



СНИИП
РОСАТОМ

Опыт шеф-монтажных и пусконаладочных работ измерительных каналов АСРК на примере проектов сооружения АЭС большой мощности

Заместитель генерального директора по научной работе –
главный конструктор АО «СНИИП»

Гордеев А.С.

Цели и задачи шеф-монтажа оборудования АСРК

Шеф-монтаж АСРК выполняется изготовителем оборудования (АО «СНИИП», и др.) на площадке АЭС.

Ключевые задачи :

- Надзор за соблюдением технологии монтажа — проверка соответствия требованиям конструкторской документации завода-изготовителя;
- Контроль хранения оборудования на объекте до начала работ;
- Проверка кабельных подключений — соответствие проектным схемам;
- Квалифицированное решение вопросов, возникающих при монтаже.

Справочно: длительность проведения шеф-монтажных и пусконаладочных работ на 1 ЭБ АЭС составляет – 6 чел/мес.

Стоимость – 3% от стоимости договора поставки

Этапы шеф-монтажа и пусконаладки оборудования АСРК

Подготовка к проведению шеф-монтажных и пусконаладочных работ начинается в начале изготовления оборудования после заключения Договора и включает в себя следующие этапы:

1. Разработка, структурирование и согласование ИДП¹ с Проектантом ;
2. Для интеграции АСРК в АСУ ТП создается массив входных-выходных данных на основании которого разрабатывается ПО для межсистемного информационного обмена, в т.ч. с ПО «Портал»;
3. Разработка и согласование с Заказчиком программ шеф-монтажа и пусконаладки;
4. Разработка и согласование с Заказчиком программы ПАИ² с последующими испытаниями на территории завода-изготовителя в присутствии Заказчика;
5. Разработка и согласование с Заказчиком программы КИИ³ с последующими испытаниями перед вводом системы в эксплуатацию;
6. Проведение шеф-монтажных и пусконаладочных работ на площадке АЭС.

Зачастую, чтобы не нарушать сроки строительства, а также ввода оборудования в эксплуатацию, шеф-монтажные и пусконаладочные работы разделяются на несколько этапов (напр. «Завоз СЯТ⁴», «ФП ЭБ⁵» и т.п.)

- ¹ – исходные данные для проектирования
² – предварительные автономные испытания
³ – комплексные интеграционные испытания
⁴ – свежее ядерное топливо
⁵ – физический пуск энергоблока

1. Структурные схемы
2. Типовые схемы измерительных каналов
3. Оборудование АСРК
4. Схемы пробоотбора
5. Требования к пробоотбору
6. Размещение оборудования
7. Комплекты
8. Дополнительные сведения

АО «СНИИП»	АЭС «Акку» Энергоблок №1-4 Оборудование АСРК Программа инф-монтажных работ	Версия 2 03.12.2025
------------	--	------------------------

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»
(АО «СНИИП»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по научной работе – главный
конструктор


А.С. Гордеев
«03» декабря 2025

АЭС «Акку» ЭБ №1-№4

Оборудование АСРК

Программа инф-монтажных работ

АБ.ПК.505715.413 ПМЗ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОСАТОМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»
(АО «РАСУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

А.А. Дошина
2025 г.

КУРСКАЯ АЭС-2
ЭНЕРГОБЛОКИ № 1, 2

Автоматизированная система управления технологическими процессами
(АСУ ТП)

Нижний уровень автоматизированной системы радиационного
контроля (НУ АСРК) и автоматизированная система
индивидуального дозиметрического контроля (АСИДК)

Программа инф-монтажа

KUR.1022.0.0.RK.DC0005

Решения 981

СОГЛАСОВАНО

АО «Комплекс Радиационного

«Эксперт» АЭС

Листов 36 36/36 (всего 143/143)

«20» августа 2025

СОГЛАСОВАНО

АО АСУ

Листов 36 36/36 (всего 143/143)

«04» июня 2025

Этапы шеф-монтажа и пусконаладки оборудования АСРК

При подготовке к отгрузке системы на территории завода-изготовителя проводятся ПАИ.

На этом этапе происходит сборка представительского комплекса оборудования согласно структурной схеме в единую систему с применением всех типопредставителей оборудования, проводится наладка связи между всеми уровнями и отладка программного обеспечения.

