



Газмашпроект
Инженерно-технический центр

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ
ЗАЩИТА И ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ
ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Полный комплекс услуг по внедрению и обслуживанию автоматизированных систем защиты и диагностики

Проектно-конструкторский отдел

- Проектно-изыскательские работы
- Разработка ПО и оборудования
- Поставка оборудования

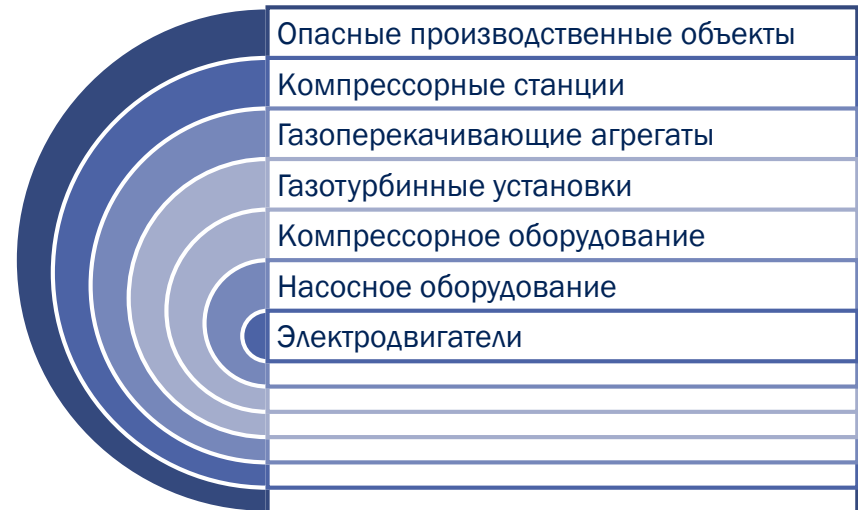
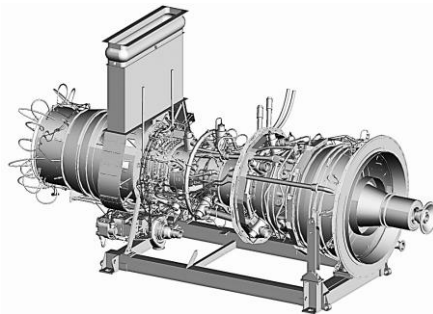
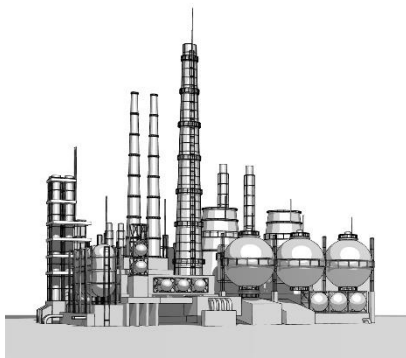
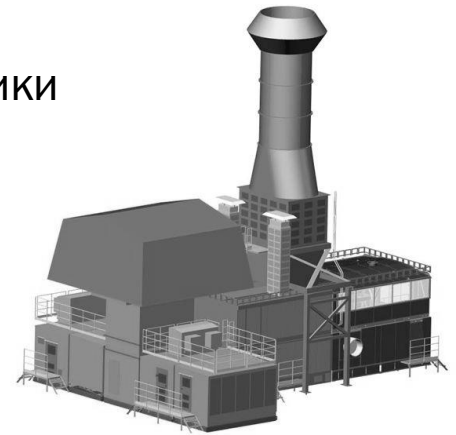
Отдел наладки и обслуживания автоматизированных систем

