



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций  
«ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

# Технологическая компоновка

Занятие 1 Вводная часть

**ШКОЛА ПРОЕКТИРОВЩИКОВ**

**Степанов А.В.**

Начальник группы АО «Атомэнергопроект» — СПбАЭП

**11.04.2024**

# Вводная часть: Участники



## Подготовка материалов и ведение лекций:

- **Степанов Андрей Вячеславович**  
Начальник группы рабочего проектирования здания реактора
- **Афоничев Павел Геннадьевич**  
Инженер-проектировщик 1 кат. группы рабочего проектирования здания реактора
- **Викторов Роман Игоревич**  
Инженер-проектировщик 1 кат. группы рабочего проектирования здания реактора
- **Наседкин Андрей Алексеевич**  
Начальник группы рабочего проектирования здания безопасности
- **Васильева Елена Вениаминовна**  
Ведущий инженер-проектировщик группы рабочего проектирования здания безопасности

# Вводная часть: Программа курса «Технологическая компоновка»



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Занятие	Темы	Длительность
Занятие 1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Запрос и анализ технологической схемы</li><li>• Изучение описания работы системы</li><li>• Анализ ИДП</li></ul>	1,5 ч
Занятие 2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Анализ строительных конструкций</li><li>• Анализ компоновки окружения</li><li>• Анализ специфических требования проекта</li></ul>	1,5 ч
Занятие 3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Выбор сортамента трубопроводов</li><li>• Разработка компоновочных решений оборудования</li><li>• Разработка компоновочных решений трубопроводов</li></ul>	1,5 ч
Занятие 4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Оценка ремонтпригодности ОТиР (ОМОТ)</li><li>• Самопроверка</li><li>• Верификация</li></ul>	1,5 ч
Занятие 5	<ul style="list-style-type: none"><li>• Расстановка ОПС (места)</li><li>• Выдача на расчет</li><li>• Взаимодействие с ОТР расстановка ОПС</li></ul>	1,5 ч
Занятие 6	Разработка РД	1 ч
Домашнее задание	Самостоятельное выполнение компоновочных решений технологической системы	-

# Вводная часть: Что необходимо иметь для прохождения курса



- ПО: Autocad, Nanocad, Любой PDF читальщик, Word, Exel
- Доступ в интернет
- Подключение к диску
- Для выполнения домашнего задания необходим результат задания по курсу «Схемные решения»



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций  
«ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

# Технологическая компоновка

Занятие 1: Часть 1

**ШКОЛА ПРОЕКТИРОВЩИКОВ**

**Васильева Е.В.**

Ведущий инженер-проектировщик АО «Атомэнергопроект» — СПбАЭП

**11.04.2024**

# Программа курса «Технологическая компоновка»



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

- **Запрос и анализ технологической схемы**
- Изучение описания работы системы
- Анализ ИДП
- Анализ строительных конструкций
- Анализ компоновки окружения
- Анализ специфических требования проекта
- Выбор сортамента трубопроводов
- Разработка компоновочных решений оборудования
- Разработка компоновочных решений трубопроводов
- Оценка ремонтпригодности ОТиР (ОМОТ)
- Самопроверка
- Верификация
- Расстановка ОПС (места)
- Выдача на расчет
- Взаимодействие с ОТР расстановка ОПС
- Разработка РД

