

Конкурсная работа

Разработка электрогидравлического модуля управления поворотом колес
передней опоры шасси пассажирского самолета

Выполнил:
Горбунов Владислав Алексеевич
Руководитель:
к.т.н, доцент
Алексеенков Артем Сергеевич

Москва 2024

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

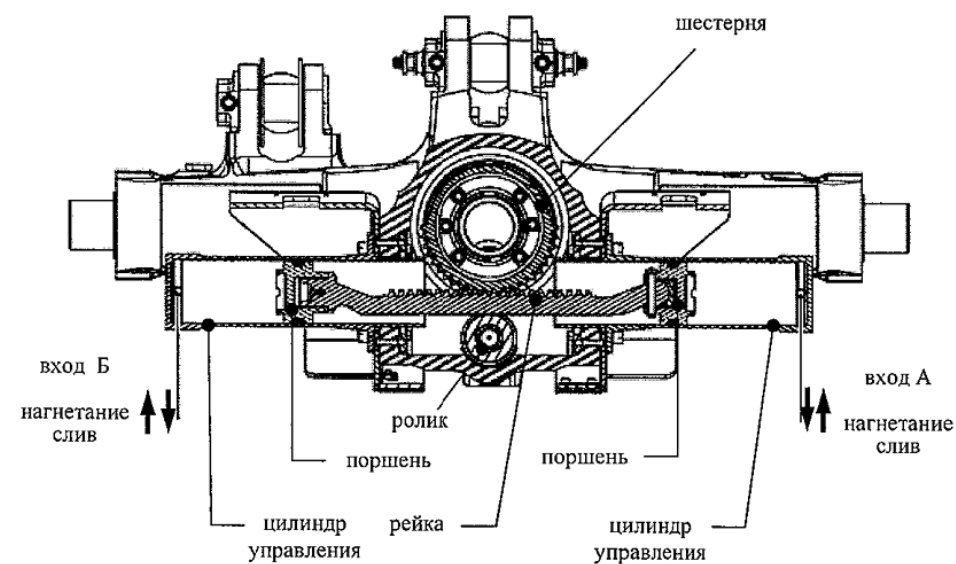
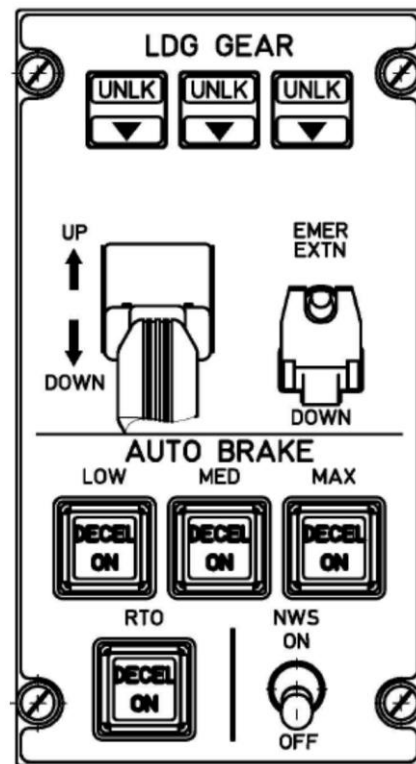
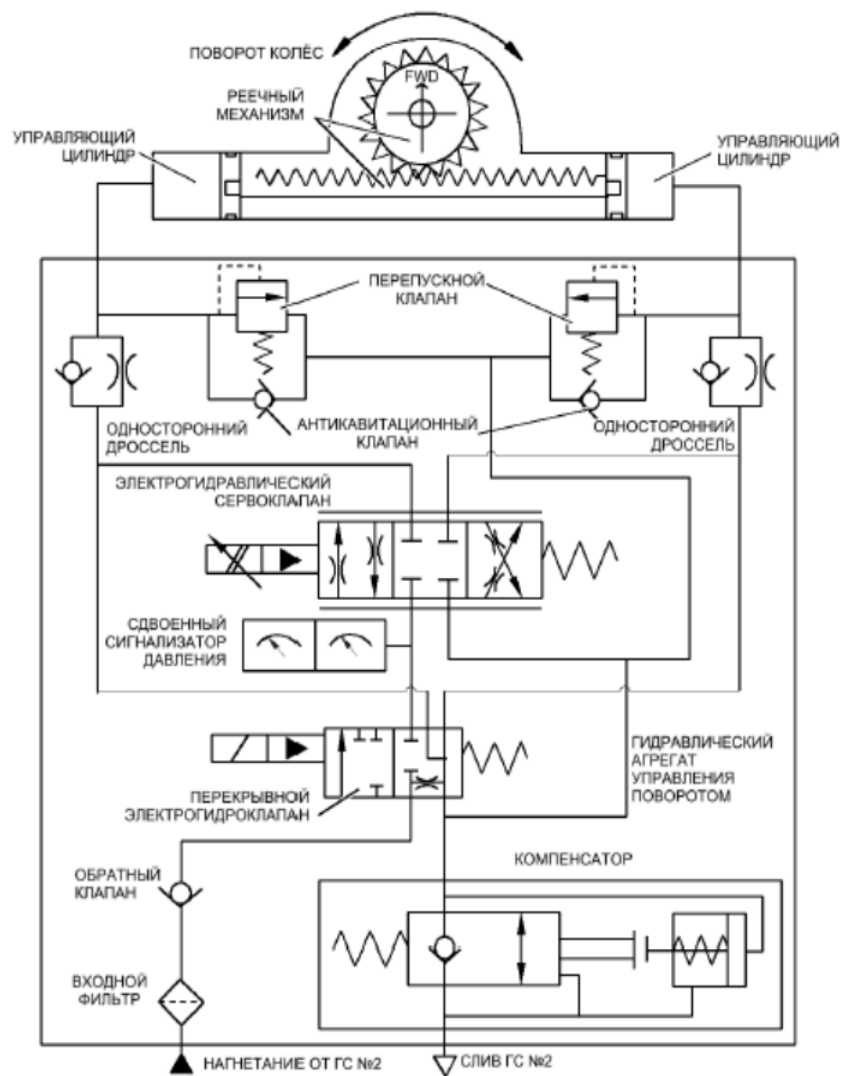
В состав ЭГМУ должны входить:

- входной фильтр,
- обратный клапан в линии нагнетания,
- ЭГК для управления клапаном режимов работы,
- клапан выбора режимов работы («демпфирования» или «активный»),
- ЭГУ с двумя датчиками положения золотника,
- два датчика давления (на каждый гидроцилиндр ПОШ),
- два постоянных дросселя в полостных гидролиниях,
- два перепускных и антикавитационных клапана в каждой полостной гидролинии,
- гидравлический компенсатор.

