



*Московский авиационный институт*



*Факультет двигатели летательных аппаратов*

# **Экспериментальная огневая отработка жидкостных ракетных двигателей малых тяг на стенде МАИ**

*Хохлов А.Н. студент 4 курса факультета «Двигатели  
летательных аппаратов» Московского авиационного института 1*

# Основные направления развития ЖРДМТ в МАИ

Использование экологически чистых компонентов топлива: ВПВ+керосин, кислород+керосин, кислород+метан и др.

Использование различных систем зажигания: электроискровая, каллильная, каталитическая.

Использование материалов и покрытий, позволяющих работать при высоких температурах стенки

Применение окислительной завесы с целью более эффективного распределения компонентов в камере сгорания

# Техническое задание на модернизацию стенда

В конце 2008 года по инициативе МАИ совместно с ФКП «НИЦ РКП» начались работы по модернизации испытательного стенда.

Основная причина: необходимость в собственной современной экспериментальной базы для исследовательских и учебных работ.

Было составлено техническое задание на модернизацию стенда:

- разработка ПГС стенда на четыре автономные магистрали подачи экологически чистых компонентов:
- окислители:
  - высококонцентрированная перекись водорода (ВПВ, 96%), с расходом до 170 г/с,
  - кислород (газообразный), с расходом до 45 г/с,
- горючие:
  - керосин, с расходом до 20 г/с,
  - метан (газообразный), с расходом до 15 г/с.
- разработка системы управления стендом,
- разработка системы измерений расходов, давлений, температур и тяги двигателей с требуемой частотой опроса датчиков,
- разработка системы безопасности стенда.

# Структура стендов отработки ЖРД МТ

Вакуумный стенд



Огневой стенд



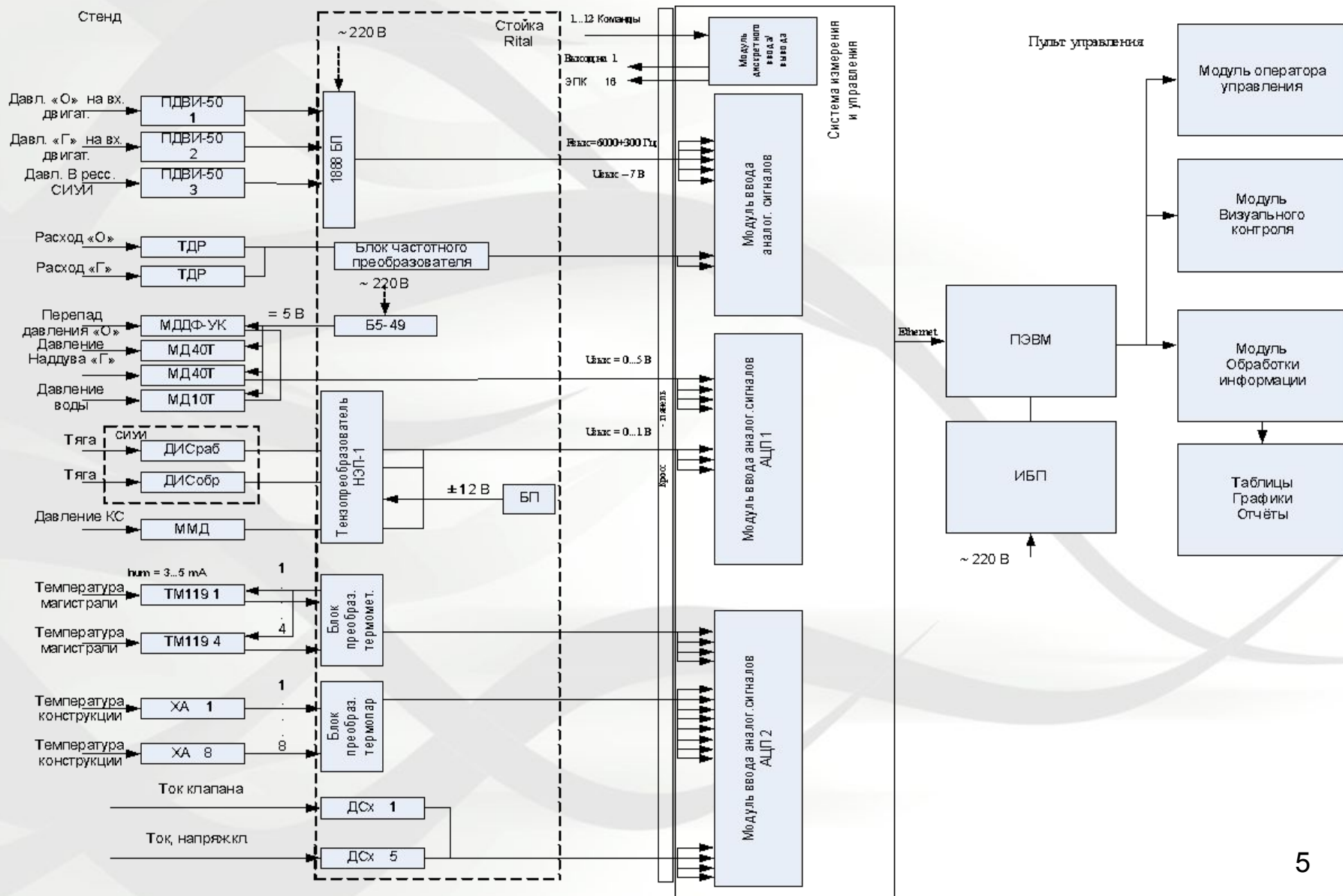
Стенд для исследования  
распыливания компонентов



