

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Институт машиностроения, материаловедения и транспорта  
Кафедра «Технология и системы управления в машиностроении»  
Направление (специальность) 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Модернизация автоматизированного стенда для испытания приборов серии РДНК

Выполнил: студент группы Б-АТППз-51  
Сердобинцев Артём Александрович  
Руководитель: доцент, к.т.н  
Каракозова Вера Алексеевна

# Постановка задачи

- Актуальностью данной выпускной квалификационной работы является повышение производительности труда работников испытательной лаборатории, повышение точности и надежности испытаний за счет снижения влияния человеческого фактора.
- Цель работы: Модернизация автоматизированного стенда серии РДНК и как следствие рост производительности труда работников испытательной лаборатории.
- Задача состоит в реализации внедрения автоматизированных технических средств, применяемых в метрологии. Для этого необходимо: Изучить современные технологии автоматизированных испытаний, подобрать элементы автоматизации, Произвести анализ эффективности модернизации.

# Элемент новизны

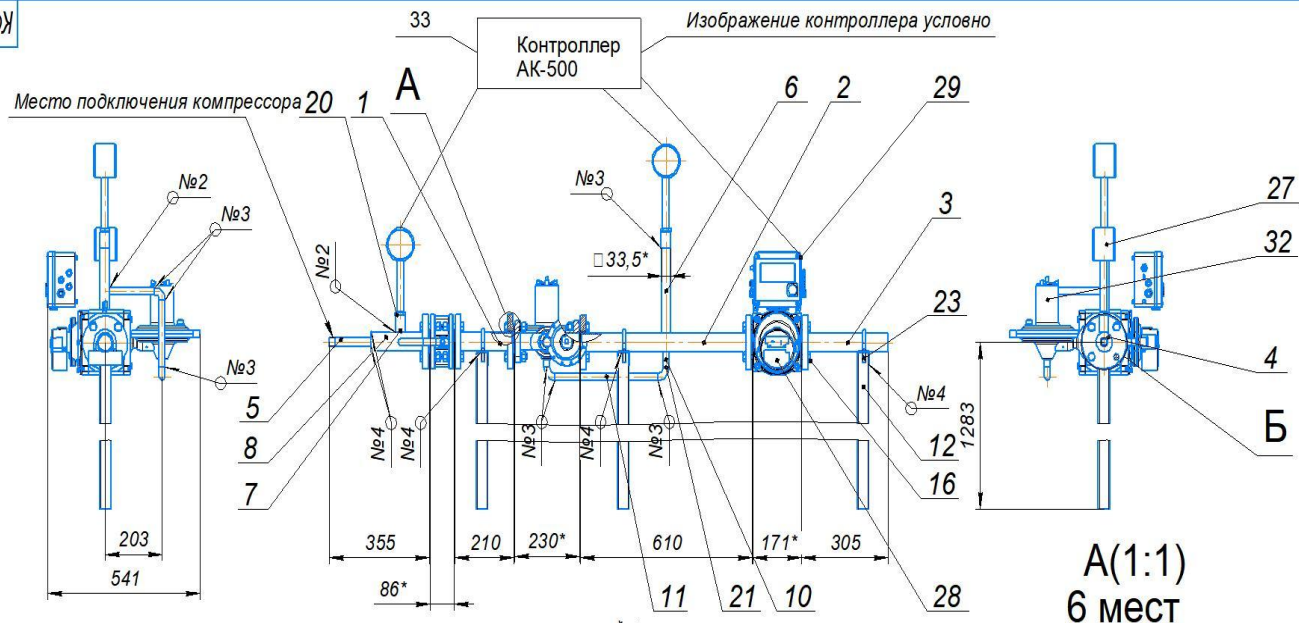
Элемент новизны представленной работы состоит в модернизации автоматизированного стенда для испытания приборов серии РДНК с использованием преимущественно отечественных компонентов в соответствии с проводимой Правительством РФ политикой импортозамещения.

# Обоснование выбора объекта

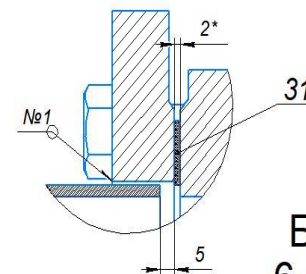
На данный момент на предприятиях имеются собственные испытательные стенды, которым по истечению времени после многолетней эксплуатации необходима модернизация, усовершенствование, замена технически устаревшего и не пригодного к использованию оборудования. Данный испытательный стенд позволит повысить точность испытаний приборов серии РДНК.