- Монтаж
- Пуско-наладка
- Техническое обслуживание

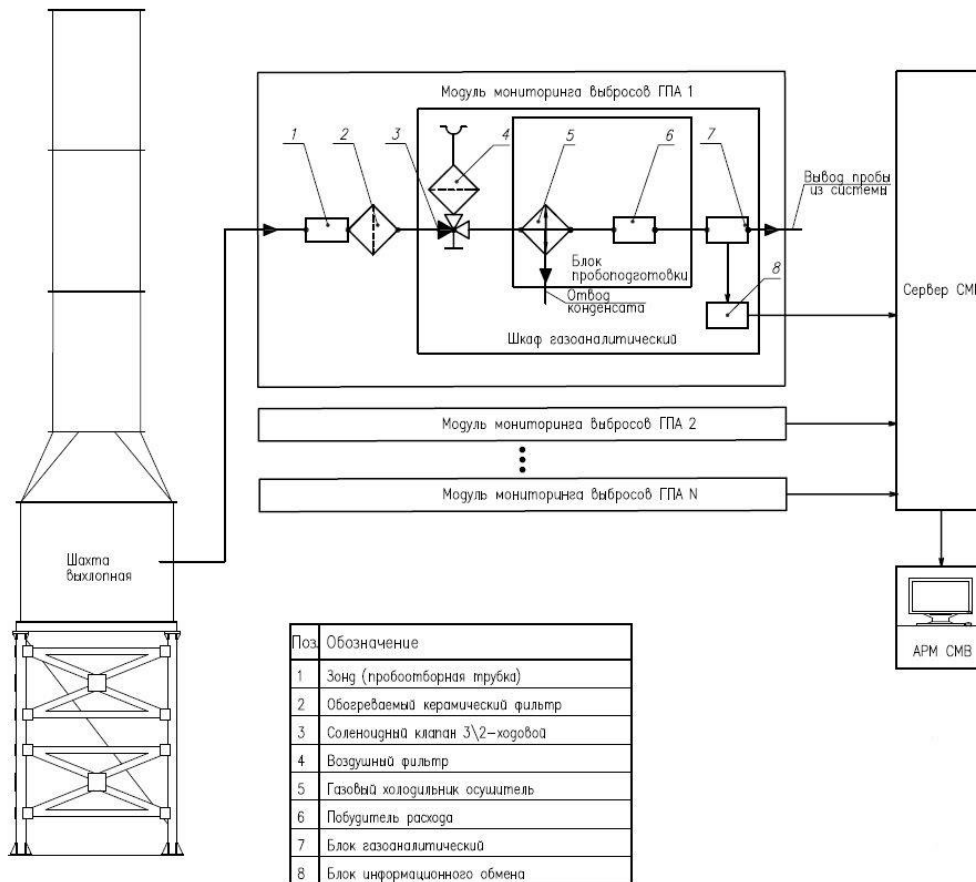


Разрабатываемые автоматизированные системы мониторинга, защиты и диагностики

1. **АИСЭМ** – Автоматизированная информационная система энергетического менеджмента компрессорного цеха
2. **АСТД** – Автоматизированная система технической диагностики турбокомпрессорного оборудования
3. **СВЗД** – Система вибрационной защиты и диагностики динамического оборудования
4. **СМВ** – Система мониторинга выбросов газотурбинных установок и котельных

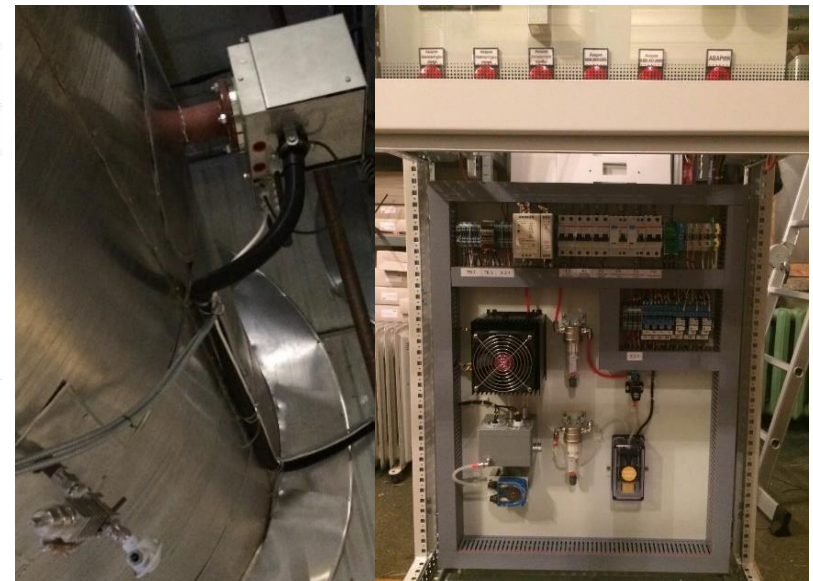


СМВ – Система мониторинга выбросов газотурбинных установок и котельных

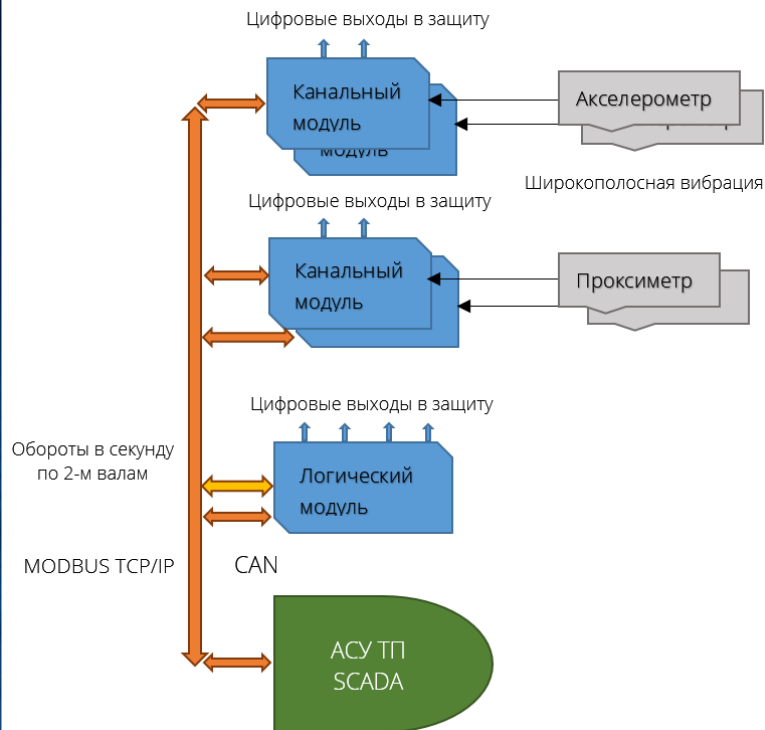


Система мониторинга выбросов

- Зонд с пробоотборной линией
- Шкаф подготовки и анализа проб
- Коммутационное оборудование
- Прикладное ПО
- Оборудование преимущественно производства РФ



СВЗД – Система вибрационной защиты и диагностики динамического оборудования



Контролируемые параметры виброзащиты

- Среднеквадратические значения виброскорости и виброускорения в заданных диапазонах
- Размахи виброперемещения относительной вибрации в подшипниках скольжения
- Скачки вибрации
- Межканальные логические параметры защиты по условиям на нескольких точках измерения

