АНАРЭС - Динамика

Блок моделирования электромеханических переходных процессов

Информация о ПВК АНАРЭС

- **1989-2000** - АНАРЭС-DOS
  УР, Оптимизация, Утяжеление, Динамика (с учетом ВПТ), ТКЗ, Надежность
- **2000** - создание новой версии ПВК АНАРЭС-2000 для работы под операционными системами семейства Windows

  УР, Оптимизация, Утяжеление
- **2000-2005** - Реализация в Windows-версии таких задач как:
  Динамика, ТКЗ, Надежность, ОКЗ.
- **2005** – разработка блока моделирования ПАА
- **2006** - учет ПАА в Динамике, улучшение сервиса и возможностей программ

Коллектив разработчиков

- **ООО ИДУЭС** (г. Новосибирск) – 3 разработчика занятых в проекте
- **ЗАО Энергетические технологии** (г. Иркутск) – 5 разработчиков занятых в проекте
- **ИСЭМ СО РАН** – 3 научных сотрудника постоянно занятых в проекте. Научная база.

Ведущие разработчики:

- Шепилов Олег Николаевич
- Ушаков Евгений Иванович
- Домышев Александр Владимирович
- Осак Алексей Борисович
- Вымятнин Андрей Александрович

Выполненные работы

- Проведена серия расчетов на схеме ОДУ Средней волги
- Результаты сопоставлены с расчетами проведенными на программе Мустанг
- Выполнено теоретическое сравнение моделей АНАРЭС и Мустанг
- Проведено сравнение на тестовом примере
- Проанализировано соответствие моделей АНАРЭС и тех. задания НИИПТ

АНАРЭС - Динамика

- Обзор программы
- Применяемые технологии
- Пути развития с учетом технического задания НИИПТ

Серия расчетов на схеме ОДУ

- 3-хфазное к.з. на шинах 500 кВ БАЭС
- 3-хфазное к.з. на шинах 500 кВ ПС Вешкайма с отключением ВЛ-500 Арзамас-Вешкайма
- 3-хфазное к.з. на шинах 500 кВ ПС Помары с отключением ВЛ-500 ЧеГЭС-Помары
- Исходный режим - в ремонте ВЛ-500 ЧеГЭС-Нижегородская. к.з. на шинах 500 кВ ЗайГРЭС, отключается ВЛ-500 ЗайГРЭС-Киндери, действует САОН 600 МВт Северного энергорайона
- АРПТ ВЛ-220 БАЭС-Степная из-за превышения допустимого тока по ВЛ-220 СарГЭС-Центральная и СарГЭС-Балаковская

Отличия в исходных данных

- Задание балансирующего узла (системы)

  В Мустанге шины бесконечной мощности заданы сопротивлением X’=0,435 Ом

  Шины бесконечной мощности в АНАРЭС заданы в виде генератора со следующими параметрами:

P ном.	Xd	Xq	X'd	Tj	Tdo
10000000	0,5	0,1	0,1	1	10000

  Так как шины бесконечной мощности заданы за сопротивлением X’=0,435 Ом, то в схему ввели дополнительную ветвь 25-25000 с сопротивлением X=0,435 Ом.

  Генератор, задающий шины бесконечной мощности задан в узле 25000

Отличия в исходных данных

- Для двух генераторов заданных в Мустанге как E’ за X’ (узлы 2915, 2925) в АНАРЭС задано

$$X_q = X'_d = X'$$

и

$$T_{d0} = 10000$$

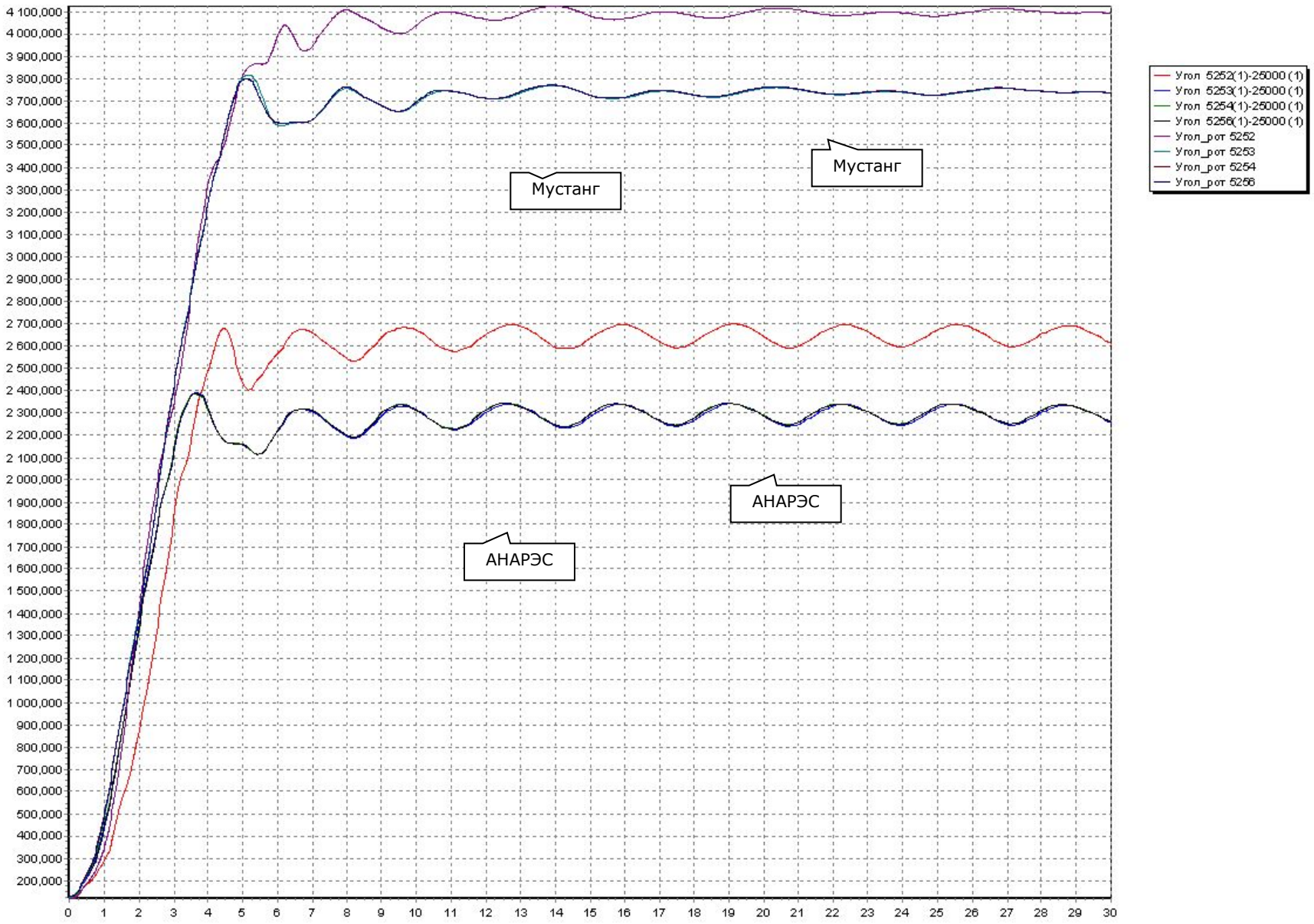
- Заданы значения X_σ из справочника

Отличия в исходных данных

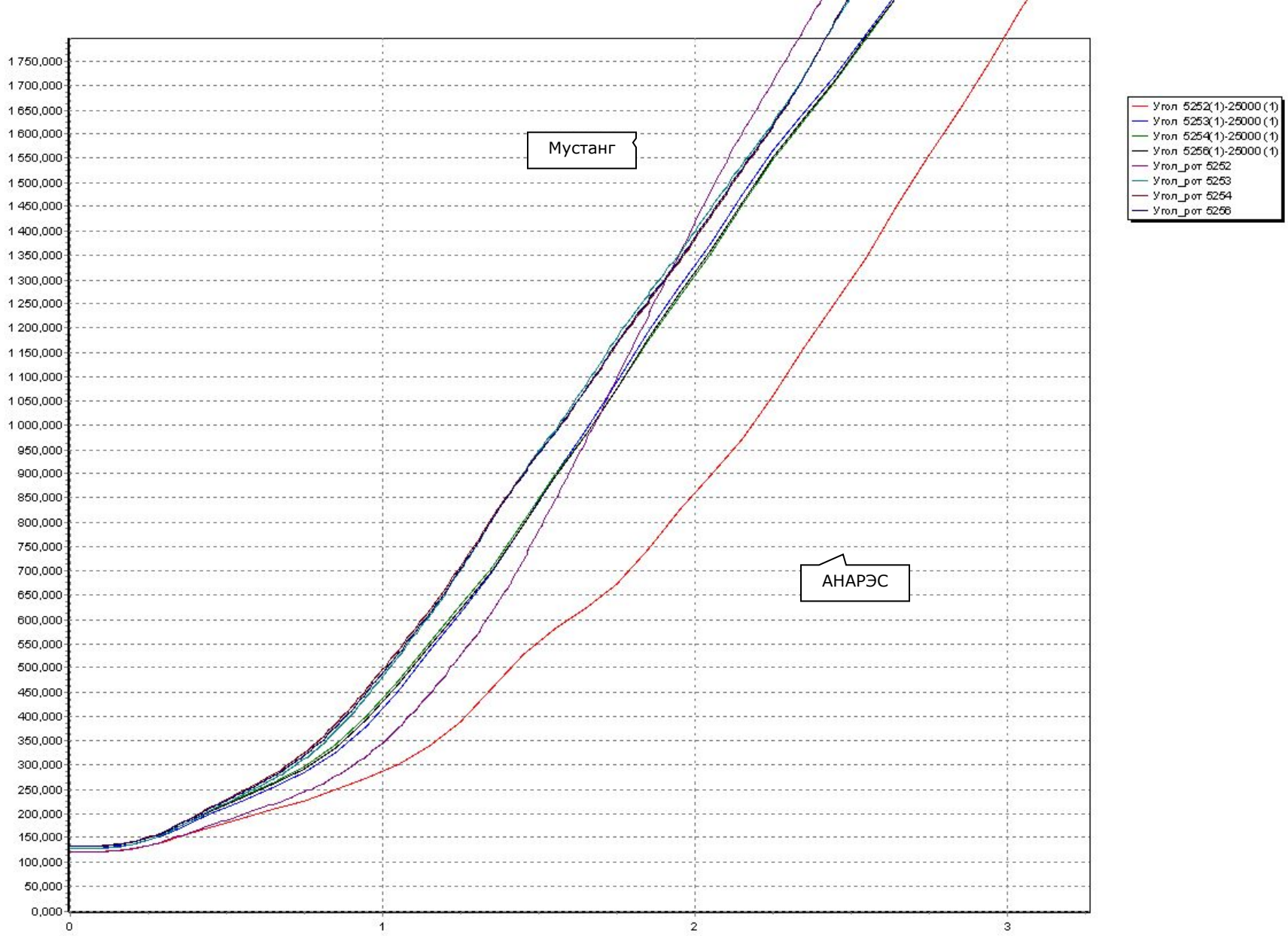
- Для АРВ в АНАРЭС взяты типовые значения недостающих постоянных времени, которые отсутствуют в Мустнге

  ($T_{\partial u}$, T_f , T_{f0} , $T_{\partial f}$, $T_{\partial if}$).

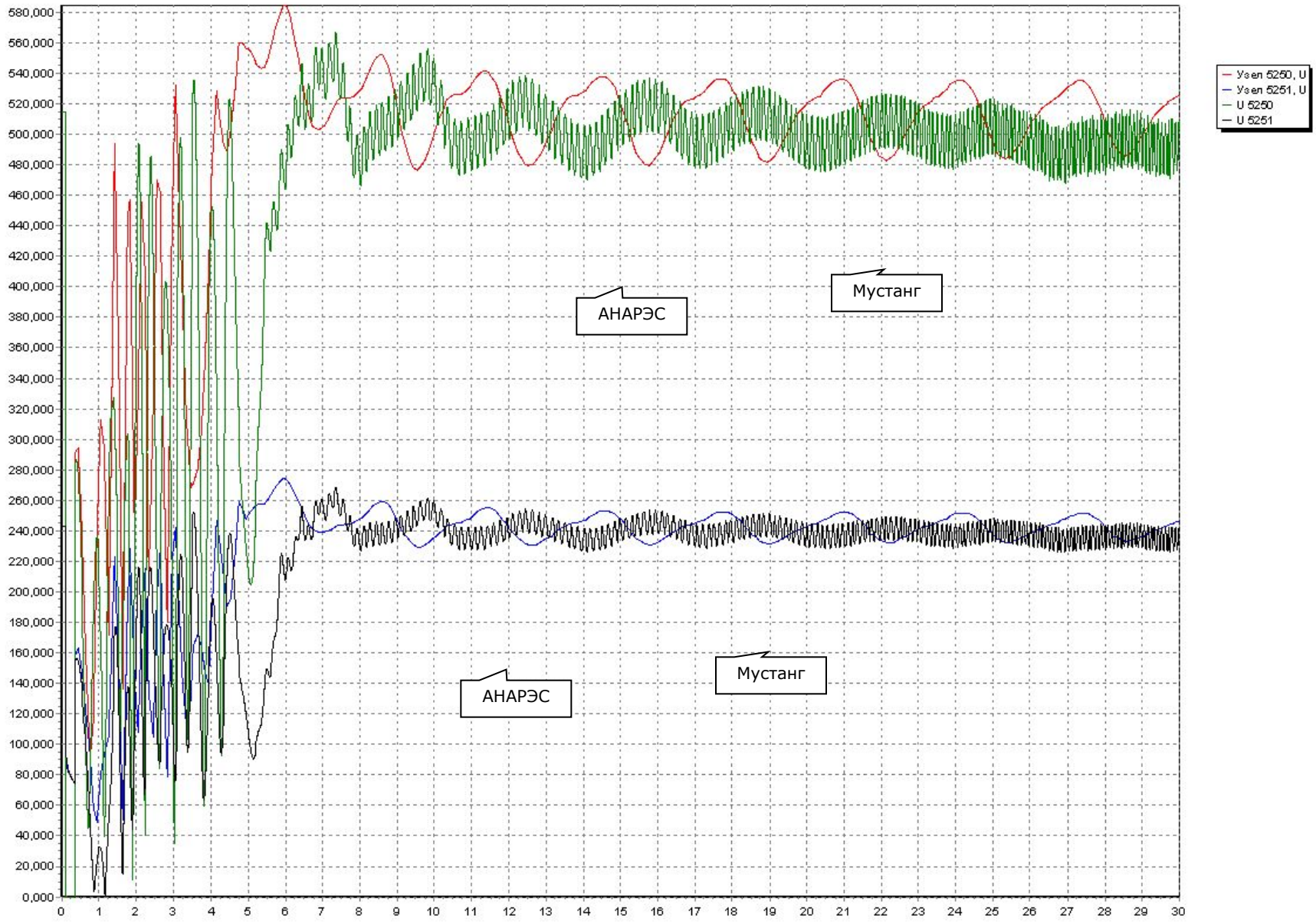
- Для АРВ СД в АНАРЭС исправлен коэффициент гибкой обратной связи по току возбуждения K'_{if} на типовой



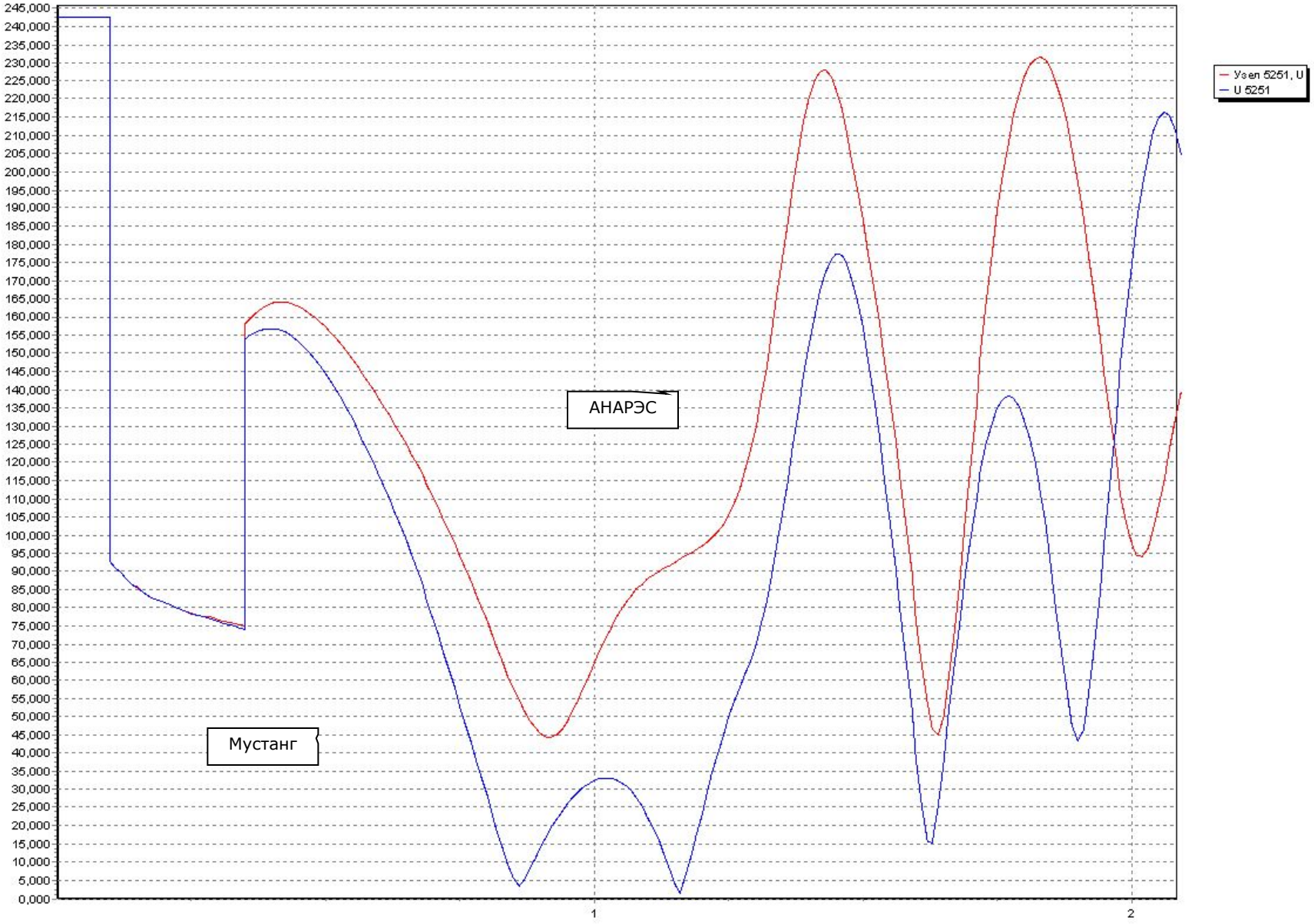
3-х фазное К.З. на шинах 500 кВ БАЭС. Время отключения 0,25
углы генераторов БАЭС