# Общий вид стенда

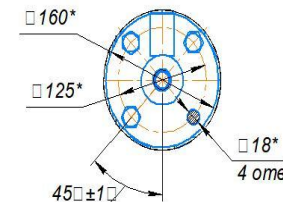
КФБН 421572 169. В0



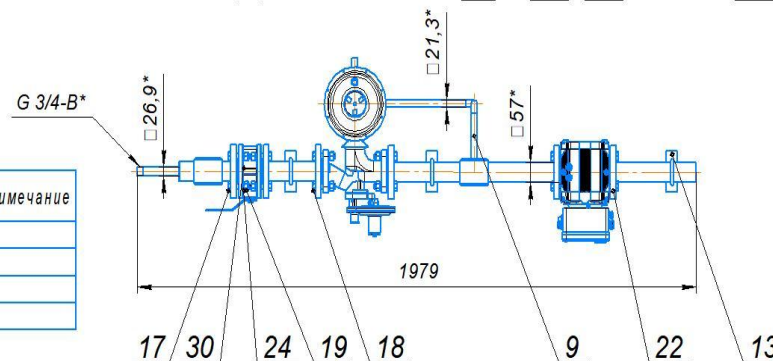
А(1:1)  
6 мест



Б(1:4)  
6 мест



№ шва	Обозначение	Кол.	Примечание
№1	ГОСТ 16037-80-У7-Р	6	
№2	ГОСТ 16037-80-У18-Р	2	
№3	ГОСТ 16037-80-С17-Р	7	
№4	ГОСТ 5264-80-Т1	5	



Утечки не допускаются.

8 Испытание произвести при температуре окружающей среды не ниже 0°C. промерзание трубопроводов не допускается.

9 Монтаж импульсных трубопроводов произвести по месту. Длину трубок определить при сборке. (Трубка импульсная условно не показана)

10 Разводку импульсных трубопроводов выполнить, соблюдая следующие требования:

- овальность трубки в местах сгиба не более 1 мм;
- вмятины и сплюсывания не допускаются;
- радиусы сгиба не менее 25 мм.;

11 Детали трубопровода покрыть защитным слоем ЛКП согласно типовому тех. процессу ТПП 03-2016.

12 На трубопроводы нанести самоклеющиеся знаки "Стрелка" красного цвета по направлению движения среды.

- \*Размеры для справок;
- \*\*Размер уточнить при монтаже;
- $h_{14}, \frac{IT_{14}}{2}$ ;
- Сварные швы выполнить согласно ГОСТ-16037-80;
- Стандартные изделия при необходимости доработать;
- Резьбовые соединения уплотнить лентой ФУМ согласно ГОСТ-24222-80.
- Испытания на герметичность и прочность произвести пневматическим давлением 0,75 МПа до регулятора давления и 0,45 МПа - после регулятора давления. Повышение давления должно происходить плавно, без гидравлических ударов. Скорость повышения давления не должна превышать 0,5 МПа/мин. Выдерживать под испытанием не менее 5 мин. Проверку на герметичность произвести мыльной эмульсией.

Перв. примен.

Справ. №

Име. № подл. Пооп. и дата Изм. № подл. Пооп. и дата Изм. № подл. Пооп. и дата

КФБН 421572 169. В0					Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Пооп.	Дата	Стенд для испытания регулятора РДНК	73,23	1:10
Разраб.	Сердобинцев						
Проев.	Каракозова						
Т.контр.							
И.контр.	Демидов				Лист	Листов	1
Утв.					Б-АТППз-51		

Копировал

Формат А2

# Схема электрическа я структурная

КФБН 421752 169 Э1

Пере. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. №

Подп. и дата

Инв. №

Давление газа на входе  
 $P_{вх}$

Давление газа на выходе  
 $P_{вых}$

1

Вход газа  
Ду 20

2

Импульс газа

3

4

5

AK-500

6

7

Выход газа  
Ду 50

Перепад на счетчике  
Температура  $T$   
Давление  $P$   
Расход  $V$

- 1,4 Датчик давления Метран - 2 шт
- 2 Кран Ду50 - 1 шт
- 3 Регулятор давления газа РДНК - 1 шт
- 5 Измерительный комплекс С<sub>г</sub>-ЭК-Вз-Р на базе счетчика Рабо с ППД с корректором ЕК-270
- 6 Контроллер АК-500
- 7 Передающая антенна