Дополнительные параметры для диагностики

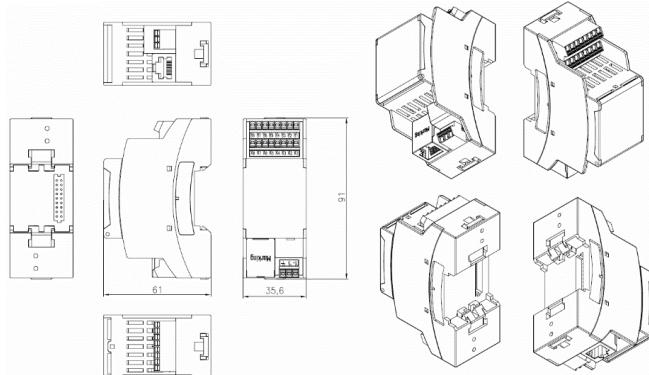
- Дополнительные полосовые значения СКЗ виброскорости и виброускорения (высокочастотная, низкочастотная вибрация).
- Амплитуды гармоник частоты вращения по виброскорости
- Амплитуды оборотных составляющих виброперемещения в подшипниках скольжения
- Низкочастотная вибрация в подшипниках скольжения

Отличительные особенности системы

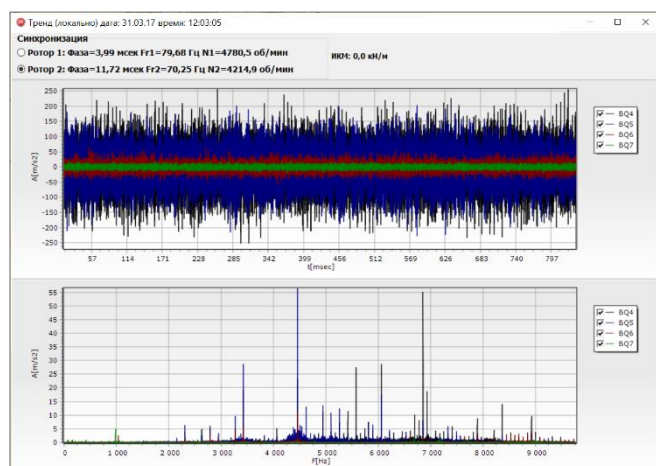
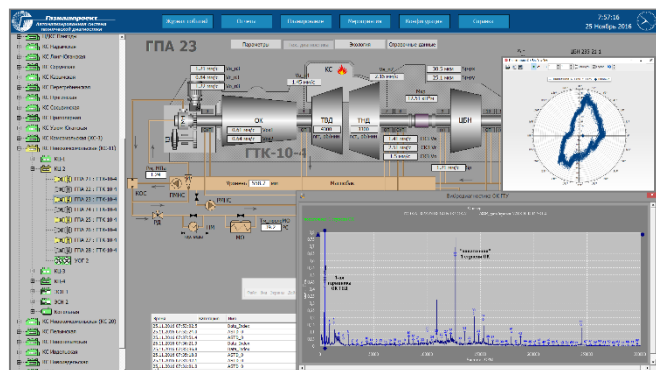
- Распределенная отказоустойчивая модульная с возможностью конфигурирования
- Надежность (дублирование цифровых выходов на измерительных и логических модулях)
- Возможность алгоритмической защиты (по условиям и дополнительным параметрам)

Аппаратный комплекс вибрационной защиты и диагностики (собственная разработка)

- Нет необходимости в дорогостоящих вторичных аналоговых блоках
- Встроенная возможность вибродиагностики без необходимости дооснащения
- Компактность
- Быстродействие



АСТД - Автоматизированная система технической диагностики турбокомпрессорного оборудования



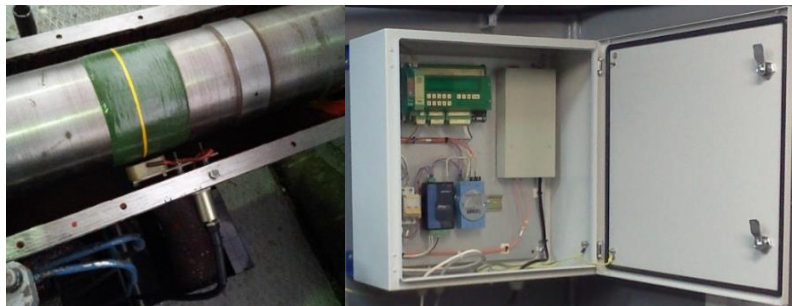
№ п/п	Наименование	Описание	вероятность, %
1	Дисбаланс КНД	Небалансированность ротора...	40
2	Дисбаланс КСД	Небалансированность ротора...	20
4	Рассинхронизация КНД - 1033	Рассинхронизация КНД - Турбина	17
5	Дисбаланс 1033У	Небалансированность ротора...	0
6	Рассинхронизация 1033-КСД	Рассинхронизация Турбина-КСД	0
7	Рассинхронизация КСД-КВД	Рассинхронизация КСД-КВД	0
8	Вибрация КНД - 1033	Механическая вибрация КНД...	0

№ п/п	Группа	Матрица	Формула	Наиболее вероятная неисправность	Дисбаланс КНД
1	Рот1	Размах	1/1000 ампл	1/1000 ампл	1/1000 ампл
X501_2		12.786	4.630	260.631	1.268
X501_1		17.460	6.950	347.770	1.999
X502_2		55.531	24.802	216.892	1.903
X502_1		55.488	23.639	312.727	2.307
X503_2		5.577	1.017	63.714	0.825
X503_1		6.424	0.933	143.159	1.280

Экономия затрат на техническое обслуживание и ремонт до 10 млн. руб. в год на 1 единицу оборудования