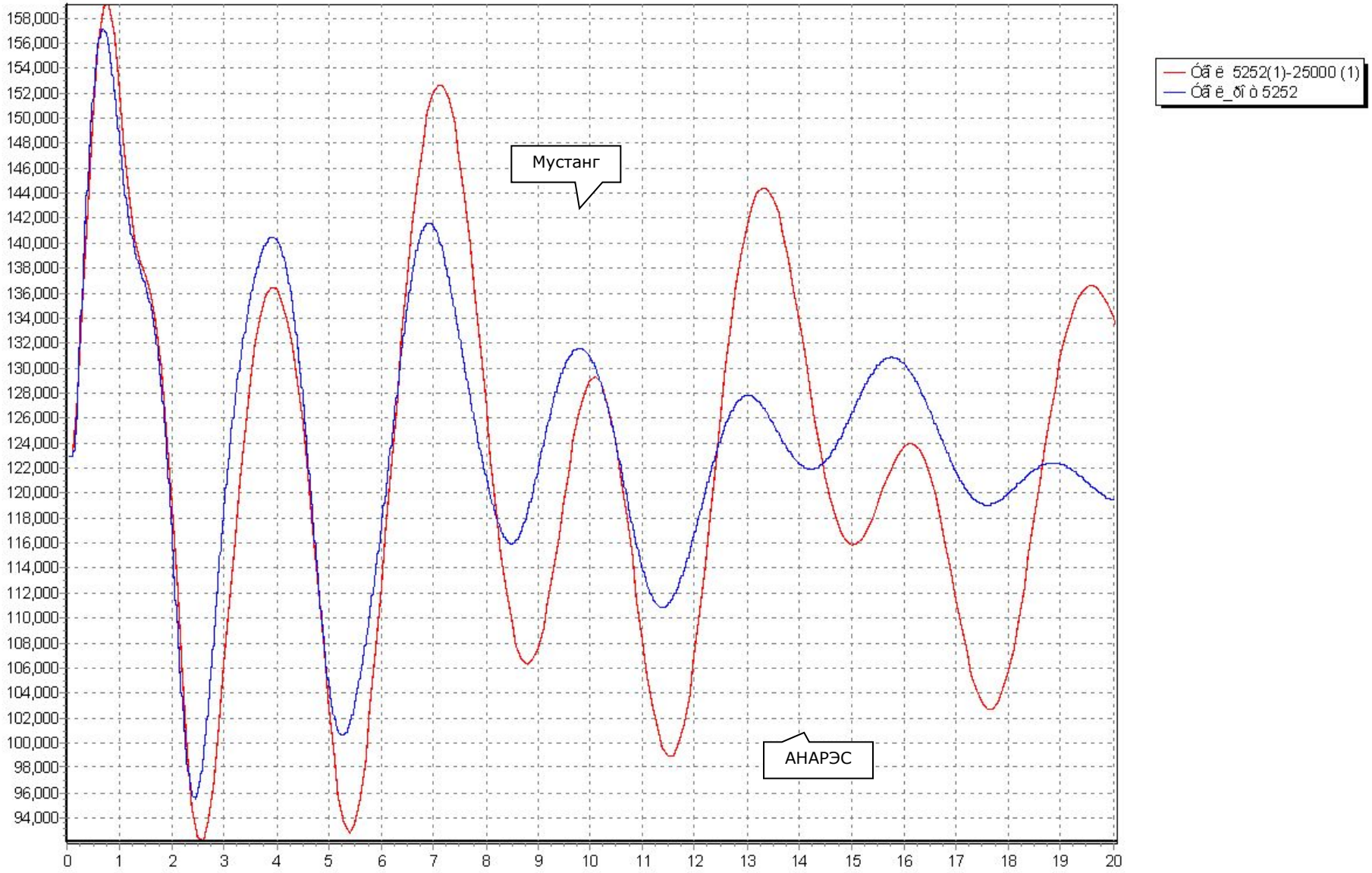
Начальный момент



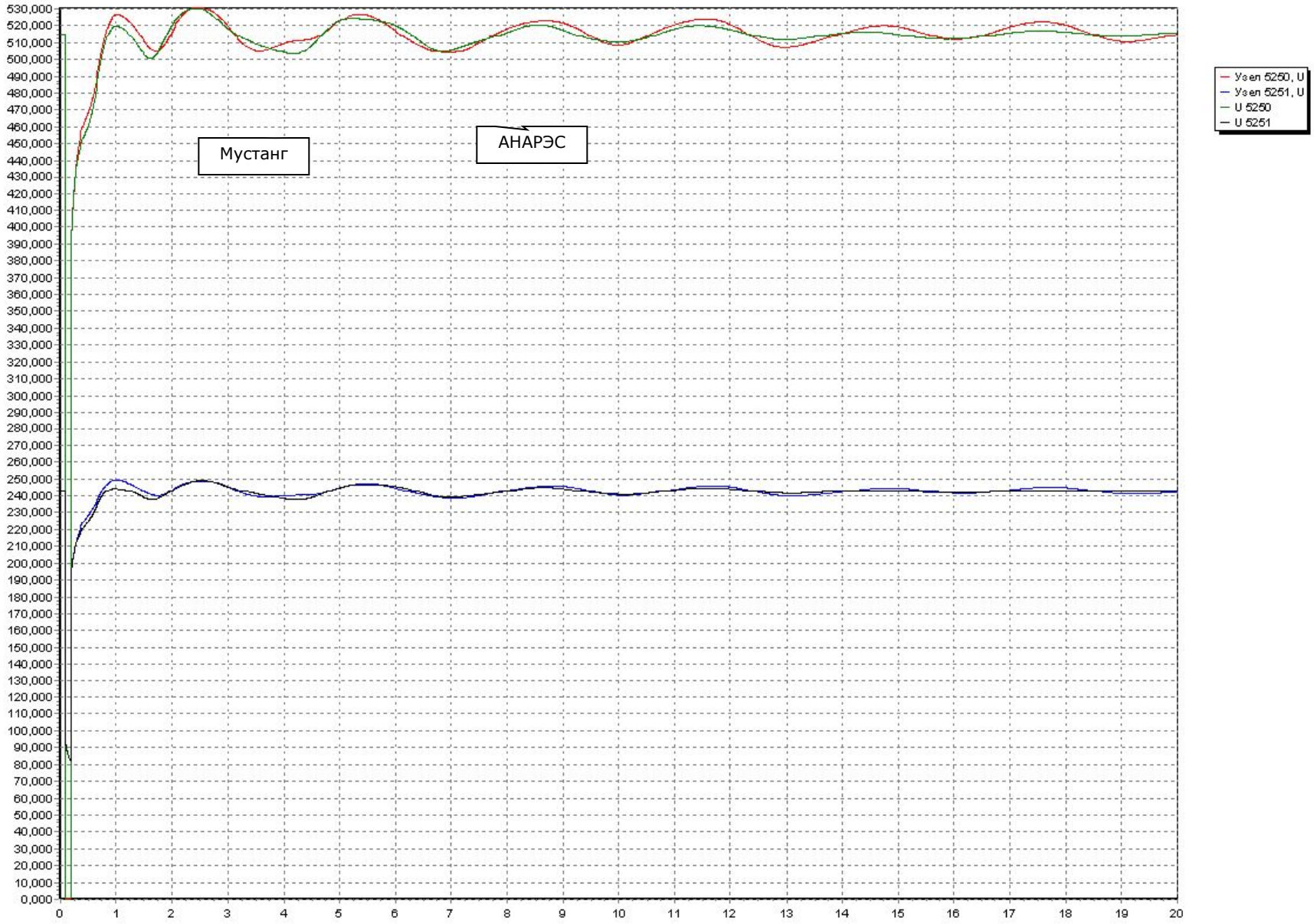
Изменение напряжений



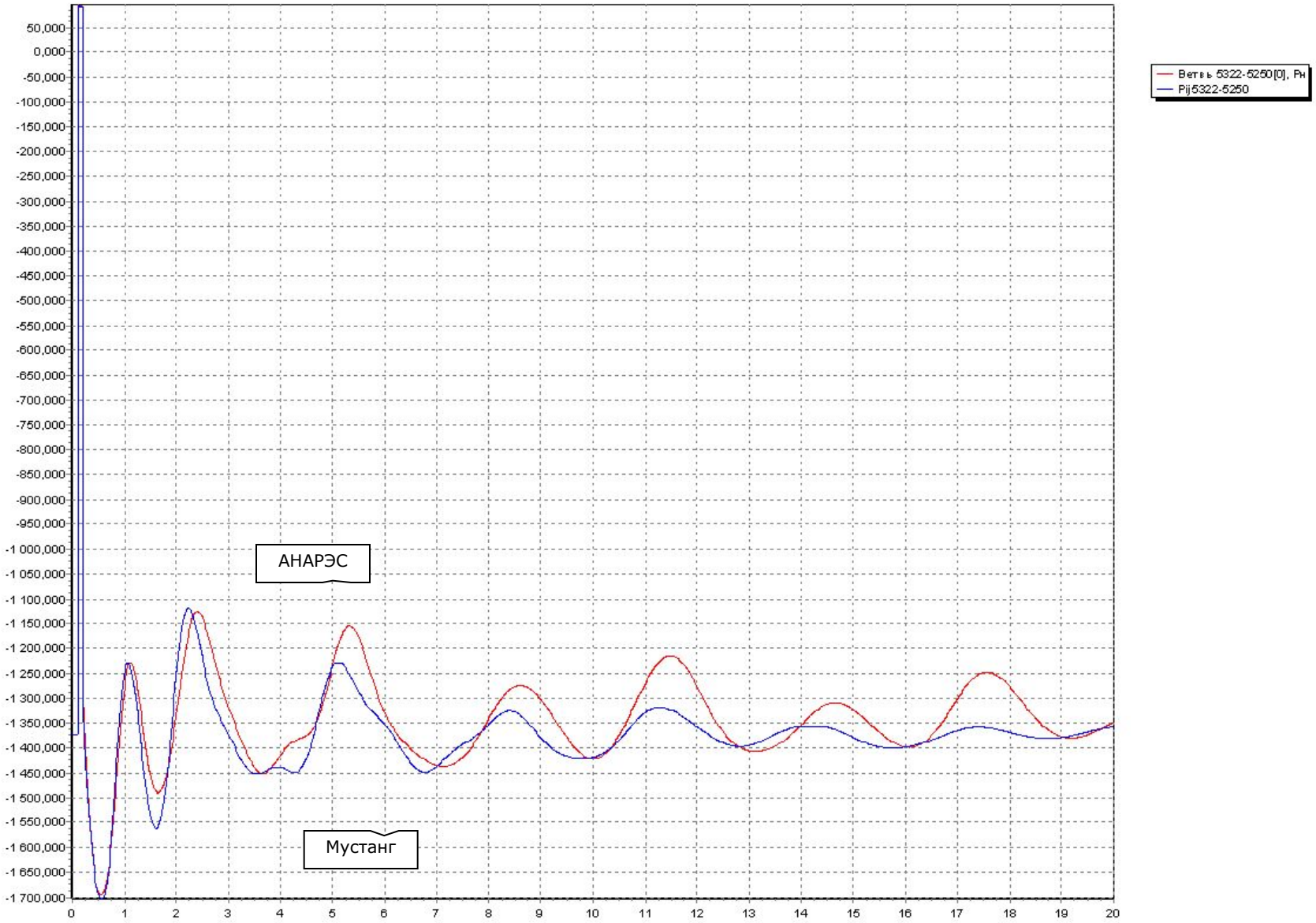
Изменение напряжений. Начальный момент



3-х фазное К.З. на шинах 500 кВ БАЭС. Время отключения 0,1
угол ротора СМ 5252



Напряжения

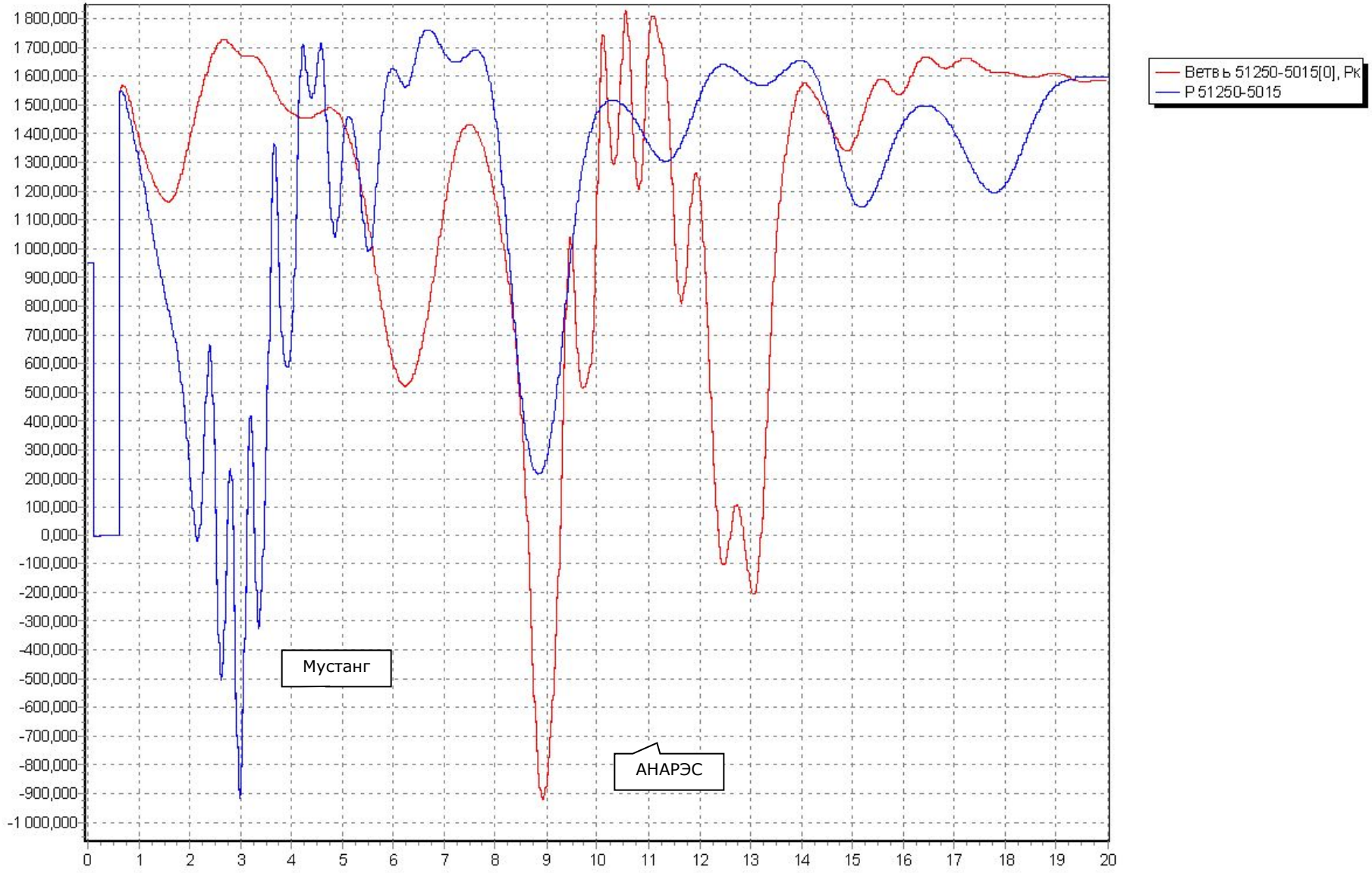


Переток по ветви 5322-5250

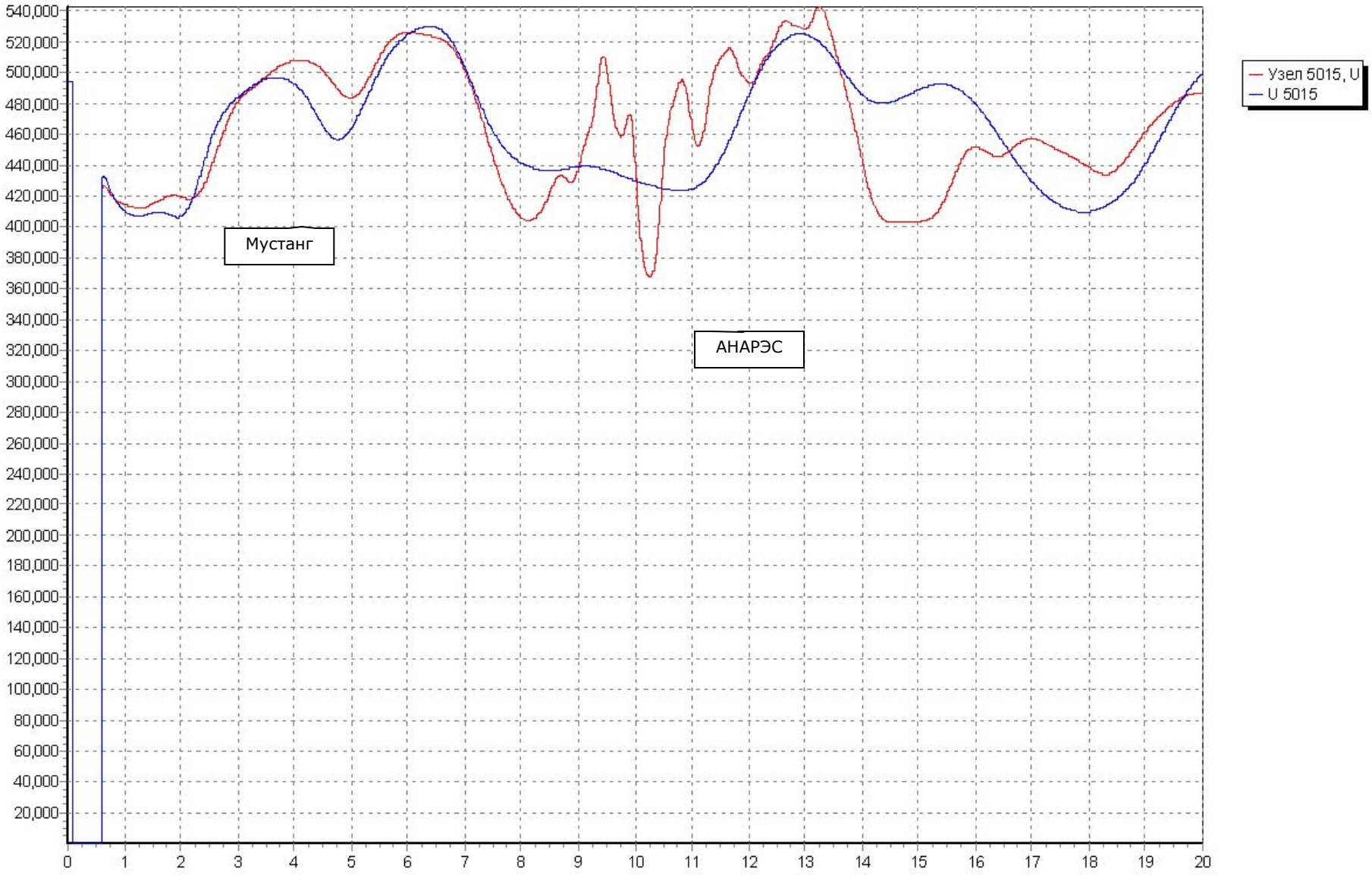
3-х фазное К.З. на шинах 500 кВ БАЭС

- Предельное время отключения АНАРЭС 0,14 сек

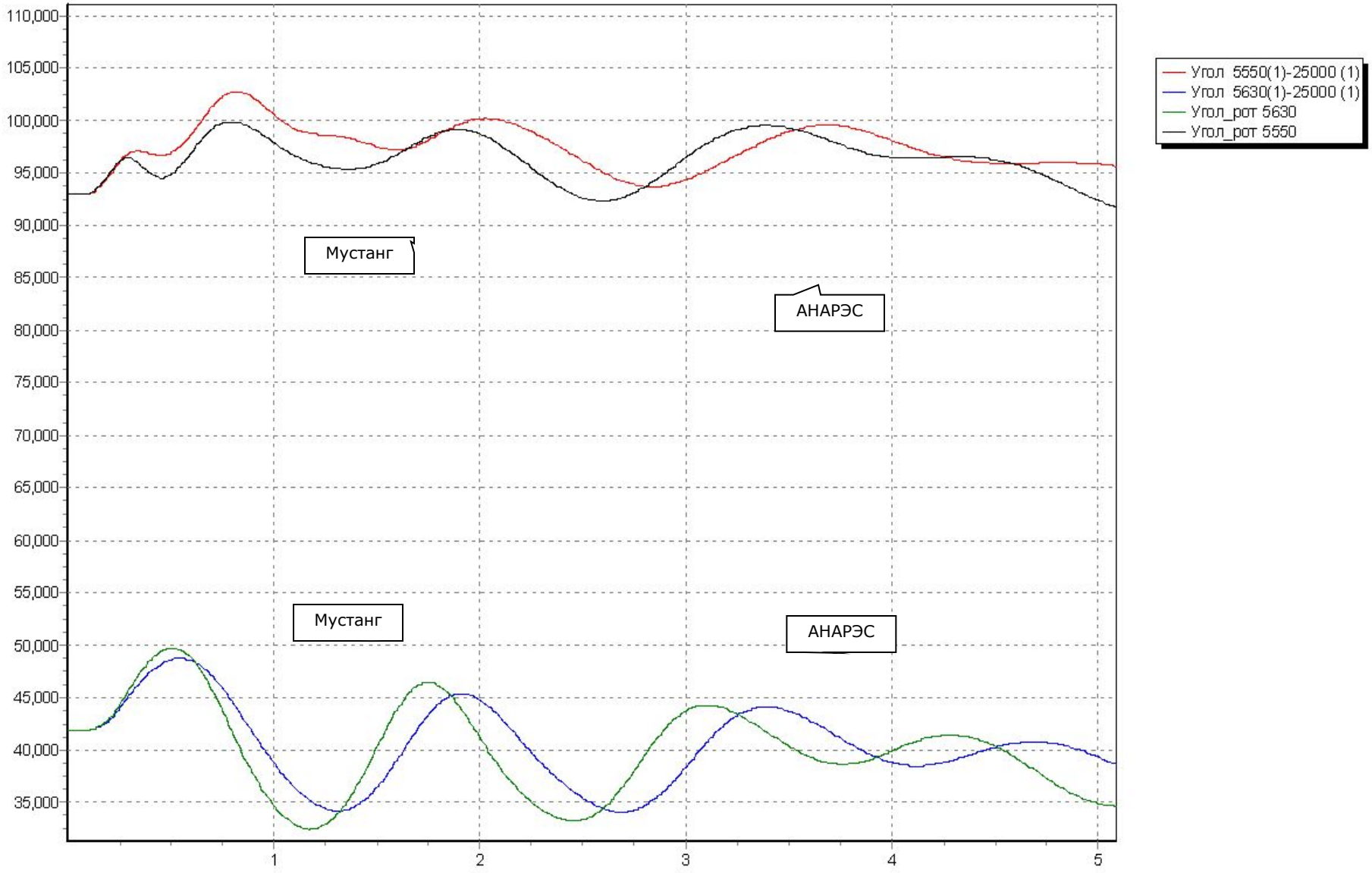
- Предельное время отключения Мустанг 0,19 сек



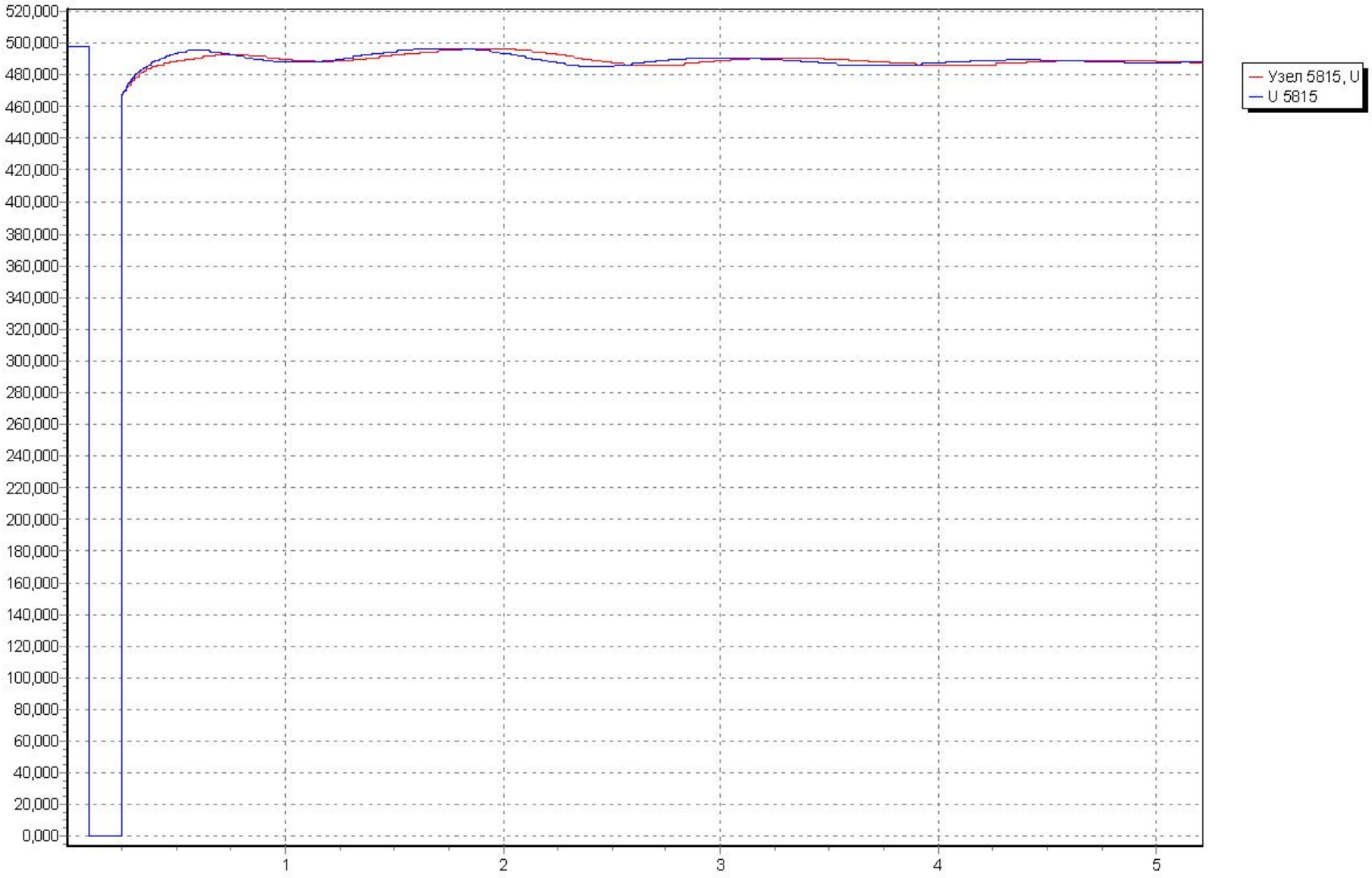
3-хфазное к.з. на шинах 500 кВ ПС Вешкайма с отключением ВЛ-500 Арзамас-Вешкайма. Переток по линии Осиновка-Вешкайма



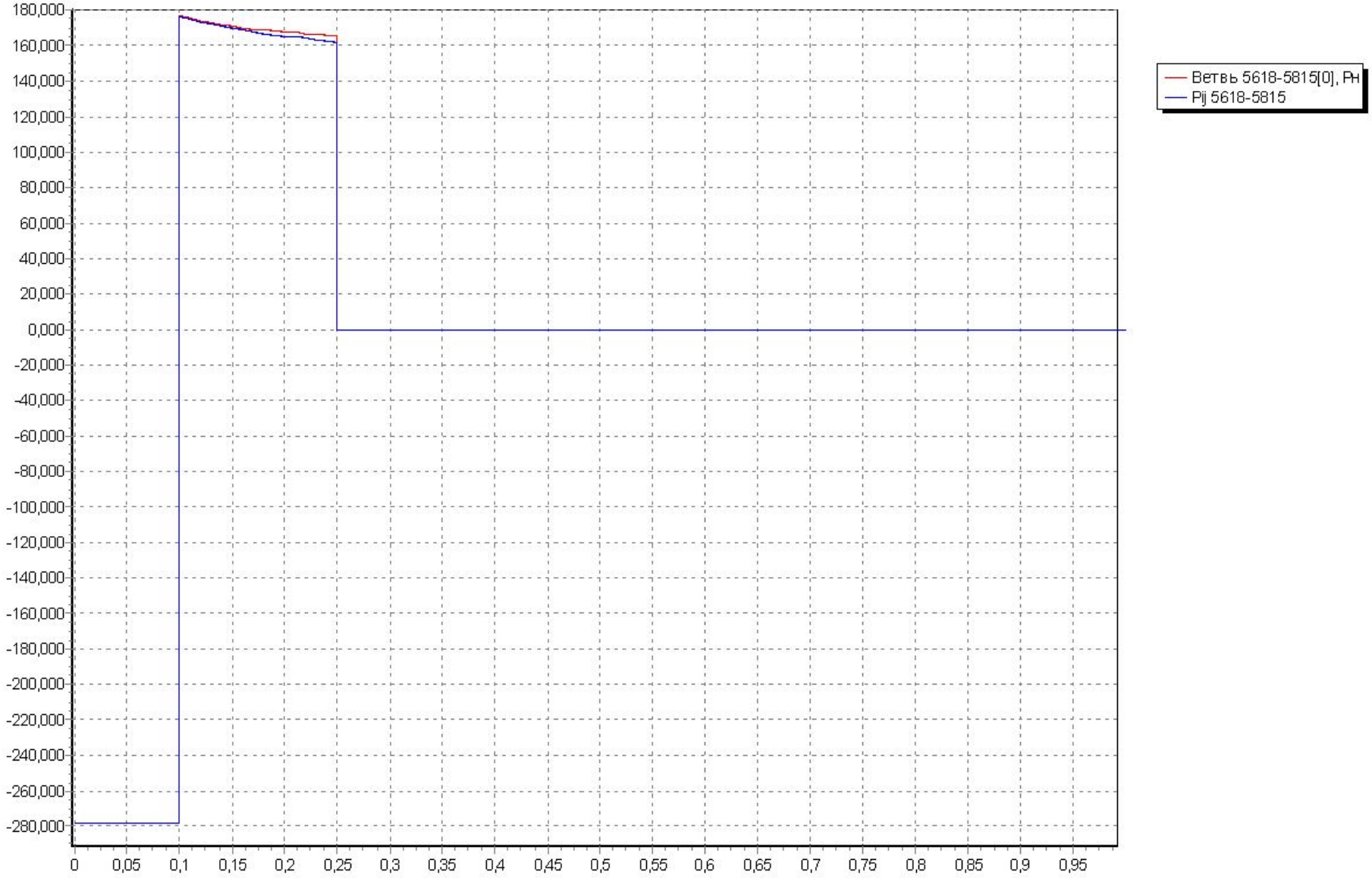
3-хфазное к.з. на шинах 500 кВ ПС Вешкайма с отключением ВЛ-500 Арзамас-Вешкайма. U в узле 5015 (Вешкайма)



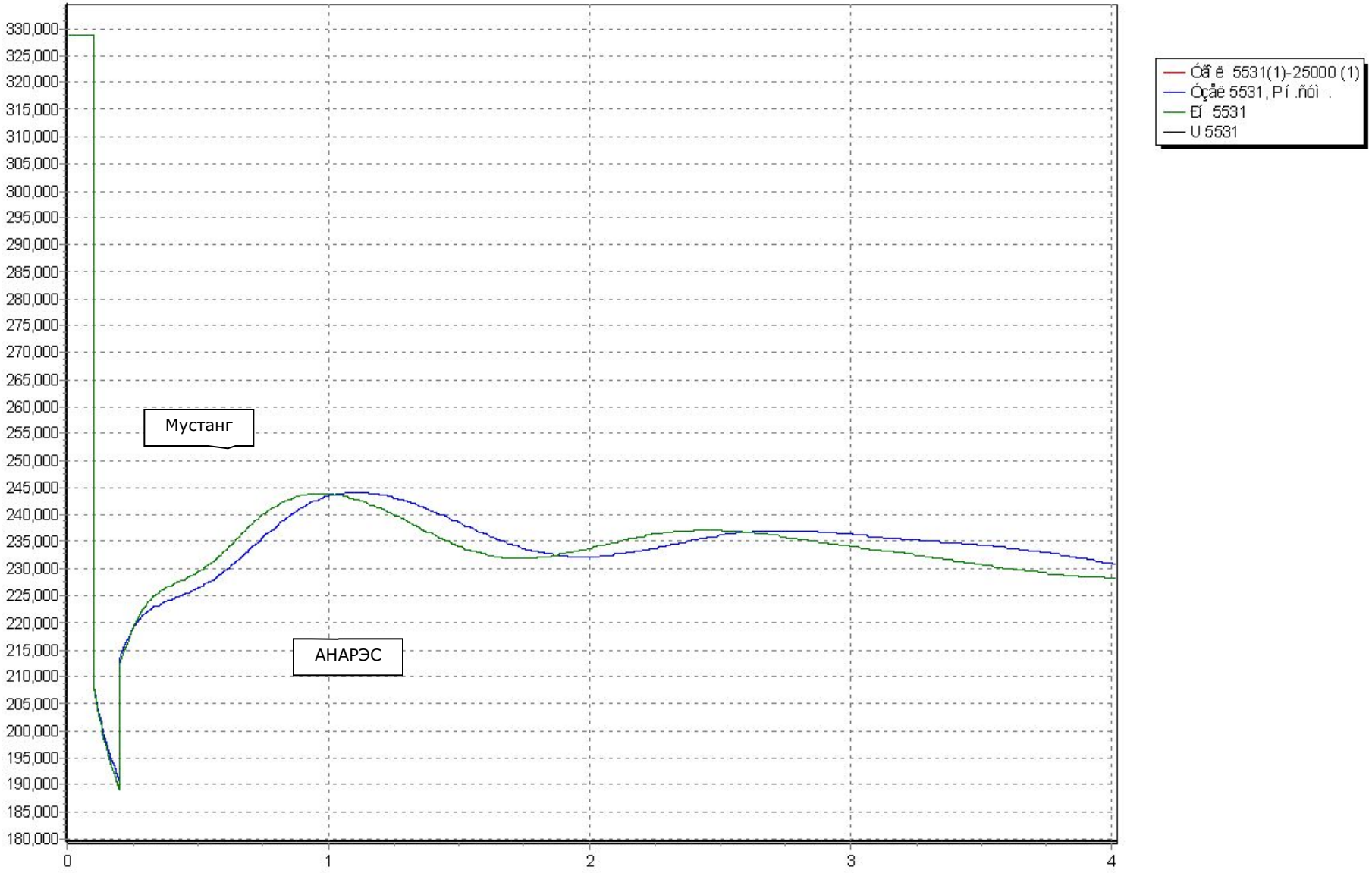
3-хфазное к.з. на шинах 500 кВ ПС Помары с отключением ВЛ-500 ЧеГЭС-Помары. Углы генераторов ЗайГРЭС и ЧеГЭС