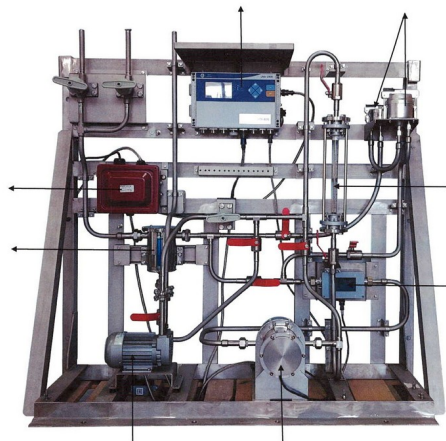
Этот этап позволяет кратно сократить время проведения пусконаладочных работ на АЭС, выявить недостатки и оперативно их исправить.



Пример ИК МАЭД под этап «Завоз СЯТ»

Этапы шеф-монтажа и пусконаладки оборудования АСРК

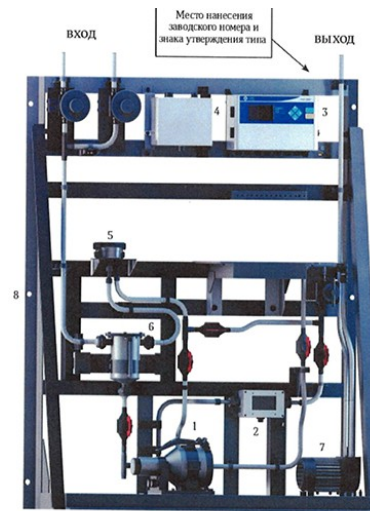
Лист № 3
Всего листов 11



- 1 - Устройство обработки информации УИО-280Р
- 2 - Фильтродержатели ФД-02М, ФД-03К
- 3 - Ротаметр РМ-2,5 ГУ3
- 4 - Датчик среды ДС-01Р
- 5 - Блок детектирования БДГ Б-50Р
- 6 - Насос вакуумный VT4.4
- 7 - Каплеотбойник
- 8 - Коробка клеммная КЗНС-08 У2

Рисунок 1 — Общий вид установки РГБ-14Р

АО «СНИИП» поставляет также оборудование, размещенное на стендах (ОА ИРГ, контроль йода и газоаэрозольных выбросов). Размещение на стендах всего измерительного тракта (трубная обвязка, фильтра, ротаметры, побудители расхода и устройства детектирования) на одной несущей раме делает проведение как монтажа, так и шеф-монтажа значительно удобнее, а также сокращает время.



- 1 - блок детектирования
- 2 - датчик среды
- 3 - устройство обработки информации
- 4 - коробка клеммная
- 5 - фильтродержатель
- 6 - каплеотбойник
- 7 - вакуумный насос
- 8 - рама

Рисунок 1 — Внешний вид установки РГТ-01Р

Этапы шеф-монтажа оборудования АСРК



В общем случае АСРК имеет двухуровневую структуру, шеф-монтаж охватывает все уровни :

1. Нижний уровень:

- Проверка монтажа первичных преобразователей (блоки и устройства детектирования), а также средств обработки информации от них;
- Проверка монтажа пробоотборных линий и фильтродержателей;
- Проверка монтажа датчиков разряжения, ротаметров, манометров.

2. Верхний уровень:

- Проверка монтажа УОД, КПД;
- Проверка монтажа серверов баз данных;
- Проверка монтажа автоматизированных рабочих мест операторов (АРМ).

Шеф-монтажные работы проводятся совместно с представителями монтажной и эксплуатирующей организаций, по результатам выполнения шеф-монтажных работ активируются.

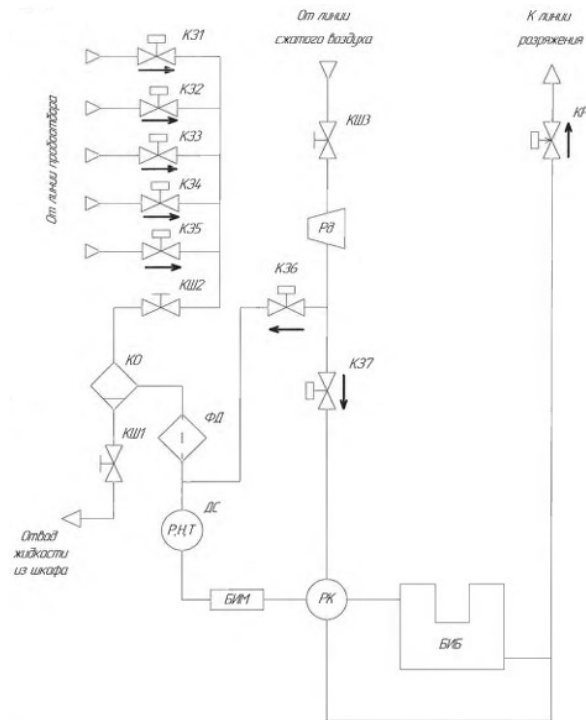
Специфика шеф-монтажа оборудования

С целью недопущения возможной утечки среды из контролируемого контура особое внимание уделяется оборудованию, отвечающее за жидкостной и газоаэрозольный контроль (ИРГ, аэрозоли, йод).