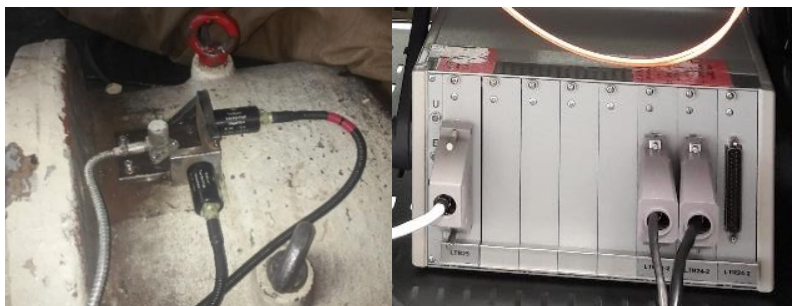
- Контроль технического состояния оборудования и отдельных узлов
- Прогнозирование неисправностей оборудования для принятия своевременных решений по их устранению или выводу в ремонт
- Предупреждение отказов и аварийных остановов оборудования
- Эксплуатация оборудования по фактическому техническому состоянию с возможностью сдвига межремонтного ресурса
- Рекомендации по мероприятиям технического обслуживания и ремонта оборудования
- Оценка качества произведенных ремонтов по показателям технического состояния

Измерительные аппаратные комплексы в составе АСТД



Комплекс измерения крутящего момента на валу

- Бесконтактный измеритель
- Шкаф сбора и передачи сигналов
- Прикладное ПО
- Оборудование преимущественно производства РФ



Комплекс измерения вибрации

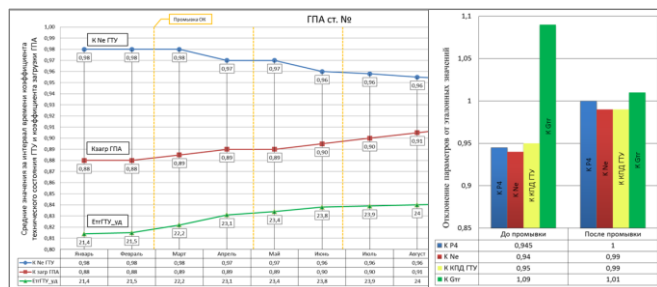
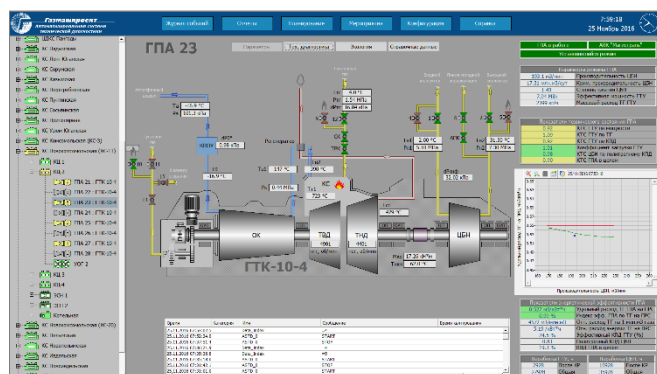
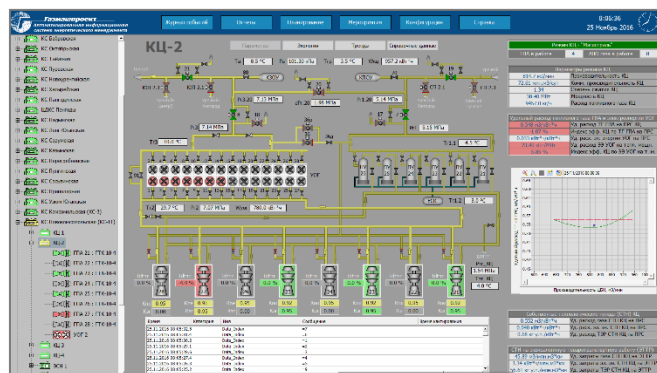
- Датчики и измерительные каналы
- Соединительные коробки
- Модуль сбора и обработки сигналов
- Прикладное ПО
- Оборудование производства РФ



Комплекс детектирования частиц износа в масле (собственная разработка)

- Датчик контроля частиц износа
- Блок обработки сигналов
- Прикладное ПО
- Оборудование производства РФ

АИСЭМ - Автоматизированная информационная система энергетического менеджмента компрессорного цеха