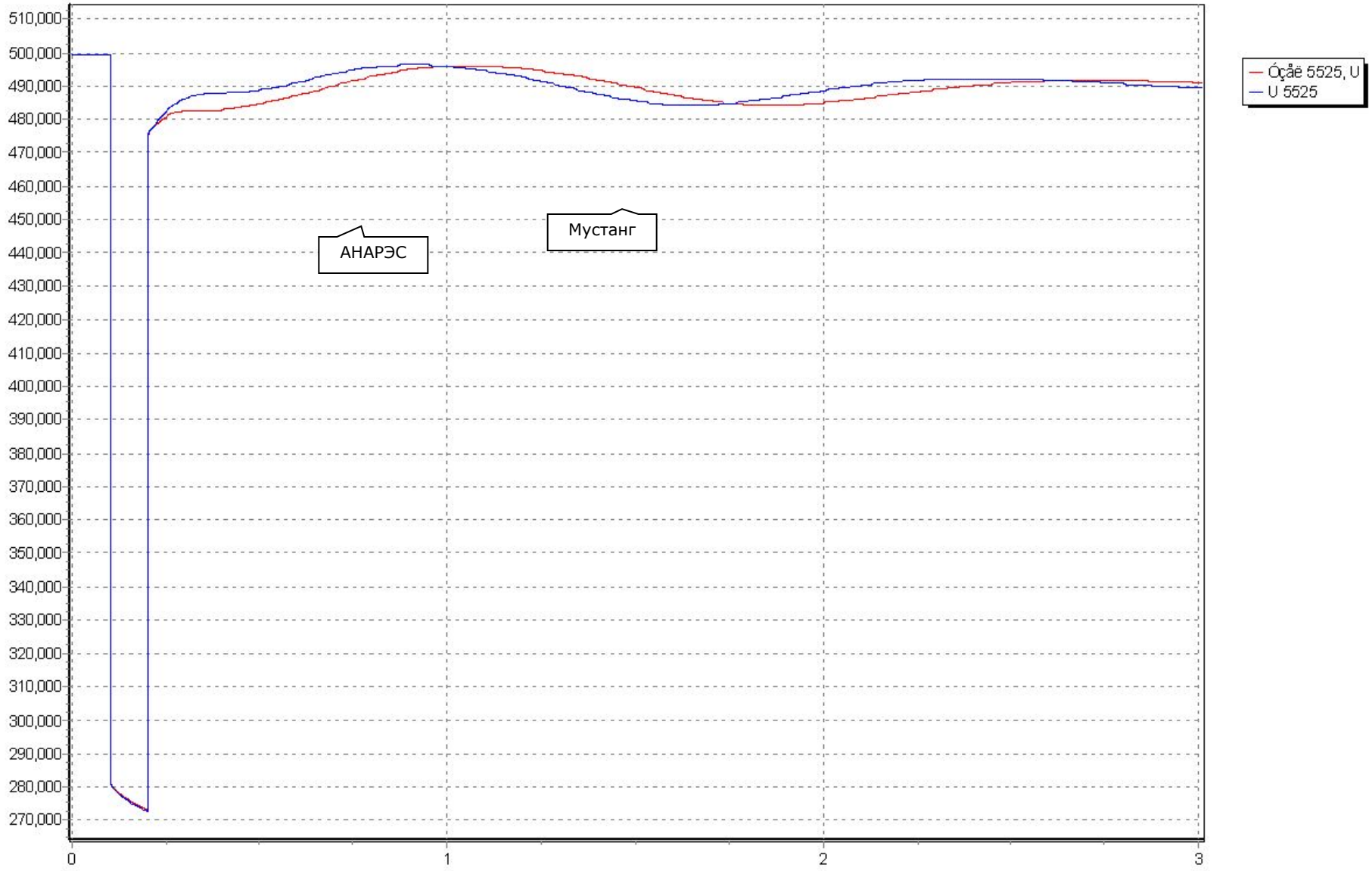
3-хфазное к.з. на шинах 500 кВ ПС Помары с отключением ВЛ-500 ЧеГЭС-Помары. U 5015 (Помары)



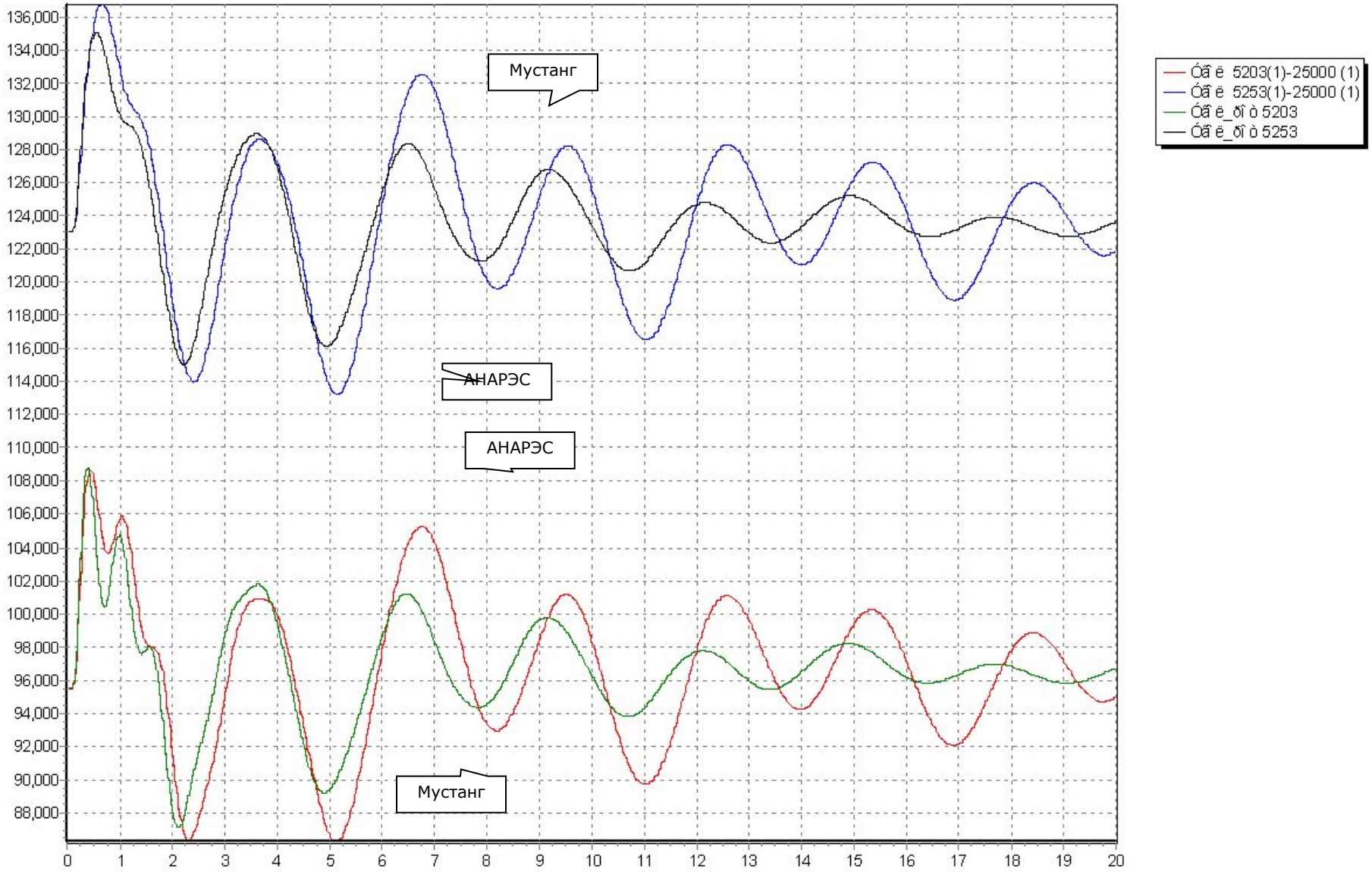
3-хфазное к.з. на шинах 500 кВ ПС Помары с отключением ВЛ-500 ЧеГЭС-Помары. Переток ЧеГЭС - Помары



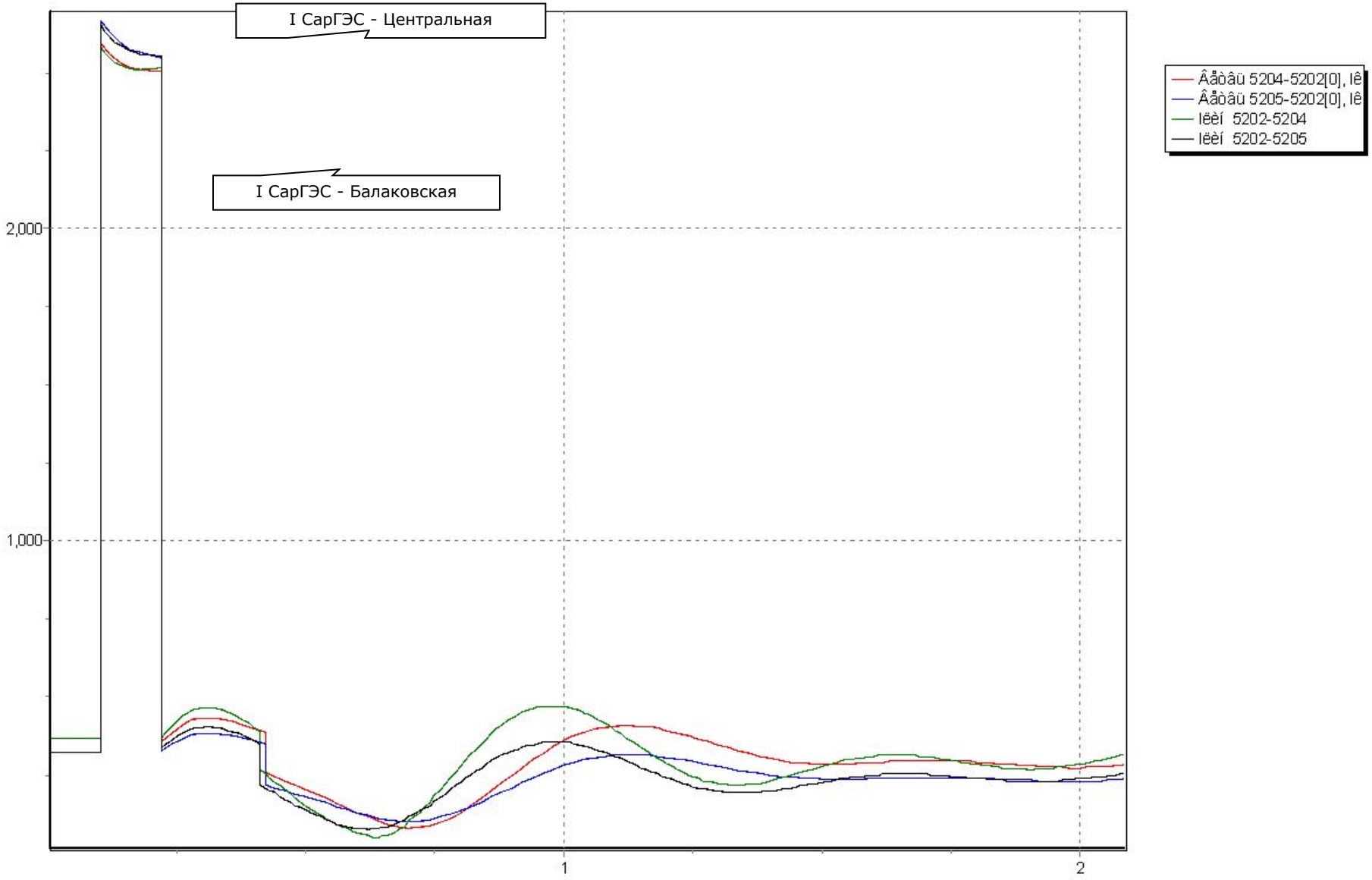
Исходный режим - в ремонте ВЛ-500 ЧеГЭС-Нижегородская. Происходит к.з. на шинах 500 кВ ЗайГРЭС, отключается ВЛ-500 ЗайГРЭС-Киндери, действует САОН 600 МВт Северного энергорайона.



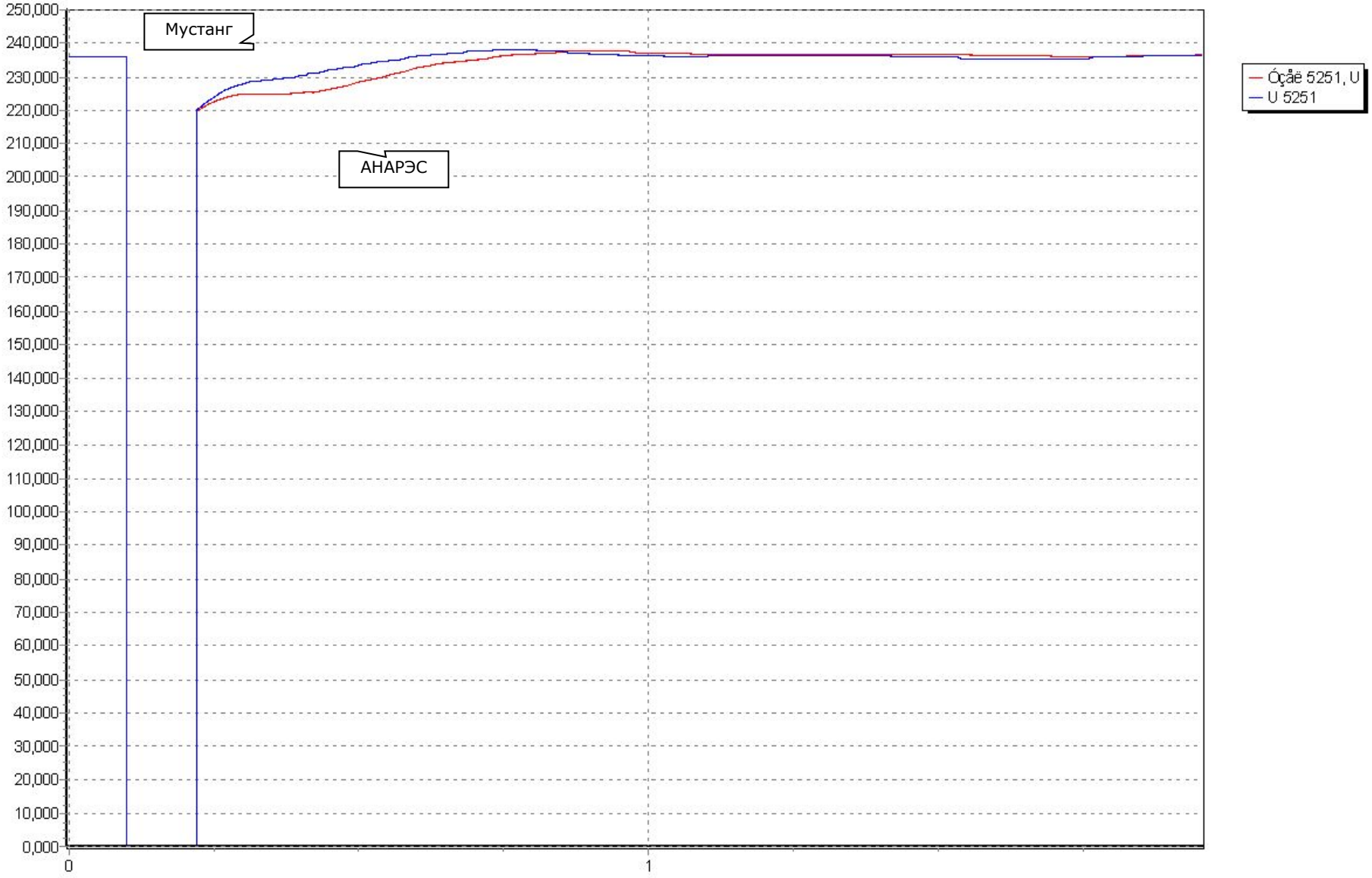
К.з. на шинах 500 кВ ЗайГРЭС. U 5025 (Киндери)



Исходный режим - генерация СарГЭС 1300 МВт, отключен блок №1 БАЭС. К.з. на шинах 220 кВ БАЭС, отключается АТ-1 500/220 БАЭС; отключается ВЛ-220 БАЭС-Степная из-за превышения допустимого тока по ВЛ-220 СарГЭС-Центральная и СарГЭС-Балаковская (уставка 1300 А).



К.з. на шинах 220 кВ БАЭС
токи по ВЛ-220 СарГЭС-Центральная и СарГЭС-Балаковская.



К.з. на шинах 220 кВ БАЭС
U на шинах БАЭС

Выводы по сравнению расчетов

- Общие тенденции совпадают
- Имеются отличия особенно проявляющиеся после вступления в действие АРВ
- При этом имеют место отличия и в начальный момент переходного процесса

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- В АНАРЭС достаточно строгий учёт в уравнениях статорной цепи влияния изменений скорости вращения роторов СМ

$$\omega_{CB} = \sum_{i=1}^{n} K_i (1 + s_i)$$ – средневзвешенная частота.

- Ушаков Е.И. Статическая устойчивость электрических систем. Новосибирск: Наука, 1988. 273 с.
- Ушаков Е.И. Разделение движений при исследовании переходных процессов и устойчивости ЭЭС // Изв. РАН. Энергетика. 2000. №6. С. 74-86.
- Ушаков Е.И. Об упрощенных моделях переходных процессов ЭЭС.// «Электричество», №10, 2005.
- Ушаков Е.И. О моделях переходных процессов ЭЭС с учетом изменения частоты (отправлена в Известия РАН «Энергетика» в январе 2007г.)

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- [1] T.J. Hammons, D.J. Winning."Comparisons of synchronous machine models in the study of the transient behaviour of electrical power systems.", -Proc.IEE, vol.118, №10, October,1971.

- Уравнения по продольной оси:

(1)

- Уравнения по продольной оси с учетом принятых в [1] допущений:

$$T_{do} dE'_{qp}/dt = G'E_{qe} - E'_{qp} - (x_d - x'_d)i_d$$

(2)

$$T''_{do} dE''_q / dt = G''E_{qe} + E'_q - E''_q - (x'_d - x''_d)i_d + T''_{do} E'_{qi} / dt$$

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Уравнения по продольной оси с учетом принятых в [1] допущений:

$$T_{do} dE'_{qp}/dt = G'E_{qe} - E'_{qp} - (x_d - x'_d)i_d$$

$$T''_{do} dE''_q / dt = G''E_{qe} + E'_q - E''_q - (x'_d - x''_d)i_d + T''_{do} E'_{qi} / dt$$

- Уравнение для E’’

$$\psi_d = E''_q - x''_d i_d \qquad (3)$$

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Уравнения по продольной оси с учетом принятых в [1] допущений:

$$T_{do} dE'_{qp}/dt = G'E_{qe} - E'_{qp} - (x_d - x'_d) i_d$$

(2)

$$T''_{do} dE''_q / dt = G''E_{qe} + E'_q - E''_q - (x'_d - x''_d) i_d + T''_{do} E'_{qi} / dt$$

- Исходные уравнения в форме э.д.с.:

$$T_{do} dE'_q/dt = E_{qe} - E_q,$$

$$\text{где } E_q = x_{ad} i_f = \frac{x_{ad}}{x'_{ad}} E'_q - \frac{x_d - x'_d}{x'_{ad}} E''_q + \frac{x''_{ad}(x_d - x'_d)}{x'_{ad}} i_d, \qquad (4)$$

$$T''_{do} dE''_q / dt = E'_q - E''_q - (x'_d - x''_d) i_d + T''_{do} \frac{x''_{ad}}{x'_{ad}} E'_q / dt.$$

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Уравнения по продольной оси с учетом принятых в [1] допущений:

$$T_{do} dE'_{qp}/dt = G'E_{qe} - E'_{qp} - (x_d - x'_d)i_d$$

$$T''_{do} dE''_q / dt = G''E_{qe} + E'_q - E''_q - (x'_d - x''_d)i_d + T''_{do} E'_{qi} / dt \qquad (2)$$

- Третий уровень допущений:

$$T_{do} dE'_{qp}/dt = E_{qe} - E'_{qp} - (x_d - x'_d)i_d \qquad (5)$$

$$T''_{do} dE''_q / dt = E'_{qp} - E''_q - (x'_d - x''_d)i_d + T''_{do} E'_{qp} / dt$$

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Уравнения контурных токов продольной оси, используемые в АНАРЭС, записанные в форме э.д.с.

$$T_{do}dE'_q/dt = E_{qe} - E'_q - (x_d - x'_d)i_d + \underline{\underline{(x_d - x'_d)i_D}}$$

$$T''_{do}dE''_q/dt = E'_q - E''_q - (x'_d - x''_d)i_d + \underline{\underline{\frac{x''_{ad}}{x'_{ad}}}}T''_{do}E'_q/dt$$

- Упрощенные уравнения, используемые в Мустанг

$$T_{do}dE'_q/dt = E_{qe} - E'_q - (x_d - x'_d)i_d$$

$$T''_{do}dE''_q/dt = E'_q - E''_q - (x'_d - x''_d)i_d + T''_{do}E'_q/dt$$

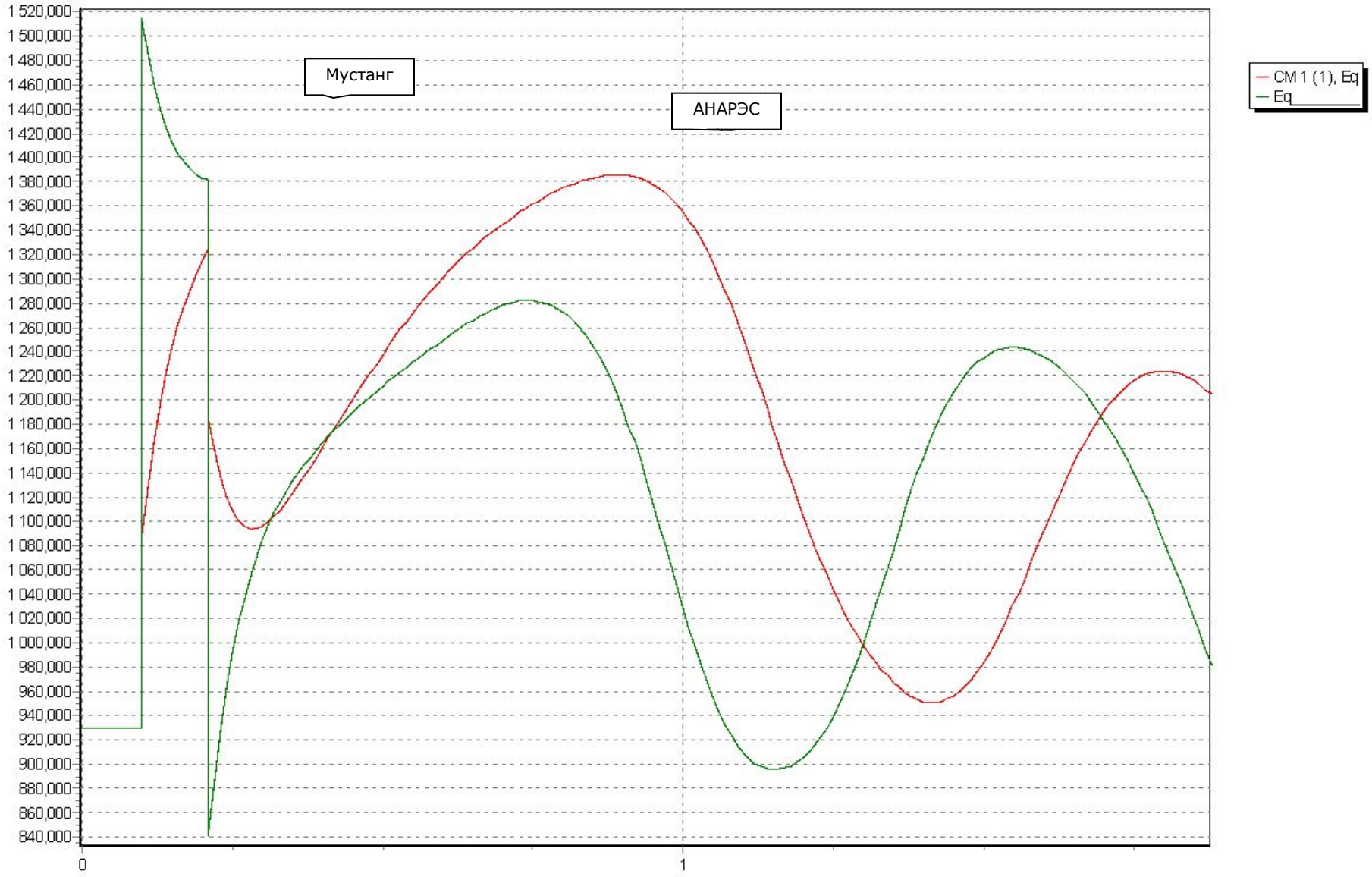
Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Корректное вычисление $E_q = x_{ad} i_f$ (АНАРЭС)

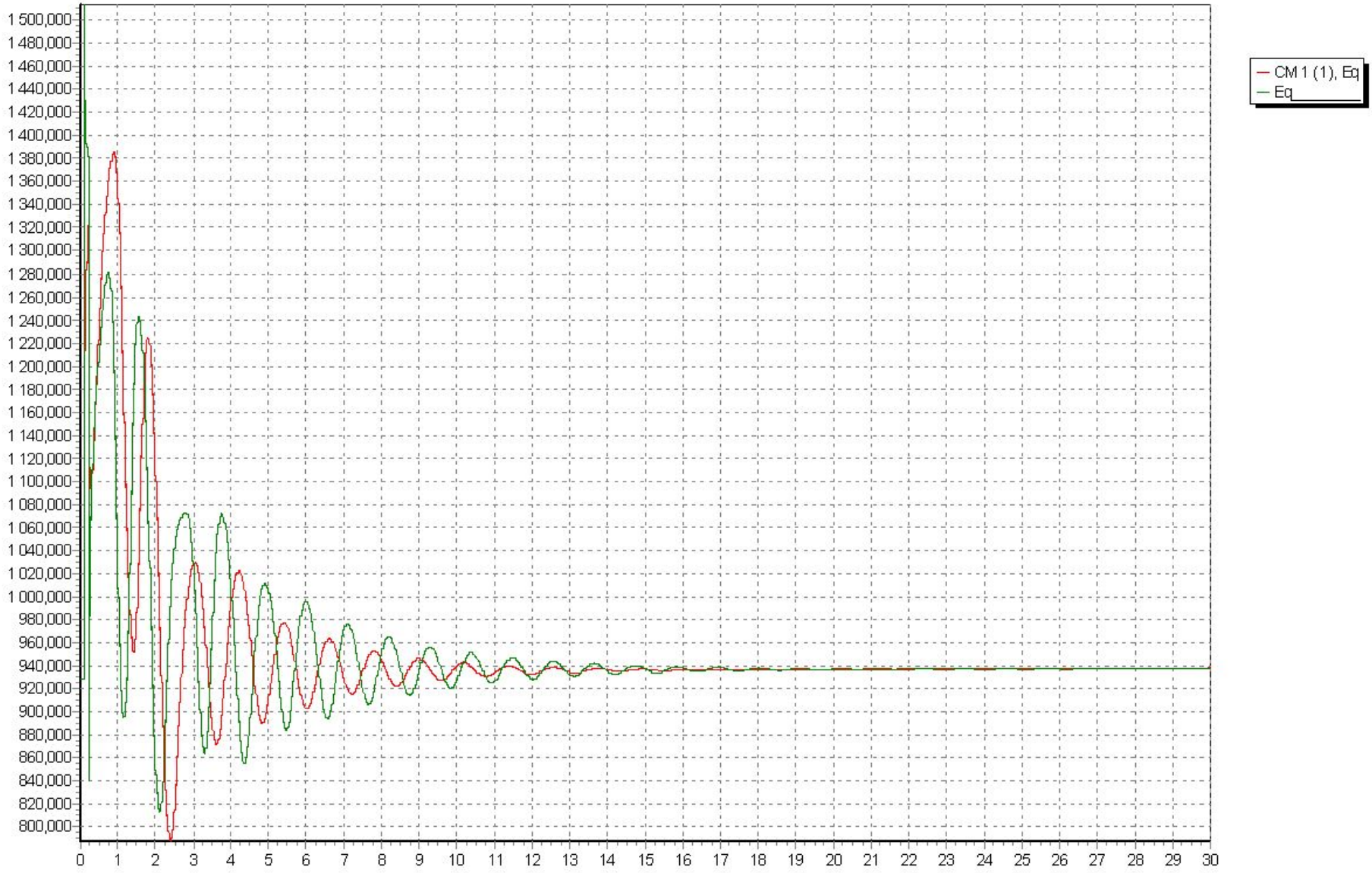
$$E_q = E''_q + (x_d - x''_d) i_d + \underline{\underline{x_{ad} i_D}}$$

- Вычисление E_q в Мустанг

$$E_q = E''_q + (x_d - x''_d) i_d$$



Скачек Eq при коммутации (тест на схеме 4 узла)



Дальнейшие значения Eq (тест на схеме 4 узла)

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

Вывод

- Модель продольных контуров ротора, применяемая в программе Мустанг не адекватна исходной модели этих контуров из-за неоправданных допущений
- Модель продольных контуров ротора в АНАРЭС полностью адекватна системе (4).