# Занятие 1: План



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ



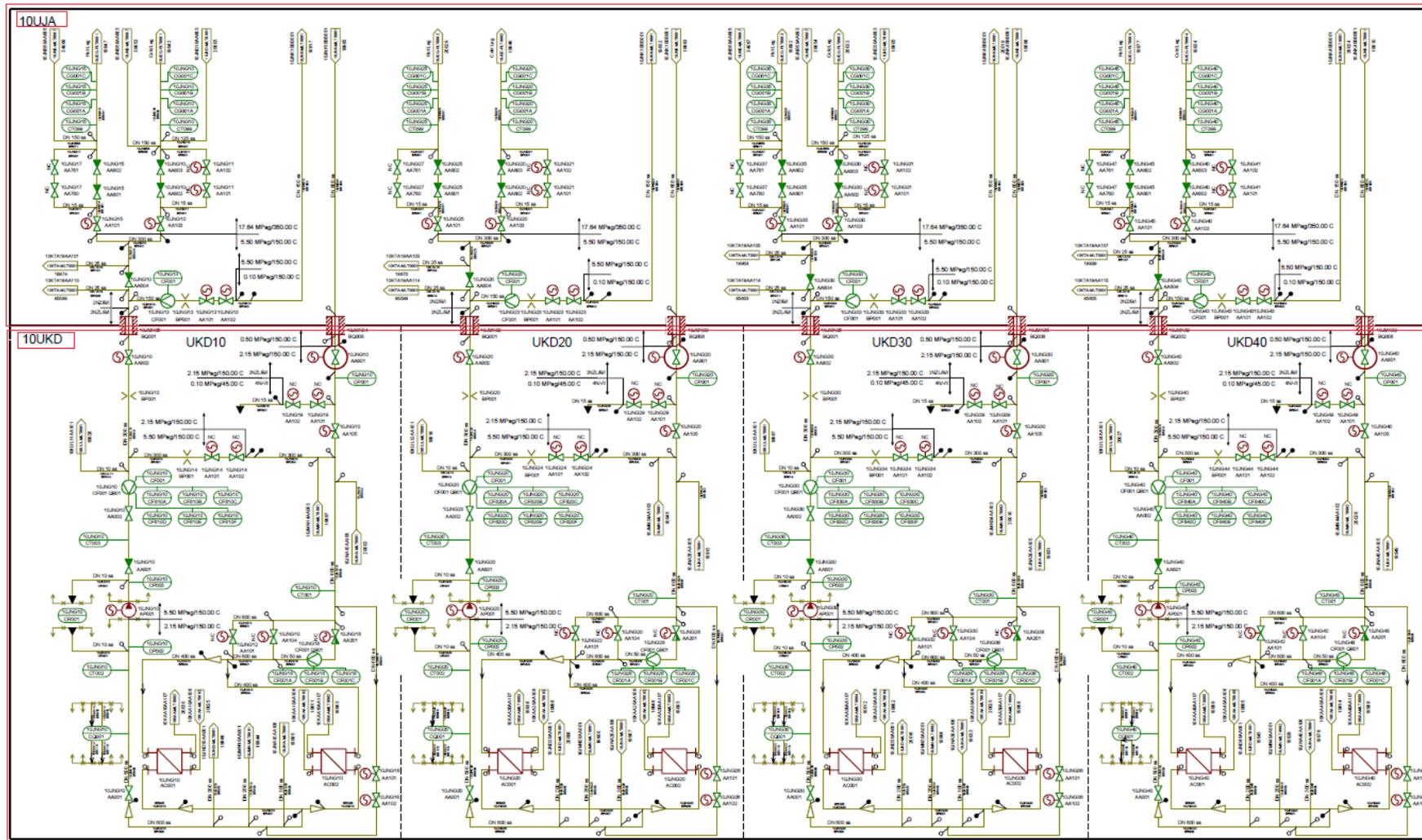
- 1. Запрос и анализ технологической схемы**
2. Изучение описания работы системы
3. Анализ ИДП