Контролируемые операции шеф-персоналом:

1. Соответствие КД монтажа пробоотборных линий — обеспечение герметичности и представительности отбора;
2. Соответствие КД монтажа фильтродержателей — правильная ориентация и уплотнение
3. Соответствие КД монтажа ротаметров и датчиков расхода — контроль расхода воздуха через фильтры
4. Контроль монтажа прокладка импульсных линий к датчикам разряжения и давления

Особенность: Требуется исключительная чистота внутренних полостей — любые загрязнения искажают радиационный фон.



Специфика шеф-монтажа оборудования

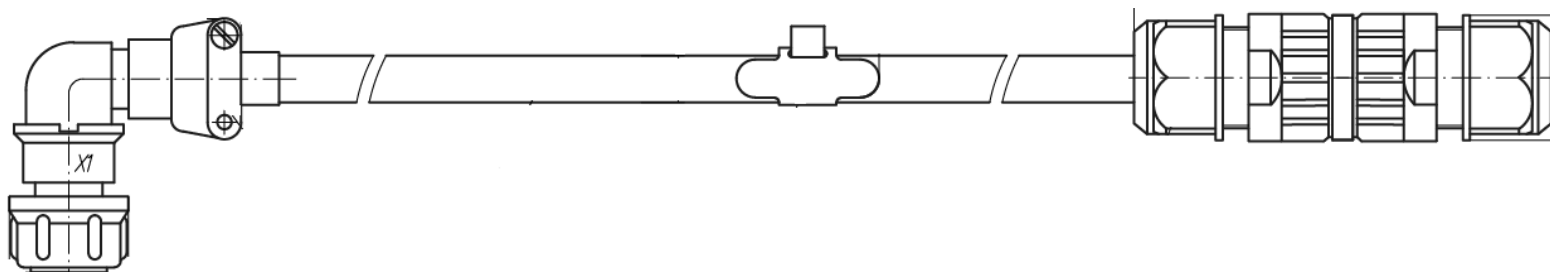


СНИИП
РОСАТОМ

При возникновении ситуаций расхождения требований конструкторской документации или ИДП с требованиями, указанными в рабочей документации проекта проводятся согласительные совещания с представителями монтажных организаций, заказчика и проектанта, в результате которых применяется наиболее оптимальное решение монтажа оборудования.

Например:

Расхождение в требованиях - сечение жил кабелей больше, чем возможно распаять в разъеме. Решение – разработан кабель-переходник для сочленения кабеля, заложенного в проект и кабеля, указанного в ИДП. Данное решение распространяется на более, чем 400 измерительных каналов.



Особенности проведения шеф-монтажных и пусконаладочных работ на строящейся и модернизируемой АЭС:

1. На модернизируемой АЭС закрыта ЗКД, что усложняет получение допуск-нарядов для проведения работ.
2. Шеф-монтаж и пусконаладка оборудования на модернизируемой АЭС должен проходить оперативно, без выведения ИК из строя на длительное время.
3. Шеф-монтаж и наладка оборудования на строящейся АЭС, в отличие от модернизируемой АЭС, проходит в присутствии только представителей монтажной организации.
4. Оборудование, размещенное на модернизируемой АЭС должно быть интегрировано в действующую структуру АСРК, отвечать всем требованиям по размещению, электропитанию и кабельным трассам.
5. Для новых АЭС присутствует большая вариативность монтажа оборудования (расположение, подключение, диаметры трубопроводов и т.п.), а на действующих АЭС положение жёстко определено.