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Уравнения статорной цепи в АНАРЭС

$$-Ri_q + \frac{\omega_{св}}{\omega_{пот}} E''_q - \frac{\omega_{св}}{\omega_{пот}} x''_d i_d = u_q$$

$$-Ri_d + \frac{\omega_{св}}{\omega_{пот}} E''_d + \frac{\omega_{св}}{\omega_{пот}} x''_q iq = u_d$$

- Уравнение статорной цепи в Мустанг

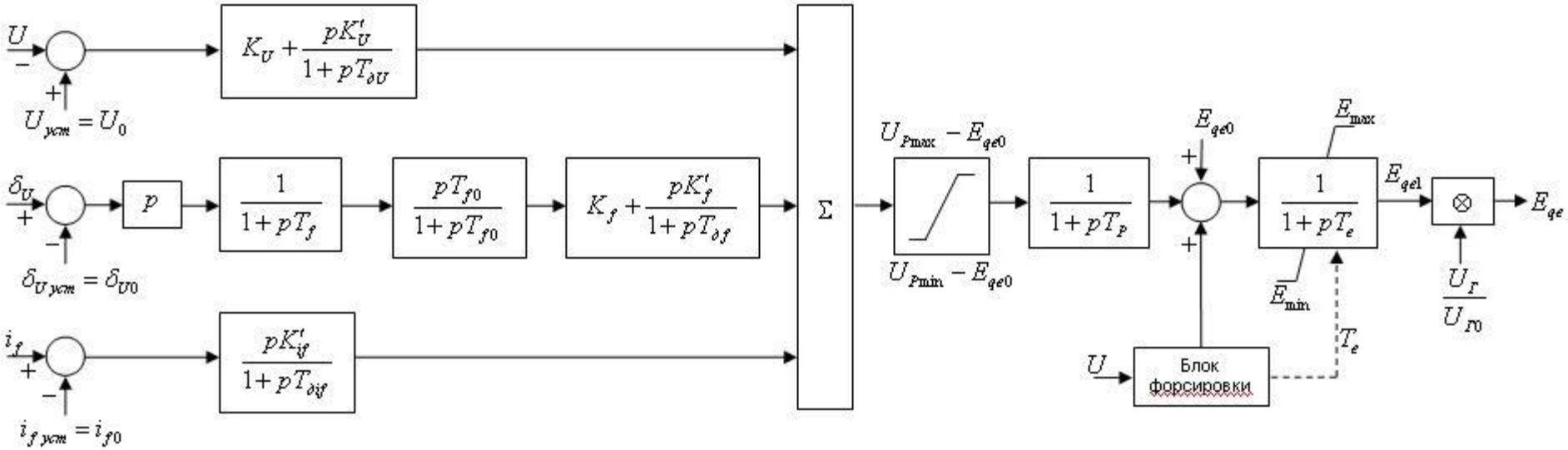
$$\frac{\omega_u}{\omega_{пот}} E''_q - x'' i_d = u_q$$

$$x'' = (x''_d + x''_q)/2)$$

$$\frac{\omega_u}{\omega_{пот}} E''_d + x'' iq = u_d$$

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Модель АРВ СД



Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Отличие в учете зоны нечувствительности АРС
  В АНАРЭС:

$$\xi = \begin{cases} \xi_{k-1}, \ при \left| s_k - k_{cm} \cdot \xi_{k-1} \right| < \dfrac{\varepsilon}{2} \\ \dfrac{\left(s_k - \dfrac{\varepsilon}{2} sign\left(\dfrac{ds}{dt} \right)_{k-1} \right)}{k_{cm}}, \ при \left| s_k - k_{cm} \cdot \xi_{k-1} \right| > \dfrac{\varepsilon}{2} \end{cases}$$

  В Мустанге:

$$\alpha = -\frac{s}{\pi \times \sigma_{PC}},$$

$$\begin{cases} \boldsymbol{\psi = 0}, & \text{при } |\boldsymbol{\alpha}| < \mathbf{Z_н} \\ \boldsymbol{\Psi = (|\alpha| - Z_н) \times sign(\alpha)} & \text{при } |\boldsymbol{\alpha}| > \mathbf{Z_н} \end{cases}$$

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Механическаое демпфирование турбин в АНАРЭС:

$$M_T(\mu,\omega) = M_T(\mu,\omega_{nom})[1 - k_T(\omega - \omega_{nom})]$$

где $k_T = -\dfrac{\omega_{nom}}{M_T(\mu,\omega_{nom})}\dfrac{\partial M_T(\mu,\omega_{nom})}{\partial\omega}$

- Момент турбины в Мустанге:

$$M_T = P_T(\mu)/\omega$$

$$k_T = 1$$

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- При упрощенном моделировании СМ постоянством ЭДС в Мустанге

$$P_D = DP_{пот}(s - s_и)$$

- В АНАРЭС можно учесть введя:

$$k_T = P_{пот} / p_o$$

$$P_D = DP_{пот} s$$

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- **Асинхронные двигатели**
  - В Мустанге дифференциальными уравнениями учитываются только механическое движение двигателей
  - В АНАРЭС учитываются и переходные процессы в обмотках ротора

- Ушаков Е.И. Статическая устойчивость электрических систем. Новосибирск: Наука, 1988. 273 с.
- Ушаков Е.И. Разделение движений при исследовании переходных процессов и устойчивости ЭЭС // Изв. РАН. Энергетика. 2000. №6. С. 74-86.

- В АНАРЭС пока не учитывается эффект вытеснения токов ротора при больших скольжениях двигателя

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- Мустанг применяет раздельный подход к решению дифференциальных и алгебраических уравнений
  - Относительно большая погрешность взаимосвязи при совместном решении систем дифференциальных и алгебраических уравнений
  - Отсутствие информации для предсказания неинтегрируемых переменных после каких-либо коммутаций в схеме
- АНАРЭС использует явный метод интегрирования 4-го порядка, свободный от указанных недостатков.

Отличие моделей АНАРЭС и Мустанг

- **Заключение** по анализу моделей

  АНАРЭС использует более обоснованные модели переходных процессов, чем принятые в Мустанге

Результаты сравнения АНАРЭС и Мустанг на маленькой схеме

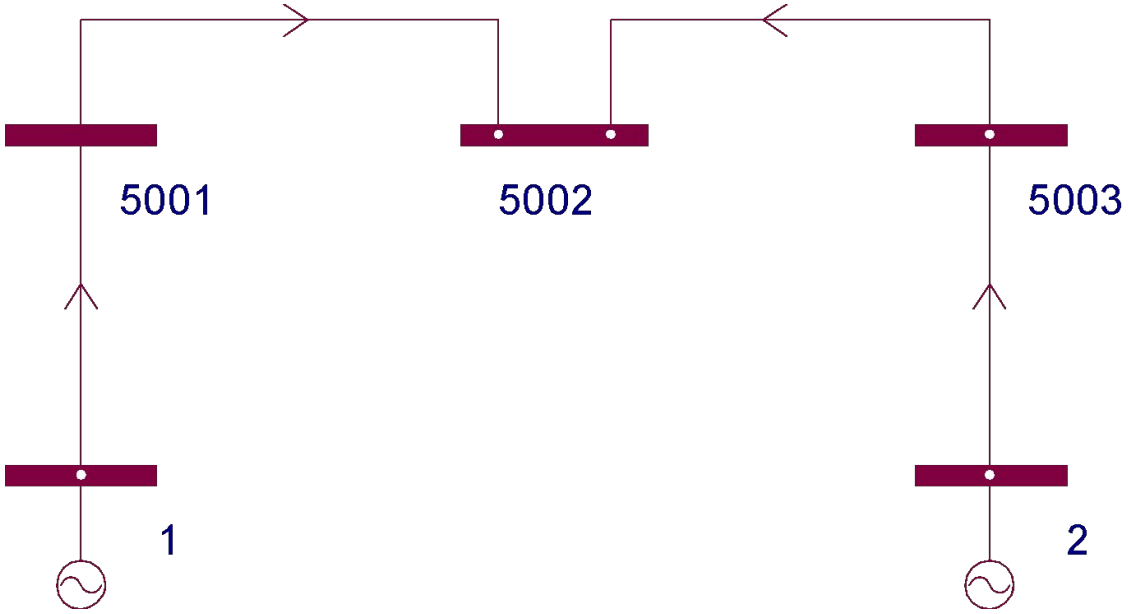
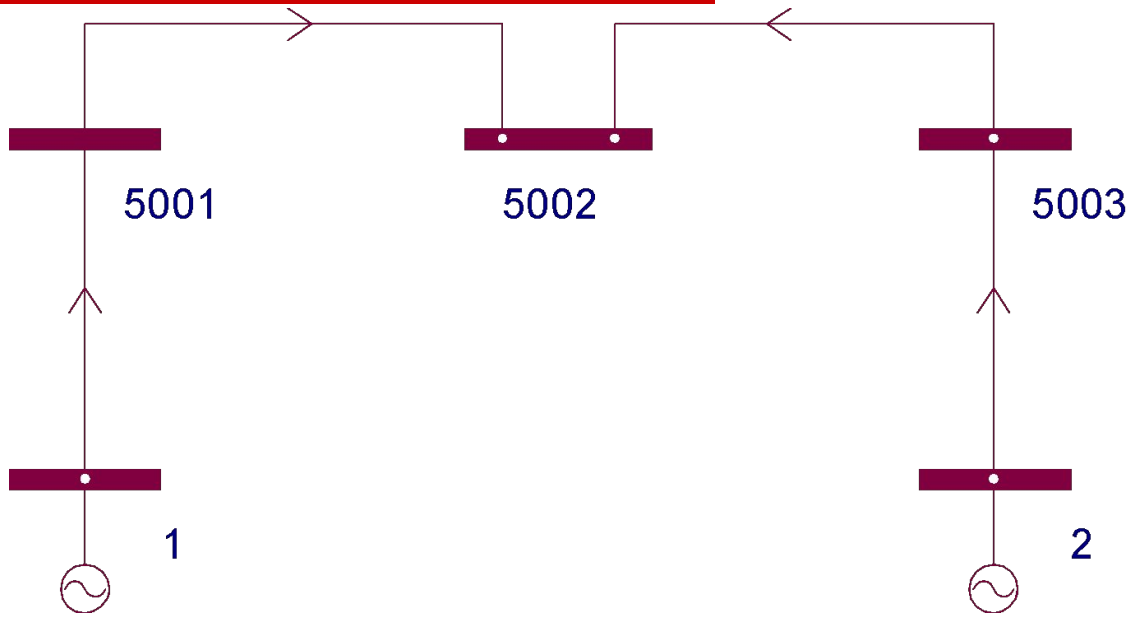


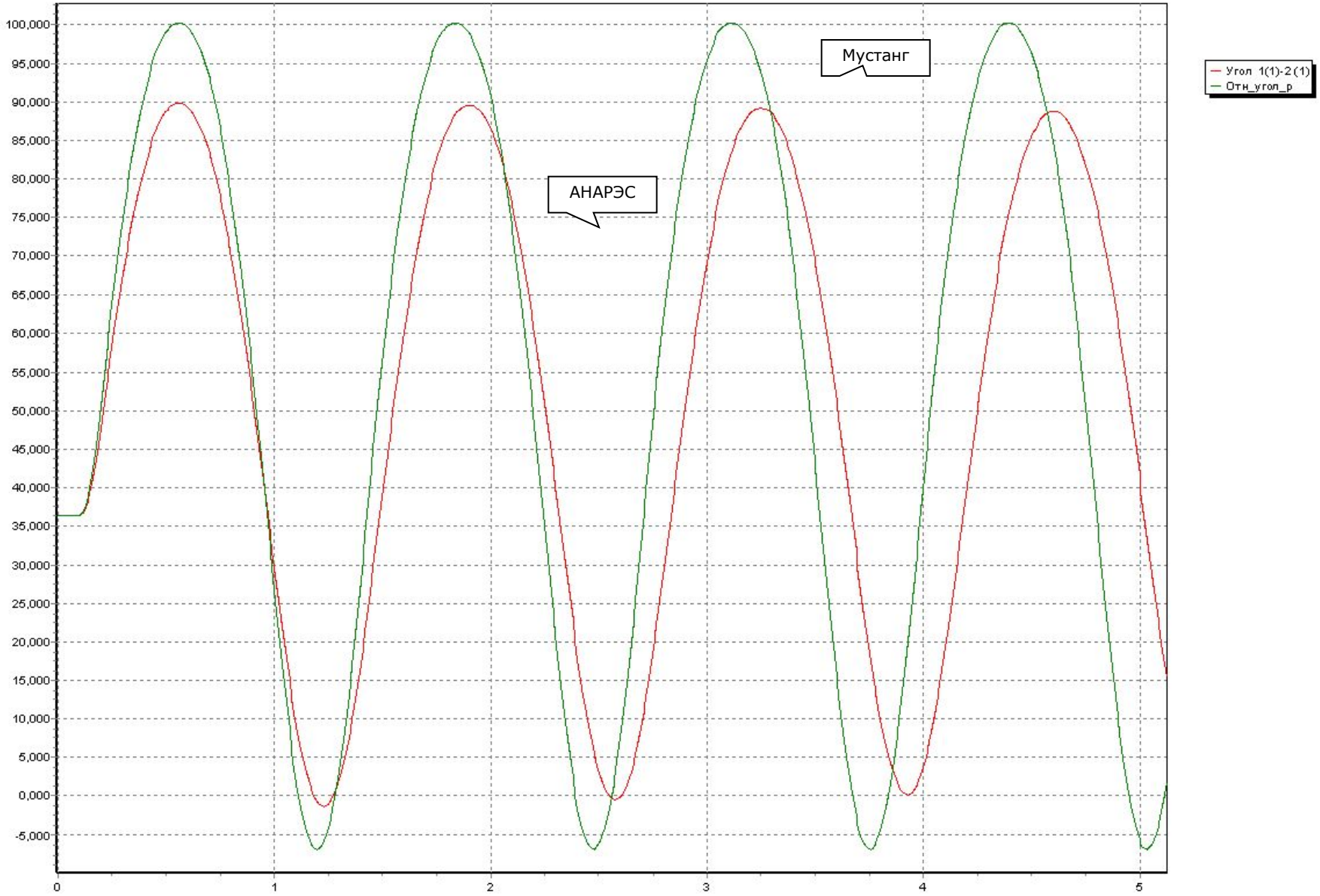
Схема сети.

Расчет с заданием генераторов в виде E’ за X’

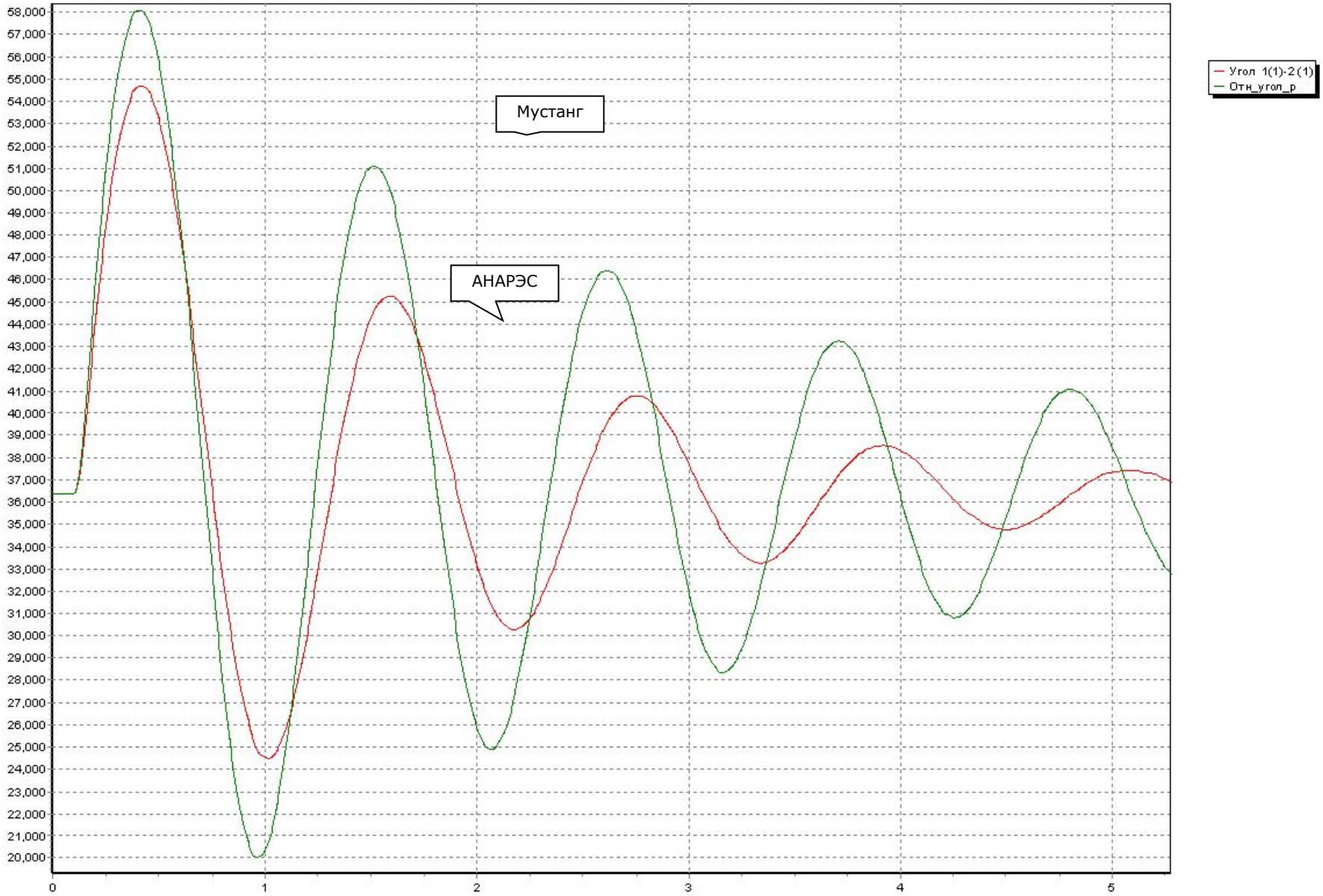


Параметры генераторов:

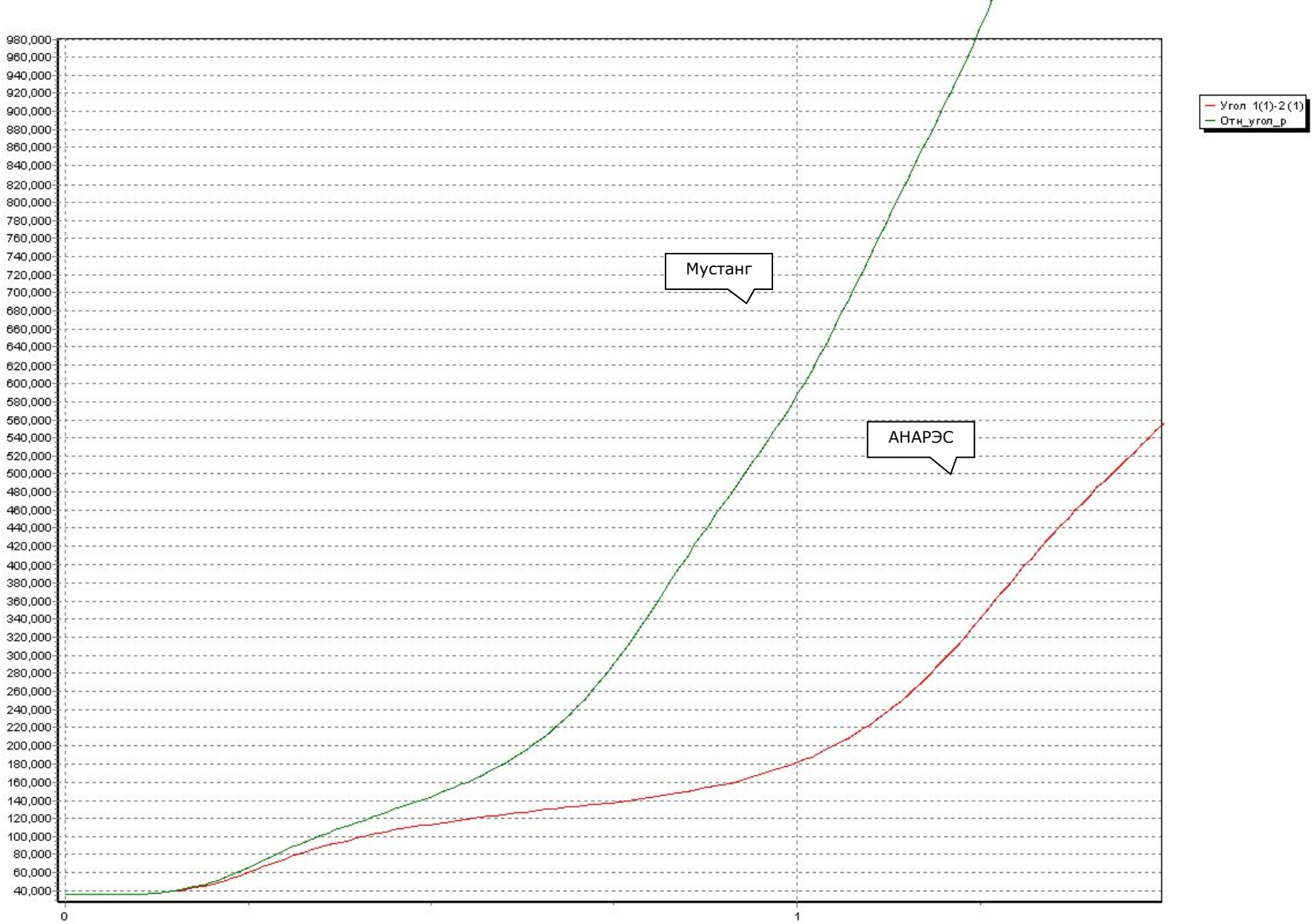
Номер узла	U ном.	cos φ ном.	P ном.	X'	Tj
1	525	0,8	4000	0,42	5
2	525	0,8	6000	0,37	6



К.з. в узле 5002 с временем отключения 0,1 с.
Взаимные углы генераторов для случая E’ за X’

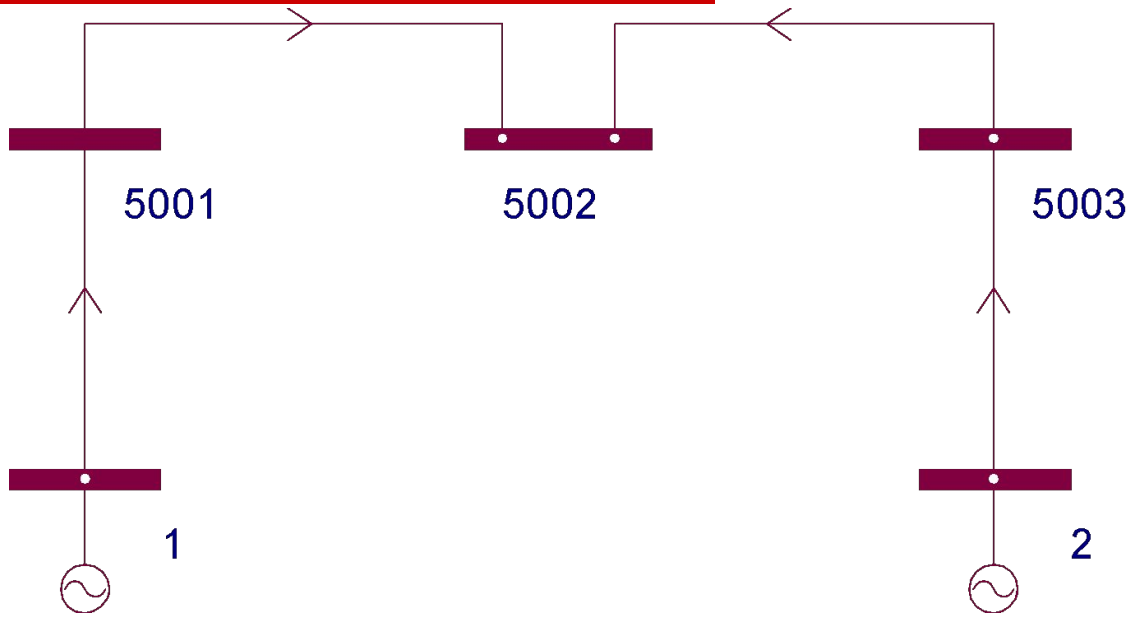


Взаимные углы генераторов для случая E’ за X’ с заданным коэффициентом демпфирования. D=10 в Мустнге. В АНАРЭС соответствующий пересчитанный Кд