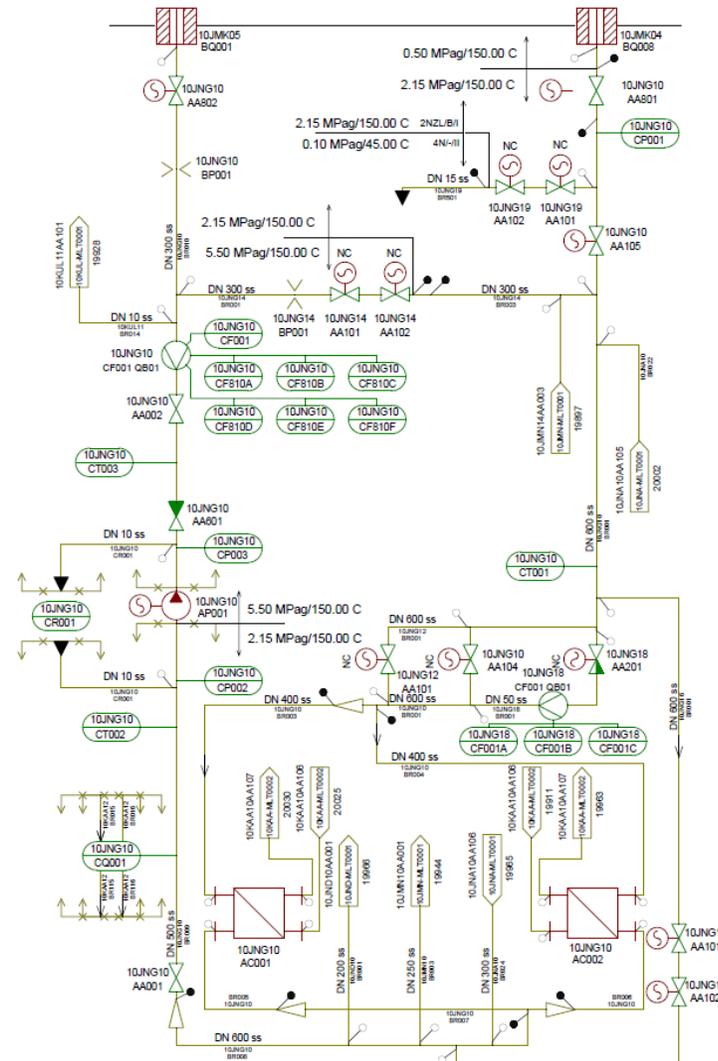
# Запрос и анализ технологической схемы



## Границы проектирования по зданиям



# Запрос и анализ технологической схемы



*Технологическая схема системы  
аварийного впрыска низкого давления*

# Запрос и анализ технологической схемы



## Анализ технологической схемы

- 1. Последовательность элементов в составе схемы**
- 2. Параметры системы:**  
Давление/температура в системе. Классификация системы
- 3. Основное оборудование (насосы, теплообменники, фильтры):**  
Какое используется оборудование, его характеристики, требования к оборудованию
- 4. Диаметр трубопроводов в системе**
- 5. Материал трубопроводов**
- 6. Арматура в системе:**  
Типы арматуры, количество, расположение на схеме, требования, предъявляемые к арматуре
- 7. Средства контроля и измерения (КИП):**  
Типы устройств, количество, их положение, требования, предъявляемые к устройствам, при размещении.
- 8. Расположение в зданиях ядерного/турбинного острова:**  
В каких зданиях расположена система
- 9. Связи с другими системами:**  
С какими системами имеет связи рассматриваемая система, анализ параметров смежных систем