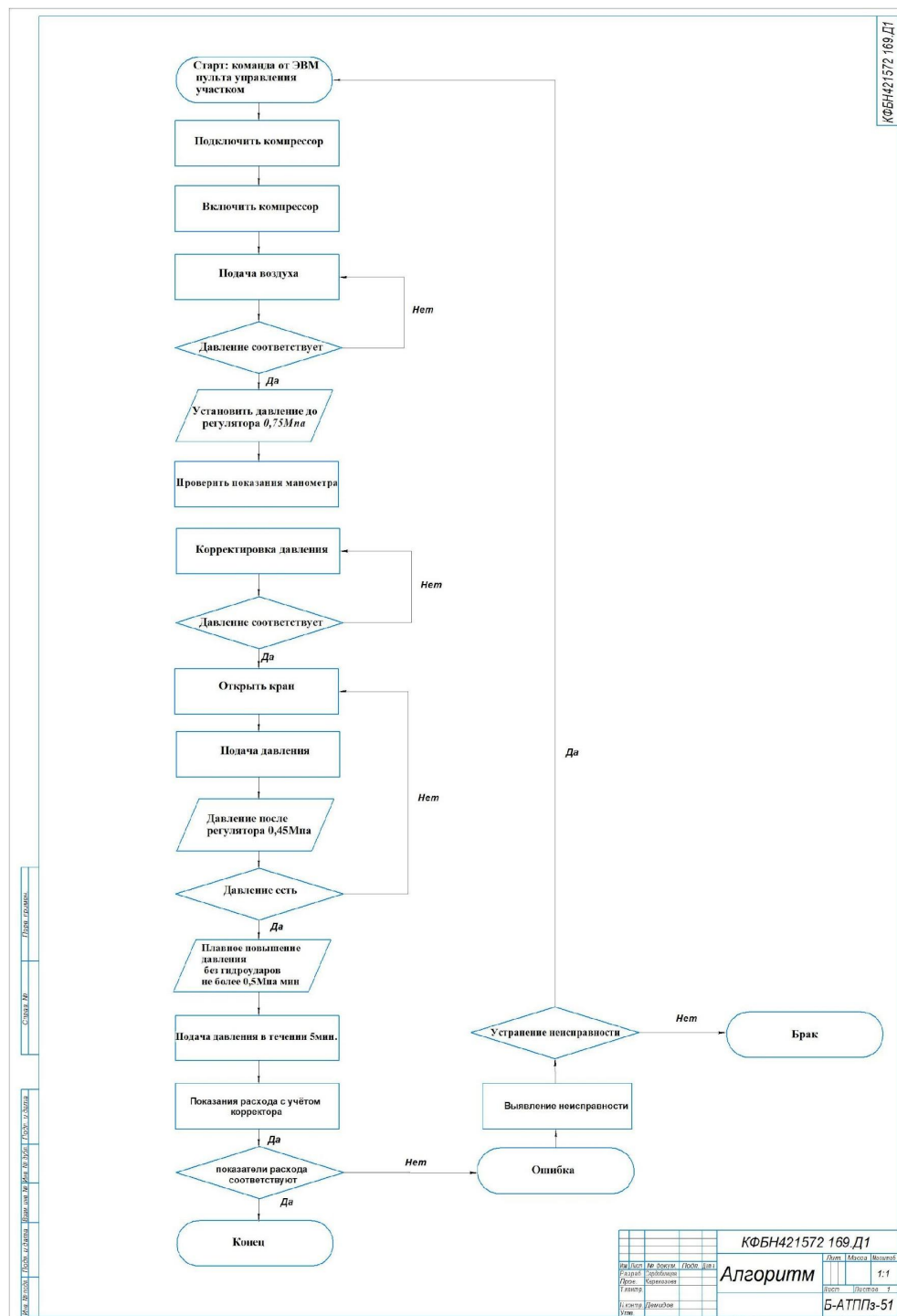
				<b>КФБН 421752 169 Э1</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Схема электрическая структурная</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								1:1
Пров.						Лист	Листов	1
Т.контр.						<b>Б-АТППз-51</b>		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