Экономия топливного газа газотурбинных ГПА

до 2 млн. руб. в год на 1 ГПА, до 15 млн. руб. в год на 1 КЦ

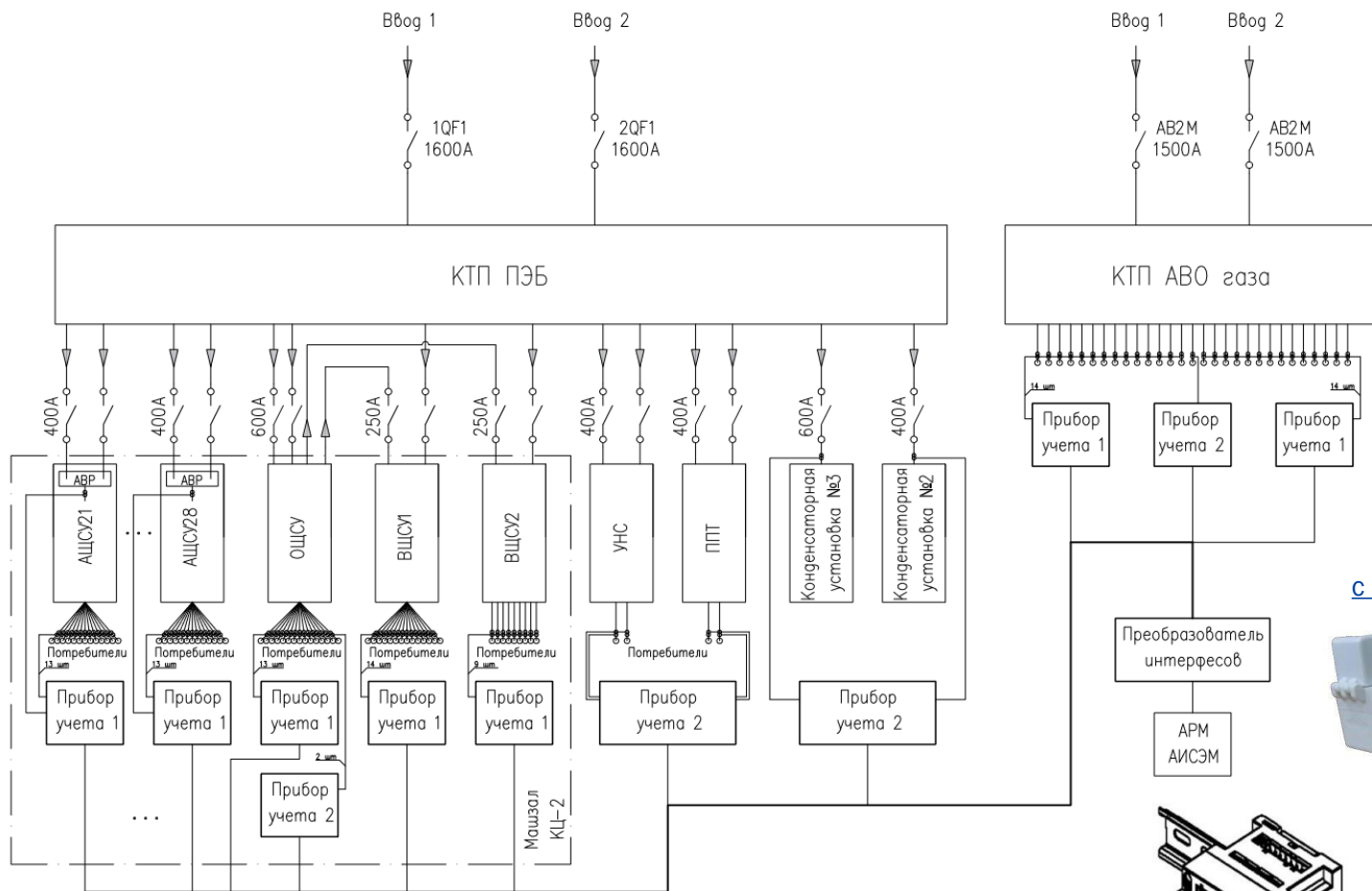
- Контроль мощности, КПД и загрузки ГТУ
- Контроль удельного расхода топливного газа на политропную работу сжатия ЦБН
- Выбор энергоэффективных режимов работы ГПА при транспорте газа
- Рекомендации по энергосберегающим мероприятиям (промывка проточной части ГТУ и т.д.)

Экономия электроэнергии оборудования КЦ

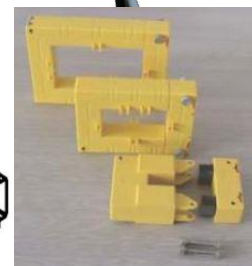
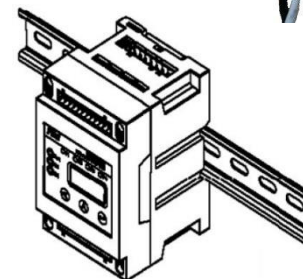
до 5 млн. руб. в год на 1 КЦ

- Контроль удельного расхода электроэнергии на тепловую мощность АВО газа в зависимости от температуры воздуха и режима транспорта газа
- Рекомендации по энергосберегающим мероприятиям (изменение схемы включения вентиляторов, промывка трубных пучков и др.)
- Технический учет электроэнергии потребляющего оборудования КЦ

Блок мониторинга технического состояния электроприемников КЦ в составе АИСЭМ



Измеритель мощности
и трансформаторы тока
с разъемным сердечником



Дополнительное оборудование:

1. Прибор учета электроэнергии №1 – 13 шт.;
2. Прибор учета электроэнергии №2 – 4 шт.;
3. Преобразователь интерфейсов – 1 шт.

Используемое программное обеспечение и возможности программной платформы автоматизированных систем



- Верхний уровень автоматизированных систем - унифицированная программная платформа на основе SCADA системы производства РФ, работающей под ОС Windows, Linux



- Алгоритмы анализа данных собственной разработки на основе многолетней эксплуатационной статистики, заводских испытаний оборудования, стандартов по повышению энергетической эффективности и энергосбережению (ГОСТ, СТО Газпром, Приказы Минэнерго, международные стандарты)



Embarcadero
RAD Studio

- Технология фильтрации и хранения диагностических и мониторинговых данных на протяжении многих лет с возможностью анализа и статистической обработки данных



- Поддержка существующих технологий промышленной автоматизации по передаче данных в реальном масштабе времени на все уровни предприятия и в другие автоматизированные системы



Апробация АИСЭМ и АСТД на КЦ-2

КС-11 «Ужгородская» (Новокомсомольская) ООО «Газпром трансгаз Югорск».
Устройства измерения крутящего момента ГПА, технического учета электроэнергии АВО газа и КЦ, сбора и обработки сигналов вибрации, серверное оборудование.

Шкаф УСО ГПА - измерение крутящего момента



Серверное оборудование в ПЭБ КЦ-2



Устройство сбора и обработки данных вибрации



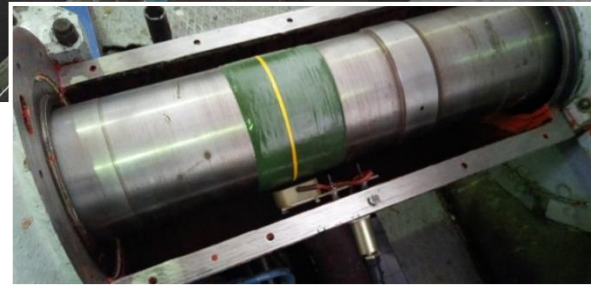
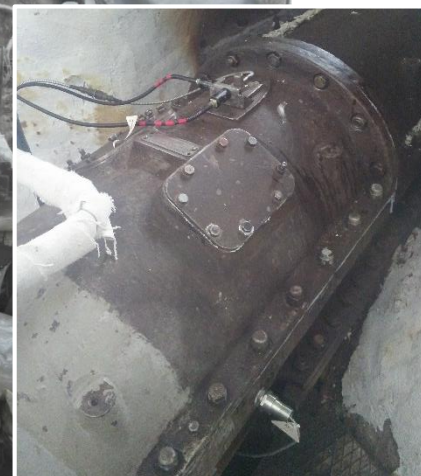
АРМ на ГЩУ КЦ-2