# Запрос и анализ технологической схемы



Основное оборудование

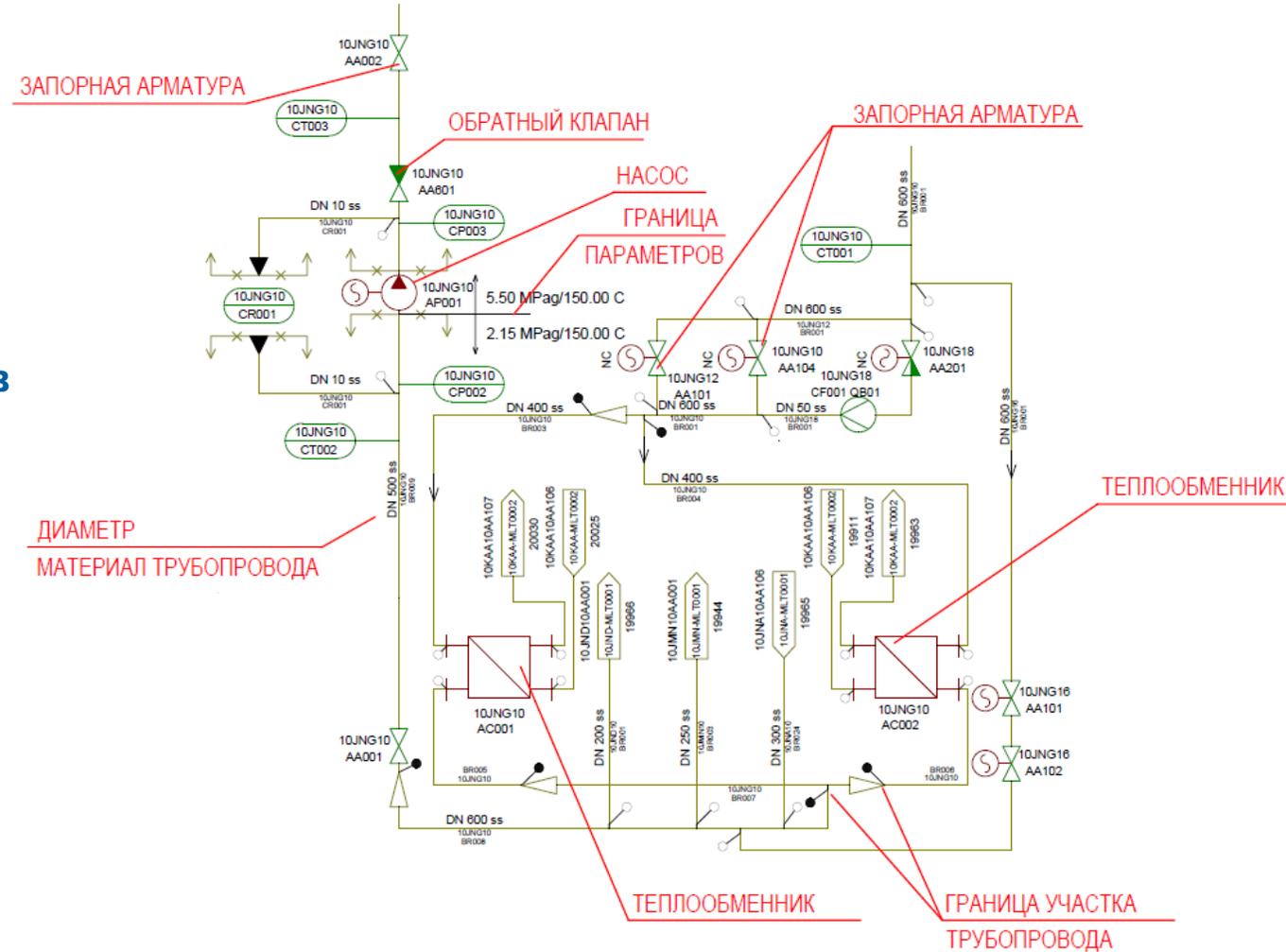
Арматура

Параметры системы

Диаметр трубопроводов

Материал трубопроводов

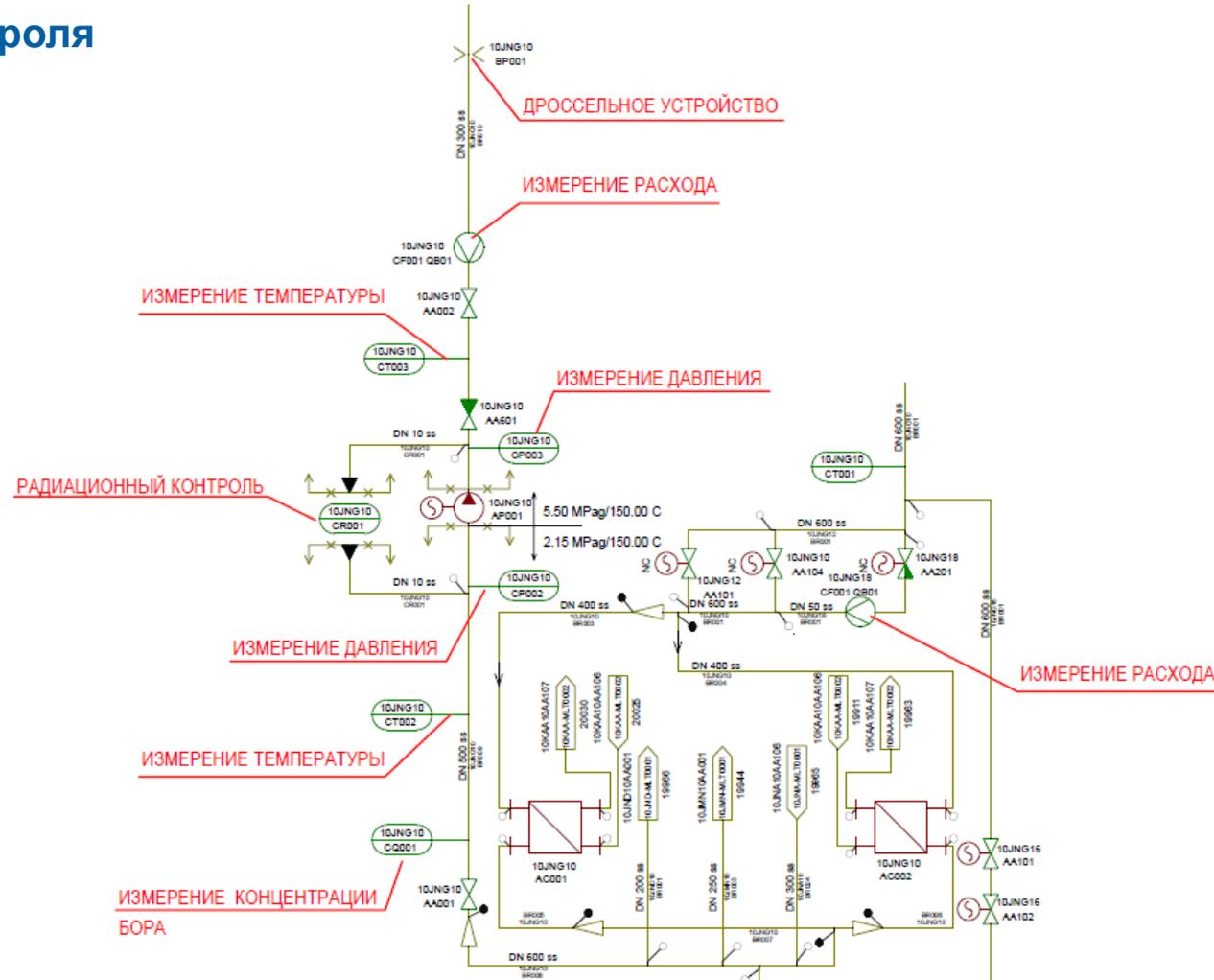
Границы участков трубопроводов



# Запрос и анализ технологической схемы



## Средства контроля и измерения



**Дроссельное устройство**

Прямой участок:

5D – до устройства

5D – после устройства

**Расходомерное устройство**

Прямой участок:

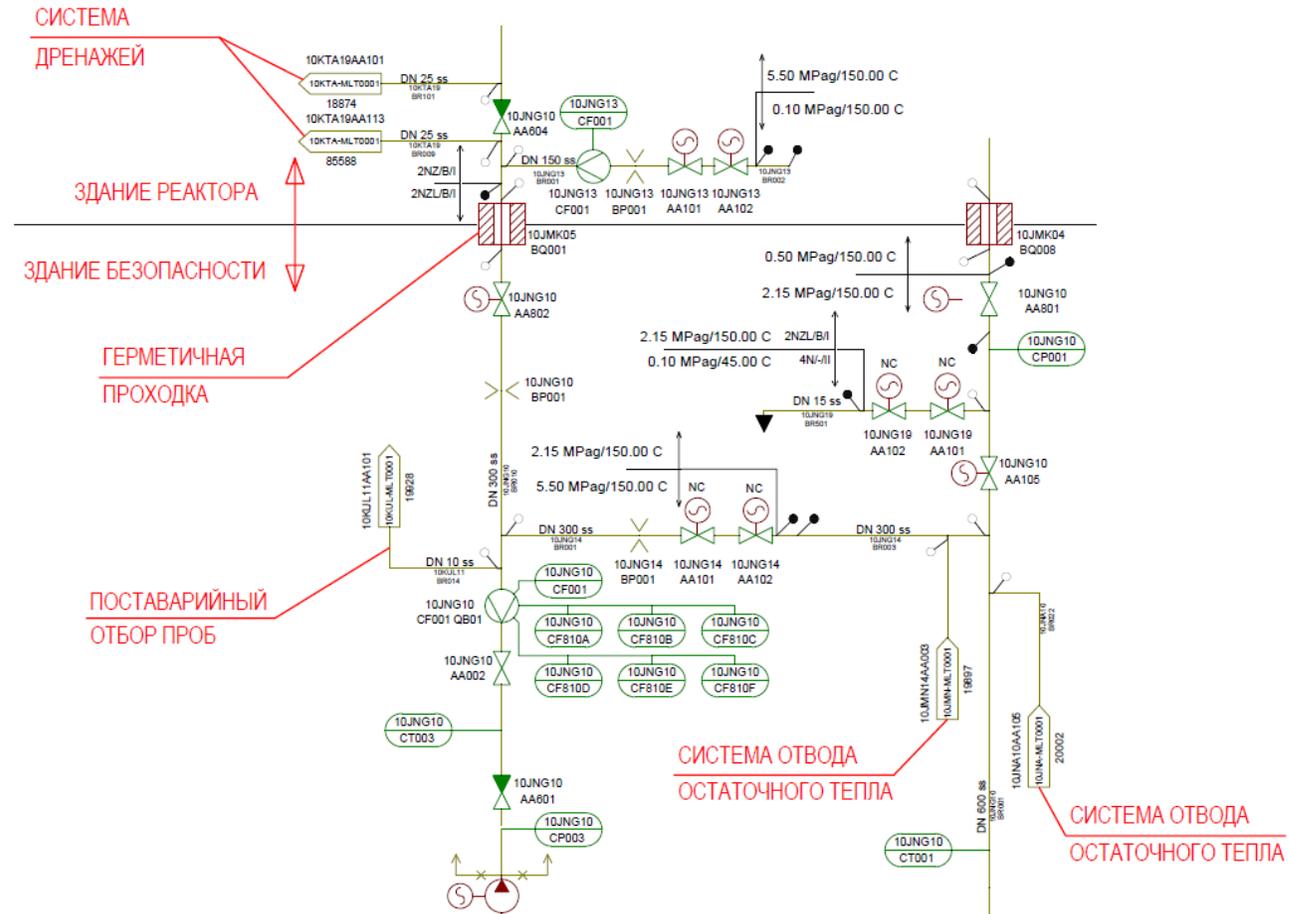
20D – до устройства

10D – после устройства

# Запрос и анализ технологической схемы



## Размещение системы в зданиях АЭС Связи с другими системами



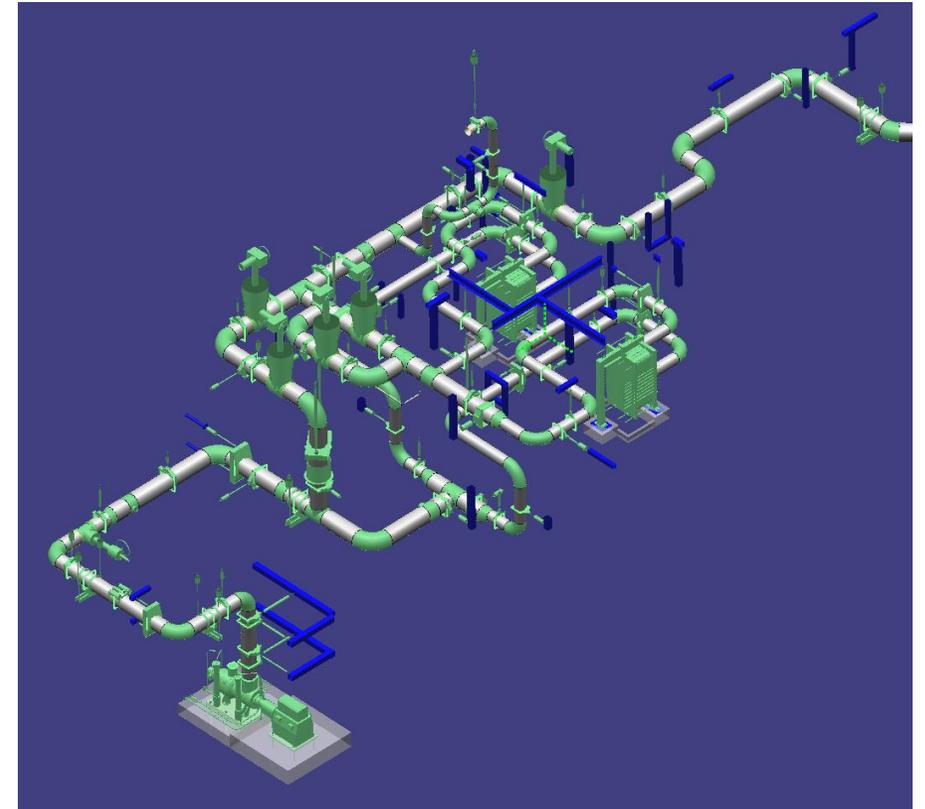
# Запрос и анализ технологической схемы



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

## Результаты анализа

1. Места установки оборудования и арматуры
2. Требования по обслуживанию оборудования и арматуры
3. Сортамент трубопроводов, используемый при компоновке
4. Границы трубопровода в конкретном здании
5. Последовательность компоновки в зависимости от диаметра трубопроводов
6. Требования по прямым участкам трубопроводов для установки специальных устройств



# Запрос и анализ технологической схемы



## Вопросы для повторения материала

1. Вопросы для повторения материала:
2. Какие основные этапы проектирования?
3. Что включает анализ технологической схемы?



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций  
«ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

# Технологическая компоновка

Занятие 1: Часть 2

**ШКОЛА ПРОЕКТИРОВЩИКОВ**

**Афоничев П.Г.**

Инженер-проектировщик 1 категории АО «Атомэнергопроект» — СПбАЭП

**11.04.2024**

# Программа курса «Технологическая компоновка»



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

- Запрос и анализ технологической схемы
- **Изучение описания работы системы**
- Анализ ИДП
- Анализ строительных конструкций
- Анализ компоновки окружения
- Анализ специфических требования проекта
- Выбор сортамента трубопроводов
- Разработка компоновочных решений оборудования
- Разработка компоновочных решений трубопроводов
- Оценка ремонтпригодности ОТиР (ОМОТ)
- Самопроверка
- Верификация
- Расстановка ОПС (места)
- Выдача на расчет
- Взаимодействие с ОТР расстановка ОПС
- Разработка РД

# Занятие 1: План



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ



1. Запрос и анализ технологической схемы
- 2. Изучение описания работы системы**
3. Анализ ИДП