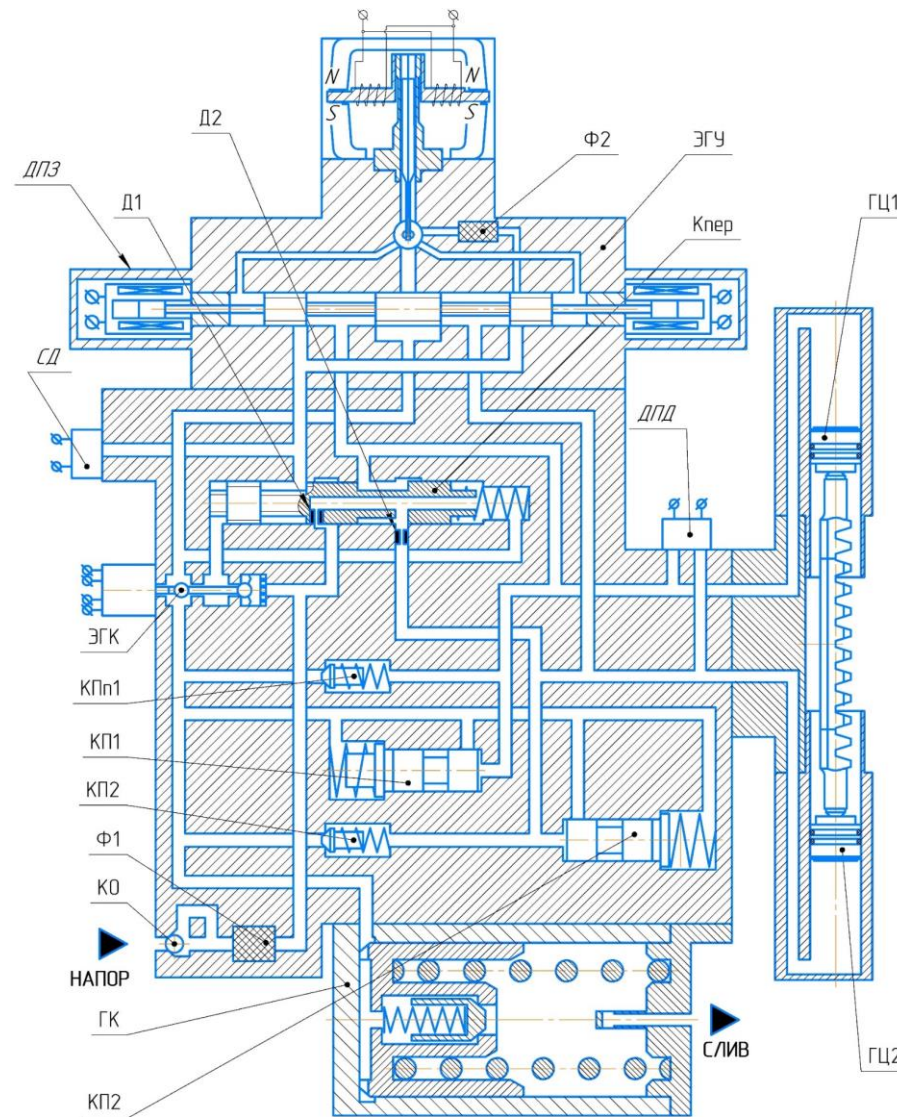
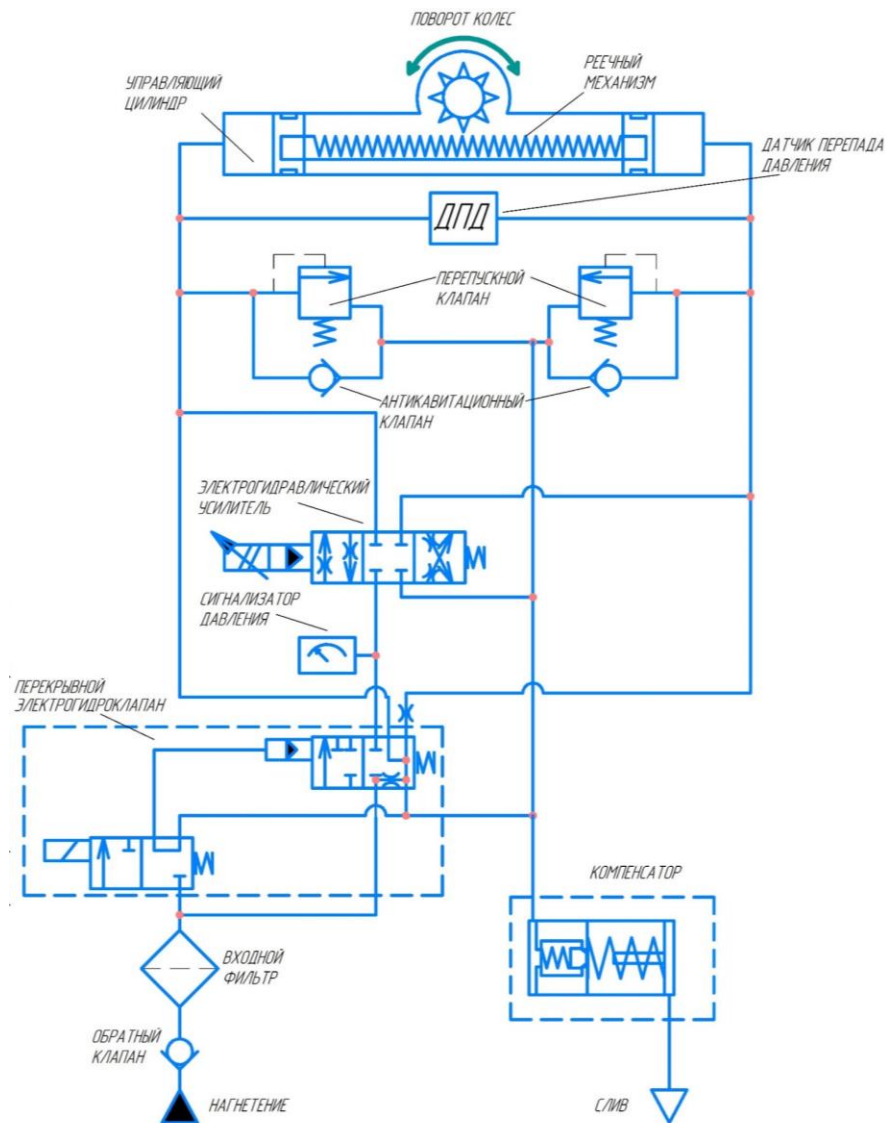
При отсутствии гидро- или электропитания ЭГМУ должен находиться в режиме демпфирования (самоориентирования).

Наименование характеристики	Значение
Углы поворота ПОШ в режиме «руление», град	±70
Максимальный расход рабочей жидкости ЭГМУ ПОШ при НКУ, л/мин	5
Рабочее давление нагнетания в гидросистеме, МПа	21
Давление слива в гидросистеме, МПа	1
Диаметр гидроцилиндров реечно-шестеренчатого приводного механизма (РПМ), мм	70

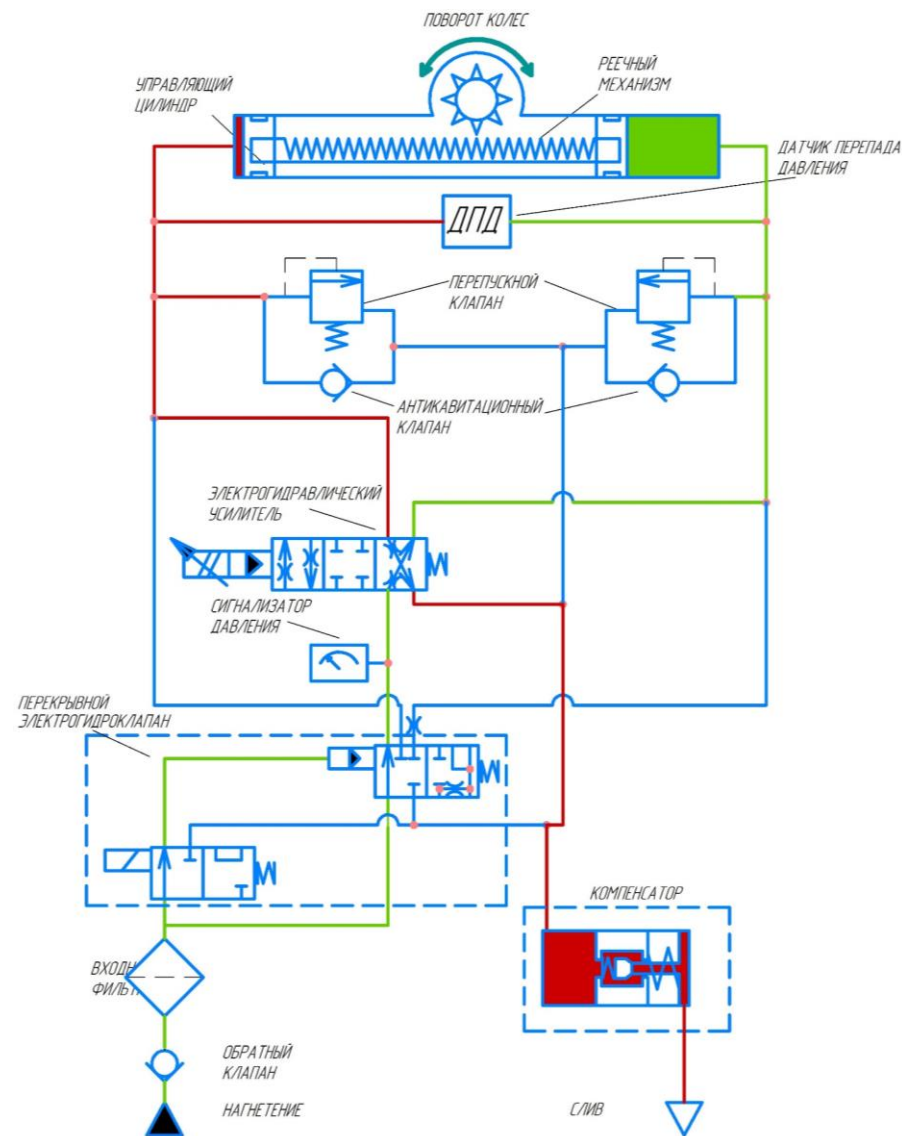
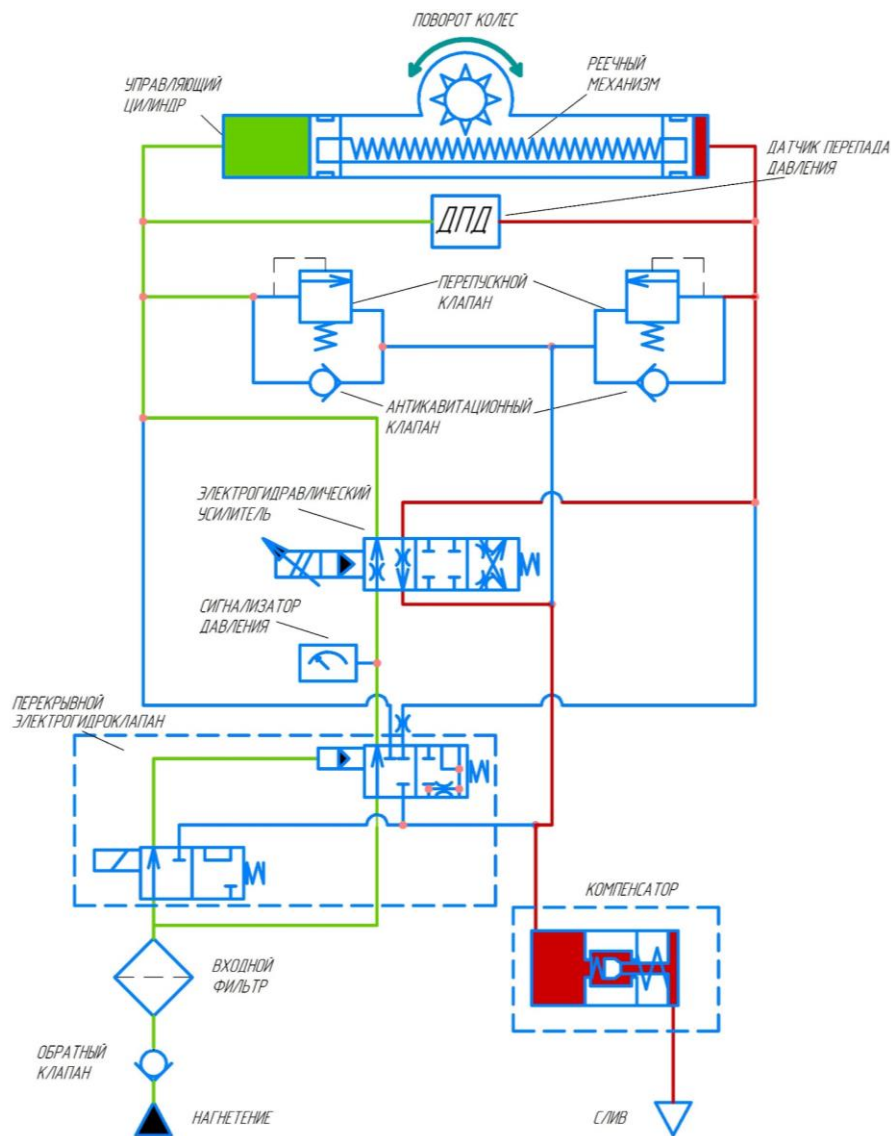
ПРОТОТИП ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ



ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ И ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМЫ



ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ И ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМЫ



РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА

Потребная эффективная площадь поршня:

$$A_{\text{п}} = \frac{\pi d_{\text{п}}^2}{4};$$

Развиваемое усилие:

$$F_{\text{н}} = S_{\text{п}} * \Delta P_{\text{п.мах}} \cdot K_{\text{т}};$$

Длина гильзы:

$$L_{\text{Г}} \approx X_{\text{п.мах}} + L_{\text{б}} + \delta_{\text{п}};$$

Длина штока:

$$L_{\text{шт}} \approx L_{\text{Г}} + X_{\text{п.мах}};$$

Площадь окна золотника:

$$A_{\text{з}} = \frac{Q_{\text{мах}}}{\mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{п.мин}}}{2}}};$$

Скорость перемещения штока:

$$V_{\text{шт.мах}} = \frac{Q_{\text{мах}}}{A_{\text{п}}};$$

Площадь поршня гидрокомпенсатора:

$$A_{\text{ГА}} = \frac{F_{\text{зар}}}{\Delta P_{\text{к}}};$$

Ход поршня гидрокомпенсатора:

$$X_{\text{ГА}} = \frac{V_{\text{ГА.}\Delta t}}{A_{\text{ГА}}};$$

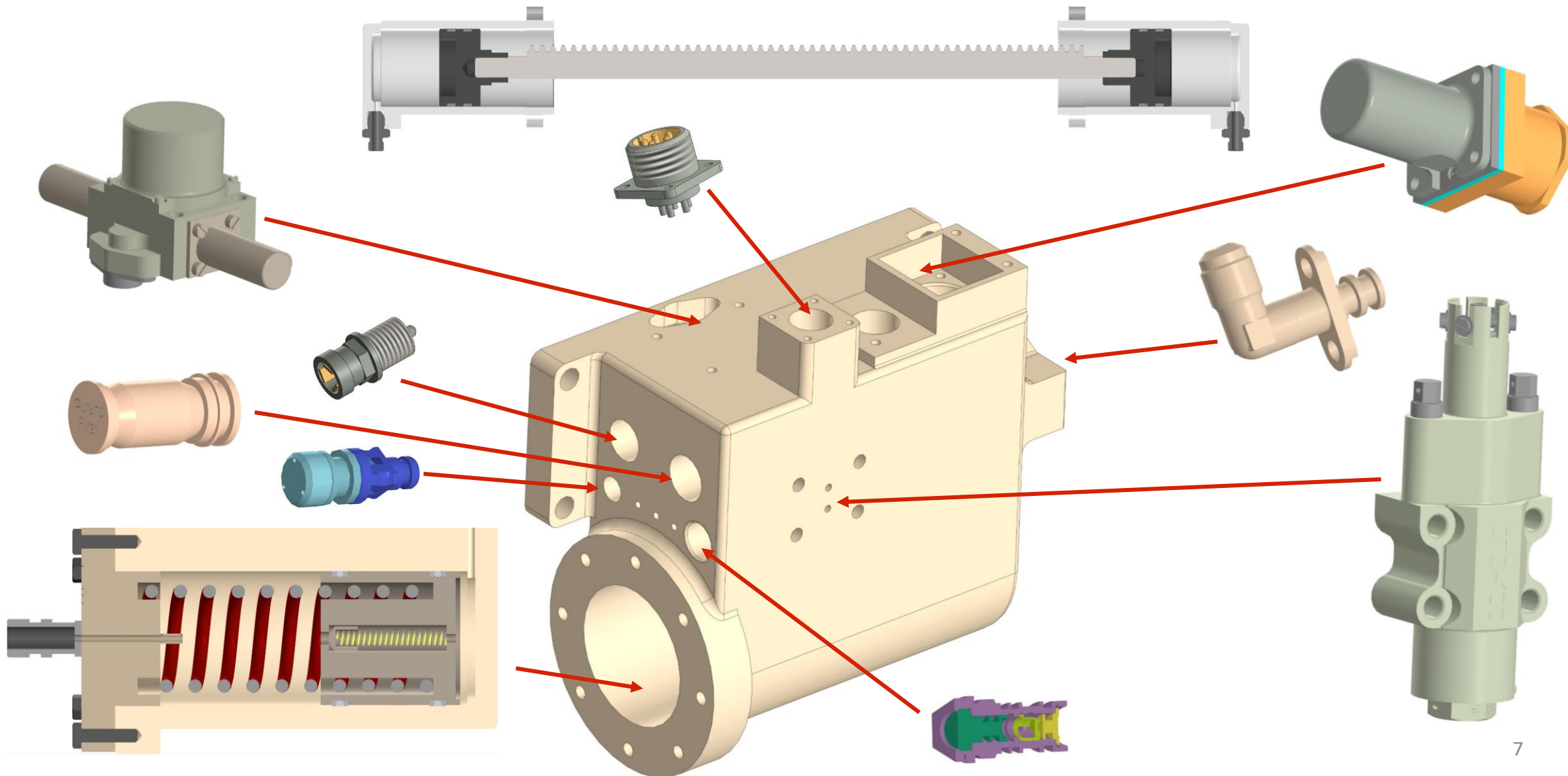
Диаметр поршня гидрокомпенсатора:

$$D_{\text{ГА}} = \sqrt{4 \cdot \frac{A_{\text{ГА}}}{\pi}};$$

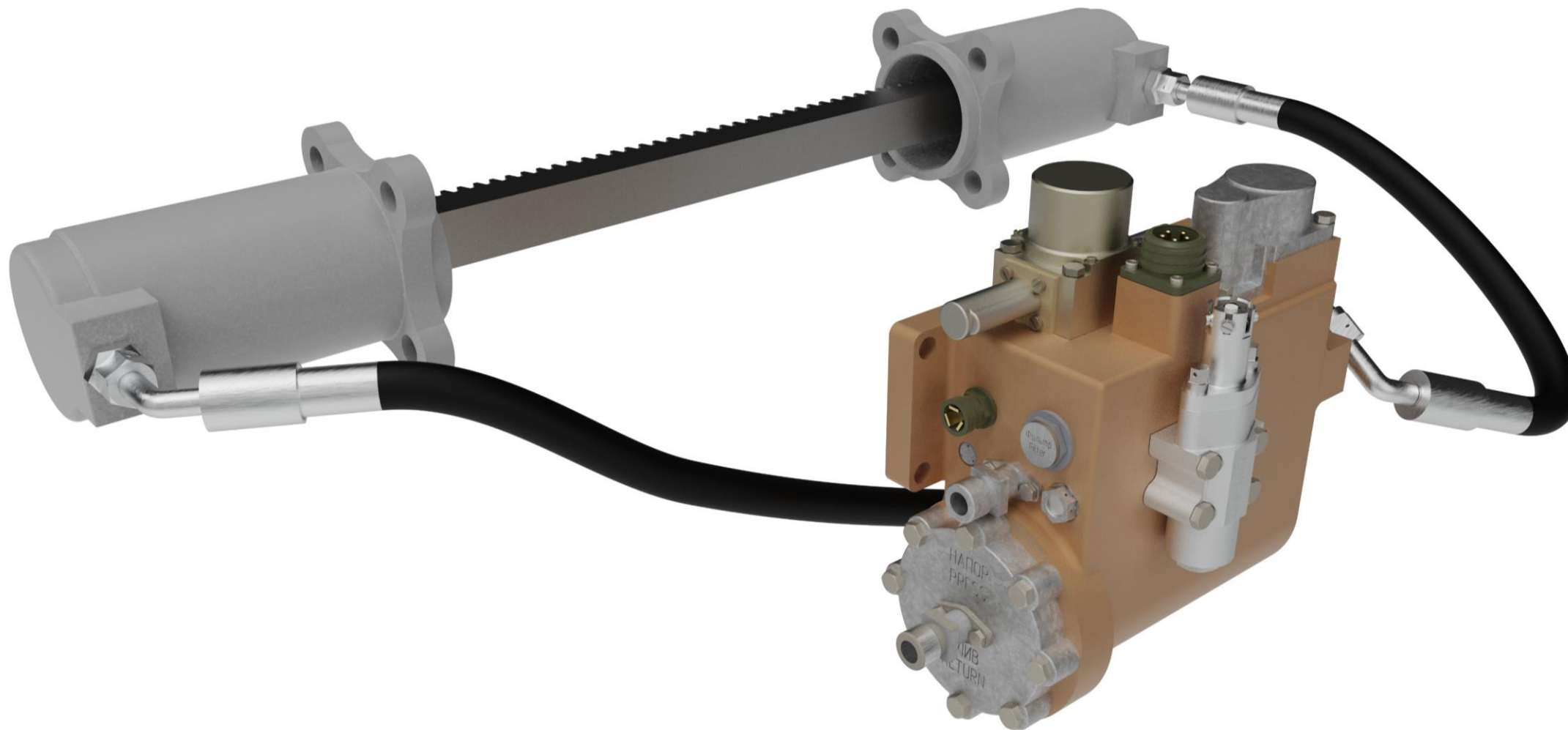
Сила развиваемая пружиной гидрокомпенсатора:

$$F_{\text{2}} = A_{\text{ГА}} \cdot P_{\text{с.ном}};$$

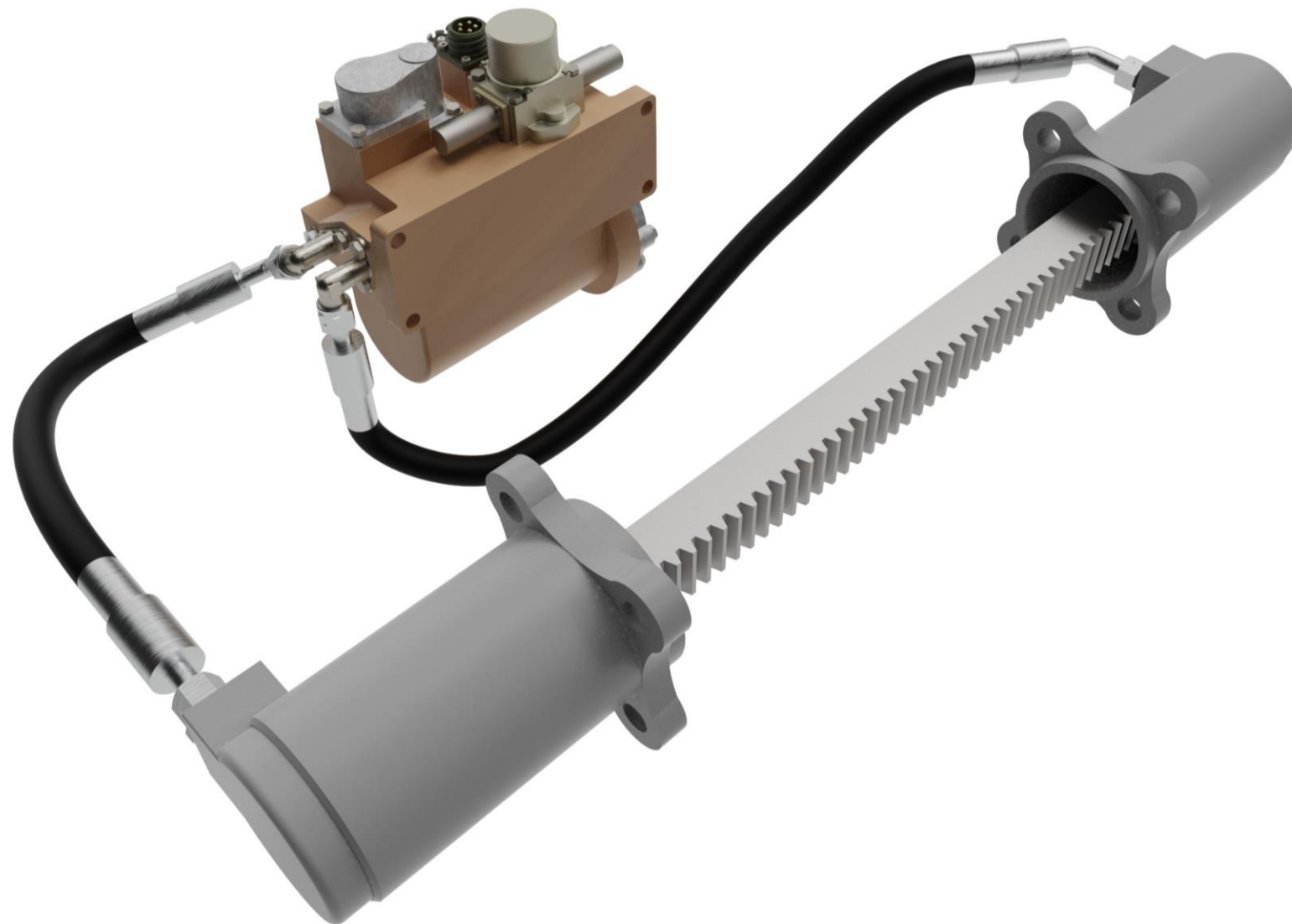
3D МОДЕЛЬ



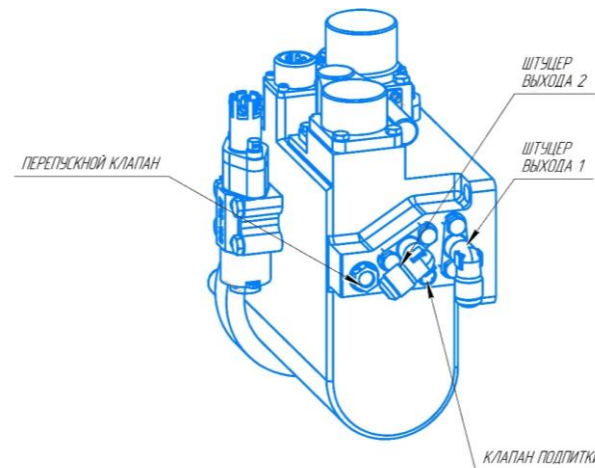
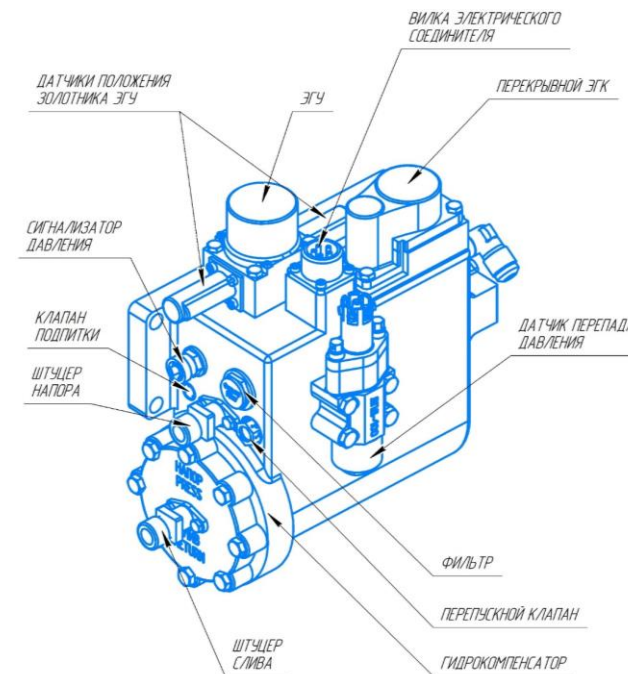
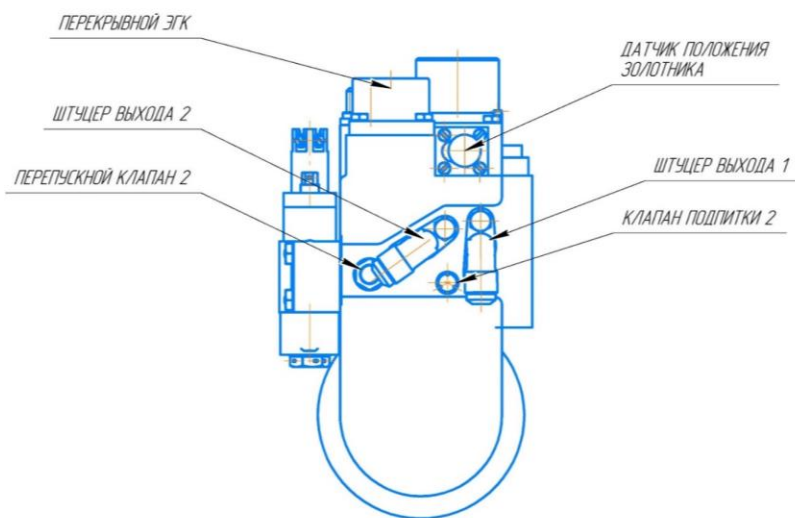
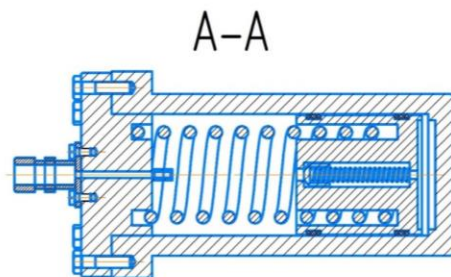
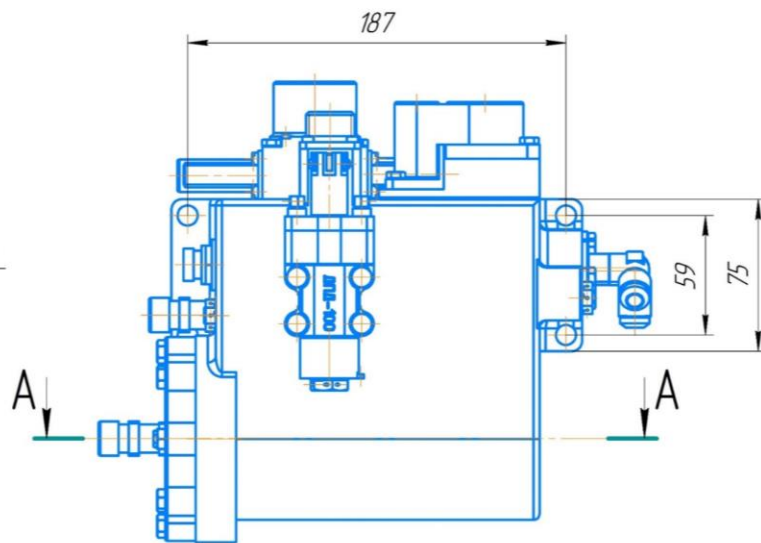
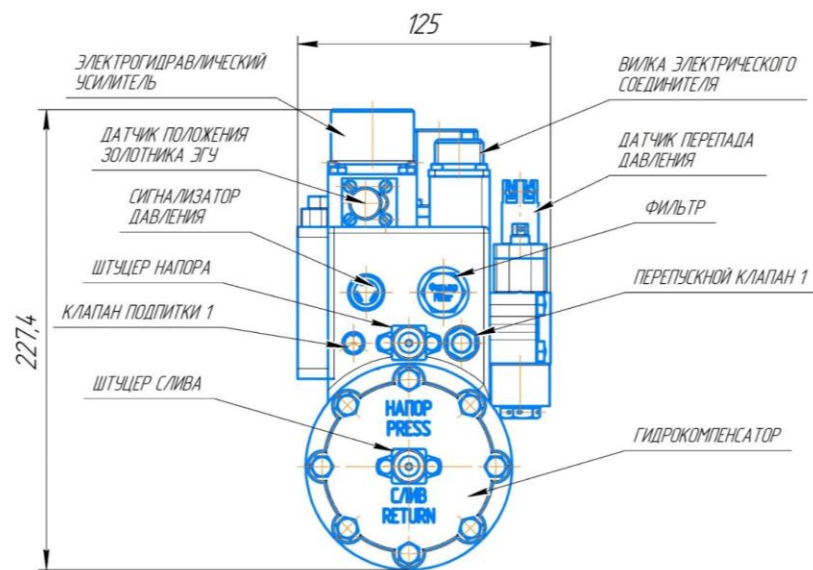
3D МОДЕЛЬ