Мобильный стенд для  
испытания зажигания в  
вакууме и исследования  
распыливания

Система сбора и обработки  
информации

# Структурно-функциональная схема системы измерения и системы управления



# Блоки измерения температуры, тока и напряжения клапанов

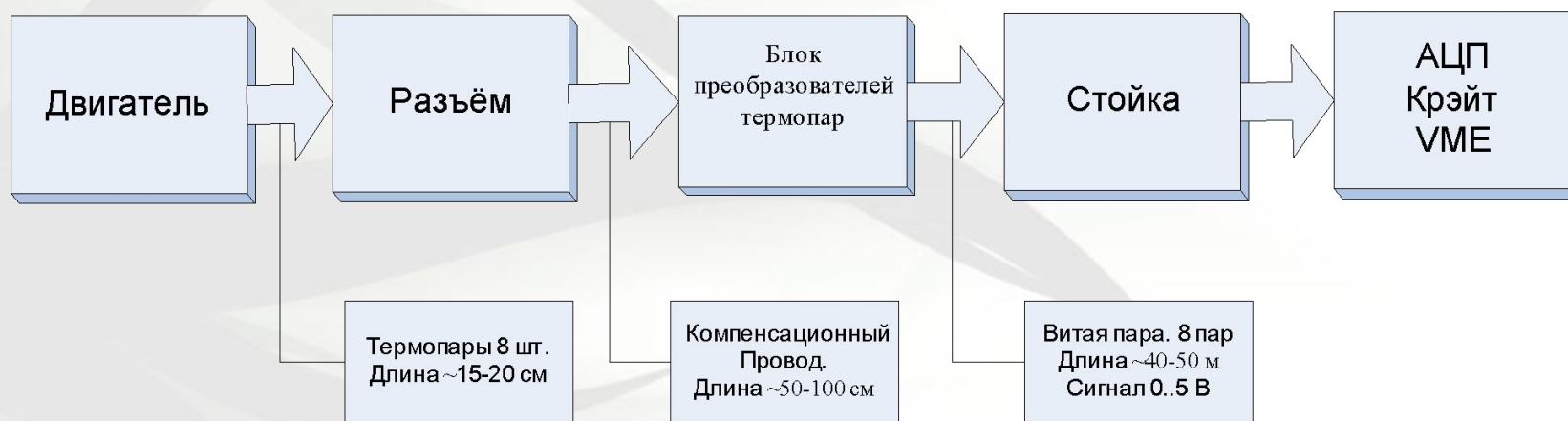


Схема подключения измерительного температурного блока.