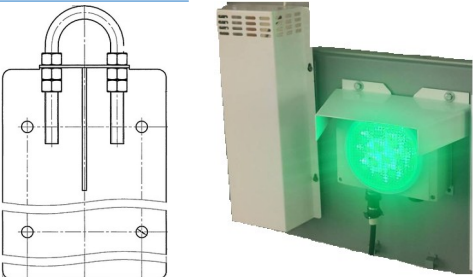
Типовой состав КМЧ и пусконаладочного комплекта

В состав КМЧ, поставляемого оборудования входят:

1. Держатели/зажимы для монтажа оборудования на стенах и несущих конструкциях.
2. Необходимое и достаточное количество ответных разъемов для подключения кабеля питания и сигнальных кабелей.
3. Специальные держатели для монтажа оборудования на трубопроводах и рядом с ними, на промплощадке АЭС (с защитой от солнца и осадков);
4. Анкера, болты и прочий крепежный элемент.

В состав пусконаладочного комплекта входят:

5. Ноутбуки с установленным специализированным ПО для подключения к оборудованию, настройке, проверке и конфигурации;
6. Мультиметры, осциллографы;
7. Набор инструментов и прочего вспомогательного оборудования



ПРОЧИЕ ИЗДЕЛИЯ							
Блок питания ТТ330РВ 330Вт	2						
Tybitnet	1						
Источник питания GPS-73303							
GW Instek							
Компьютер ICP-CON I-7561 USB в RS-232C/422/485	2						
ICP DAS							
Мультиметр цифровой Fluke 17B+	3						
Fluke corporation							
Набор автомобильных инструментов 99894 94 предм.	2						
АвтоДело							
Набор слесарно-монтажных инструментов AUTOVIRAZH AV-212072	1						
KRAFTOOL							
Набор универсальный 118 предметов BG118-1214	1						
BERGER							
Накопитель USB TRANSCEND Jetflash 700 16ГБ, USB3.0, черный (ts16gg700)	2						
Transcend							
Ноутбук Lenovo Ideapad L340-15AP7 AMD Ryzen 3 3200U	3						
Lenovo							
Осциллограф Fluke 123	2						
Fluke corporation							
Паяльник газовый BASICSET-130	3						
Esa							
Паяльник для точной электроники с керамическим нагревателем CS-31 25Вт 220В	2						
Geot							
Провод ПОС 40, на катушке, 1 мм, 100 м 10							
TUNDRA							
Программатор внутрисхемный ST-Link V2 STM32Microelectronics	3						
Усилитель сетевой КРОНА КБ312010-Е РС-3 (У10-001УУХЛ4) 10м (ШВВНТ 240/75) ВЛ1							
Крона							
АБНК.505728.426							
Изм.	Лист	№ докум.	Полп.	Дата	Лист	Лист	Листов
Разраб.	Смирнов	19.05.2025			1	2	
Пров.	Смирнов	19.05.2025					
И. контр.	Смирнов	19.05.2025					
Утв.	Смирнов	19.05.2025					
73304	Изм. 5.05.25						
Изм.	№ разд.	Полп.	Изм.	№ дубл.	Полп.	Изм.	№ дубл.
Комплект пусконаладочного оборудования				Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Полп. и дата	Формат А4
				Контроль			

Этапы пусконаладочных работ оборудования АСРК

После завершения монтажа начинаются пусконаладочные работы, которые включают в себя следующие этапы:

1. Проверка электропитания: контроль подачи питания на смонтированное оборудование;
2. Проверка работоспособности смонтированного оборудования;
3. Настройка каналов связи: конфигурирование концентраторов, сетевых шлюзов;
4. Пусконаладка ПО верхнего уровня Настройка серверов, АРМ, систем архивации и сигнализации;
5. Проверка связи между нижним и верхним уровнем АСРК;
6. Комплексные интеграционные испытания АСРК, проводимые по согласованной программе.

Проведение пусконаладочных работ ИК, в состав которых входит УНО-280Р, возможно автономно, без подключения к верхнему уровню. Конфигурирование происходит при помощи ноутбука при помощи специализированного программного обеспечения:

- Предупредительные и аварийные уставки;
- Коэффициенты чувствительности;
- Проверка срабатывания встроенного генератора;
- Выгрузка архива данных за определенный промежуток времени.



