Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем

Паспорт экзамена

по дисциплине «Проектирование автоматики энергосистем», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет состоит из исходных данных (схема электроэнергетической системы, параметры генераторов на станциях, мощности нагрузок потребителей, типы и мощности трансформаторов, линий электропередачи, параметры системы возбуждения), а также трех заданий, по одному из дидактических единиц. Студенту предлагается сформировать схему энергосистемы, согласно исходным данным, в ПК RastrWin, рассчитать нормальный режим. Далее, выполняются расчеты согласно заданию.

Таким образом, проверяется уровень сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, закрепленных за дисциплиной.

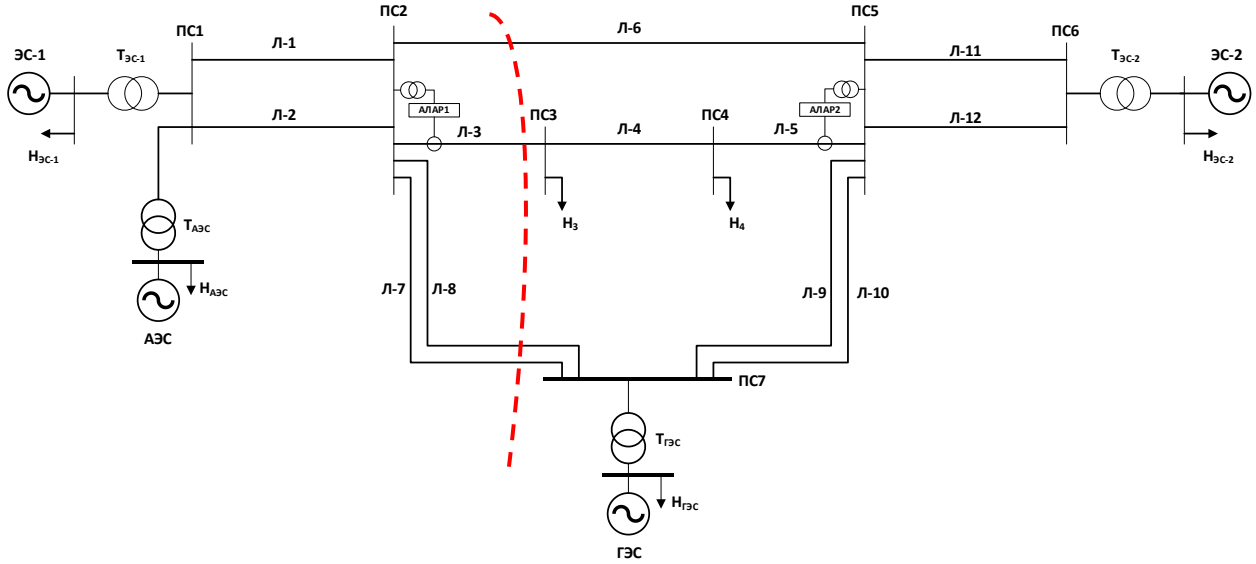
На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЭН

Билет № _____
к экзамену по дисциплине «Проектирование автоматики энергосистем»

Представлена эквивалентная схема энергосистемы с двумя станциями и линиями электропередачи, связывающие два эквивалентных энергорайона.



Параметры линий электропередачи 220 кВ энергосистемы

Линия	Марка провода	L, км
Л-1	АС-400/51	176,9
Л-2	АС-400/51	120
Л-3	АС-300/39	92,3
Л-4	АС-300/39	267,7
Л-5	АС-300/39	123,1
Л-6	АС-240/32	137,4
Л-7	АС-300/39	128,4
Л-8	АС-400/51	123,1
Л-9	АС-240/32	61,5
Л-10	АС-240/32	75,6
Л-11	АС-300/39	123,1
Л-12	АС-400/51	92,3

Параметры трансформаторов (эквивалентные)

Трансформатор	Sном	$U_{ВНном}$	$U_{ННном}$	R	X
	МВА	кВ	кВ	Ом	Ом
$T_{АЭС}$	2400	220	20	0,1	4,8
$T_{ЭС-1}$	16500	220	10,5	0,01	2,5
$T_{ЭС-2}$	16500	220	10,5	0,01	2,5
$T_{ГЭС}$	1200	220	15,75	0,2	14,2
$T_{ТЭС}$	400	220	20	0,9	35,8

Параметры генераторов (эквивалентные)

