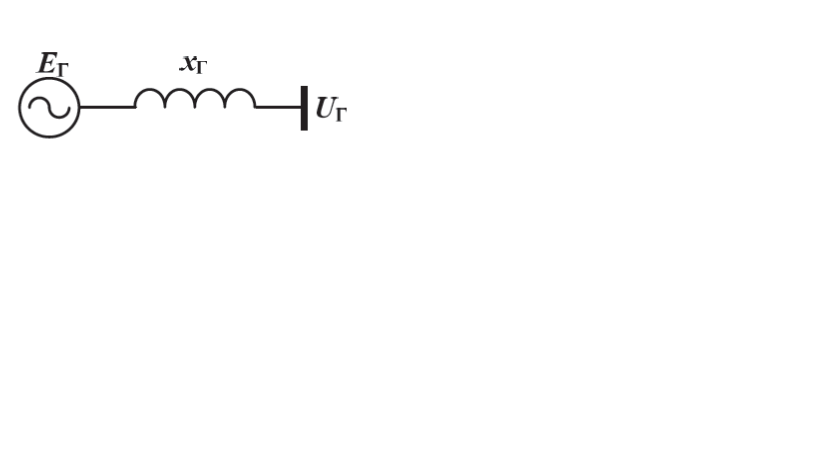


Рис. 3.1. Однолинейная схема замещения турбогенератора ТГВ-300

2. Полная мощность турбогенератора определяется по формуле:



3. Индуктивное сопротивление генератора в именованных единицах определяется по формуле:



4. Искомое значение постоянной времени затухания апериодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания определяется по формуле:



Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если была изображена схему замещения турбогенератора ТГВ-300 и рассчитана постоянная времени затухания апериодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания на выводах турбогенератора.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

4. Рассчитать угловую характеристику активной мощности для электропередачи, представленной на рис. 4.1. Определить максимум этой характеристики и коэффициент запаса по пределу передаваемой мощности для Р0 = 650 МВт. Задачу решить в именованных единицах.



Рис. 4.1. Схема двухцепной ЛЭП для расчета угловой характеристики

Параметры электропередачи:

Т: ТДЦ-400000/220, Sном = 400 МВА, KТ = 242/20, Uk =11 %;

АТ1 и АТ2: АТДЦТН-200000/220/110, Sном =200 МВА, UkBC = 11 %,

UkBH = 32 %, UkCH= 20 %, KТ = 230/121/38,8 кВ;

Л1 и Л2: АС-240, l = 200 км, x1уд = 0,4 Ом/км;

UС = 115 кВ = const, UГ = 21 кВ = const. Активные сопротивления элементов не учитывать.

Время выполнения – 60 мин.

Ожидаемый результат:

Определяем сопротивления элементов электропередачи в именованных единицах, с учетом KТ. За основную ступень напряжения принимаем номинальное напряжение линий.

 Ом;

Ом;

Ом.

Определив X0∑, получаем схему замещения, представленную на рис. 4.2, где сопротивления в омах, а напряжения в киловольтах.



Рис. 4.2. Эквивалентная схема электропередачи

**

**

Для электропередачи, эквивалентная схема которой показана на рис. 4.2, угловая характеристика мощности описывается следующими уравнениями

В именованных единицах оно равно:

**

Pm=786,2МВт; **

где δс – угол между векторами напряжений системы и генератора.

Эта угловая характеристика представлена на рис. 4.3 и построена по значениям, представленным в табл. 4.1.

Таблица 4.1.

Результаты расчета

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| δ, град | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
| P, МВт | 0 | 203,5 | 393,1 | 555,9 | 680,9 | 759,4 | 786,2 | 759,4 | 680,9 | 555,9 | 393,1 | 203,5 | 0 |



Рис.4.3. Угловая характеристика *Р* = *f*(δ)

Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если была рассчитана угловая характеристику активной мощности для электропередачи.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

5. Определить величину емкости установки продольной компенсации (УПК) (мкФ), необходимую для передачи мощности 320 МВт с коэффициентом запаса в 20 % для энергосистемы, представленной на рис. 5.1. На генераторах станции установлены АРВ СД.

При Sб = 300 МВт и Uб = 230 кВ параметры энергосистемы и ее режима в о.е. равны: Xd=1,6; Xd'=0,27; Xd''=0,18; UГ=1,1; XТ1=0,1; XТ2=0,12; XЛ1= XЛ3=0,9; XЛ2= XЛ4=0,7; UC=1,0=const



Рис. 5.1. Схема системы

Время выполнения – 60 мин.

Ожидаемый результат:

Составим схему замещения энергосистемы с учетом АРВ СД в заданных о.е. (рис.5.2).

**



Рис. 5.2. Схема замещения

Определим максимум угловой характеристики активной мощности, позволяющей передачу мощности 320МВт с запасом в 20%.







Рассчитываем емкостное сопротивление в омах и емкость

**

**

Емкость каждой батареи составляет

**

Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если была рассчитана величину емкости установки продольной компенсации, необходимой для передачи мощности 320 МВт с коэффициентом запаса в 20 % для энергосистемы.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)