Шкаф УСО электроэнергии в здании ЗРУ-10 кВ



Апробация АСТД на ГПА ст. № 23 типа ГТК-10-4
КЦ-2 КС-11 «Ужгородская» (Новокомсомольская) ООО «Газпром трансгаз Югорск»
Измерительное оборудование для вибрационной и параметрической диагностики



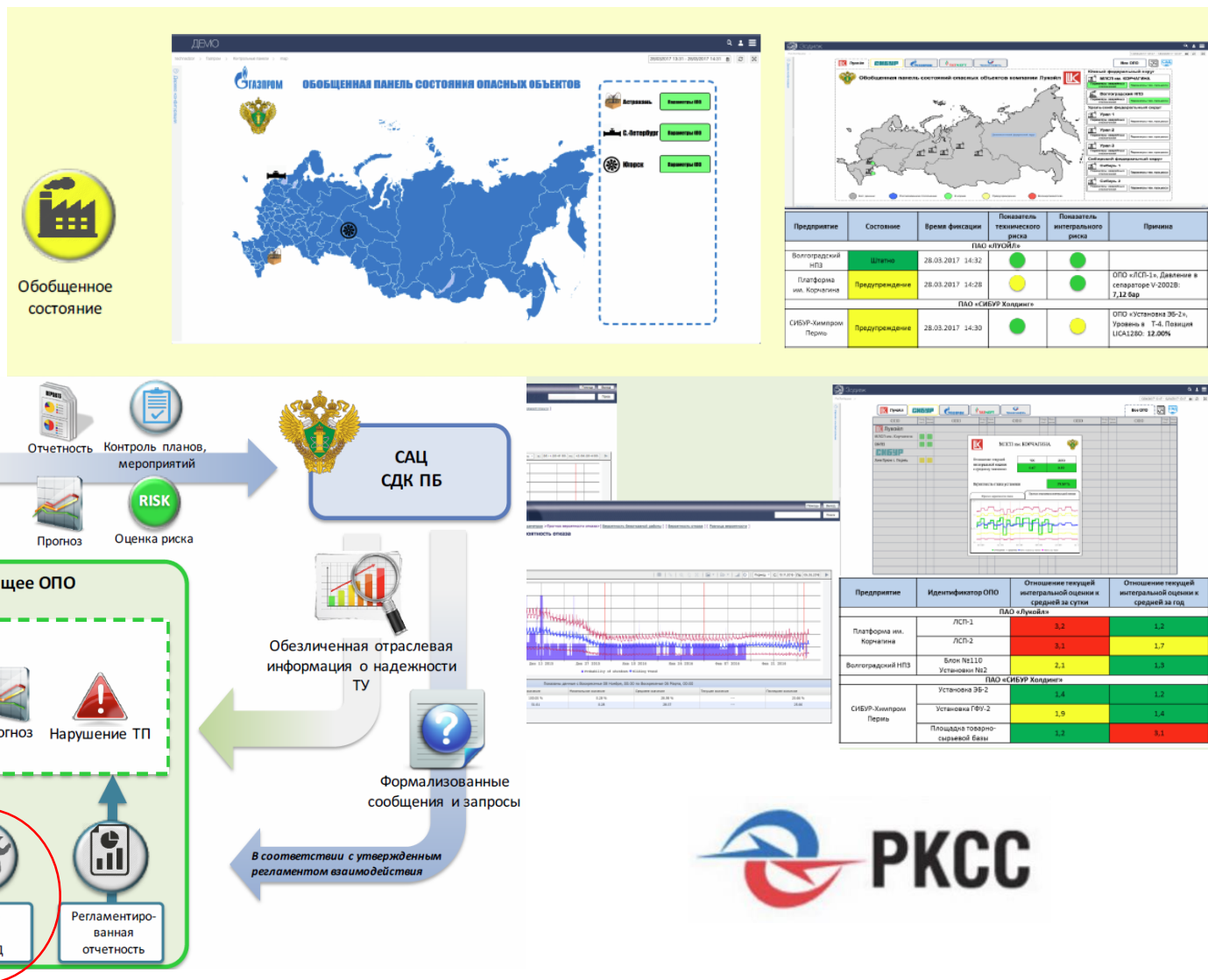
АСТД выходные данные, передаваемые в системы верхнего уровня