Генераторы	Рном	Uгном	Sном	Tjагр	Xd,	Xd',	Xd'',	Xq,	Xq'',	T_{d0}
	МВт	кВ	МВА	с	о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	с
ЭС-1	16000	10,5	16471	4	1.86	0.278	0.192	1.82	0.276	6.45
ЭС-2	16000	10,5	16471	6	1.86	0.278	0.192	1.82	0.276	6.45
АЭС	2000	20	2353	6,5	2.56	0.355	0.242	2.56	0.242	9.2
ТЭС	300	20	352,9	5,917	1.8	0.26	0.173	1.74	0.26	5.9
ГЭС	1000	15,75	1176	3,5	0.67	0.31	0.295	0.5	0.312	4.3

cosφ=0,85

Параметры настройки АРВ синхронных генераторов

Генератор	Тип системы возбуждения	Тип АРВ	K_U	K_{U1}	K_{1IF}	K_F	K_{1F}	$T_{СВ}$	$T_{АРВ}$
ЭС-1	Тиристорная	СД	50	3,6	1,25	1,5	3,5	0,03	0,04
ЭС-2	Тиристорная	СД	50	3,6	1,25	1,5	3,5	0,03	0,04
АЭС	Тиристорная	СД	50	3,6	1,25	1,5	3,5	0,03	0,04
ТЭС	Тиристорная	СД	50	3,6	1,25	1,5	3,5	0,03	0,04
ГЭС	Тиристорная	СД	50	3,6	1,25	1,5	3,5	0,03	0,04

K_U – коэффициент усиления пропорционального канала регулятора напряжения (по отклонению напряжения);
K_{1U} – коэффициент усиления дифференциального канала регулятора напряжения (по производной напряжения);
K_{1IF} – коэффициент усиления канала внутренней стабилизации по производной тока ротора;
K_F – коэффициент усиления канала системной стабилизации по частоте напряжения;
K_{1F} – коэффициент усиления канала системной стабилизации по производной частоты напряжения;
$T_{СВ}$ – постоянная времени системы возбуждения;
$T_{АРВ}$ – постоянная времени АРВ;
АРВ-СД – автоматический регулятор возбуждения сильного действия.

Нагрузка на шинах эквивалентных станций.

ЭС-1	АЭС	ГЭС	ТЭС	ЭС-2	Н3	Н4
15000	1800	300	170	14600	280	160

cosφ=0,9

Задание:

1. Сформировать схему замещения энергосистемы и рассчитать нормальный режим работы.
2. Рассчитать допустимый переток в контролируемом сечении – по линиям Л-6, Л-3, Л-7, Л-8 по критерию достижения допустимой токовой загрузки оборудования.
3. Определить место установки локальной автоматики АОПО. Выбрать уставки срабатывания для сигнальной ступени, первой и второй ступени.
4. Оценить объем управляющих воздействий для разгрузки перегружаемого элемента. Уставки срабатывания по току и объем УВ определить для двух значений температур: -20, +35 градусов (не более двух уставок при реализации управляющих воздействий). Предполагается рост нагрузки на ПС 3 и ПС 4 на 20%, а в ЭС-2 на 50%.

Утверждаю: зав. кафедрой ____ _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Уровни освоения компетенций и критерии оценки

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задач. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, сформированы в полном объеме. Оценка составляет ***от 34 до 40 баллов***.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, не допускает существенных ошибок при решении задач. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, содержат несущественные пробелы и сформированы на базовом уровне. Оценка составляет ***от 27 до 33 баллов***.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задач допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, содержат пробелы и сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет ***от* 20 *до 26 баллов.***

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задач допускает принципиальные ошибки. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, не сформированы. Оценка составляет ***менее 20 баллов***.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в

соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. Задания к экзамену по дисциплине «Проектирование автоматики энергосистем»

Вариант 1.
Комплекты АЛАР 1 и 2контролируют транзит 220 кВ. Нагрузка на ПС 3 – 100 МВА, ПС-4 - 150 МВА (cos φ=0,9). Получить три годографа для внутреннего асинхронного режима, по линиям Л-3 – Л-6, при трехфазных КЗ в нормальной и ремонтных схемах, один режим синхронных качаний, один режим, соответствующий внешнему асинхронному ходу, т.е. расхождение относительного угла между ГЭС и ЭС-1, ЭС-2.
Определить, где расположен ЭЦК в каждом из режимов, рассчитать значение сопротивления. Построить годографы на комплексной плоскости и осциллограммы токов для рассматриваемых режимов. Определить период асинхронных режимов.
Указать, на какие выключатели будет воздействие при делении сети в каждом из рассматриваемых случаев (например, линейный выключатель на линии Л-3).

Вариант 2
Рассчитать нормальные и ремонтные режимы, выявить снижение напряжения в узлах. Рассчитать уставки срабатывания по напряжению для трех ступеней и выбрать управляющие воздействия для устройств АОСН. При необходимости, можно добавить компенсирующие устройства для регулирования потоков реактивной мощности и напряжения.
Указать места установки комплектов АОСН.