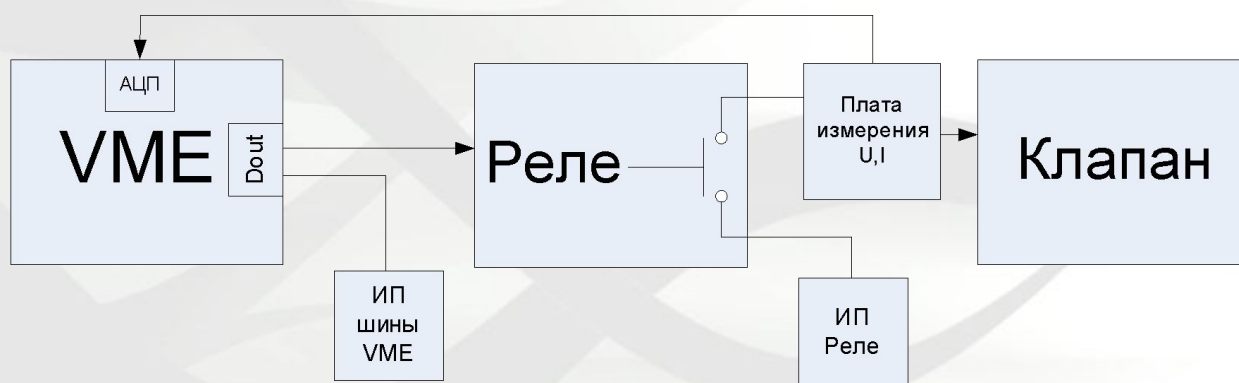
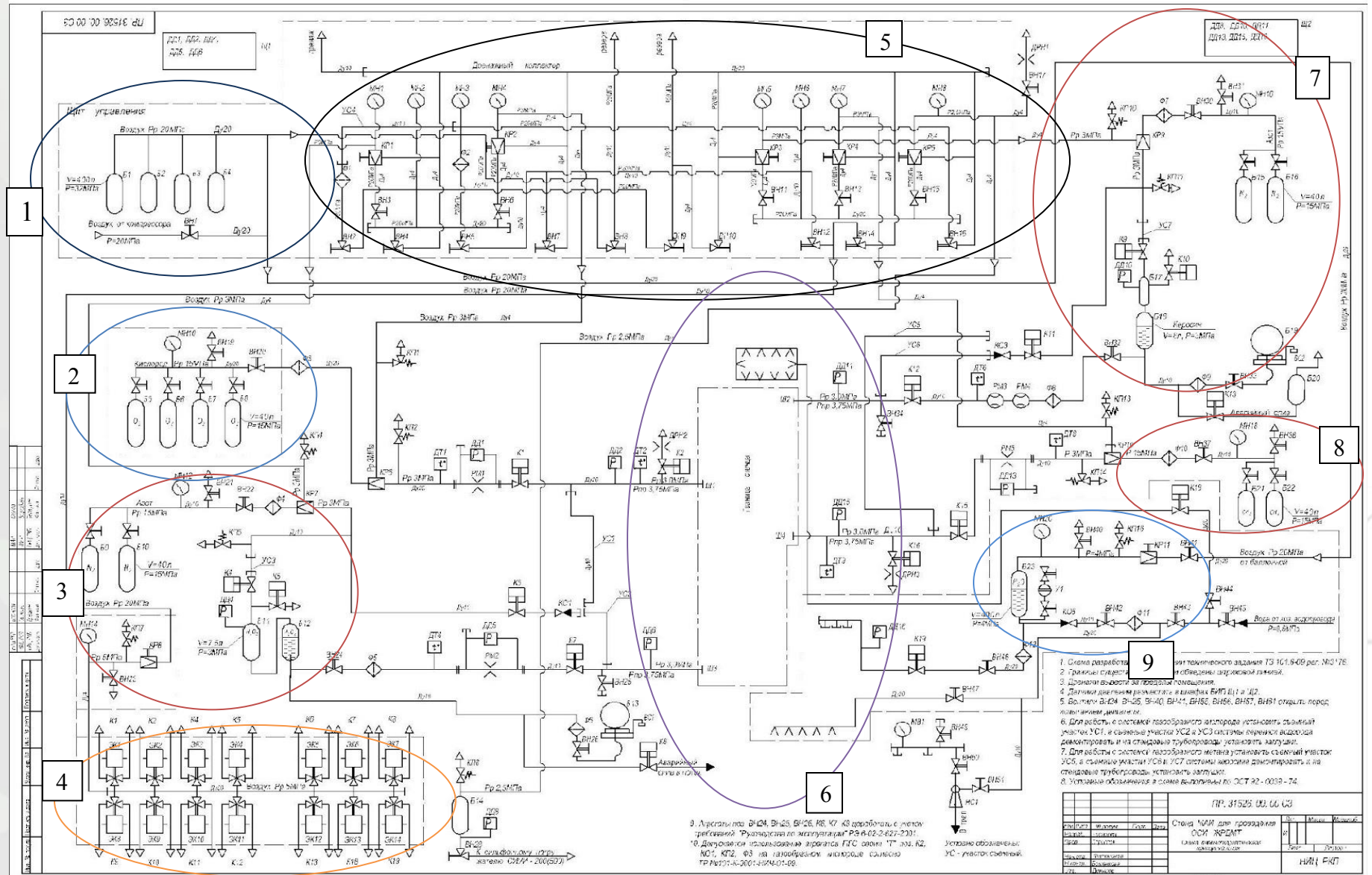


