

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

223-1

20-22 октября 2022 года

УДК 621.311

П.П. РАДЬКО, студент гр. 5АМ21 (ТПУ)

Б.Д. МАЛЮТА, студент гр. 5АМ1Ч (ТПУ)

Научный руководитель Н.Ю. РУБАН, к.т.н., доцент (ТПУ)

г. Томск

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ НЕБАЛАНСА МОЩНОСТИ НА
СТЕПЕНЬ ДЕМПФИРОВАНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБА-
НИЙ В ЭНЕРГОРАЙОНЕ МАМАКАНСКОЙ ГЭС**

На протекание переходного процесса, во время которого наблюдаются низкочастотные колебания [1], влияет работа средств автоматического регулирования, вид и тяжесть возмущения, а также топология сети.

В частности, наиболее распространенной причиной возникновения таких колебаний является небаланс мощности, из-за которого система вынуждена переходить к новому установившемуся режиму. Анализу критической величины небаланса, при которой колебания перестают соответствовать нормативным требованиям и посвящена данная работа.

Исследование проводится в модели энергосистемы Иркутской области для энергорайона вблизи Мамаканской ГЭС, поскольку при работе с этим энергорайоном наблюдаются наиболее наглядные колебательные процессы.

В ПК Eurostag моделируются различные по величине набросы нагрузки в один из узлов энергорайона. Узел был выбран эмпирическим методом таким образом, чтобы напряжение на этом и прилежащих узлах продолжало находиться в пределах допустимых значений [2]. До момента наброса генераторы Мамаканской ГЭС были загружены на максимум. Результаты части опытов приведены на рисунке 1 и рисунке 2.

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
20-22 октября 2022 года**

223-2

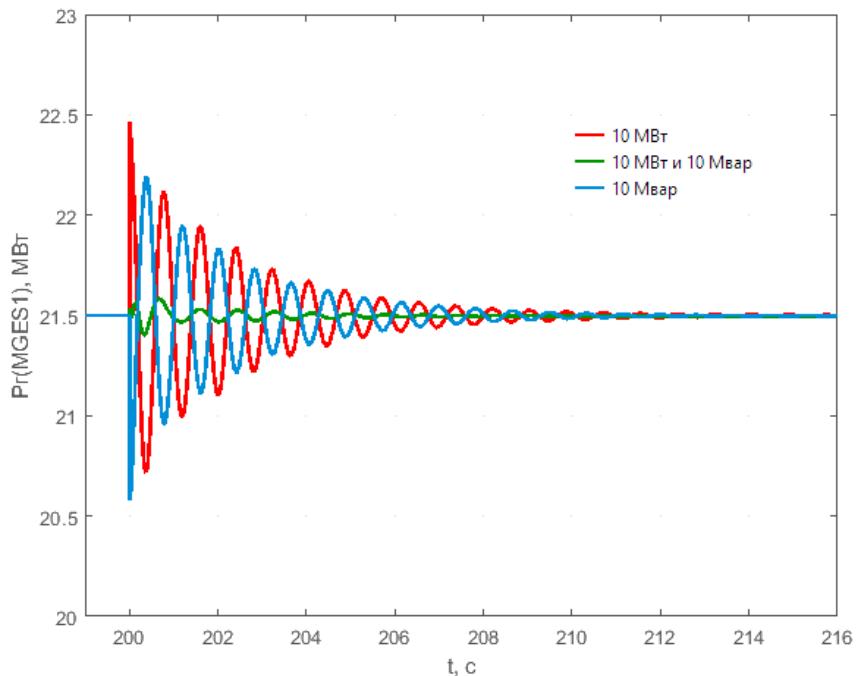


Рис. 1. Осциллограммы активной мощности генератора с набросом нагрузки 10 МВт/Мвар.