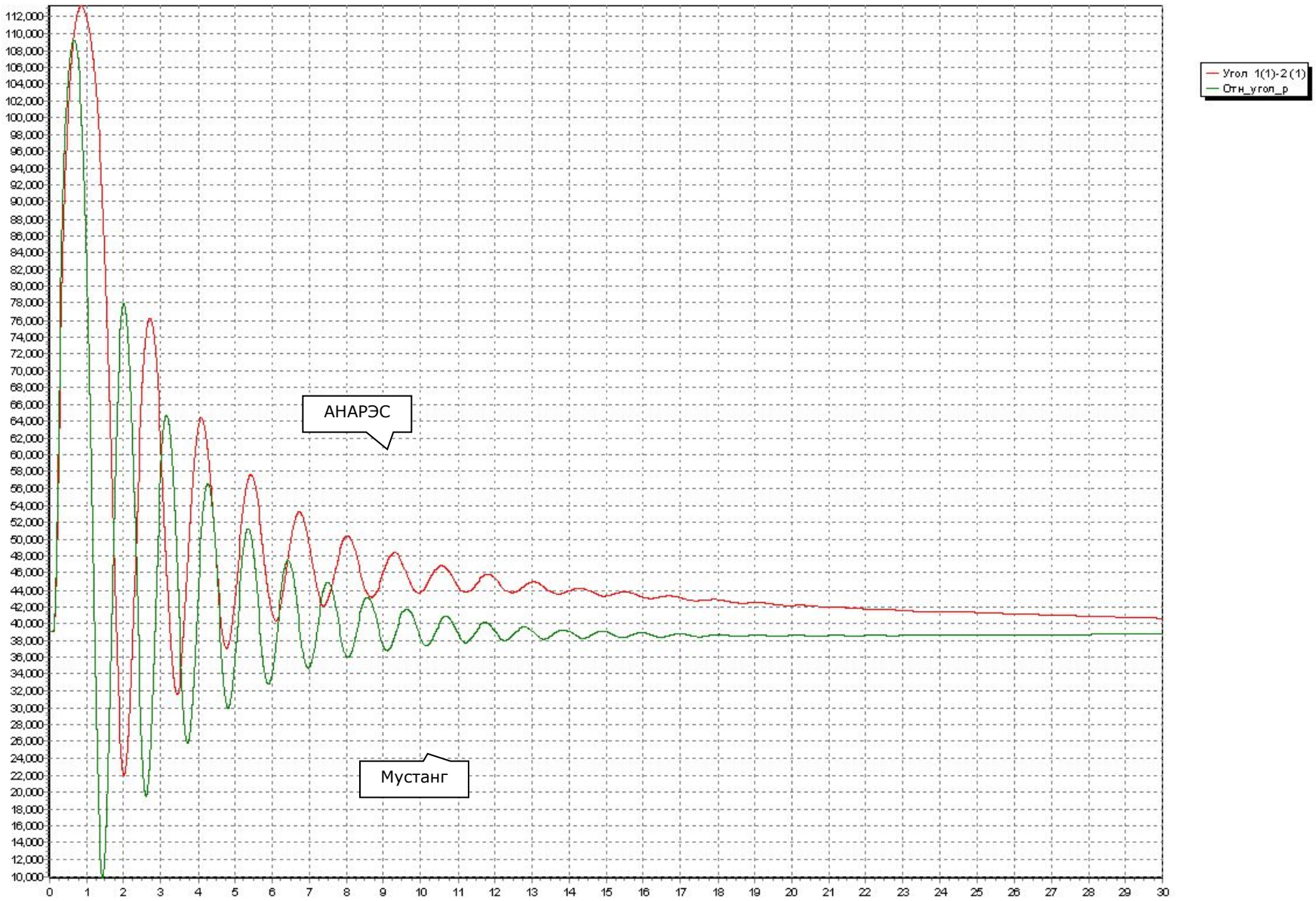
Взаимные углы генераторов для случая Е’ за Х’ с заданным коэффициентом демпфирования и КЗ, отключаемым через 1,16 с.

Расчет с заданием подробных данных по генераторам без регуляторов

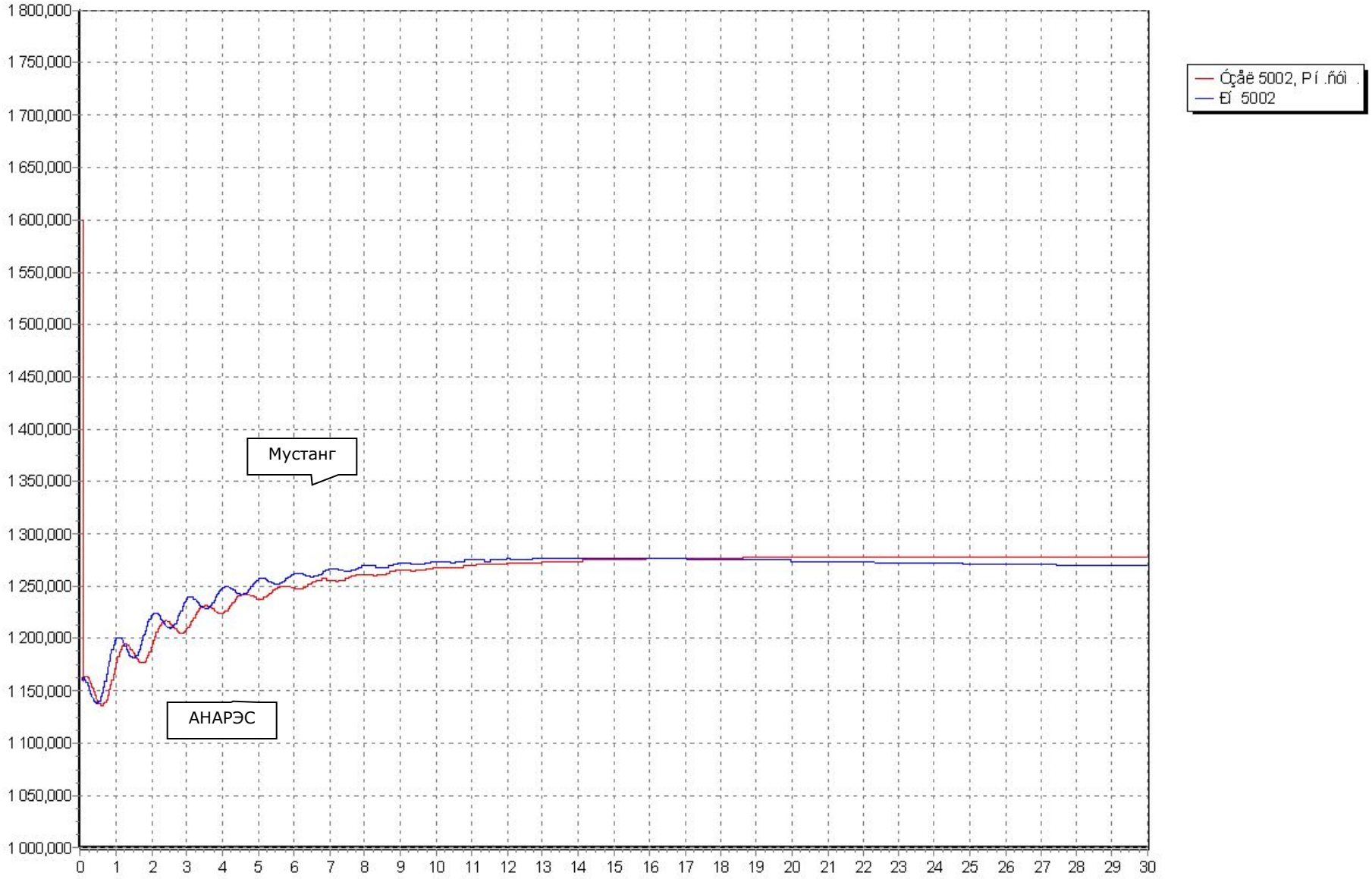


Параметры генераторов:

Номер узла	U ном.	cos φ ном.	P ном.	Xd	Xq	X'd	X"d	X"q	Xb	Tj	Tdo	T"d	T"q	kD
1	525	0,8	4000	1,6	1,6	0,42	0,3	0,3	0,25	5	5,2	0,05	0,05	1
2	525	0,8	6000	2,16	2,16	0,37	0,24	0,24	0,25	6	6,3	0,05	0,05	1

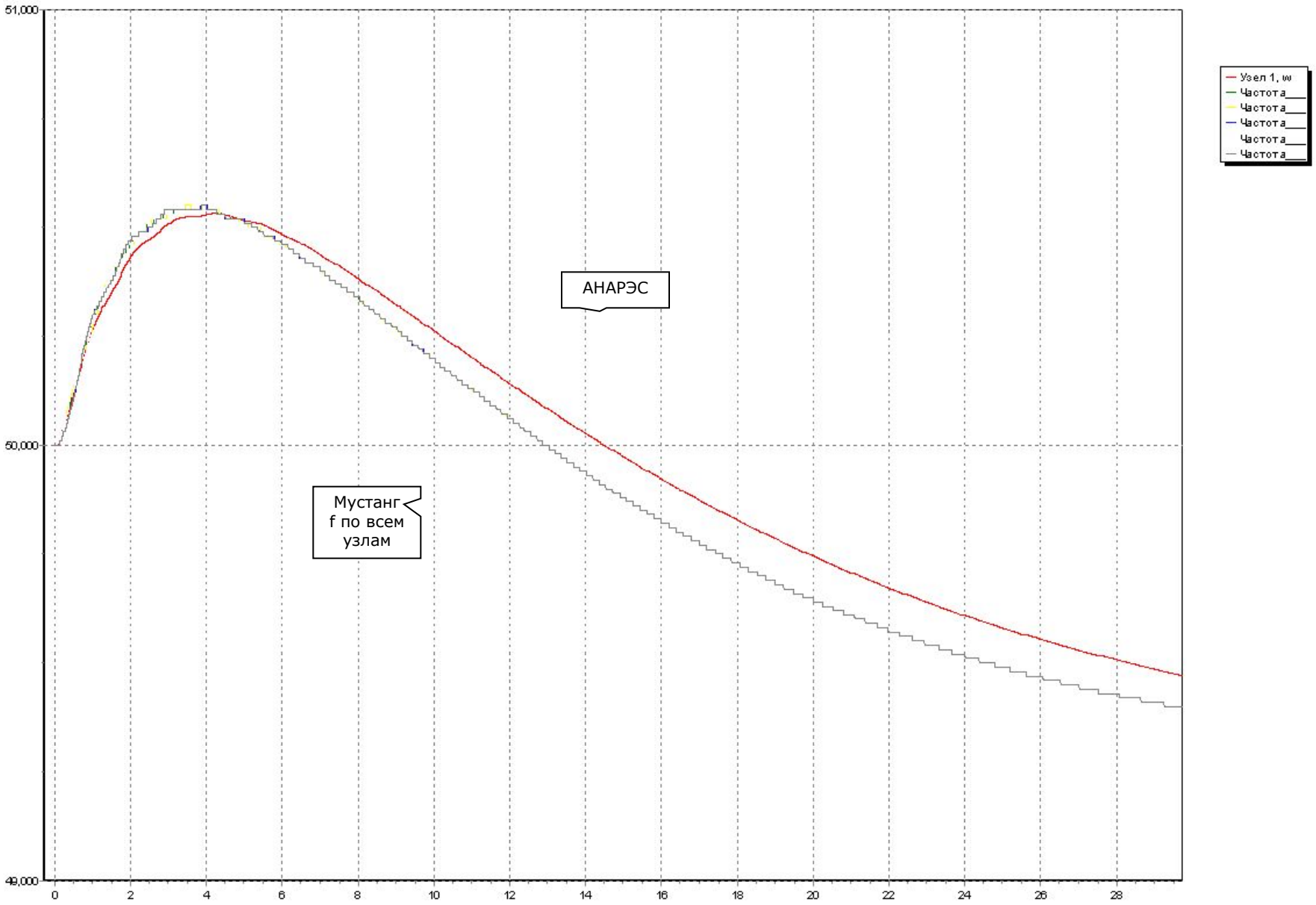


КЗ в узле 5002, отключаемое через 0,1 с. Взаимные углы генераторов

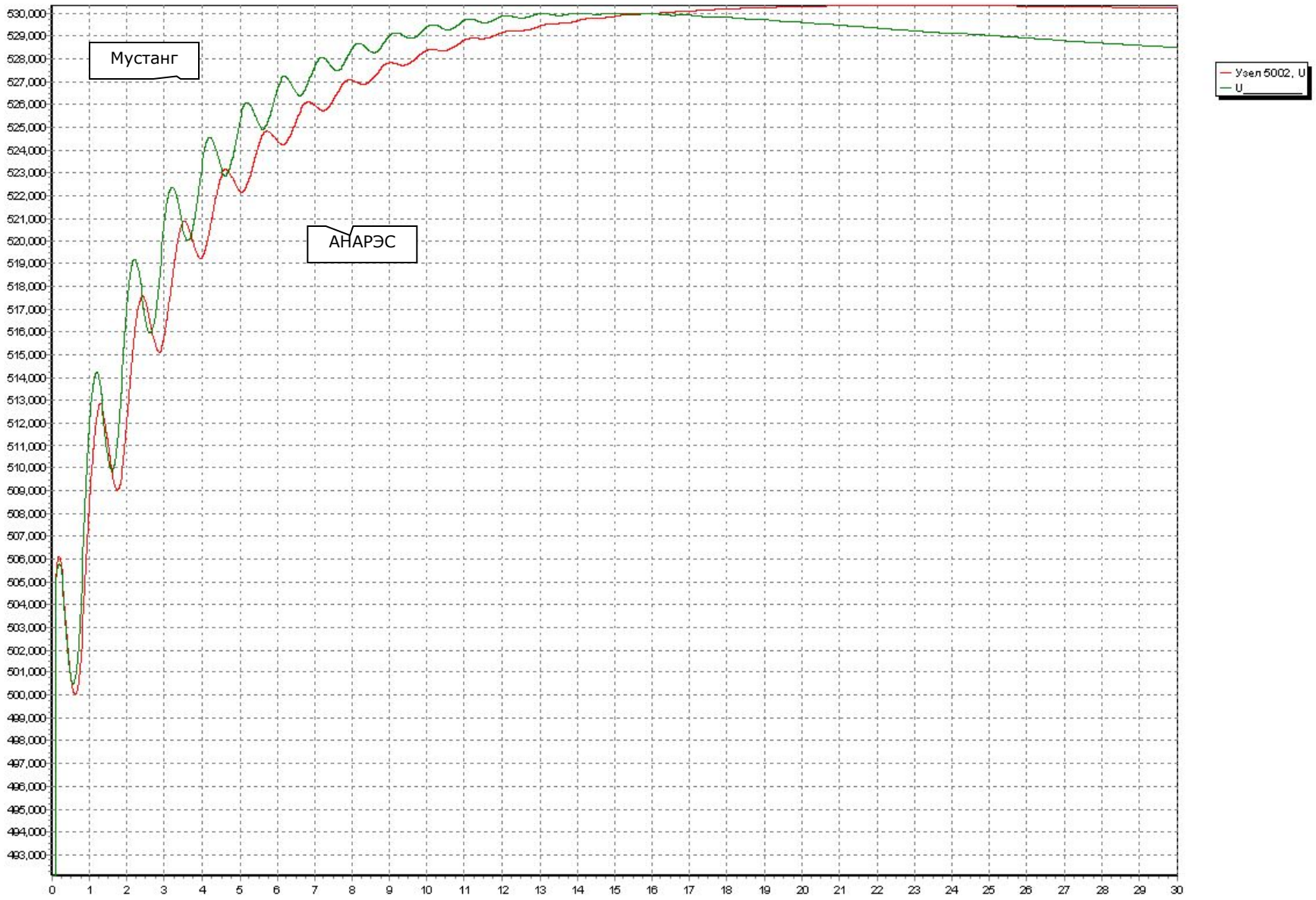


Отключение 500МВт нагрузки в узе 5002 и пропорциональное отключению активной нагрузки отключение реактивной нагрузки.

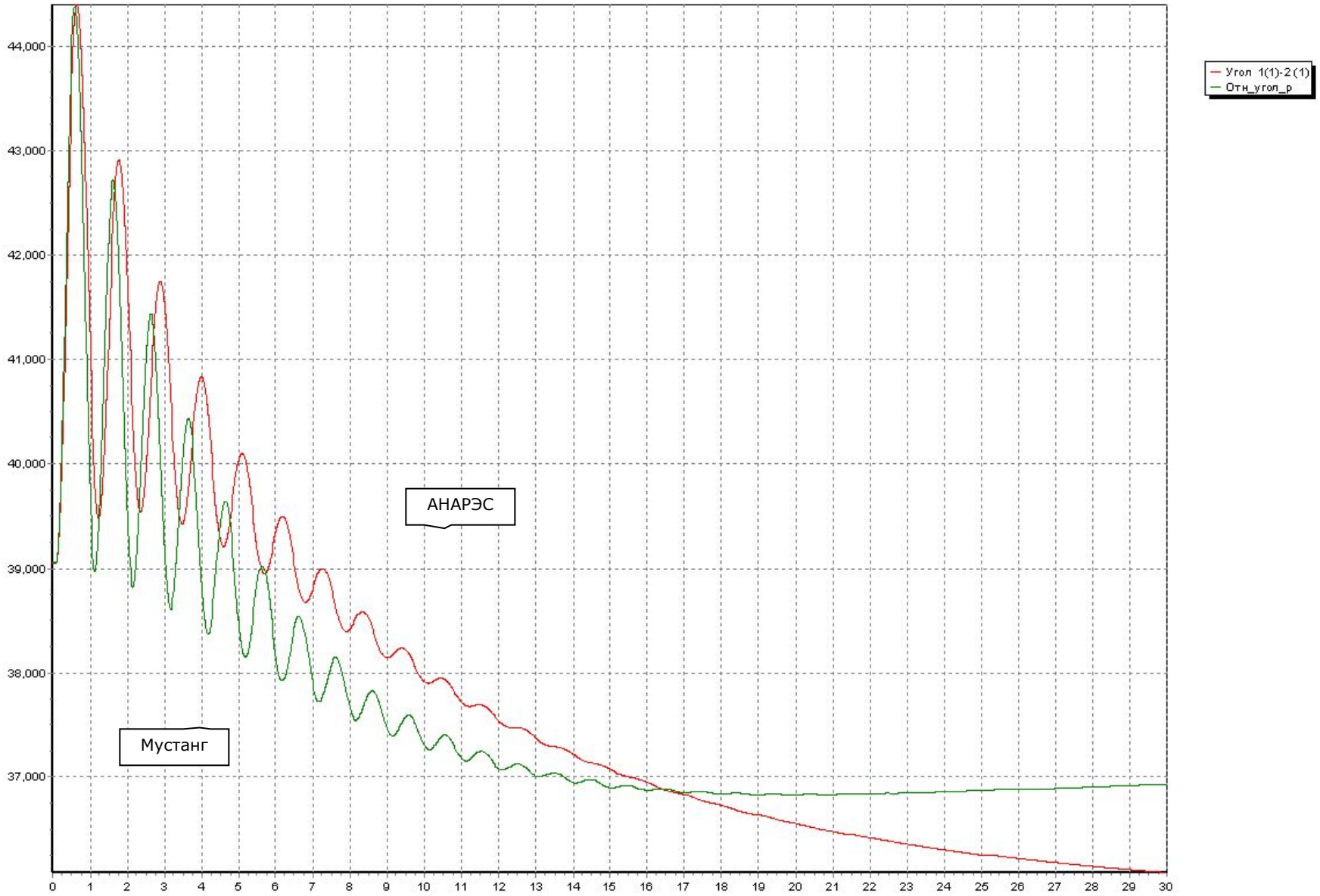
Отключение 500МВт нагрузки в узе 5002. Электрическая мощность генератора (Рг) и мощность турбины (Рт) для случая без АРС



Отключение 500МВт нагрузки в узе 5002. Частота

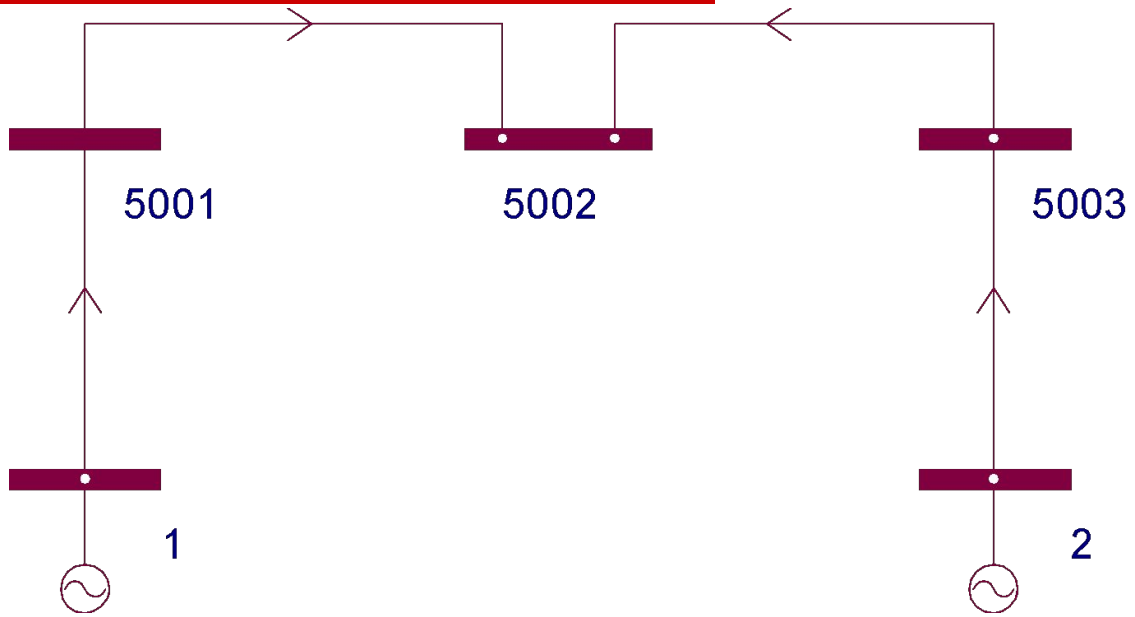


Отключение 500МВт нагрузки в узе 5002. Напряжение узла 5002



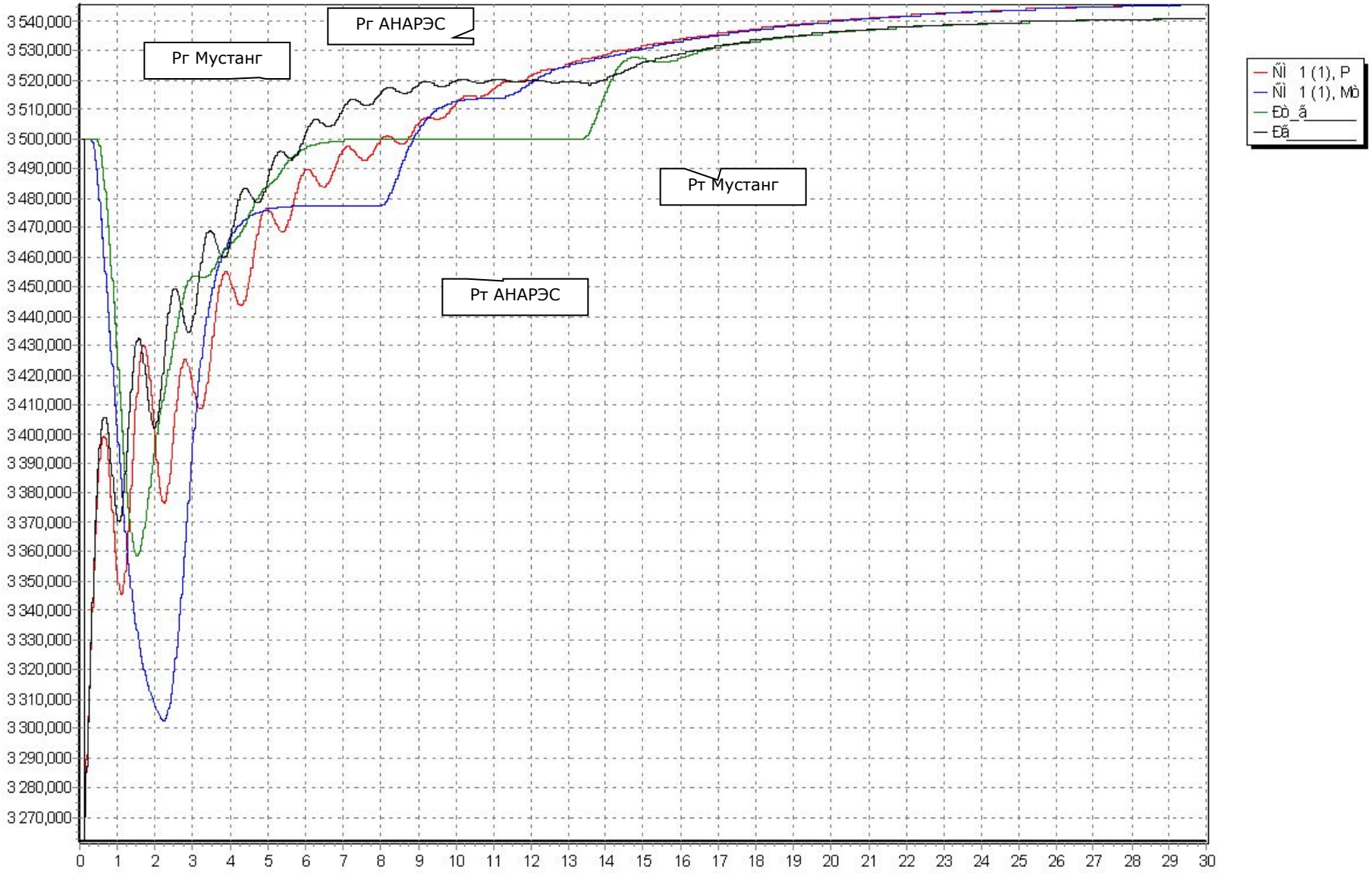
Отключение 500МВт нагрузки в узе 5002. Относительный угол генераторов 1-2