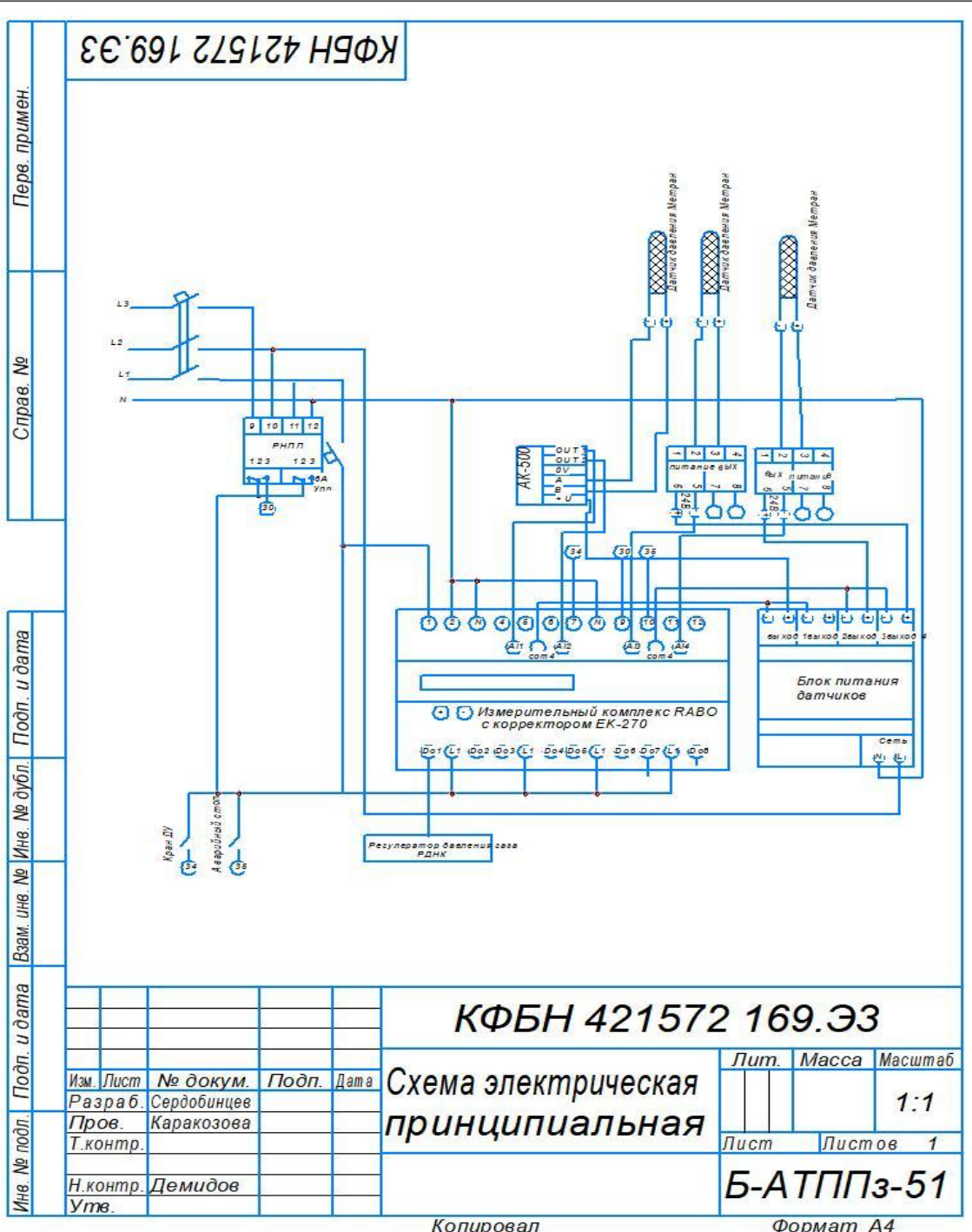
Формат А3



# Алгоритм работы



# Алгоритм работы





# Предложение по модернизации и сравнительный анализ

Перед проведением мероприятий по модернизации необходимо провести предварительное обследование, которое включает в себя исследование оптимизации уровня загрузки оборудования, уточнение перспектив. Согласно итогам обследования, принимается один из возможных вариантов модернизации испытательного стенда.