Документальное сопровождение шеф-монтажных и пусконаладочных работ



Технический акт
об оказании услуг шеф-монтажа оборудования
по Договору № 00000000725956180123/341-РНК- 045КУР2-1,2-1379
от 20.03.2020
между АО «РАСУ» и АО «СНИИП»,
Договору №00000000725956180123/40/24950-Д/2018-КУ1,2-17 от 03.04.2018
между АО «РАСУ» и АО АСЭ

«11» июля 2025г

Во время и после проведения этапов шеф-монтажных и пусконаладочных работ осуществляется документальное подтверждение проделанных работ, а именно:

1. Утвержденные акты шеф-монтажных работ (с замечаниями или без);
2. Утвержденные акты шефналадочных работ;
3. Акты приемки оборудования в опытную эксплуатацию;
4. Акт приемки всей системы АСРК и ввод ее в промышленную эксплуатацию.

В ходе проведения работ по договору №00000000725956180123/341-РНК- 045КУР2-1,2-1379 от 20.03.2020 специалистом АО «СНИИП» в период с 07.07.2025 по 10.07.2025 был проведен шеф-монтаж фильтродержателя ФД-03К 10UKH53CR201QP02, монтаж выполнен совместно с организацией АО «ЭЦМ». В результате проведенных работ была модифицирована конструкция ручек из состава Фильтродержателя с целью обеспечения функционирования в составе стенда газоаэрозольного контроля. В ходе проведения испытаний герметичности ФД-03К на штатном месте эксплуатации шеф-инженером подтверждено отсутствие влияния длины ручек на выполняемую пробоотборную функцию.

Фильтродержатель готов к эксплуатации.

От КФ АО «АСЭ»

Гл. эксперт
(должность) «11» июля 2025г. Лузин М.Ю.
Ф.И.О.

От АО «РАСУ»

Гл. специалист
(должность) «11» июля 2025г. Горбачев Н.В.
Ф.И.О.

От АО «СНИИП»

Начальник лаборатории
(должность) «11» июля 2025г. Дерябина М.Д.
Ф.И.О.

Главным приоритетом при выполнении шеф-монтажных и пусконаладочных работ является безопасность.

Сотрудники, проводящие работы всегда ознакомлены с техникой безопасности на строящемся объекте, обладают знаниями в области электробезопасности и радиационной безопасности (что подтверждается соответствующими удостоверениями и протоколами), а также прошедшие обязательную ежегодную медицинскую комиссию.

Возможные риски при проведении шеф-монтажных и пусконаладочных работ:

- работы в контролируемой зоне (при наладке оборудования, обеспечивающее газоаэрозольный контроль и контроль жидкости, особенно в помещениях 1-го контура);
- наладка оборудования под напряжением;
- пожарная безопасность.

Примеры успешного шеф-монтажа и пусконаладки оборудования АСРК

Шеф-монтаж и пусконаладка АСРК Калининской АЭС 1 и 2 энергоблоки;

Шеф-монтаж и пусконаладка АСРК Нововоронежской АЭС-2;

Шеф-монтаж и пусконаладка оборудования АЭС «Руппур» (НРБ);

Шеф-монтаж и пусконаладка АЭС «Аккую» (Турция);

Шеф-монтаж и пусконаладка оборудования АЭС Курская АЭС-2.

Перспективы развития шеф-монтажных и пусконаладочных работ оборудования АСРК

В дальнейшем элементы пусконаладочных работ возможно делать без присутствия инженера на АЭС, а именно:

- предоставление удаленного доступа к системе с рабочего места;
- передача в опытную эксплуатацию цифрового двойника АСРК;
- применение элементов искусственного интеллекта на основе цифрового двойника АСРК.

Реализация этих перспективных шагов возможна только после обязательного прохождения процедур верификации и валидации ПО и получения всех необходимых разрешительных документов (лицензии, аттестаты, протоколы испытаний).

Оборудование АО «СНИИП» уже на сегодняшний день имеет техническую возможность в реализации указанных функций.

Ключевые аспекты шеф-монтажа и пусконаладки оборудования АСРК:

1. Безопасность при выполнении шеф-монтажных и пусконаладочных работах – наивысший приоритет;
2. Особенности оборудования радиационного контроля требуют высокой квалификации персонала монтажных и наладочных организаций;
3. Высокая ответственность — от качества выполненных работ зависит достоверность показаний оборудования радиационного контроля на АЭС;
4. В состав АСРК входит большое количество оборудования разных производителей, относящихся к различным подсистемам, которое требует согласования друг с другом и интеграции АСРК в АСУ ТП;
5. Поставляемый с оборудованием КМЧ универсален и удовлетворяет всем требованиям проектов ВВЭР-1000/1200;
6. Полный цикл — от проверки хранения до комплексного опробования и ввода в эксплуатацию.

**Спасибо
за внимание !**