# Изучение описания работы системы



## ООБ — Отчет по Обоснованию Безопасности

### 1. Проектные основы

- Назначение и функции системы
- Классификация элементов
- Проектные режимы и исходные данные
- Принципы проектирования
- Требования к связанным системам
- Требования к компоновке
- Требования к выводу из эксплуатации

### 2. Проект системы

- Описание технологической схемы
- Описание элементов
- Управление и контроль работы системы
- Испытания и проверки
- Анализ проекта

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
ROSATOM

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ»  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ФИЛИАЛ АО «АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ» –  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ»  
(СПбАЭП)

ОТЧЕТ ПО ОБОСНОВАНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ

Глава 12 Системы безопасности. Специальные технические средства для  
управления запроектными авариями  
Книга 1

12.1.1 Система аварийного впрыска низкого давления (JNG01)

Дата  
Нормоконтроль  
Проверил  
Разработал  
Всего листов 51

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень принятых сокращений	3
12.1.1 Проектная основа	4
12.1.1.1 Назначение и функции системы	4
12.1.1.2 Классификация элементов системы	4
12.1.1.3 Проектные режимы и исходные данные	7
12.1.1.4 Принципы проектирования	8
12.1.1.5 Требования к связанным системам	10
12.1.1.6 Требования к компоновке	11
12.1.1.7 Требования к обеспечению вывода блока АС из эксплуатации	12
12.1.2 Проект системы	12
12.1.2.1 Описание технологической схемы	12
12.1.2.2 Описание элементов	14
12.1.2.2.1 Оборудование	14
12.1.2.2.2 Арматура и трубопроводы	16
12.1.2.2.3 Описание используемых материалов	17
12.1.2.2.4 Защита от превышения давления	17
12.1.2.2.5 Размещение компонентов	18
12.1.2.2.6 Радиационная защита и доступность элементов	18
12.1.2.2.7 Отключение системы	19
12.1.2.3 Управляемость и контроль работы системы	19
	19
	19
	33
	42
	42
	43
	43
	44
Итого	44
в т.ч. в эксплуатации	44
в т.ч. в нормальном режиме	44
Итого	47
в т.ч.	47