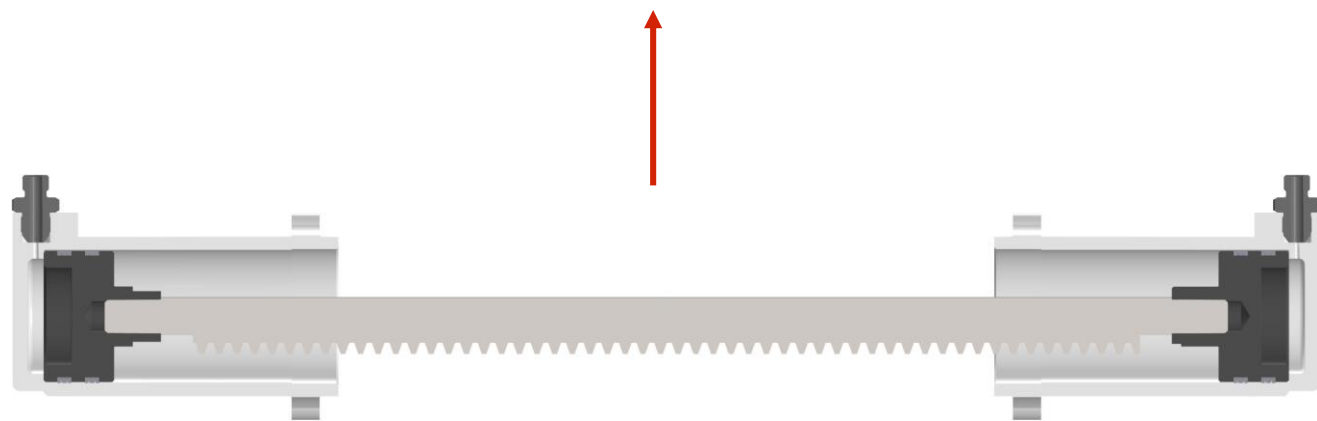
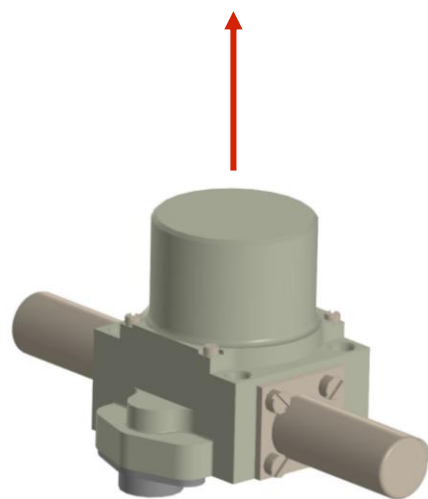
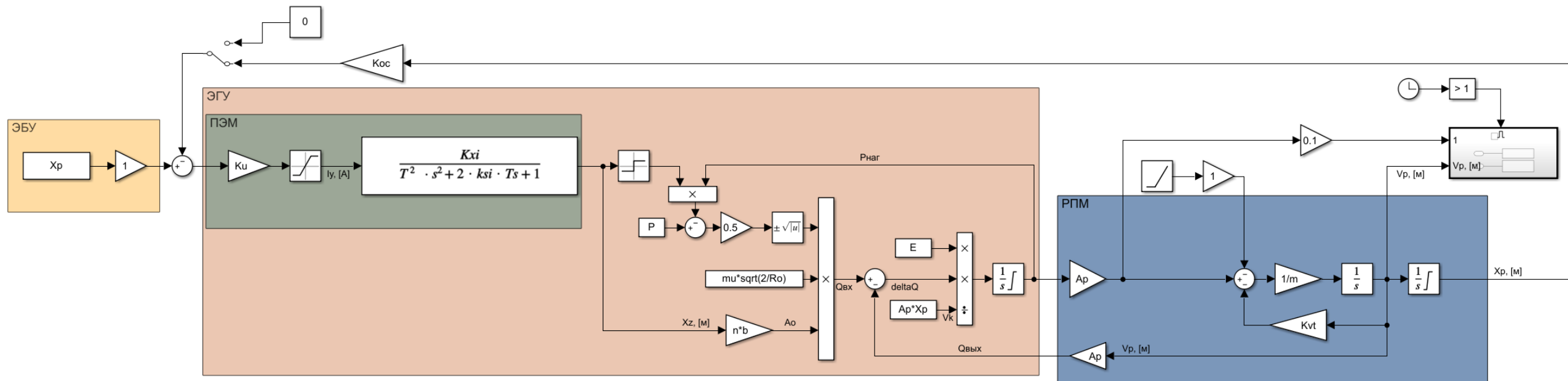
3D МОДЕЛЬ



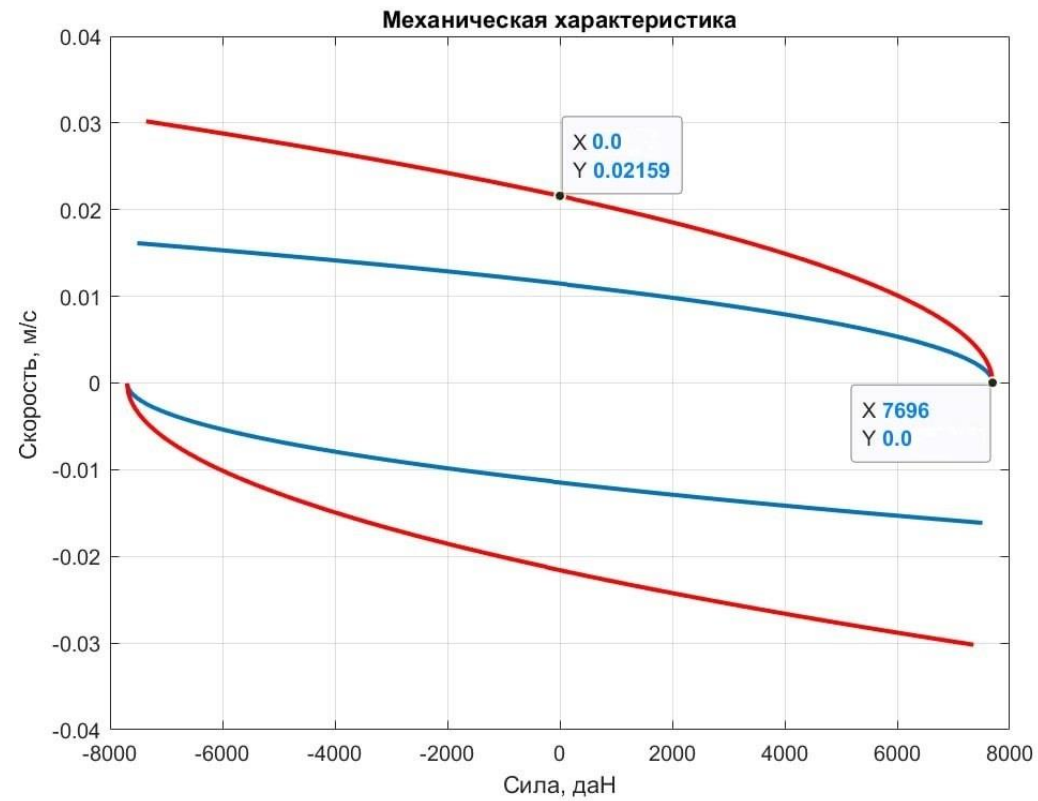
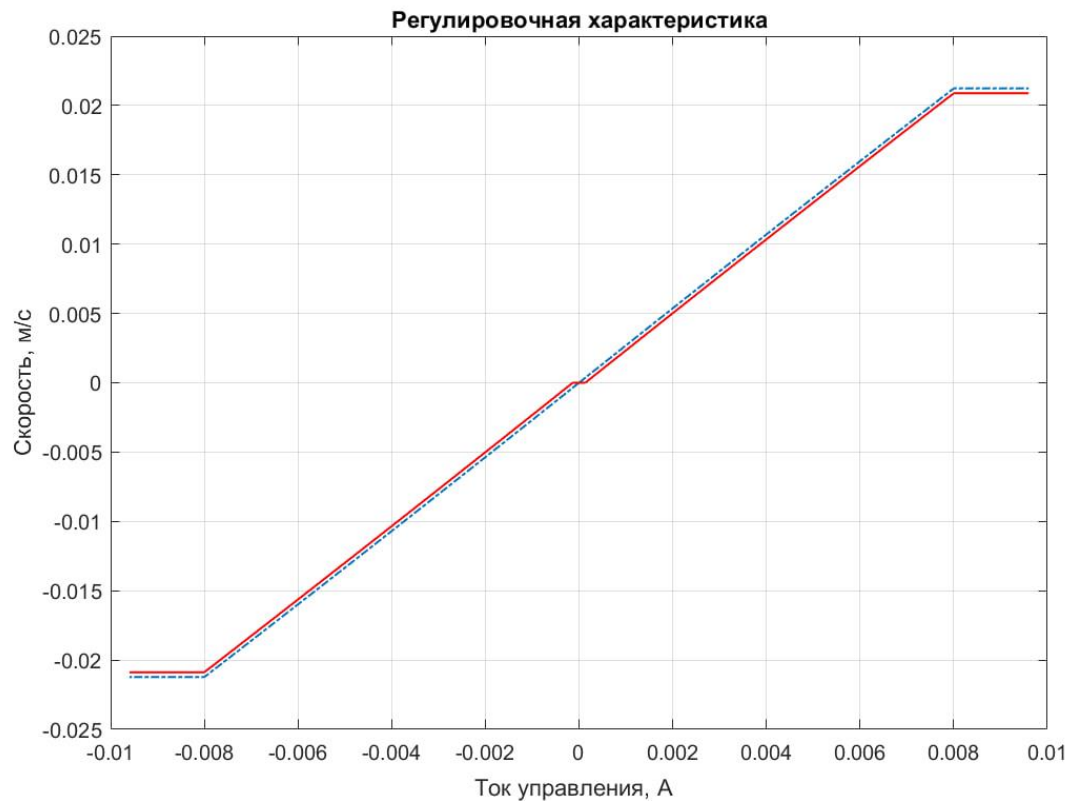
ЧЕРТЕЖ ЭГМУ СУПК