Схема подключения клапана с номинальным током 5 А к плате измерения тока и напряжения

# Таблица измеряемых и регистрируемых параметров стенда и двигателя

Наименование параметра, условное обозначение, единица измерения	Диапазон измерения	Погрешность измерения	Частота регистраций, Гц
Давление в камере сгорания, $P_K$ , кгс · см <sup>-2</sup>	1...20	± 0,5 %	1—10
		± 6 %	1000
Давление наддува расходного бака окислителя, $P_{Б,О}$ , кгс · см <sup>-2</sup>	1...25	± 0,03 %	1—10
Давление наддува расходного бака горючего, $P_{Б,Г}$ , кгс · см <sup>-2</sup>	1...20	± 0,03 %	1—10
Давление окислителя на входе в двигатель, $P_{вх, О}$ , кгс · см <sup>-2</sup>	1...25	± 0,03 %	1—10
		± 0,5 %	1000
Давление горючего на входе в двигатель, $P_{вх, Г}$ , кгс · см <sup>-2</sup>	1...20	± 0,5 %	1—10
		± 0,05 %	1000
Давление окружающей среды, $P_{ОС}$ , мм рт. ст.	730...780	± 1 %	—
Расход окислителя, , г · с <sup>-1</sup>	0...60	± 0,5 %	500
Расход горючего, , г · с <sup>-1</sup>	0...36	± 0,5 %	500
Температура окислителя на входе в двигатель, $T_{вх, О}$ , К	278...398	± 2,5 %	10
Температура горючего на входе в двигатель, $T_{вх, Г}$ , К	278...398	± 2,5%	10
Температура конструкции, $T_{констр, i}$ , К	273...1373	± 50	1—10
Ток клапана О, $i_O$ , А	0...0,5	± 0,03	1000
Ток клапана Г, $i_G$ , А	0...0,5	± 0,03	1000
Напряжение питания клапанов, U, В	0...30	± 2 %	1000

# Пневмогидравлическая схема огневого стенда





# Мобильный стенд для испытания зажигания в вакууме и исследования распыливания

Назначение:

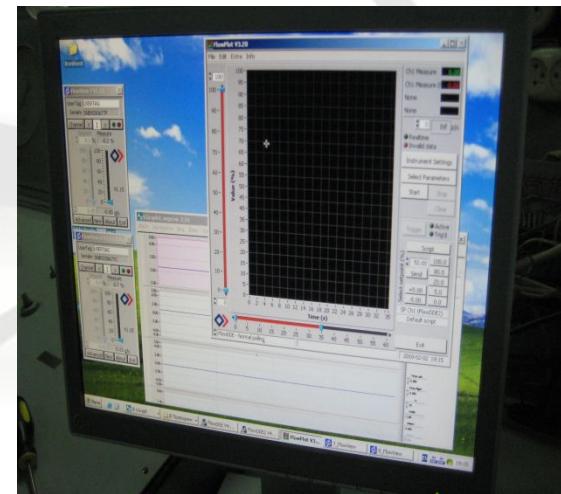
- проведение гидравлических испытаний,
- отработки систем зажигания ЖРД МТ (окислитель: кислород (газ), перекись водорода; горючее: керосин),
- испытания в вакуумной камере,
- исследования распыливания компонентов

Особенности:

- отработана система сбора данных с помощью ЦАП L-Card,
- возможность является мобильным стендом



Фронтальная часть Спец стенда



Программы для работы с расходомерами

# Заключение

Модернизирован огневой стенд кафедры 202:

- Выполнен монтаж системы питания газообразным кислородом, ВПВ, керосином, метаном;
- Заменена система вентиляции огневого бокса
- Внедрены современный измерительно-вычислительный комплекс и автоматизированная система управления стендом

Выполнены первоэтапные исследования по контрактам с отечественными и зарубежными организациями (НПО «Энергомаш», ЧНУ- Южная Корея, ПАКУ-КНР), связанные с созданием перспективных ЖРД МТ на экологически чистых КРТ.

Огневой стенд используется в учебном процессе в качестве лабораторной базы по специальностям «Ракетные двигатели» (экспериментальное исследование тяговой характеристики ЖРД) и «Инженерная защита окружающей среды» (эффективность перевода ЖРД с токсичных на экологически чистые компоненты топлив).