№	Наименование показателя	Обозначение
ГТУ		
1.	КТС ГТУ по мощности	$K_{ГТУ}^N$
2.	КТС ГТУ по эффективному КПД	$K_{ГТУ}^{\eta}$
3.	КТС ГТУ по топливному газу	$K_{ГТУ}^G$
4.	Коэффициент загрузки ГТУ	K_z
5.	Эффективный коэффициент полезного действия ГТУ	$\eta_{ГТУ}$
6.	Отклонение по давлению воздуха за ОК	δP_4
7.	Отклонение по температуре продуктов сгорания за ТВД	$\delta T_{ТВД}$
8.	Отклонение по температуре продуктов сгорания за СТ	$\delta T_{СТ}$
ЦБН		
9.	КТС по политропному КПД ЦБН	$K_{ЦБН}^{\eta}$
10.	Отклонение по степени сжатия	$\delta \varepsilon_{ЦБН}$
ГПА		
11.	КТС газоперекачивающего агрегата	$K_{ГПА}$
12.	Коэффициент полезного действия ГПА	$\eta_{ГПА}$
13.	Класс технического состояния ГТУ при использовании в качестве критерия КТС ГТУ по топливному газу — исправное (хорошее) состояние $1,00 \leq K_{ГТУ}^G \leq 1,05$; — удовлетворительное состояние $1,05 < K_{ГТУ}^G \leq 1,11$; — неудовлетворительное состояние $1,11 < K_{ГТУ}^G$.	
14.	Класс технического состояния ЦБН при использовании в качестве критерия КТС по политропному КПД — исправное (хорошее) состояние $0,95 \leq K_{ЦБН}^{\eta} \leq 1$; — удовлетворительное состояние $0,90 \leq K_{ЦБН}^{\eta} < 0,95$; — неудовлетворительное состояние $K_{ЦБН}^{\eta} < 0,90$.	
15.	Количество промывок ОК	
16.	Количество пусков ГПА	
17.	Количество остановов; — нормальных; — аварийных.	
18.	Ресурс, ч: — до КР согласно ППР; — прогнозируемый.	
19.	Вероятность неисправности, % — нарушение жесткости опорных конструкций Кгг, Тгг, СТ, ЦБН; — дисбалансы роторов Кгг, Тгг, СТ, ЦБН; — расцентровка валов ЦБН и СТ; — дефекты подшипников скольжения ЦБН; — масляная вибрация ротора ЦБН; — несоосности валов СТ и ЦБН.	
20.	Техническое состояние механических узлов ГПА по вибрации: — компрессора ГГ; — турбины ГГ; — СТ; — ЦБН.	

АИСЭМ выходные данные, передаваемые в системы верхнего уровня

№	Наименование показателя	Обозначение	Ед. измерения
ГПА			
1.	Эффективный коэффициент полезного действия ГТУ	η_e	-
2.	Коэффициент технического состояния ГТУ по мощности	$K_{ГТУ}^N$	-
3.	Коэффициент технического состояния ГТУ по топливному газу	$K_{ГТУ}^{ТГ}$	-
4.	Коэффициент технического состояния ГТУ по КПД	$K_{ГТУ}^{\eta}$	-
5.	Коэффициент загрузки ГТУ	K_z	-
6.	Политропный коэффициент полезного действия ЦБН	η_n	-
7.	Коэффициент технического состояния ЦБН по КПД	K_n^{η}	-
8.	Коэффициент полезного действия ГПА	$\eta_{ГПА}$	-
9.	Коэффициент технического состояния ГПА	$K_{ГПА}$	-
10.	Удельный расход топливного газа ГПА на ПРС	$E_{ГПА}^{ТГ}$	мЗ/кВт*ч
11.	Индекс эффективности ГПА по ТГ на ПРС	$I_{ГПА}$	%
12.	Удельный расход энергии топливного газа на сжатие в ГПА	$E_{ГПА}^{ТГ}$	-
УОГ			
13.	Тепловая эффективность (КПД) УОГ	$\mu_{УОГ}$	-
14.	Удельные затраты электрической мощности для привода вентиляторов на единицу тепловой мощности УОГ	$E_{УОГ}^{\text{эл}}$	кВт/МВт
15.	Отклонение средней тепловой мощности одного АВОГ от максимально - возможной	$K_{авог}^Q$	-
16.	КТС УОГ по аэродинамическому сопротивлению газового тракта	$K_{уог}^{\Delta P}$	-
КЦ			
Локальные показатели энергетической эффективности			
17.	Удельный расход топливного газа КЦ на ПРС	$E_{КЦ}^{ТГ}$	мЗ/кВт.ч
18.	Удельный расход ТЭР на компримирование газа в КЦ	$E_{ТЭР}^{КЦ}$	кг.у.т./кВт.ч
19.	Индекс эффективности компримирования газа в КЦ	$I_{комп}^{КЦ}$	%
20.	Удельные эксплуатационные затраты на компримирование газа в КЦ	$C_{КЦ}^{эк}$	руб./кВт.ч
21.	Удельные эксплуатационные затраты на собственные технологические нужды КЦ	$C_{КЦ}^{стн}$	руб./кВт.ч
22.	Удельные эксплуатационные затраты ТГ КЦ на ПРС	$C_{КЦ}^{ТГ}$	руб./кВт.ч
23.	Удельные эксплуатационные затраты ЭЭ КЦ на ПРС	$C_{КЦ}^{ээ}$	руб./кВт.ч
Системные показатели энергетической эффективности			
24.	Удельный показатель эффективности расхода газа на СТН КЦ	$\varepsilon_{СТН Г}^{КЦ}$	мЗ/млн.мЗ.км
25.	Удельный показатель эффективности расхода электроэнергии на СТН КЦ	$\varepsilon_{СТН ээ}^{КЦ}$	кВт.ч/млн.мЗ.км
26.	Удельный показатель эффективности расхода ТЭР на СТН КЦ	$\varepsilon_{ТЭР}^{КЦ}$	кг.у.т./млн.мЗ.км
Потребление ТЭР КЦ в натуральном и денежном выражении			
27.	Топливный газ ГПА	$P_{ТГ}^{КЦ}$	тыс.мЗ
28.	Газ на ПТН	$P_{Г.ПТН}^{КЦ}$	тыс.мЗ
29.	Газ на СТН КЦ	$P_{Г.СТН}^{КЦ}$	тыс.мЗ
30.	Электроэнергия УОГ	$P_{УОГ}^{ээ}$	тыс. кВт.ч
31.	Электроэнергия ПТН КЦ	$P_{ээ ПТН}^{КЦ}$	тыс. кВт.ч
32.	Электроэнергия на СТН КЦ	$P_{ээ СТН}^{КЦ}$	тыс. кВт.ч
33.	Финансовые затраты на ТГ ГПА	$Z_{ТГ}^{КЦ}$	тыс. руб.
34.	Финансовые затраты на газ ПТН	$Z_{Г.ПТН}^{КЦ}$	тыс. руб.
35.	Финансовые затраты на газ СТН	$Z_{Г.СТН}^{КЦ}$	тыс. руб.
36.	Финансовые затраты на ээ УОГ	$Z_{УОГ}^{ээ}$	тыс. руб.
37.	Финансовые затраты на ээ ПТН	$Z_{ээ ПТН}^{КЦ}$	тыс. руб.
38.	Финансовые затраты на ээ СТН	$Z_{ээ СТН}^{КЦ}$	тыс. руб.