Расчет с заданием подробных данных по генераторам с АРС

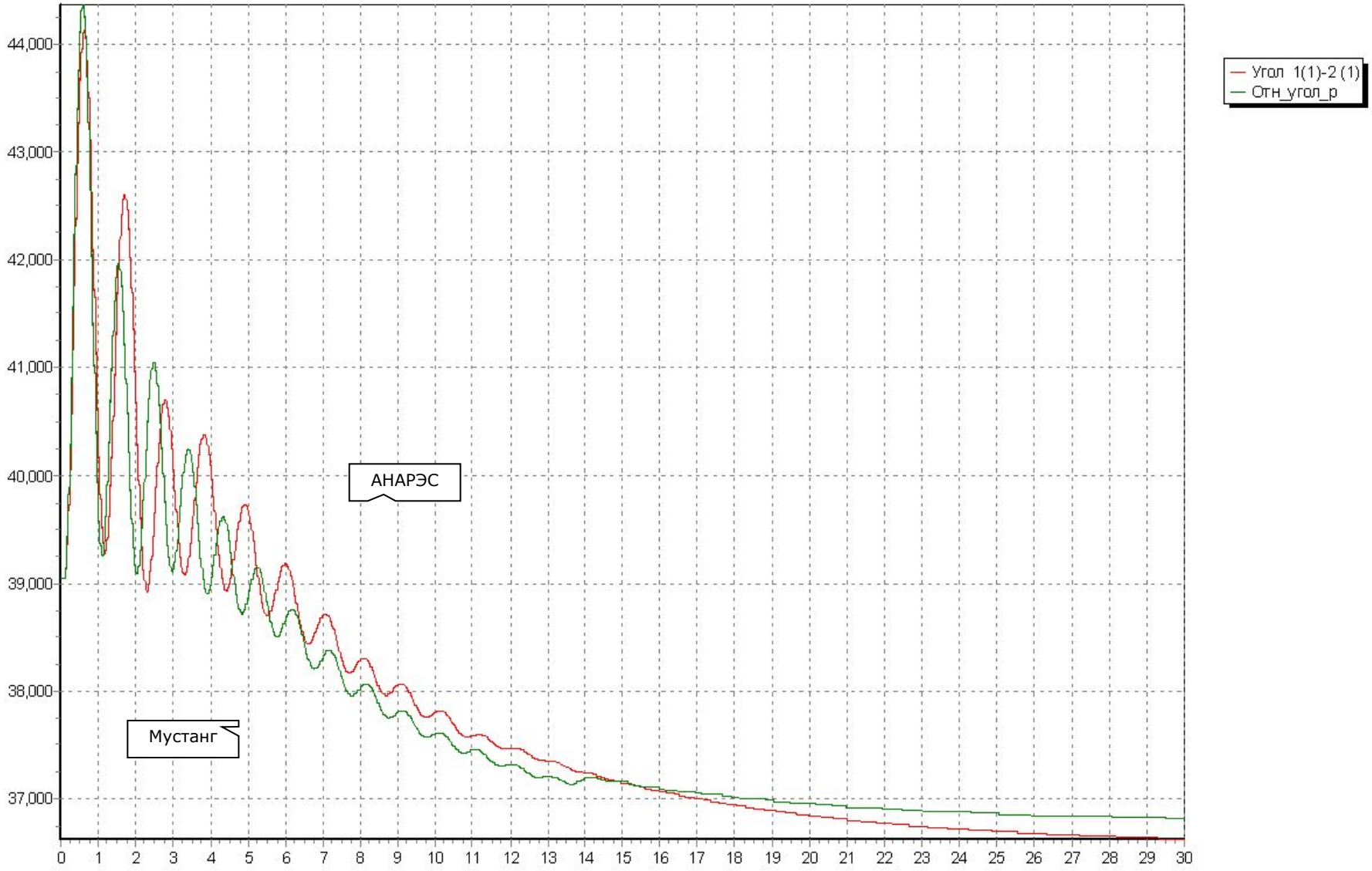


Параметры АРС:

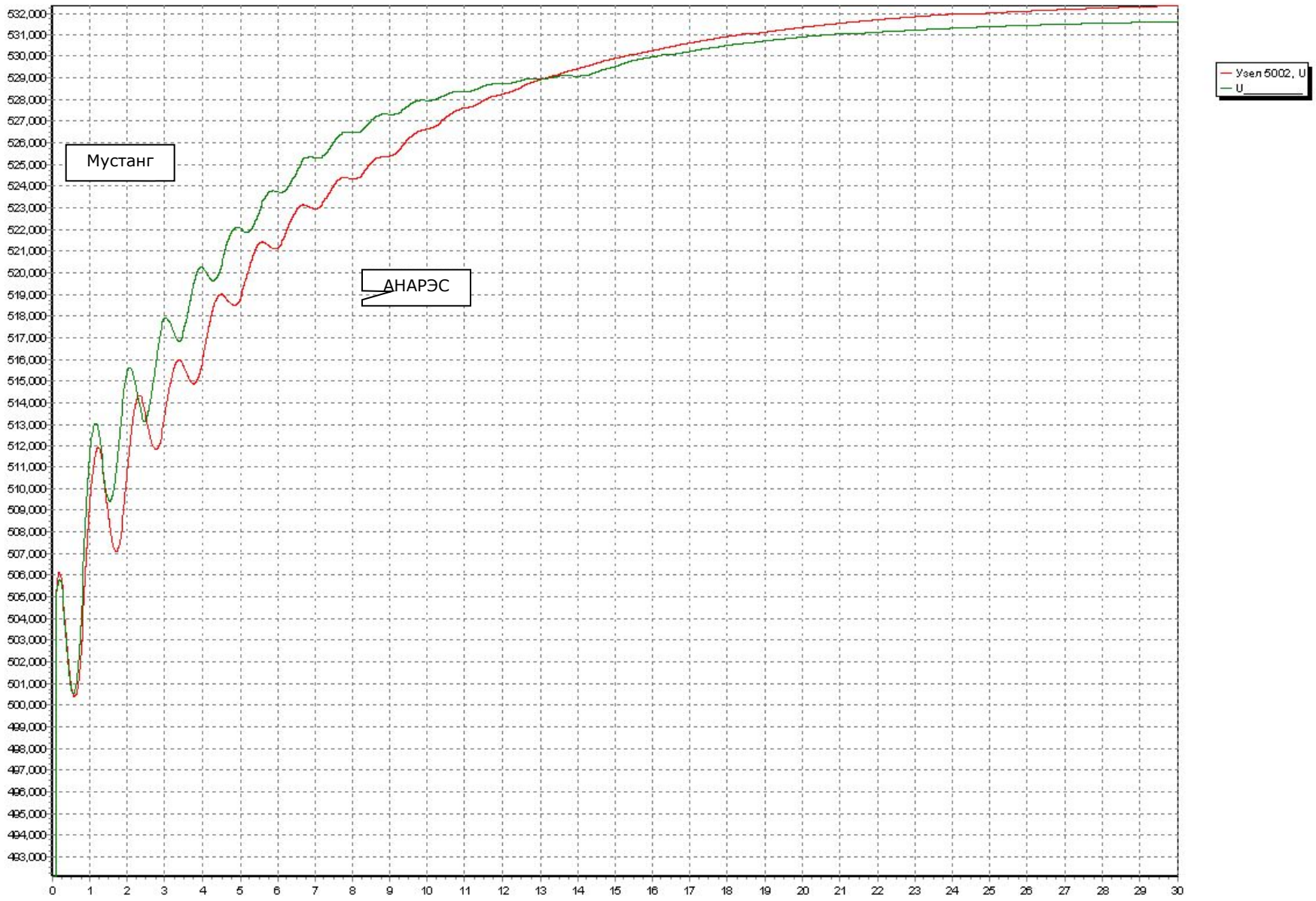
Номер узла	Рт мин.	Рт макс.	V отк.	V закр.	Кро	Тотк	Тзак	Тро	Ст рс	Зн
1	0	2,5	1	-1	0	0,5	0,5	0	0,05	0,003
2	0	3,5	1	-1	0	0,5	0,5	0	0,05	0,003



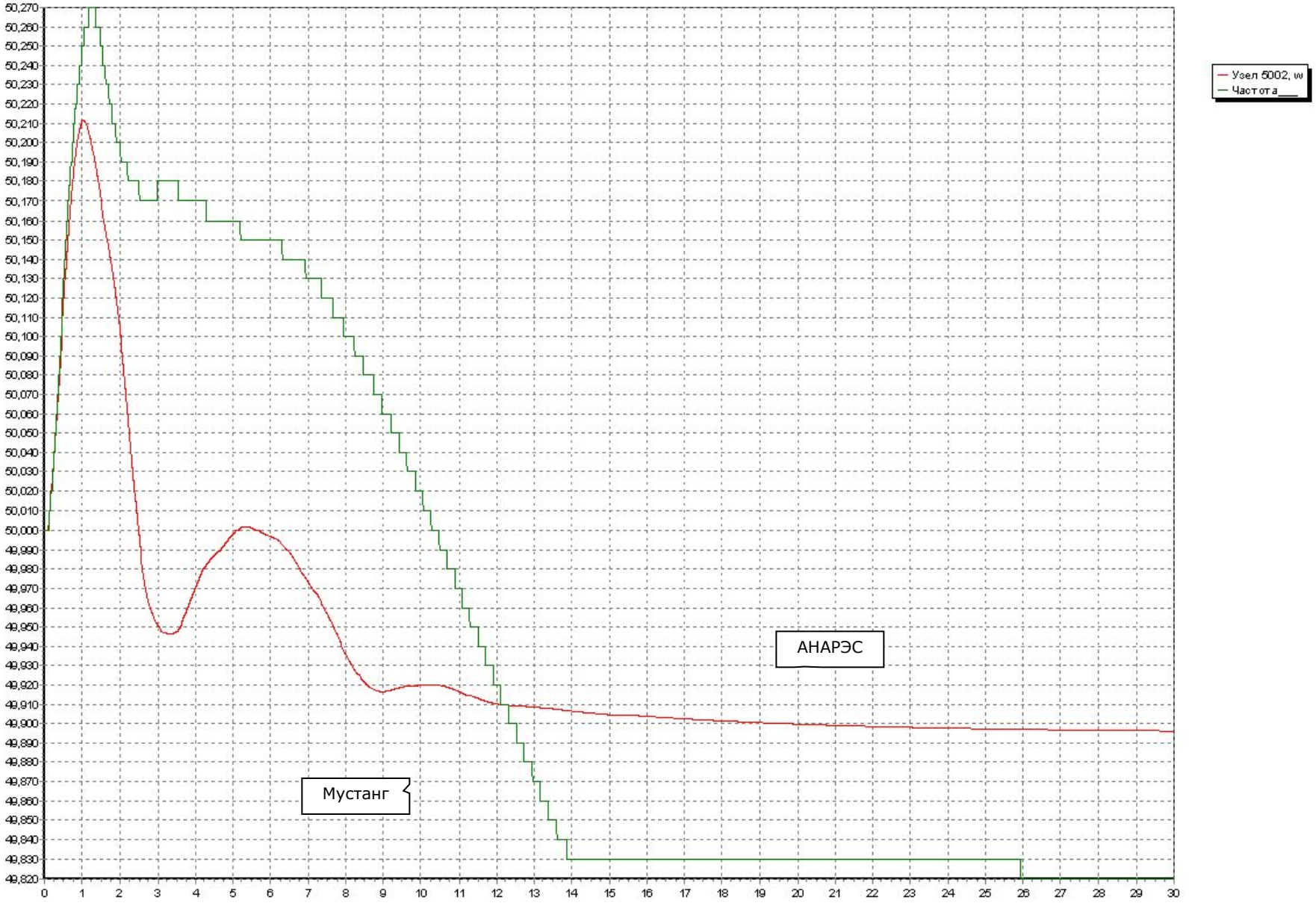
Отключение 500МВт нагрузки в узе 5002. Электрическая мощность генератора (Рг) и мощность турбины (Рт). Расчет с АРС



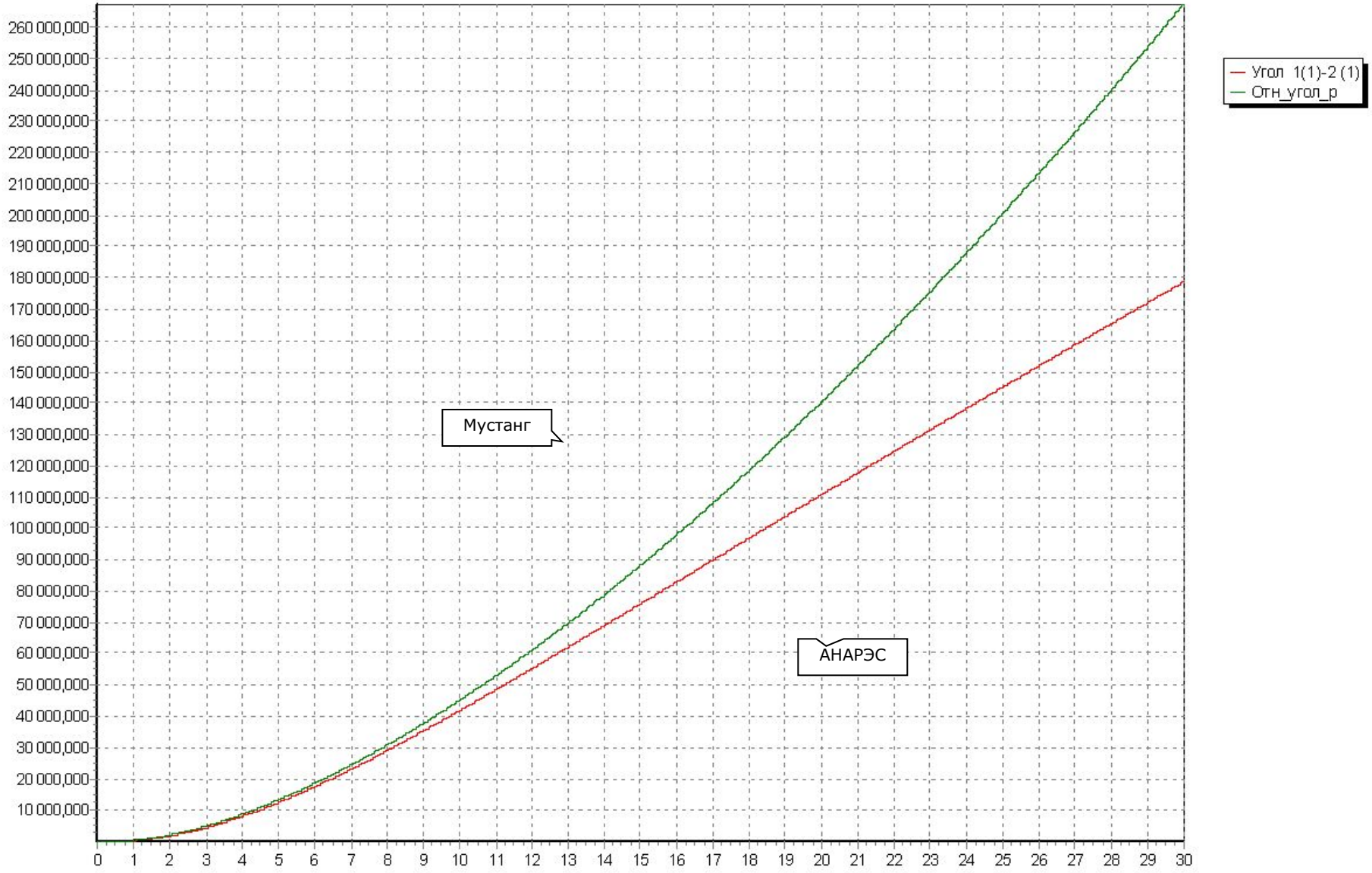
Расчет с АРС. Относительный угол генераторов 1-2



Расчет с АРС. Напряжение узла 5002

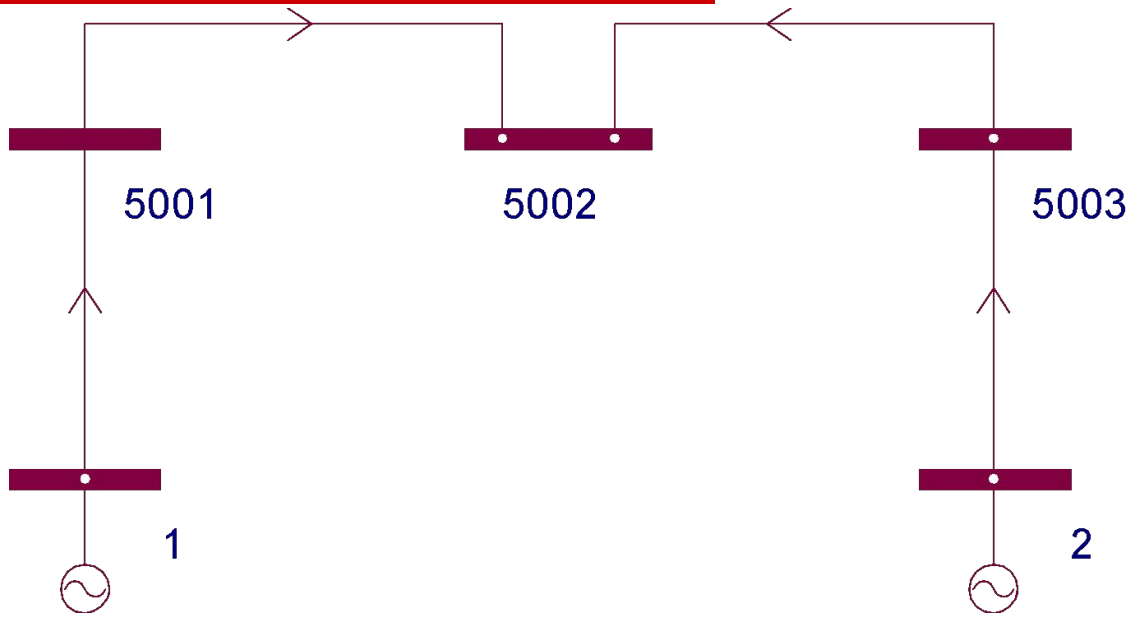


Расчет с АРС. Частота в узле 5002



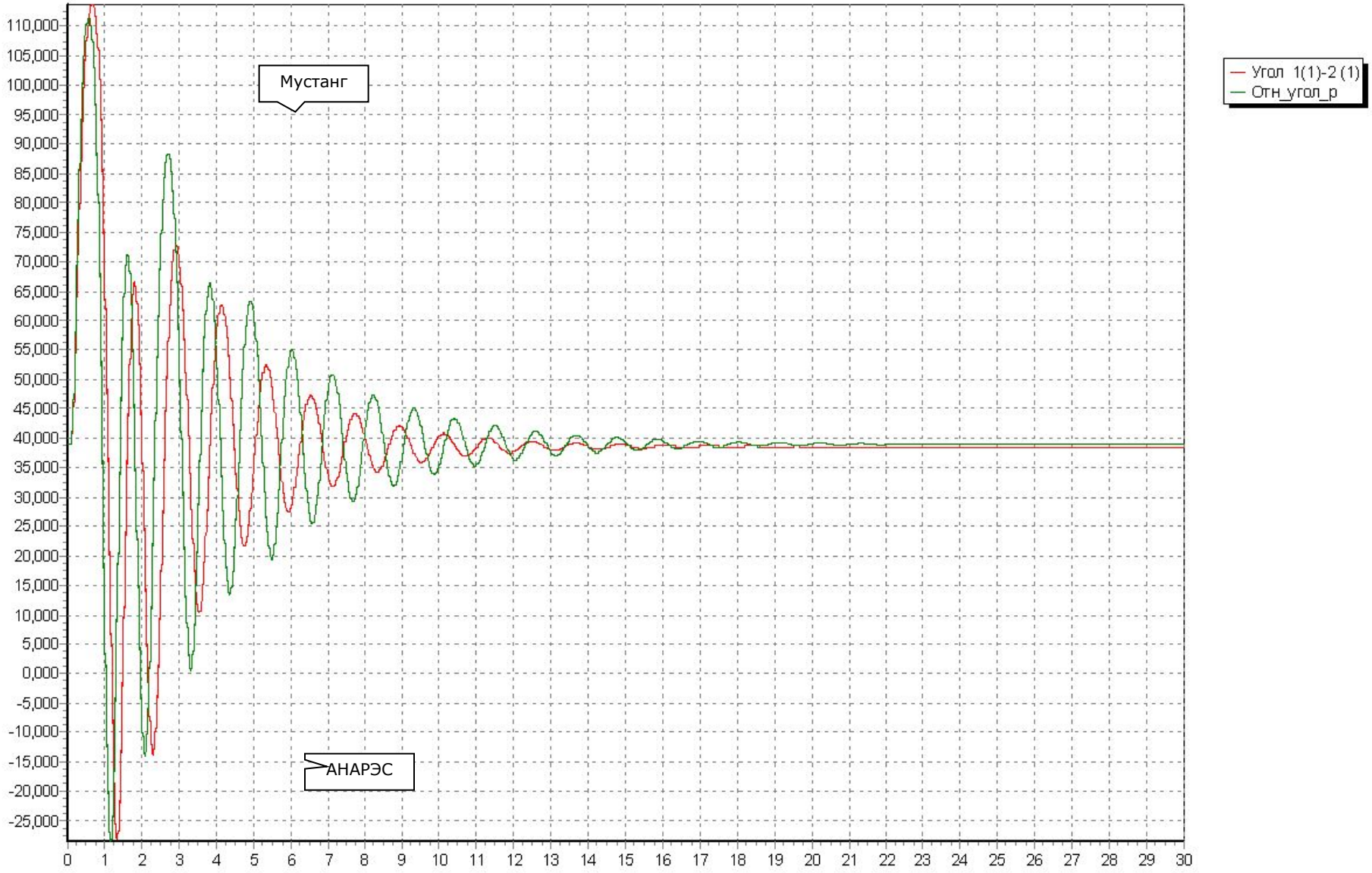
К.з. в узле 5002. Время отключения 1,1 с
Без АРС и АРВ приводит к нарушению устойчивости

Расчет с заданием подробных данных по генераторам с АРВ ПД без АРС

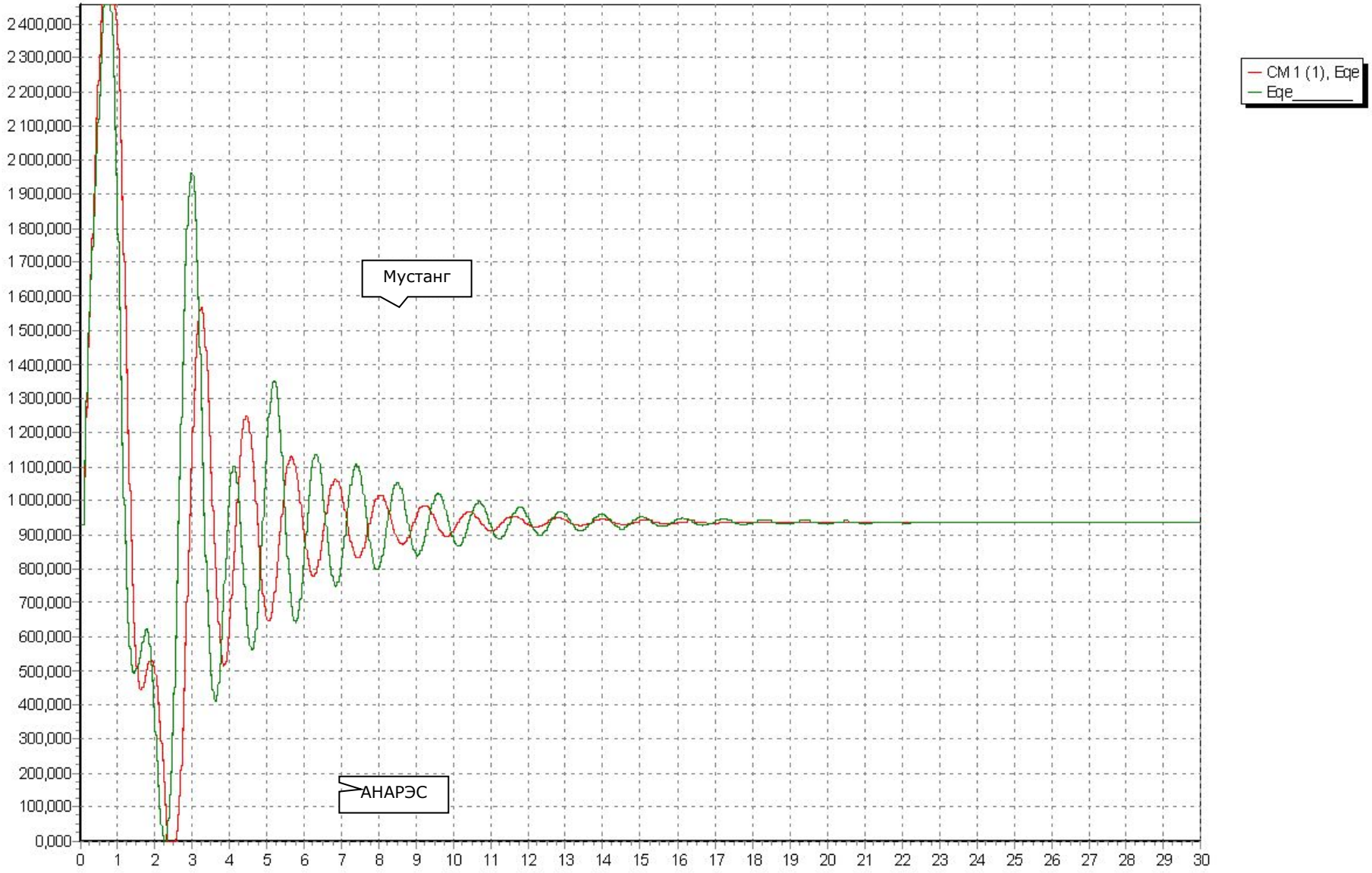


Параметры АРВ:

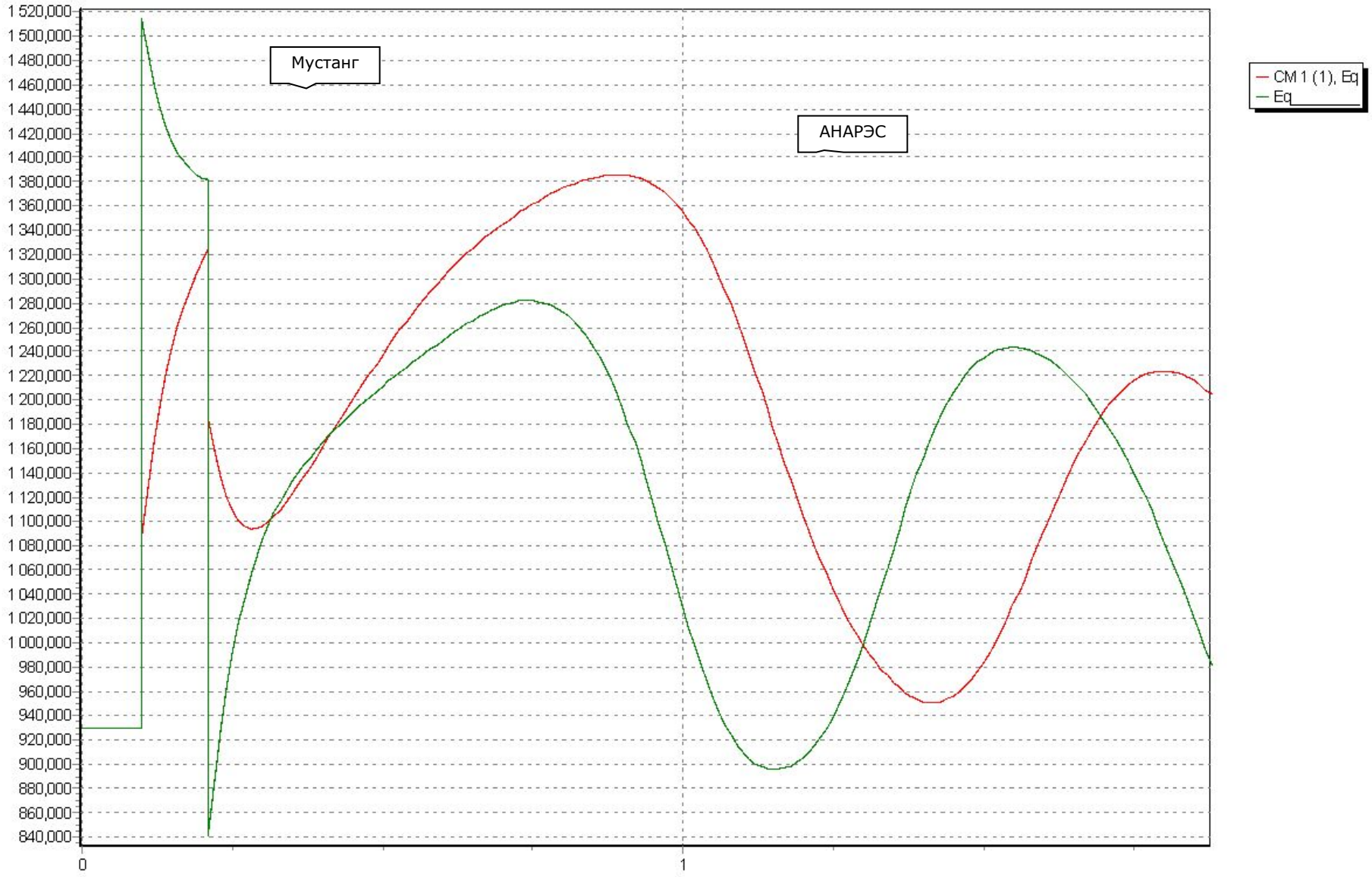
Узел	Тип	Te	Tp	Ku	Ki	Ke	Eqe min	Eqe max	Uрв min	Uрв max
1	5	0,3	0,1	7	0,7	1,2	0	2	0	2
2	5	0,3	0,1	7	0,7	1,2	0	2	0	2



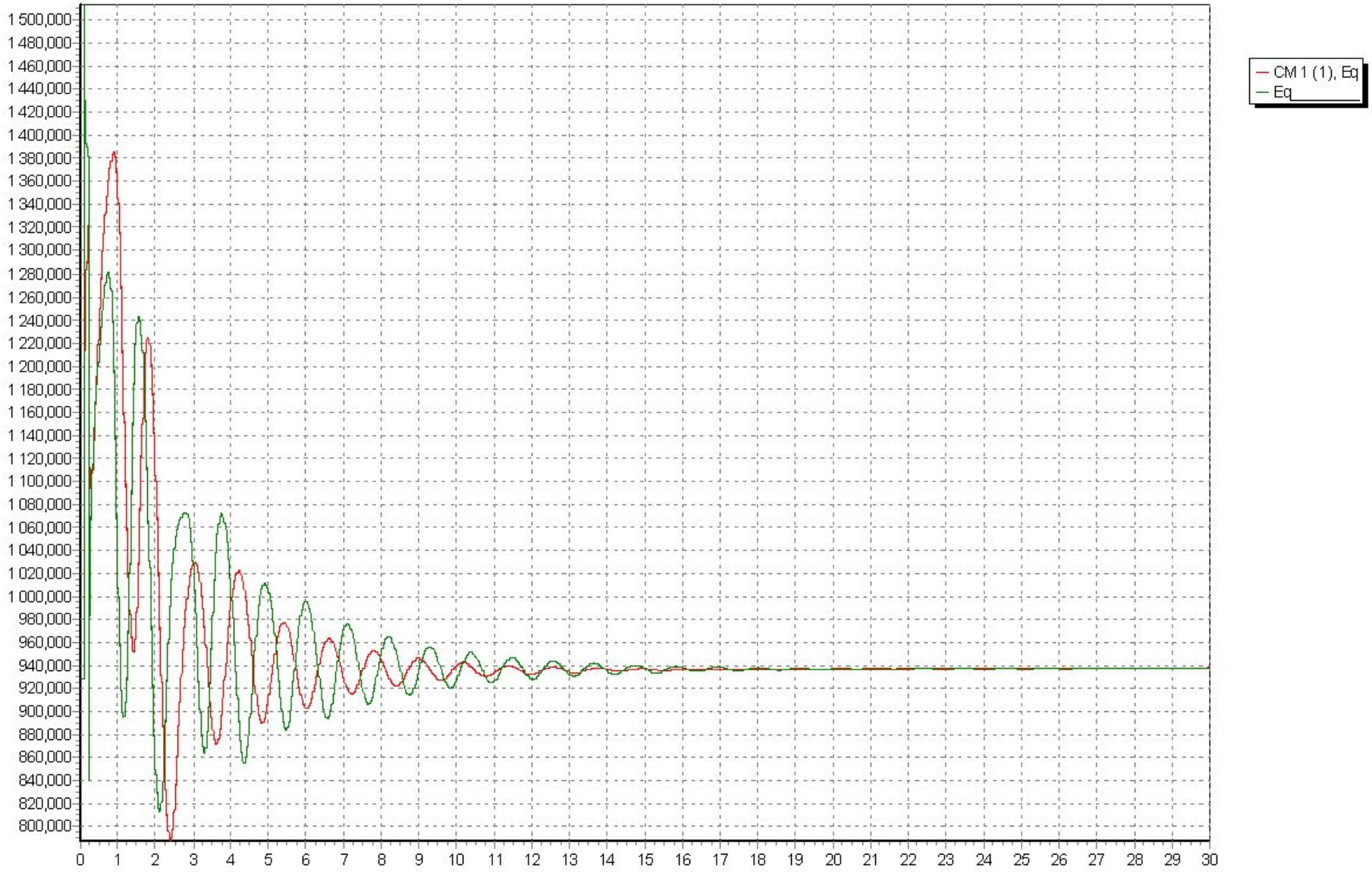
Расчет с АРВ ПД без АРС
Взаимный угол генераторов



Расчет с АРВ без АРС
АРВ ПД действует одинаково (Eqe)



Расчет с АРВ ПД без АРС
Скачек Eq



Расчет с АРВ ПД без АРС
Скачек Eq

Расчет с заданием подробных данных по генераторам с АРВ СД без АРС

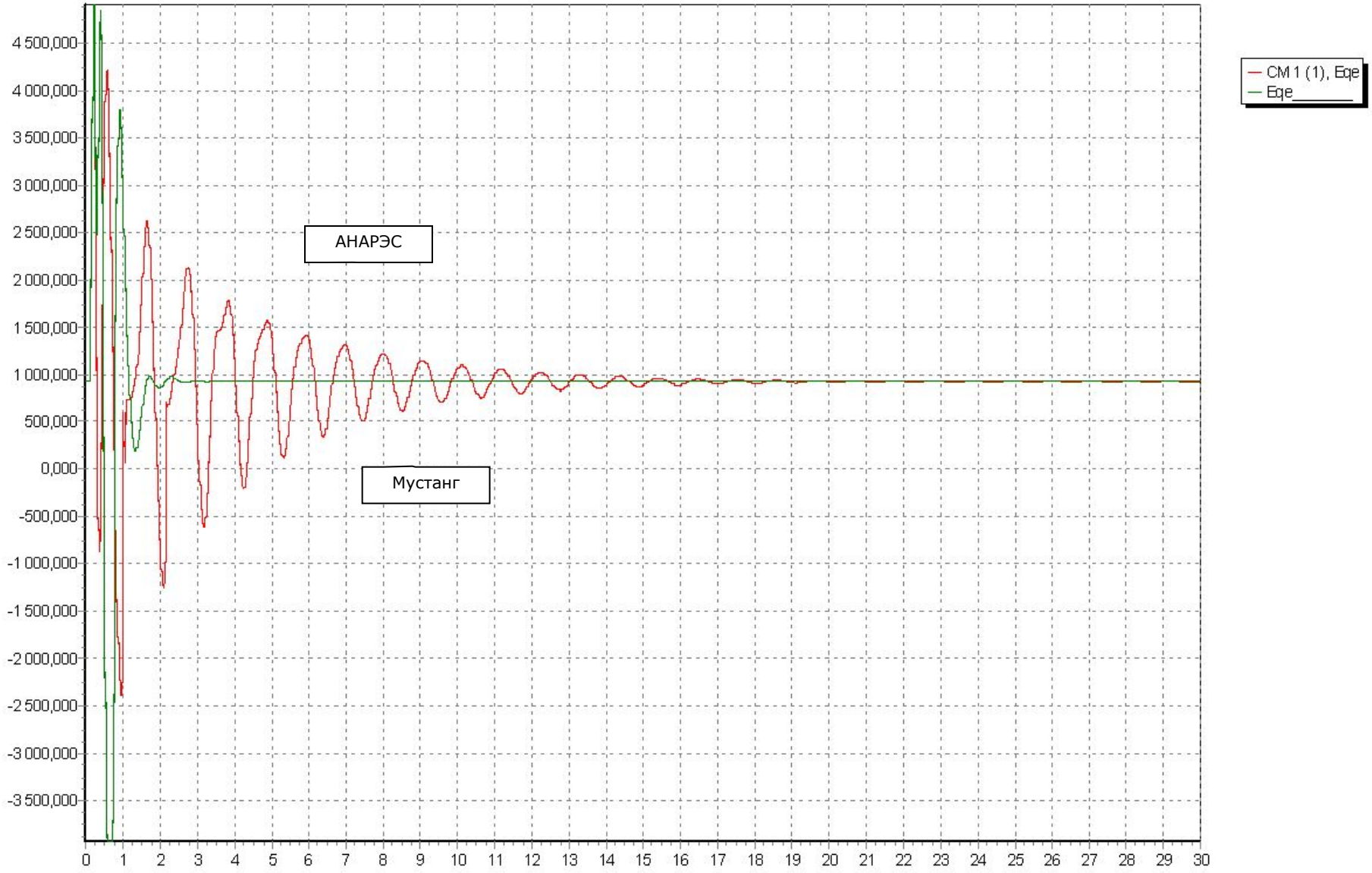
Параметры генераторов те же, что и в предыдущем расчете.

Возмущение то же.

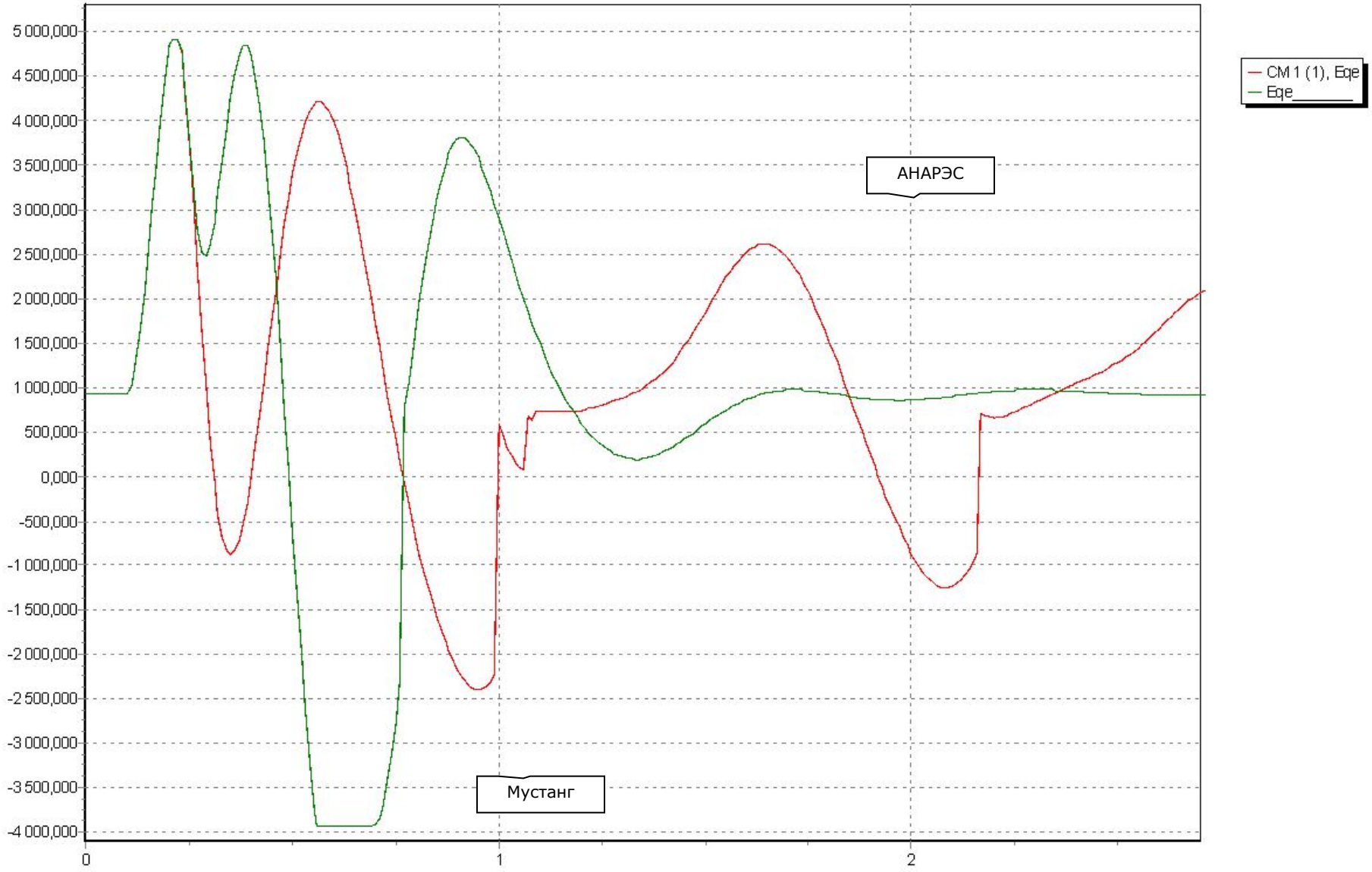
Параметры АРВ:

Узел	Тип	Te	Tp	T'u	Tf	Tfo	T'f	T'if	Ku	K'u	Kf	K'f	K'if
1	1	0,1	0,04	0,039	0,9	0,06	0,026	0,39	25	3,6	2,6	2,5	-1,5
2	1	0,1	0,04	0,039	0,9	0,06	0,026	0,39	25	3,6	2,6	2,5	-1,5

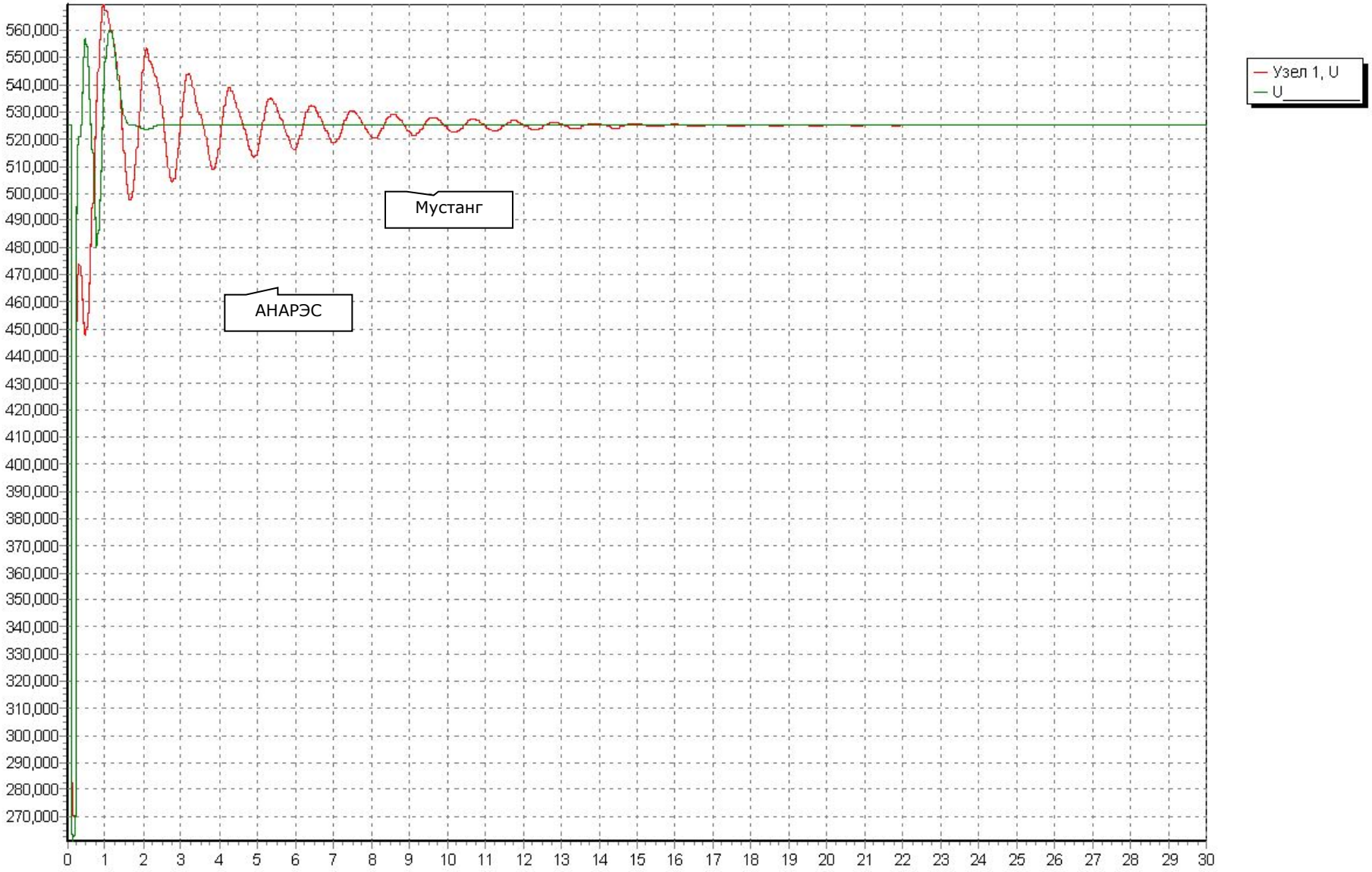
Узел	Тип	Eq min	Eq max	Eqe min	Eqe max	Uрв min	Uрв max
1	1	0,6	2	-3,2	4	-8	8
2	1	0,6	2	-3,2	4	-8	8



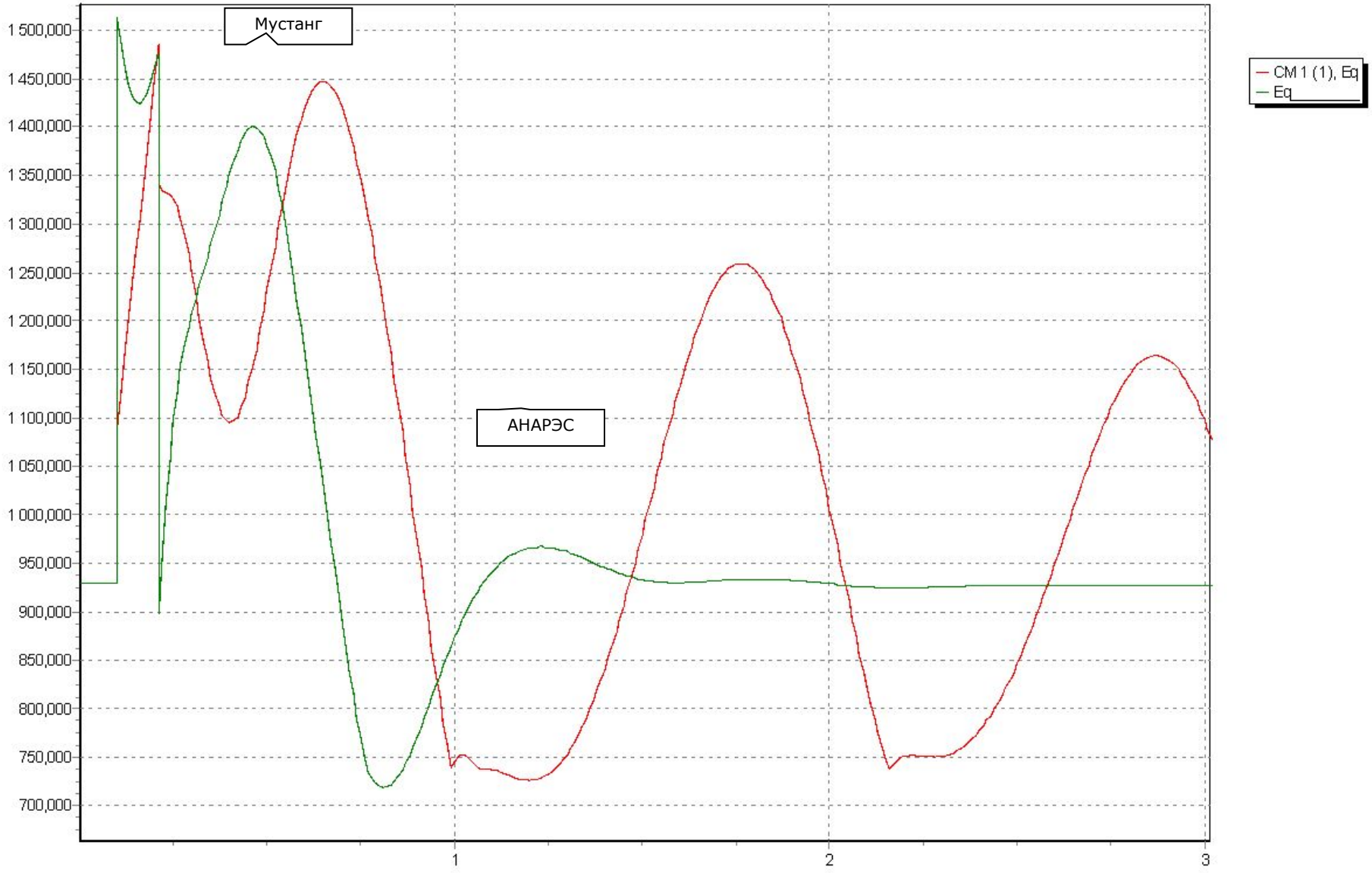
Расчет с АРВ СД без АРС. Eqe генератора 1



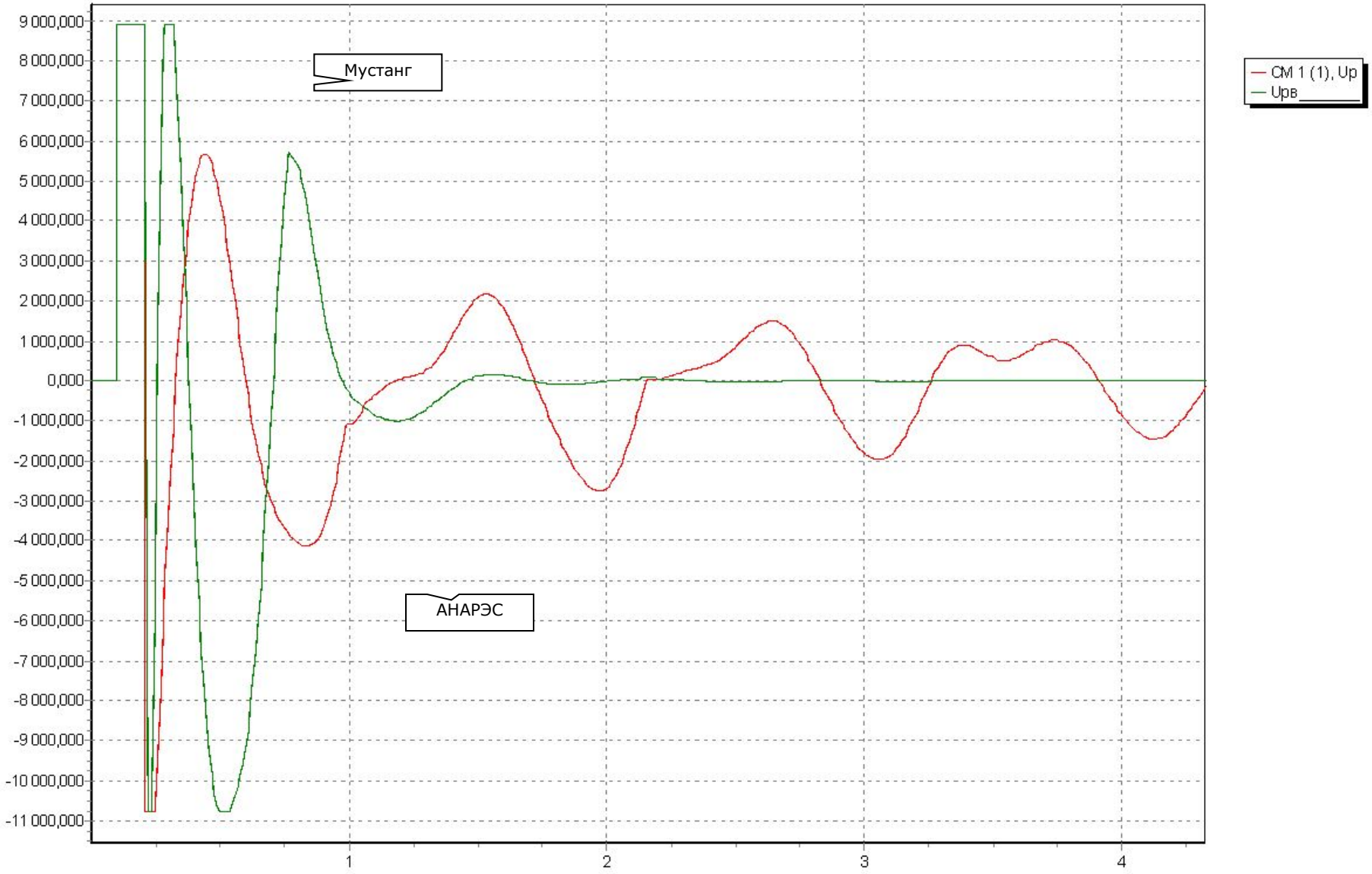
Расчет с АРВ СД без АРС. Eqe генератора 1 в начальный момент