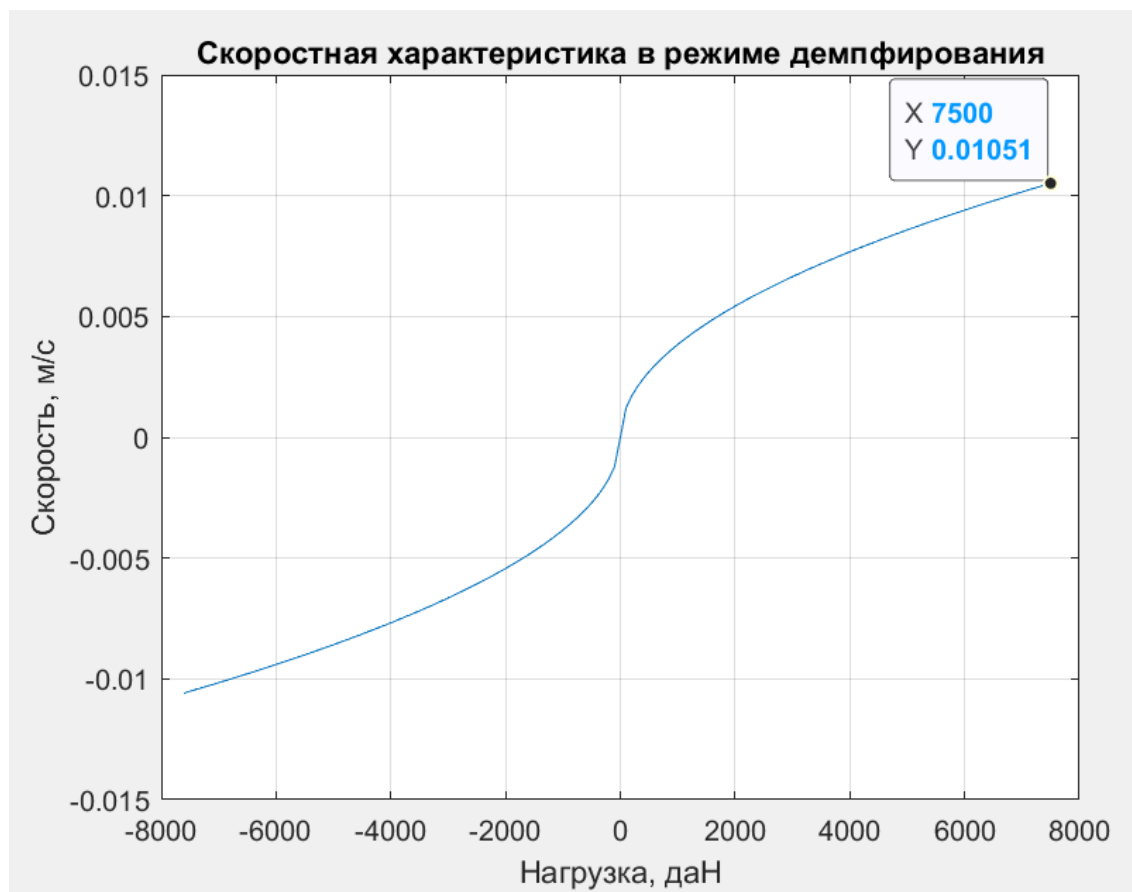
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ



СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

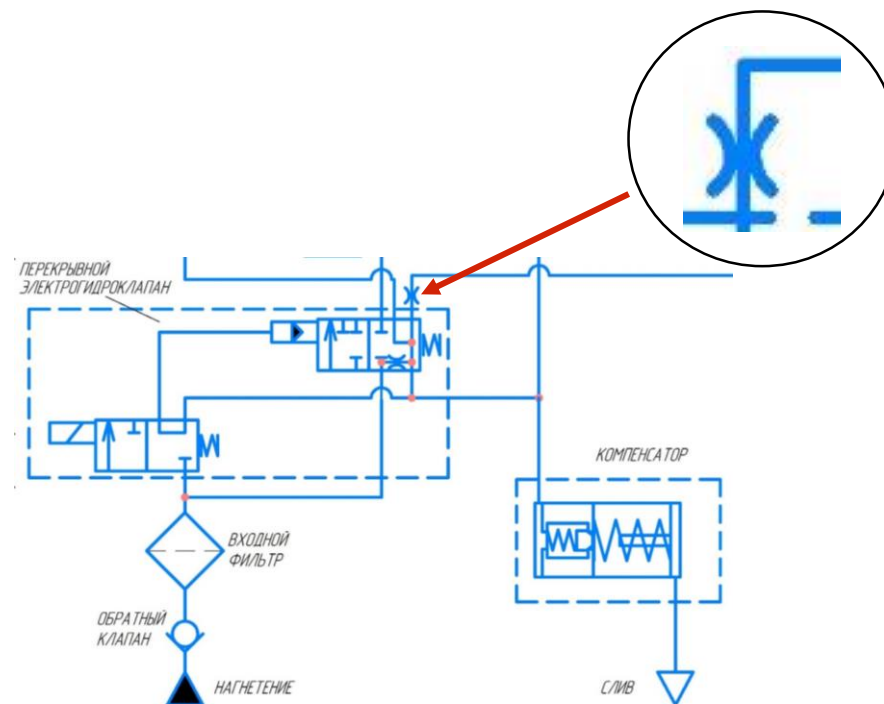


СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

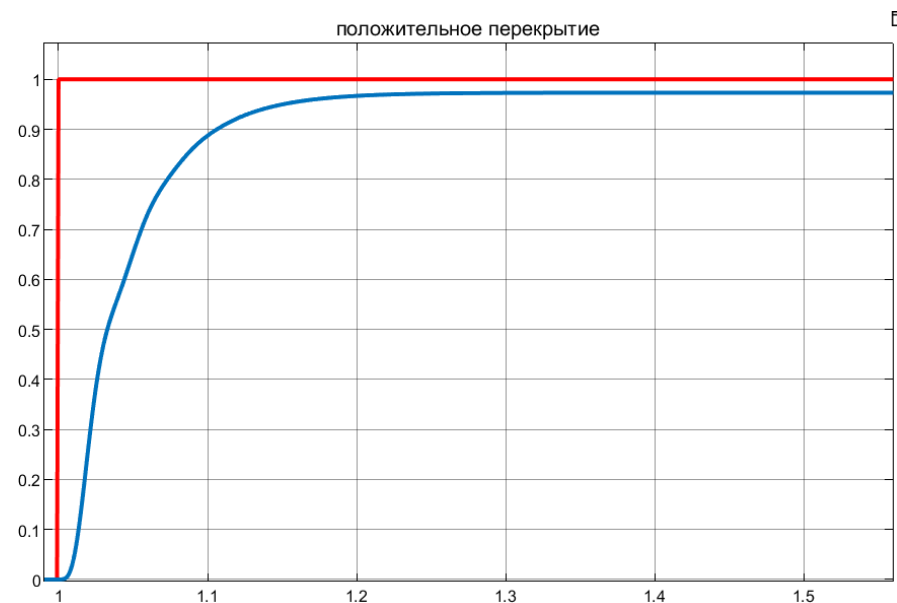
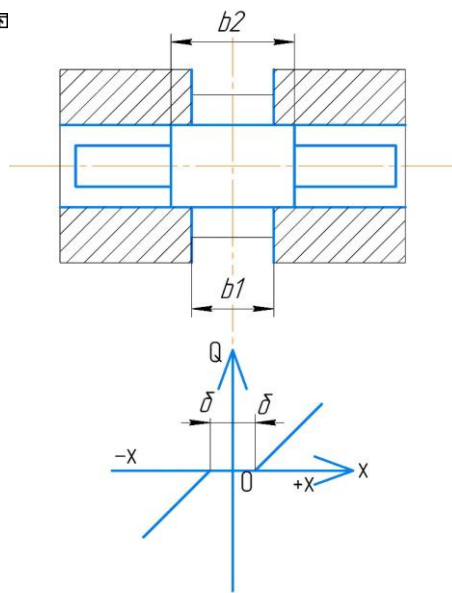
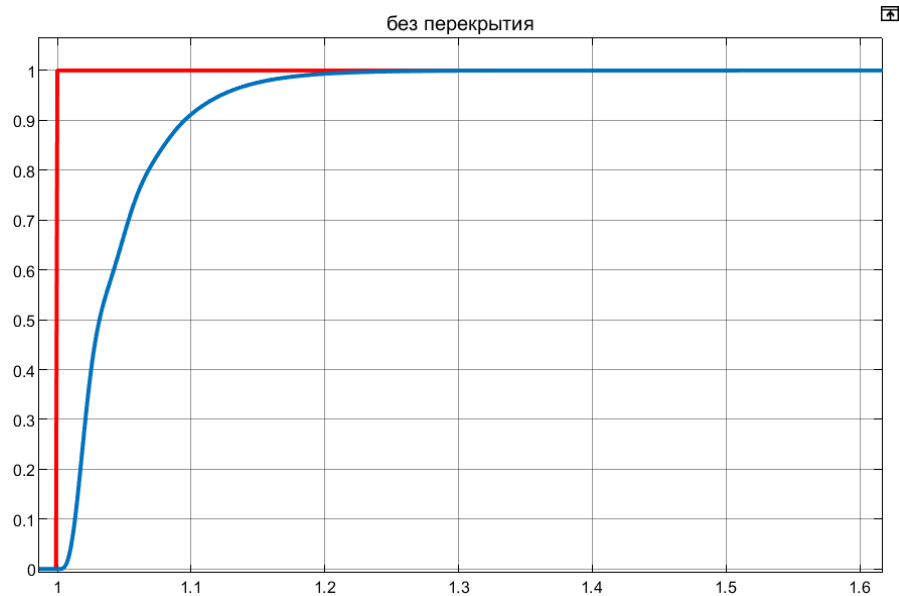


Математическое описание режима демпфирования

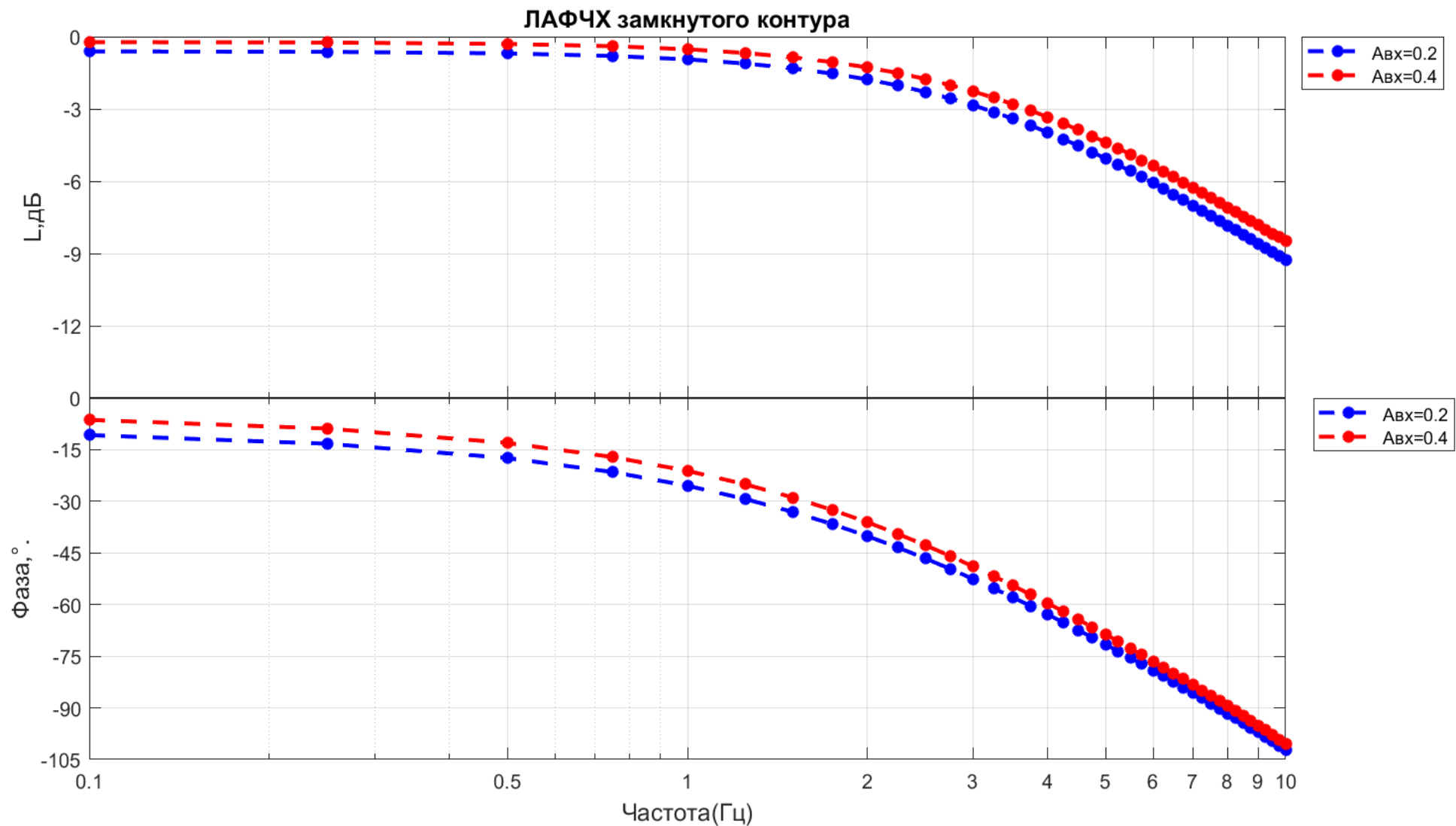
$$V_p = \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \pi \cdot \sqrt{D_{дд}} \cdot \sqrt{\frac{F_l}{A_p^3}}$$



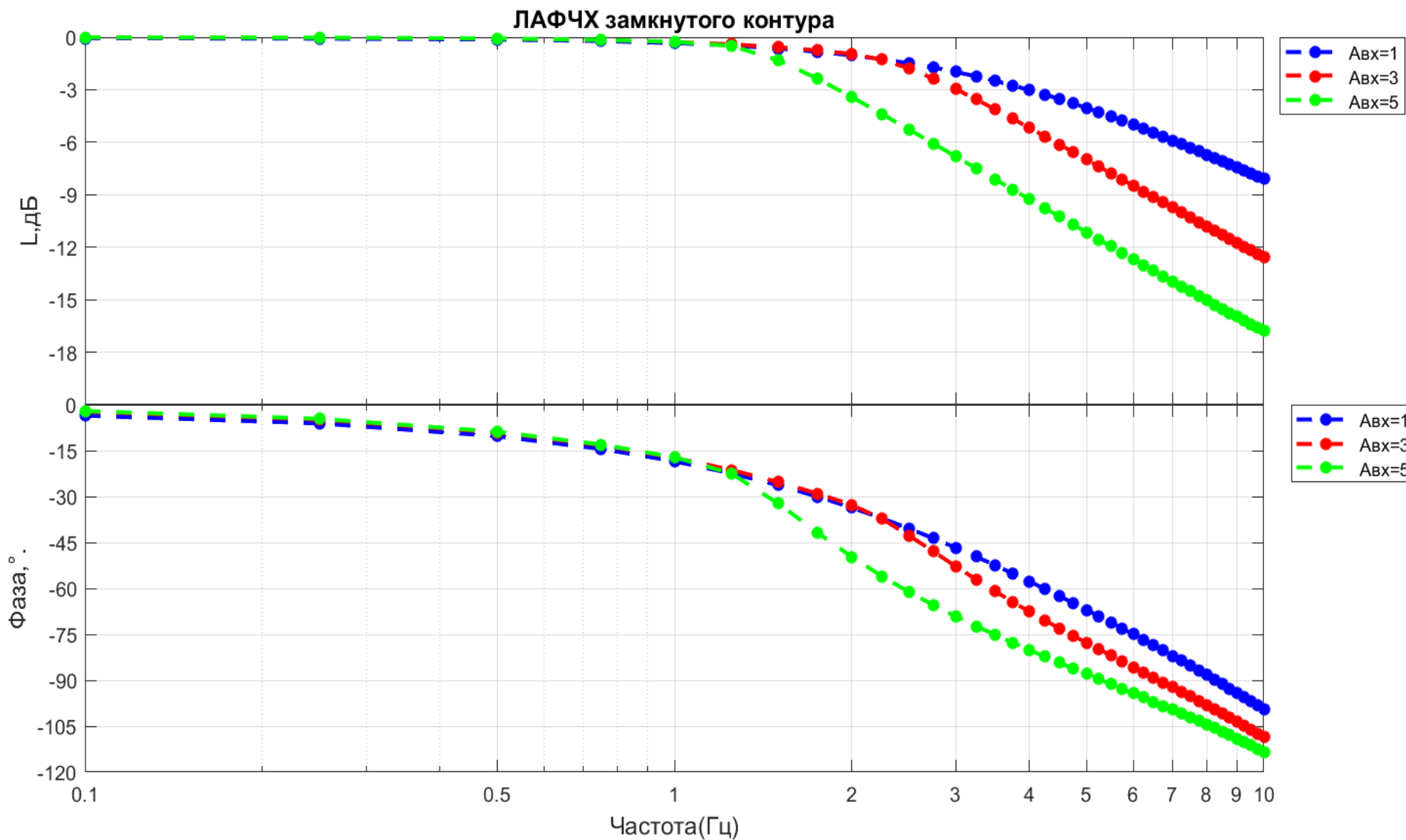
ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