Участие Компании в реализации стратегии Ростехнадзор по внедрению автоматизированной системы контроля промышленной безопасности ОПО в сотрудничестве с ООО «РКСС - Программные системы» ГК «Ростех»



Экономическая эффективность внедрения и стоимость АИСЭМ и АСТД

- Экономия затрат на техническое обслуживание и ремонт до 10 млн. руб. в год на 1 единицу оборудования
- Экономия топливного газа газотурбинных ГПА до 2 млн. руб. в год на 1 ГПА, до 15 млн. руб. в год на 1 КЦ
- Экономия электроэнергии оборудования КЦ до 5 млн. руб. в год на 1 КЦ

Суммарная экономия средств составит в денежном эквиваленте до 30 млн. руб. в год на 1 КЦ.

Срок окупаемости для 1 КЦ, полностью оснащенного АИСЭМ и АСТД, составит 3 года.

Наименование автоматизированной системы	Стоимость на 1 единицу КЦ (8 ГПА, 28 АВО), руб.	Стоимость на 1 единицу ГПА (ГТК-10-4), руб.
АИСЭМ	15,0 млн.	1,5 млн.
Подсистемы мониторинга энергетической эффективности ГПА, УОГ, КЦ (ПО + учет ЭЭ и ТГ + серверное оборудование + МТР + ПИР + СМР + ПНР)	15,0 млн.	1,5 млн.
АСТД	80,0 млн.	10,0 млн.
Подсистема параметрической диагностики ГПА (ИКМ + ПО + серверное оборудование + МТР + ПИР + СМР + ПНР)	36,0 млн.	4,5 млн.
Подсистема вибрационной диагностики (14 каналов до 10 кГц + ПО + серверное оборудование + МТР + ПИР + СМР+ПНР)	44,0 млн.	5,5 млн.
Итого:	95,0 млн.	11,5 млн.

Стоимость зарубежных аналогов: На 1 КЦ $\approx 3\,000\,000\ \$ \approx 192\ \text{млн. руб.}$ На 1 ГПА $\approx 300\,000\ \$ \approx 20\ \text{млн. руб.}$

Программа развития автоматизированных систем мониторинга, диагностики и защиты оборудования компрессорных станций в 2017-2018гг. в целях повышения надежности, безопасности, энергетической эффективности и экономичности транспорта газа ПАО «Газпром»

5

Автоматизированная информационная система энергетического менеджмента.

6

Автоматизированная система мониторинга выбросов.

3

Автоматизированная система вибрационной защиты и диагностики.

4

Автоматизированная система технической диагностики.

Заместитель начальника

Генеральный директор

Таблица. Программа развития автоматизированных систем мониторинга, диагностики и защиты оборудования компрессорных станций в 2017-2018гг. в целях повышения надежности, безопасности, энергетической эффективности и экономичности транспорта газа ПАО «Газпром».

№ п/п	Наименование средств диагностики	Цель разработки	Результат	Этапы работ	Срок выполнения	Ответственная организация
1	Детектор частиц износа в масле.	Получение средства детектирования частиц износа в маслосистеме для повышения точности и качества диагностики подшипниковых узлов авиационных ГТУ в составе ГПА.	Аппаратный комплекс трибодиагностики авиационных ГТУ в составе ГПА. Повышение качества диагностирования авиационных ГПА.	1.1. Разработка аппаратного комплекса.	Октябрь 2017	ООО «ГАЗМАШПРОЕКТ»
				1.2. Испытания аппаратного комплекса в составе систем, установленных на объектах ПАО «Газпром» 1.3. Аттестация и сертификация аппаратного комплекса согласно требованиям. 1.4. Промышленная эксплуатация аппаратного комплекса.	Декабрь 2017 Март 2018 г. После завершения аттестации	ООО «ГАЗМАШПРОЕКТ» Департамент 338, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «ГАЗМАШПРОЕКТ» ООО «ГАЗМАШПРОЕКТ»
2	Блок мониторинга технического состояния электроприемников.	Получение средства мониторинга технического состояния электроприемников в составе КЦ для повышения качества диагностирования электро-технического оборудования и экономии затрат на электрическую энергию при транспорте газа.	Аппаратный комплекс мониторинга технического состояния электроприемников КЦ. Повышение качества диагностирования электротехнического оборудования. Экономия затрат на электрическую энергию КЦ при транспорте газа.	2.1. Разработка аппаратного комплекса.	Октябрь 2017	ООО «ГАЗМАШПРОЕКТ»
				2.2. Испытания аппаратного комплекса в составе систем, установленных на объектах ПАО «Газпром» 2.3. Аттестация и сертификация аппаратного комплекса согласно требованиям. 2.4. Промышленная эксплуатация аппаратного комплекса.	Декабрь 2017 Март 2018 г. После завершения аттестации	ООО «ГАЗМАШПРОЕКТ» Департамент 338, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «ГАЗМАШПРОЕКТ» ООО «ГАЗМАШПРОЕКТ»

3

4

2



Спасибо за внимание!