Расчет с АРВ СД без АРС. Напряжение в узле 1



Расчет с АРВ СД без АРС. Скачек Eq



Расчет с АРВ СД без АРС. Напряжение на выходе РВ

Соответствие моделей АНАРЭС и ТЗ НИИПТ на ПО расчета динамической устойчивости

Модель СМ

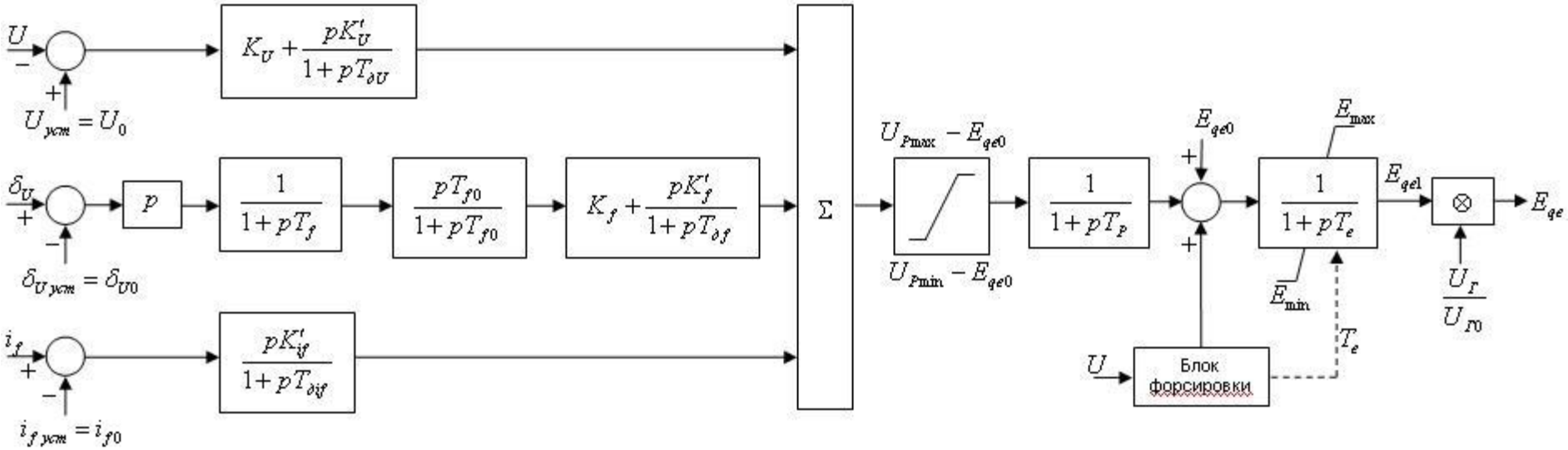
- Модель СМ применяемая в АНАРЭС в основном соответствует полной модели описанной в ТЗ НИИПТ на ПО расчета динамической устойчивости
- Отличия – учет частоты
  - В АНАРЭС – учет частоты в статорной цепи через средневзвешенную частоту (скорость центра инерций машин)
  - В ТЗ – скорость роторов ротора машины.
- Предлагается учитывать частоту в статорной цепи через средневзвешенную

Соответствие моделей АНАРЭС и ТЗ НИИПТ на ПО расчета динамической устойчивости

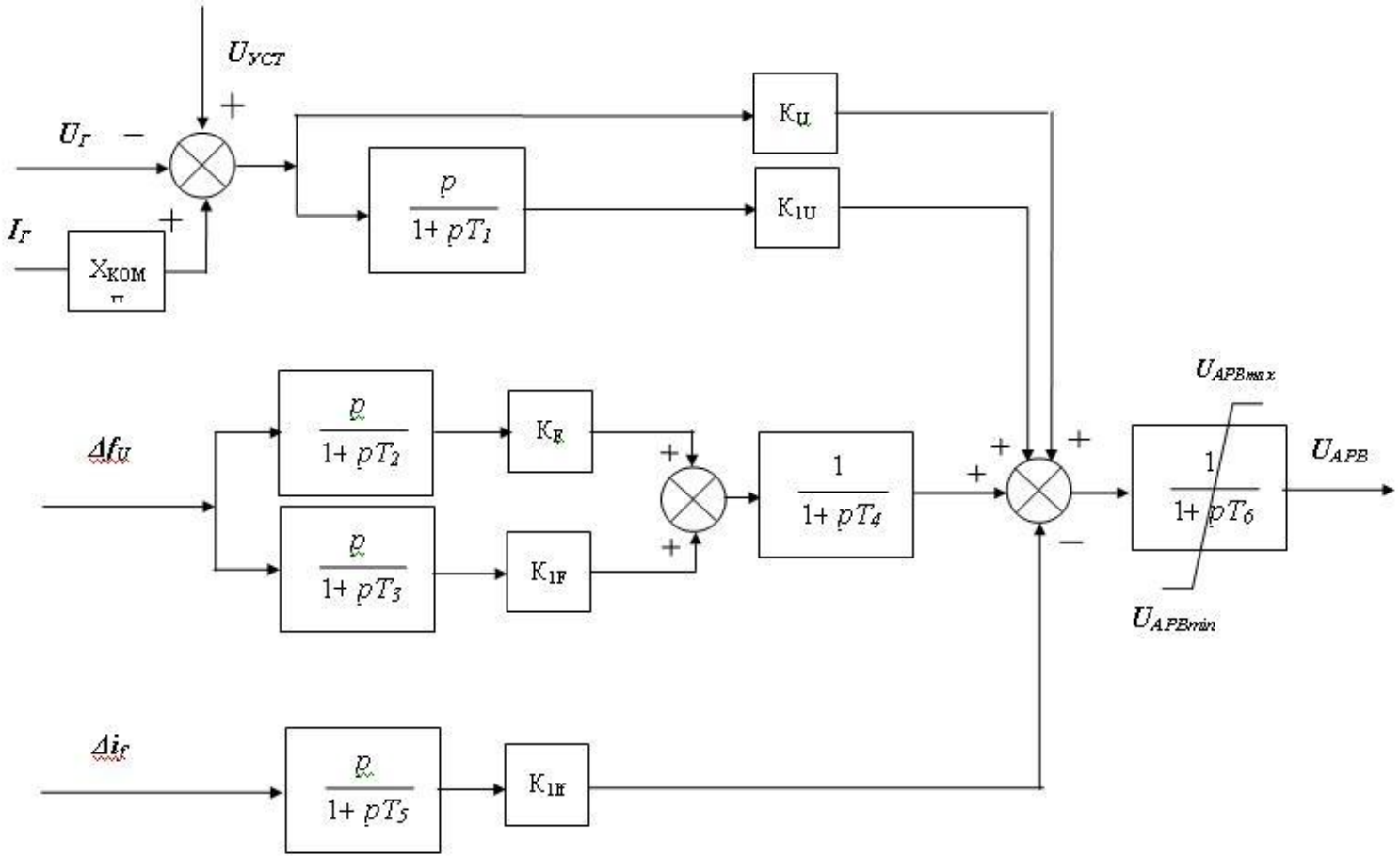
Модель АРВ

- Модель АРВ ПД применяемая в АНАРЭС совпадает с предложенной в ТЗ
- Модель АРВ СД применяемая в АНАРЭС совпадает со стандартной моделью регулятора возбуждения АРВ-СД на магнитных усилителях, предложенной в ТЗ.

Модель АРВ СД АНАРЭС



Стандартная модель регулятора возбуждения АРВ-СД на магнитных усилителях ТЗ НИИПТ



Соответствие моделей АНАРЭС и ТЗ НИИПТ на ПО расчета динамической устойчивости

Модель АРС

- В ТЗ предлагается моделировать зону нечувствительности АРС так как это сделано в Мустанге.

Соответствие моделей АНАРЭС и ТЗ НИИПТ на ПО расчета динамической устойчивости

Модель нагрузки

- Моделирование СХН в переходных процессах в АНАРЭС в настоящий момент не включено, но планируется.
- В асинхронных двигателях учитываются также переходные процессы в роторе.

Соответствие моделей АНАРЭС и ТЗ НИИПТ на ПО расчета динамической устойчивости

Модели ППТ, ВПТ, FACTS

- Сейчас не реализовано. Планируется

Модели котлов и турбин

- Сейчас не реализовано. Планируется

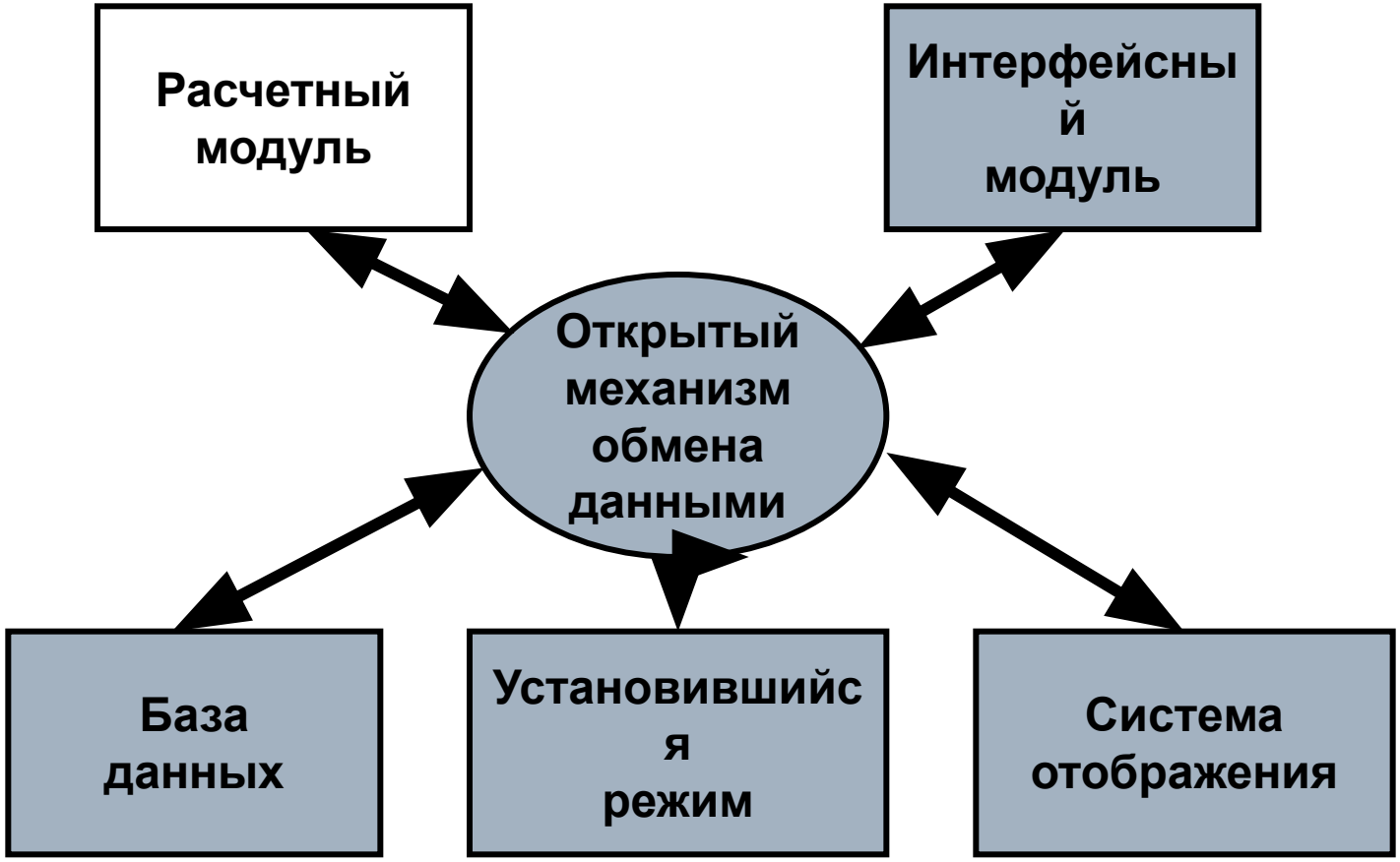
Системы автоматического управления

- Могут быть реализованы на основе существующего механизма ПАА.

АНАРЭС - Динамика

- Структура программы
- Структура расчетного блока
- Блок моделирования ПАА
- Взаимодействие с блоком пользовательского интерфейса
- Планы развития

Структура программы



Структура расчетного блока

- Модуль численного интегрирования
- Модуль решения СЛАУ
- Модель СМ
- Модель АМ
- Модуль АРВ
  - Встроенные модели АРВ
  - Механизм внешних регуляторов
- Модуль АРС
  - Встроенная модель АРС
  - Механизм внешних АРС
- Модуль ПАА
- Модуль моделей котлов и турбин (заглушка)
- Модуль дополнительных регуляторов (заглушка)

Структура расчетного блока

Модуль АРВ

- Построен по объектной модели
- Компактное хранение данных
- Высокая скорость работы
- Возможность подключения внешних регуляторов по COM-технологии (Inprocess Server).
- Спецификация на интерфейс подключаемых регуляторов будет открыта.

Структура расчетного блока

Модуль дополнительных регуляторов

- В каждый узел и ветвь может быть добавлен шунт и сопротивление соответственно, вычисляемые динамически с помощью внешних регуляторов.
- Возможность подключения внешних регуляторов по COM-технологии (Inprocess Server).
- Интерфейс подключаемых аналогичен АРВ.

Моделирование систем ПАА и РЗА

- Универсальная имитационная объектная модель устройств РЗ и ПАА.
- Специализированный редактор ПАА
- Возможность создания шаблонов ПАА
- Возможность задания сложной логики
- Структура логики адаптирована для максимально быстрой проверки логики ПАА

Объекты ПАА

- Первичные коммутационные элементы;
- Вторичные коммутационные элементы;
- Датчики (реле тока, напряжения, мощности и т. п.);
- Варианты состояния схемы сети (состояние элементов сети, при которых работают определенные устройства);
- Пусковые органы (событие, при возникновении которого идет запуск устройств РЗ и ПАА);
- Управляющие воздействия (которые выдают устройства РЗ и ПАА);
- Устройства РЗ и ПАА, имеющие набор условий срабатывания и несколько ступеней со своими уставками и управляющими воздействиями.

Управляющие воздействия

- Отключение/включение элементов ЭЭС (ЛЭП, генераторы, нагрузка, выключатели и т.п.).
- Изменение нагрузки.
- Изменение генерации.
- Воздействие на другие устройства РЗ и ПАА.
- Набор управляющих воздействий может пополняться.

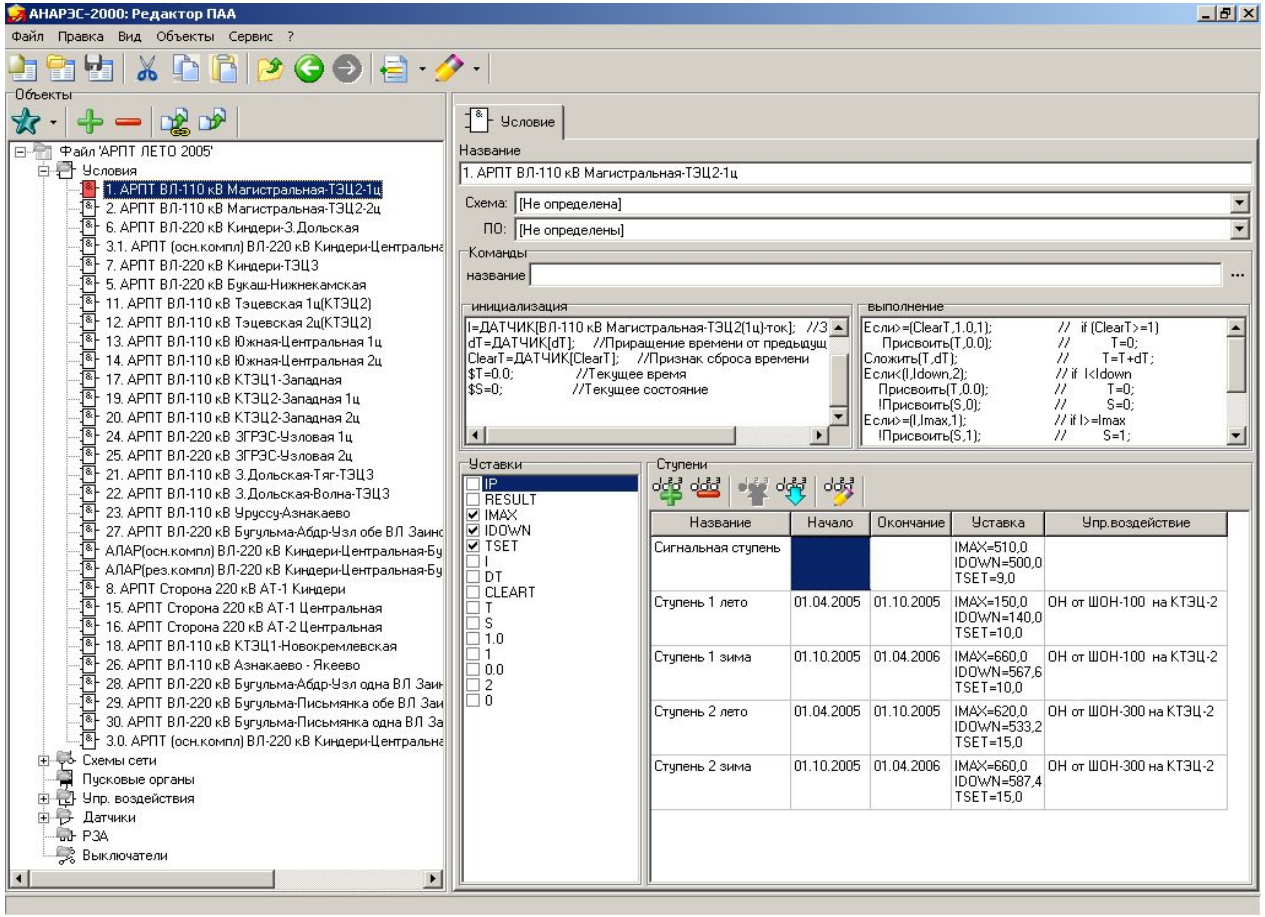
Программируемая логика

- Логические операции;
- Арифметические операции;
- Условные операторы;
- Операторы специального назначения;
- Алгоритмы типовых устройств РЗ и ПАА.
- Алгоритмы регуляторов и др.

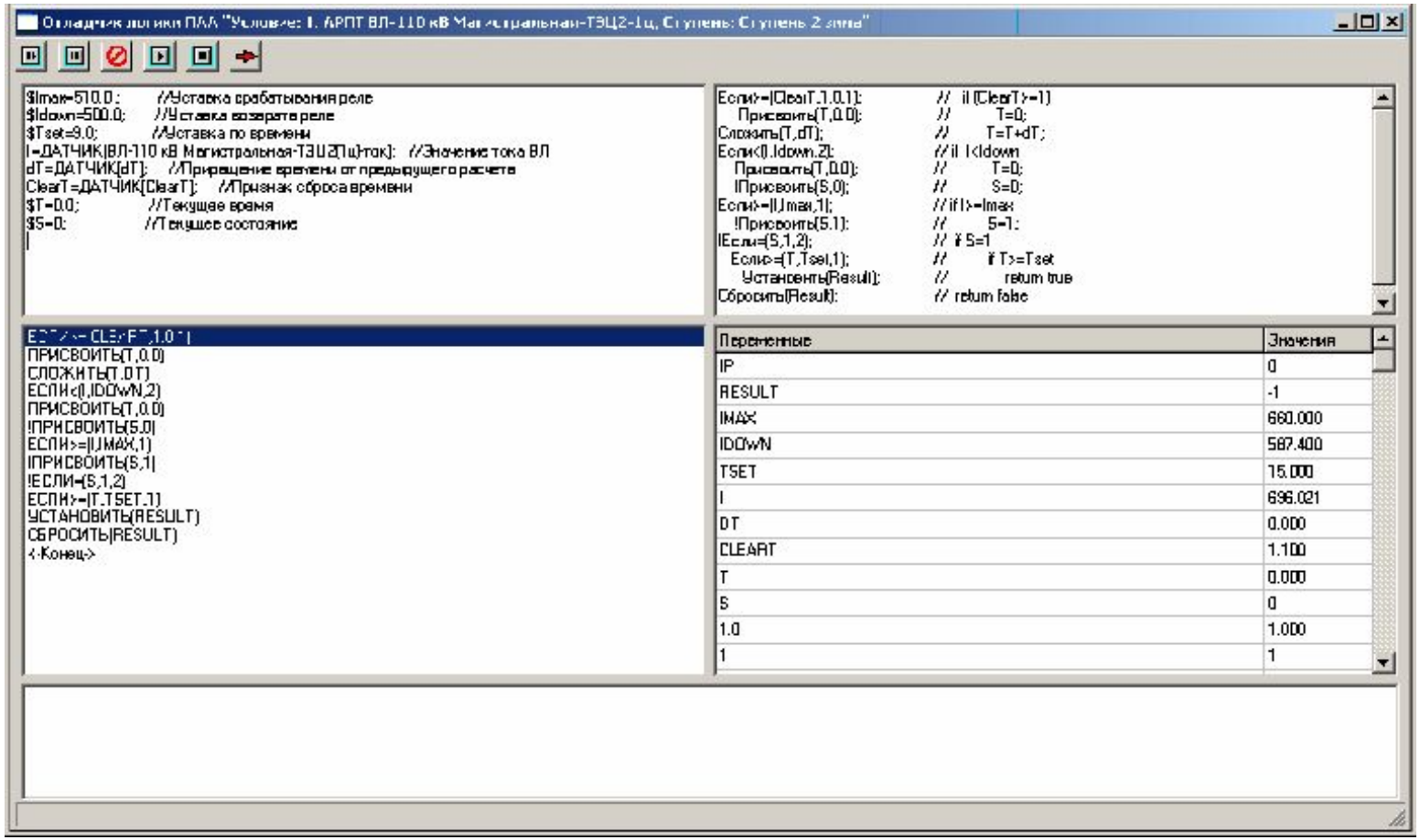
Применяется для:

- Выбора вариантов состояния схемы сети;
- Проверки условия срабатывания устройств РЗ и ПАА;
- Проверки условий выдачи управляющего воздействия

Редактор ПАА



Отладка ПАА


$Imax=510.0; //Уставка срабатывания реле
$Idown=500.0; //Уставка возврата реле
$Tset=9.0; //Уставка по времени
I=ДАТЧИК[ВЛ-110 кВ Магистральная-ТЭЦ2-1ц-ток]; //Значение тока ВЛ
dT=ДАТЧИК[dT]; //Приращение времени от предыдущего расчета
ClearT=ДАТЧИК[ClearT]; //Признак сброса времени
$T=0.0; //Текущее время
$S=0; //Текущее состояние
Если>=[ClearT,1.0,1]; // if (ClearT>=1)
Присвоить(T,0.0); // T=0;
Сложить(T,dT); // T=T+dT;
Если<[I,Idown,2]; // if I<Idown
Присвоить(T,0.0); // T=0;
!Присвоить(S,0); // S=0;
Если>=[I,Imax,1]; // if I>=Imax
!Присвоить(S,1); // S=1;
!Если=(S,1,2); // if S=1
Если>=(T,Tset,1); // if T>=Tset
Установить(Result); // return true
Сбросить(Result); // return false
ПРИСВОИТЬ(T,0.0)
СЛОЖИТЬ(T,DT)
ЕСЛИ<(I,IDOWN,2)
ПРИСВОИТЬ(T,0.0)
!ПРИСВОИТЬ(S,0)
ЕСЛИ>=(I,IMAX,1)
!ПРИСВОИТЬ(S,1)
!ЕСЛИ=(S,1,2)
ЕСЛИ>=(T,TSET,1)
УСТАНОВИТЬ(RESULT)
СБРОСИТЬ(RESULT)
<-Конец->
Переменные
Значения
IP 0
RESULT -1
IMAX 660.000
IDOWN 587.400
TSET 15.000
I 696.021
DT 0.000
CLEART 1.100
T 0.000
S 0
1.0 1.000
1 1

Части ПАА, реализованные внутри программы

Части ПАА, реализованные внутри программы:

- Датчики
- Управляющие воздействия
- Обобщенные алгоритмы устройств

Набор может пополняться

Части ПАА, реализованные средствами редактора ПАА:

- Взаимосвязь между элементами ПАА;
- Логика работы записанная на макроязыке.
- Уставки (с возможностью задания по сезонам), привязки к расчётной схеме и т.д.

Взаимодействие с пользовательским интерфейсом

- Расчетный модуль выполнен в виде (InProcess) COM-сервера.
- Спецификация на интерфейс будет открыта.
- Интерфейс близок к идеологии OPC-сервера, но оптимизирован именно под расчетные задачи

Пользовательский интерфейс

- Отображение в табличном виде
- Отображение на графиках.
- Связь с MS Excel (возможна как для ввода исходных данных, так и для вывода результатов).

Планы развития

- Исследования и реализация моделей: котлов, турбин, ППТ, FACTS и др.
- Реализация задания логики ПАА с помощью графического языка функциональных блоков
- Поддержка формата обмена данными CIM/XML
- Работа по улучшению пользовательского интерфейса как программы Динамика, так и всего комплекса АНАРЭС.

Предложения по этапности работ в соответствии с ТЗ НИИПТ

- Тестирование существующей версии программы динамики «АНАРЭС» на имеющейся в СО ЦДУ программе Eurostag.
- Доработка программы с учетом требований ТЗ к моделированию АРВ, РЗА, но без учета автоматики распределения активных и реактивных мощностей и уравнений котлов. Доработка ТЗ в части АРВ.
- Доработка ТЗ и учет котлов.
- Доработка ТЗ и учет ППТ и ВПТ.
- Доработка ТЗ и учет вторичного регулирования частоты и активной мощности.