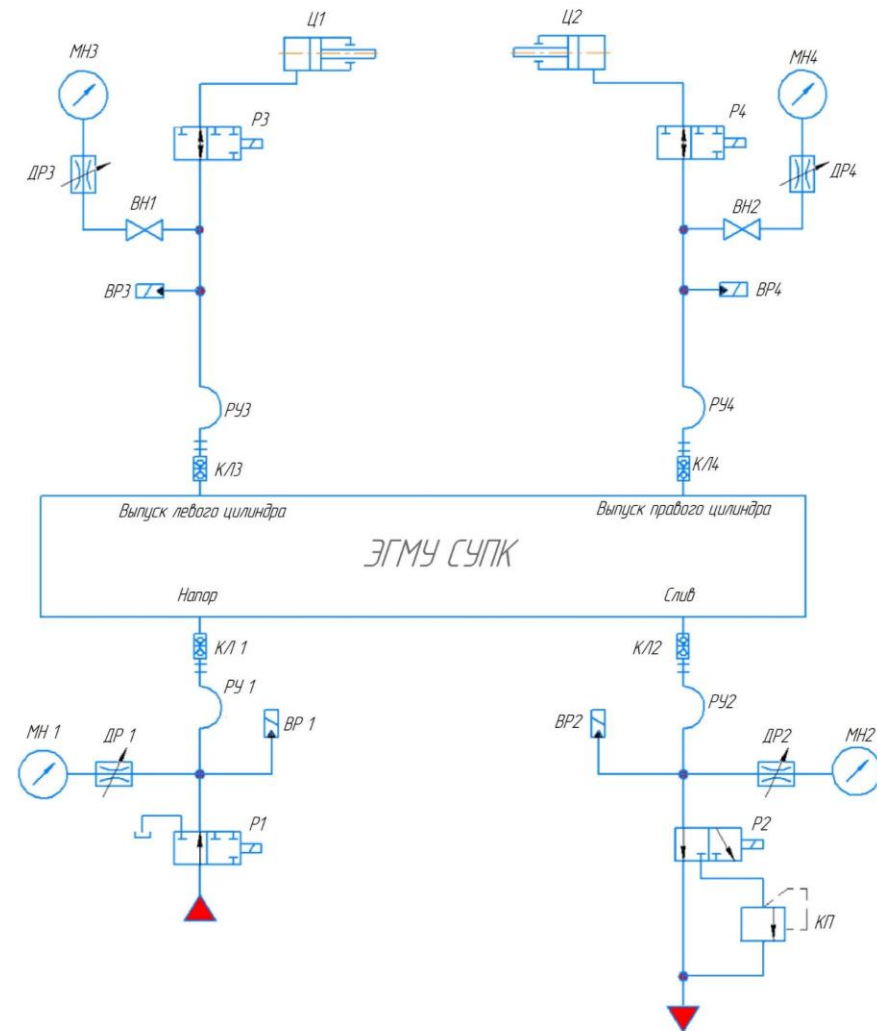
ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



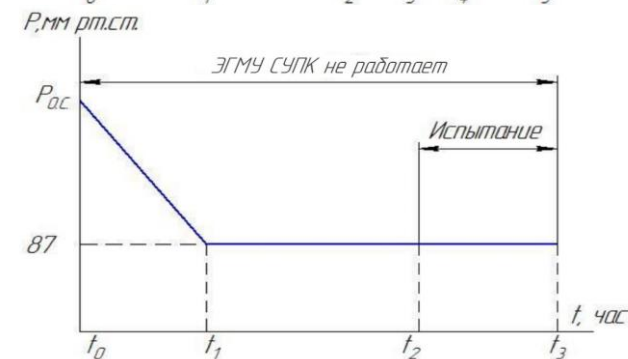
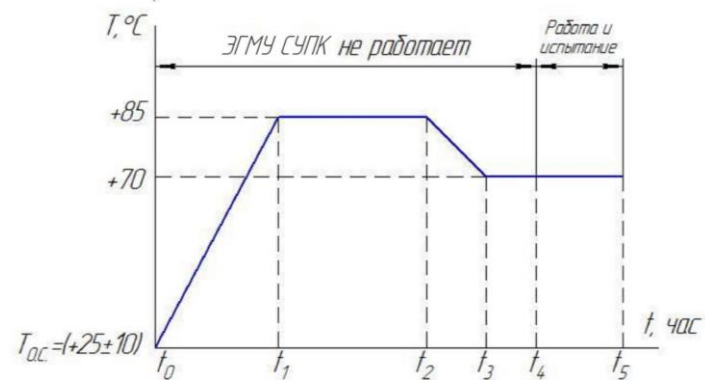
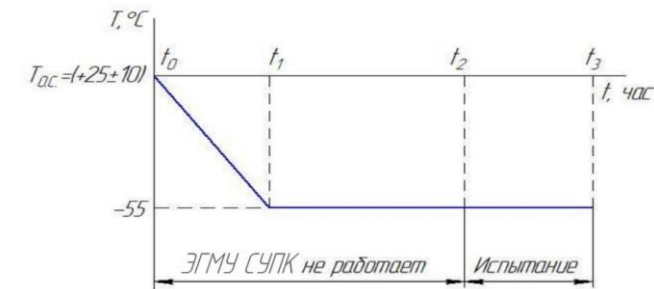
ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

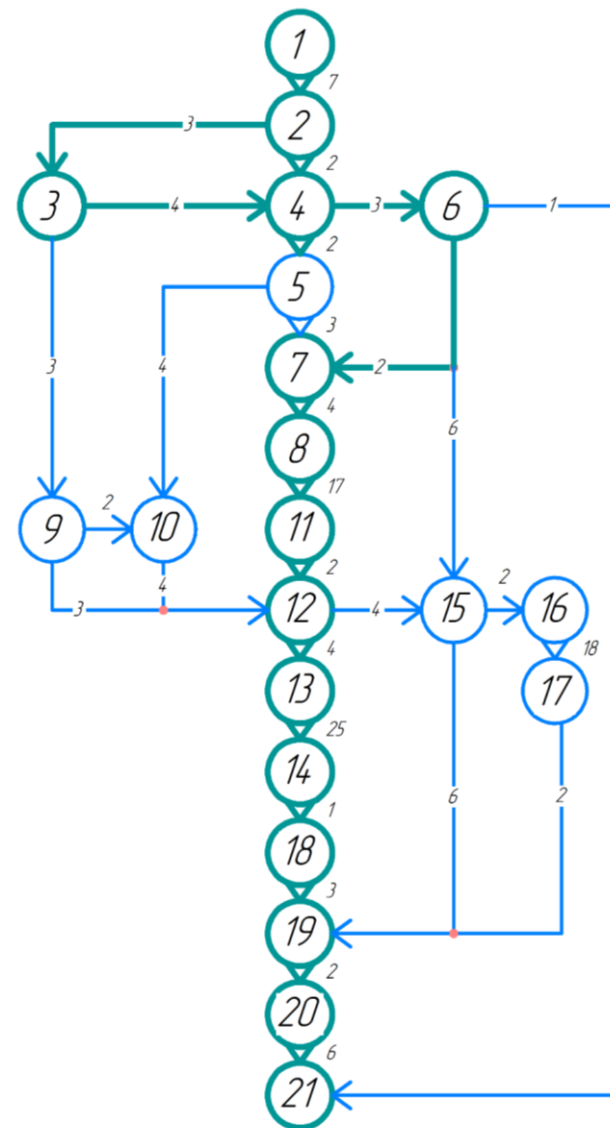


от станда P до (315 ± 10) кгс/см²
 $Q \geq 60$ л/мин при $P = (210 \pm 5)$ кгс/см²



ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Наименование расходов	Сумма расходов, руб.	Удельный вес, %
Основные материалы	140 000	2.14
Комплектующие и полуфабрикаты	40 000	0.61
Амортизационные отчисления	57 307	0.88
Коммунальные платежи	30 000	0.46
Фонд заработной платы	2 979 863.8	45.63
Внебюджетные фонды	899 918.9	13.78
Косвенные расходы	2 383 891.04	36.5
Итого	6 530 980.74	100%



РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

- Разработан электрогидравлический модуль управления поворотом колес передней опоры шасси для пассажирского самолета SSJ-100.
- Проведены необходимые предварительные расчёты.
- Синтезирована математическая модель системы.
- Получены статические и динамические характеристики привода.
- Разработана гидравлическая и принципиальная схемы агрегата.
- Разработана трёхмерная модель с визуализацией для получения фотореалистичных изображений.
- Разработана методика испытаний агрегата.
- Разработана конфигурация подключения к испытательному стенду.
- Рассчитана себестоимость разработки импортозамещенной версии агрегата.
- Произведена оценка условий труда.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