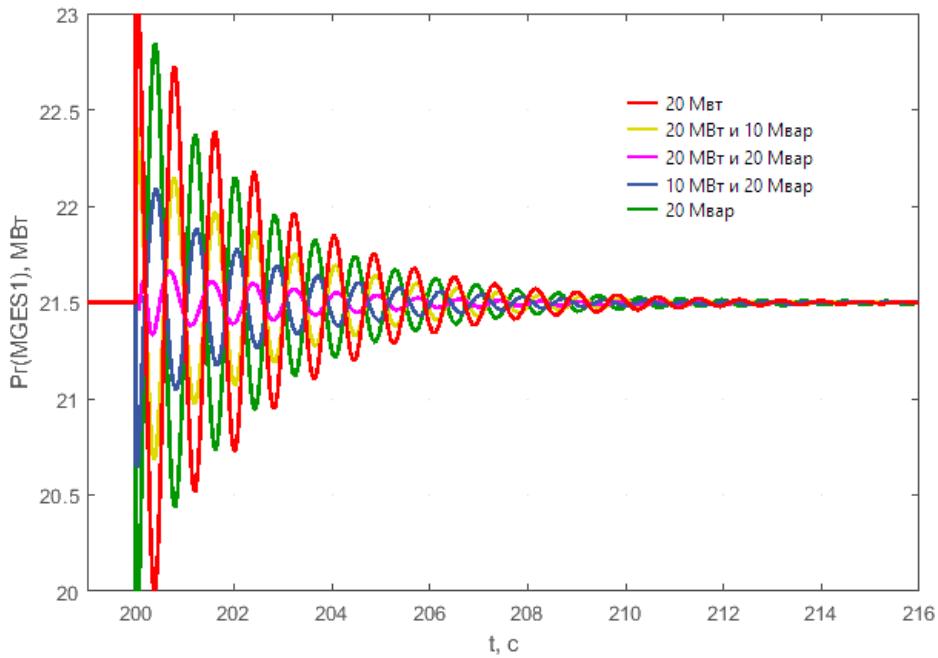


Рис. 2. Осциллограммы активной мощности генератора при набросе нагрузки до 20 МВт/Мвар.

Степень демпфирования, характеризующая эффективность демпфирования колебательного процесса, рассчитана согласно формуле 1 [3]:

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

223-3

20-22 октября 2022 года

$$D = \frac{\Delta P_{oc}}{\Delta P_{to}}, \quad (1)$$

где степень демпфирования D равна отношению диапазона изменения параметра спустя 15 секунд от возмущения (ΔP_{to}) к амплитуде первого колебания (ΔP_{oc}).

Результаты расчета для всех приведенных экспериментов приведены в таблице 1. Прочерки в таблице соответствуют колебательным процессам, анализ которых невозможен через методику [3].

Таблица 1

Численные результаты экспериментов

№ опыта	Величина наброса нагрузки	ΔP_{oc} , МВт	ΔP_{to} , МВт	D
1	10 МВт	1,405	0,006	0,0043
2	10 МВт и 10 Мвар	-	0,001	-
3	10 Мвар	1,232	0,0027	0,0022
4	20 МВт	1,502	0,0138	0,0091
5	20 МВт и 10 Мвар	0,81	0,0036	0,0044
6	20 МВт и 20 Мвар	-	0,0016	-
7	10 МВт и 20 Мвар	0,59	0,003	0,005
8	20 Мвар	1,344	0,0092	0,0068
9	30 МВт	2,171	0,0185	0,0085
10	30 МВт и 10 Мвар	1,48	0,013	0,0087
11	30 МВт и 20 Мвар	0,82	0,089	0,0108
12	30 МВт и 30 Мвар	-	0,0015	-
13	20 МВт и 30 Мвар	0,52	0,051	0,0106
14	10 МВт и 30 Мвар	1,21	0,003	0,0025
15	30 Мвар	1,95	0,013	0,0067

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

223-4

20-22 октября 2022 года

По результатам экспериментов, проведенных в энергорайоне Мамаканской ГЭС, можно сделать следующие выводы:

При увеличении значения наброса чисто активной или чисто реактивной нагрузки (сравнение опытов 1, 4, 9 и 3, 8, 15 соответственно) увеличивается амплитуда первого колебания (ΔP_{oc}), в то время как на изменение степени демпфирования влияют еще топология сети и количество задействованных средств автоматического регулирования.

При набросе как активной, так и реактивной нагрузки одинаковой величины (анализ опытов 2, 6, 12) колебания не могут быть проанализированы через [3], но рисунки 1 и 2 показывают, что амплитуда колебаний при таких условиях значительно меньше, чем у всех иных рассмотренных. Это может быть связано с тем, что в рассматриваемом режиме влияния наброса реактивной и активной нагрузки уравновешивают друг друга.

В исследуемом энергорайоне набросами нагрузки, при которых колебательные процессы перестанут удовлетворять нормативным требованиям [3], являются набросы 30 МВт 20 Мвар, а также 20 МВт 30 Мвар.

Список литературы:

1. Оценка участия синхронного генератора в демпфировании низкочастотных колебаний по данным синхронизированных векторных измерений / А.С. Бердин, А.С. Герасимов, Ю.П. Захаров [и др.] // Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». Том 13, № 2. 2013

2. ГОСТ 32144-2013 нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Общие положения : межгосударственный стандарт: издание официальное : утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 июля 2013 г. № 400-ст : введ. впервые : дата введ. 2014-01-07 / разработан ООО «ЛИНВИТ» и Техническим комитетом по стандартизации ТК 30 «Электромагнитная совместимость технических средств»

3. Методические указания по осуществлению диспетчерскими центрами АО «СО ЕЭС» оценки параметров настройки автоматических регуляторов возбуждения сильного действия синхронных генераторов на цифровой модели энергосистемы: приложение 1 к распоряжению АО «СО ЕЭС» от 19 августа 2019 г. № 94р. М.: АО «СО ЕЭС», 2019. 29 с.

Информация об авторах:

Радько Павел Павлович, студент гр. 5АМ21, ТПУ, 634050, г. Томск,
пр. Ленина д. 30, ppr1@tpu.ru

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
20-22 октября 2022 года**

223-5

Малюта Борис Дмитриевич, студент гр. 5АМ1Ч, ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина д. 30, bdm1@tpu.ru

Рубан Николай Юрьевич, к.т.н., доцент, ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина д. 30, rubanny@tpu.ru