Вариант 3
Сформировать режимы для подбора уставок срабатывания ОВАР генераторного АЛАР, установленного на ТЭС (уставки ОВАР рассчитывать не нужно).
Проверить режимы:

1. отключено Л-8, трехфазное КЗ на Л-6 вблизи ПС2, с успешным и неуспешным АПВ;
2. отключено Л-8, трехфазное КЗ на линии на Л-6 вблизи ПС2, длительностью 1 с, с успешным и неуспешным АПВ;
3. отключено Л-2, трехфазное КЗ на линии Л-8, вблизи ПС2, длительностью 0,46 с, с успешным и неуспешным АПВ;
4. отключено Л-2, Л-7, трехфазное КЗ на линии Л-2 вблизи ПС1, длительностью 0,2 с, с успешным и неуспешным АПВ.

Получить годографы, соответствующие внутреннему и внешнему асинхронному режиму, а также осциллограммы токов.
Определить периоды АР и расположение ЭЦК, в каждом режиме.

Вариант 4
Определить место установки локальной автоматики АОПО. Выбрать уставки срабатывания для сигнальной ступени, первой и второй ступени. Оценить объем управляющих воздействий для разгрузки перегружаемого элемента. Уставки срабатывания по току и объем УВ определить для двух значений температур: -20, +35 градусов.
Предполагается рост нагрузки на ПС 3 и ПС 4 на 20%, а в ЭС-2 до 30%.

Вариант 5
Определить допустимые перетоки по второму и пятому критерию для заданного контролируемого сечения. Сформировать две траектории утяжеления, соответственно допустимые перетоки определить для двух траекторий. Изменять нагрузку в сторону увеличения можно не более, чем в 2 раза, на уменьшение – не менее чем на 30%. Для определения допустимого перетока по критерию достижения величины тока длительно-допустимого значения, учесть сезонность (длительно-допустимый ток в зимний период, температура -20, летний период, температура +35). Выявить перегружаемый элемент.

Вариант 6
Предполагается установка генераторного АЛАР на АЭС.
Подобрать режимы таким образом, чтобы электрический центр качаний располагался в генераторе на АЭС, (относительный угол между АЭС и другими станциями превышал 180 градусов), а также один внешний асинхронный ход. Допустимо принимать ненормативное время возмущения. Рассматривать только трехфазные КЗ с неуспешным АПВ, а также при действии УРОВ. Получить графики изменения углов станций относительно друг друга, а также годографы асинхронных режимов. Указать расчетное значение сопротивления ЭЦК. Для внешнего АР определить расположение центра качаний и величину сопротивления.

Вариант 7
Определить допустимые перетоки по второму и третьему критерию для заданного контролируемого сечения (с учетом ремонтных режимов Л-6, Л-3, Л-7, Л-8). Сформировать две траектории утяжеления, соответственно допустимые перетоки определить для двух траекторий. Изменять нагрузку в сторону увеличения можно не более, чем в 2 раза, на уменьшение – не более, чем на 30%. Изменение генерации возможно в рамках технологических ограничений.

Вариант 8
Рассчитать нормальные и ремонтные режимы, выявить повышение напряжения в узлах. Рассчитать уставки срабатывания по напряжению для трех ступеней и выбрать управляющие воздействия для устройств АОПН. При необходимости, можно добавить компенсирующие устройства для регулирования потоков реактивной мощности и напряжения, с указанием типа, номинальной мощности и количества.
Указать места установки комплектов АОПН.

Вариант 9
Рассмотреть режимы:
отключение линии Л-2, Л-7, Л-9 (одновременно) и трехфазное КЗ с неуспешным АПВ
отключено: Л-6, увеличение нагрузки на ПС 3 и ПС 4 на 15% от текущей.
Определить электрический центр качания в каждом из предложенных режимов (на какой линии АР, вне зоны или в зоне действия комплектов АЛАР 1 и 2). Если ЭЦК находится вне зоны действия комплектов АЛАР 1 и 2, то предложить свой вариант установки данных комплектов.
Определить период асинхронного хода в каждом режиме.

Вариант 10
Определить место установки локальной автоматики АОПО. Выбрать уставки срабатывания для сигнальной ступени, первой и второй ступени. Оценить объем управляющих воздействий для разгрузки перегружаемого элемента. Уставки срабатывания по току и объем УВ определить для двух значений температур: -20, +35 градусов (достаточно двух уставок по току для каждой ступени и двух управляющих воздействий). Предполагается рост нагрузки на ПС 3 и ПС 4 на 30%, а в ЭС-2 до 25%. Помимо нормальной схемы, рассмотреть ремонтные режимы при отключении линий: Л-2, Л-6, Л-7, Л-9, Л-10.