# Выбор элементов Автоматизации



Характеристики /корректоры	ЕК-270	ЕК-260
Корпус	Алюминиевый	Алюминиевый
Класс защиты	IP 65	IP65
Окружающая среда	-40°C до +60°C	от - 20°C до + 60°C
Клавиатура	6-ти кнопочная плёночная клавиатура	6-ти кнопочная плёночная клавиатура
Дисплей	4-х строчный 20-ти символьный дисплей.	2-х строчный DOT-Matrix дисплей
Цифровые входы	3	3
Диапазоны измерения перепада давления	0 — 25 кПа, 40 кПа.	0 – 10 кПа
Преобразователь температуры газа в трубопроводе	Pt500 (500П)	Pt500 (500П)
Относительная погрешность измерения давления	0,35%	0.5%.
Относительная погрешность измерения температуры	0,1°C	0,1°C
Сигнальный выход	6	4
Интерфейс	RS232 / RS485	K5-232C/K8485
Цена	196695	220590

# Выбор элементов автоматизации



Характеристики/контроллеры	АК-500	Софт Сигнал
Количество аналоговых входов	5	3
Количество дискретных входов	3	3
Контроль напряжения источника питания	Есть	Нет
Контроль температуры внутри корпуса	Есть	Нет
Обеспечение питания внешних датчиков	3,6В	3,6В
Погрешность измерения температуры	±1°C	-
Канал связи с ПУ	GSM CSD / GSM GPRS / 3G	SMS/CSD/GPRS
Протокол связи с диспетчерским пунктом	СКАТ/ОПС (DA/HDA)	СКАТ/ОПС (DA/HDA)
Цифровой интерфейс для приборов учёта газа	RS-485/RS-232	RS-485/RS-232
Протокол обмена с приборами учёта газа	ModBus RTU/протокол УУГ	ModBus RTU/протокол УУГ
Класс защиты корпуса	IP67	IP54
Маркировка взрывозащиты	1Exd[ib]IIBT6 Gb X	1Exd[ib]IIBT6 Gb X
Среднее время автономной работы	от 2 лет при опросе 1 раз в сутки	от 2 лет при опросе 1 раз в сутки
Цена	25000	40000

# Выбор элементов автоматизации



Характеристики/датчики	Метран-150	Rosemount 3051	Yokogawa EJX510A
Измеряемые величины	Избыточное, Абсолютное давление, разность давлений	Избыточное, Абсолютное давление	Избыточное, Абсолютное давление, разность давлений
Основная приведенная погрешность%	До $\pm 0,075$	От $\pm 0,025$ до $\pm 0,6$	$\pm 0,065$
Давление рабочей среды, МПа	От 0 до 68	От 0 до 50	От 0 до 68
Выходной сигнал	+	+	+
Диапазон рабочих температур	От -55 до 80	От -40 до 120	От - 50 до 80
Время наработки на отказ. Ч.	150 000	90 000	150 000
Цена, руб.	От 24 000	От 69 800	От 42 000

# Заключение

В ВКР были представлены к рассмотрению современные направления автоматизации процесса измерения и обработки результатов, показана их применимость в целях автоматизации поверки при осуществлении метрологического обслуживания СИ. В процессе модернизации были добавлены элементы автоматизации которые упрощают работу стенда а так же позволяют формировать отчет испытаний и хранить всю информацию о проведенных ранее испытаниях. В экономической части показано, что внедрение стенда полностью окупит себя в течении 14 месяцев и позволит к концу первого года эксплуатации сэкономить предприятию дополнительно 89873 руб. В дальнейшем ожидаемая экономия достигнет 371913 руб. ежегодно. Автоматизация позволит освободить оператора от необходимости производить замеры с вычислениями, и тем самым полностью исключить человеческий фактор из важных метрологических операций. Последнее обстоятельство свидетельствует о том, что количественный рост числа поверяемых устройств в единицу времени будет сопровождаться ростом качества выполняемых работ.



**Благодарю за внимание!**