Рисунок 12.1.1.1.2.1 – Технологическая схема системы аварийного впрыска низкого давления (JNG01)

В01 | Отчет по обоснованию безопасности | 6



## 12.1.1.1 ПРОЕКТНЫЕ ОСНОВЫ

### 12.1.1.1.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

12.1.1.1.1.1 Система аварийного впрыска низкого давления (JNG01) предназначена для подачи раствора борной кислоты концентрацией от 16 до 20 г/дм<sup>3</sup> в первый контур в режимах проектных аварий, связанных с потерей теплоносителя, чтобы обеспечить отвод тепла от активной зоны.

12.1.1.1.1.2 Также, система аварийного впрыска низкого давления (JNG01) в режиме нормальной эксплуатации участвует в расхолаживании реакторной установки и отводе остаточных тепловыделений от АЗ во время останова блока (осуществление циркуляции и охлаждения теплоносителя первого контура совместно с системой отвода остаточного тепла (JNA)).

12.1.1.1.1.3 Система аварийного впрыска низкого давления (JNG01) в режиме нормальной эксплуатации выполняет следующие функции:

- расхолаживание реакторной установки и отвод остаточных тепловыделений от АЗ во время останова блока (осуществление циркуляции и охлаждения теплоносителя первого контура совместно с системой отвода остаточного тепла (JNA)).

12.1.1.1.1.4 В режиме нарушения нормальной эксплуатации система JNG01 выполняет следующие функции:

- расхолаживание реакторной установки и отвод остаточных тепловыделений от АЗ (осуществление циркуляции и охлаждения теплоносителя первого контура совместно с системой отвода остаточного тепла (JNA));

- обеспечение резерва системы охлаждения бассейна выдержки (FAK) совместно со спринклерной системой (JMN) и системой отвода остаточного тепла (JNA).

12.1.1.1.1.5 В режиме проектной аварии система JNG01 выполняет следующие функции:

- поддержание запаса теплоносителя первого контура при больших течах, включая разрыв ГЦТ Ду 850 (впрыск в первый контур при низком давлении);

- отвод остаточных тепловыделений от АЗ, перевод и поддержание РУ в холодном состоянии при авариях с потерей теплоносителя первого контура (охлаждение и возврат теплоносителя первого контура из баков-приямков в РУ);

- расхолаживание реакторной установки и отвод остаточных тепловыделений от АЗ (осуществление циркуляции и охлаждения теплоносителя первого контура совместно с системой отвода остаточного тепла (JNA) (при условии сохранения целостности первого контура));

- обеспечение резерва системы охлаждения бассейна выдержки (FAK) совместно со спринклерной системой (JMN) и системой отвода остаточного тепла (JNA).



## 12.1.1.1.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ

12.1.1.1.2.1 В соответствии с НП-001-15 [1] система аварийного впрыска низкого давления (JNG01) по назначению является системой безопасности, по влиянию на безопасность – важной для безопасности, по характеру выполняемых функций – защитной системой безопасности.

12.1.1.1.2.2 Трубопроводы и арматура системы, находящиеся внутри герметичной оболочки, относятся ко второму классу безопасности в соответствии с НП-001-15 [1], классификационное обозначение «2НЗ», группе «В» по НП-089-15 [4].

12.1.1.1.2.3 Трубопроводы и арматура системы, находящиеся вне герметичной оболочки, относятся ко второму классу безопасности в соответствии с НП-001-15 [1], классификационное обозначение «2НЗЛ», группе «В» по НП-089-15 [4].

12.1.1.1.2.4 Трубопроводы и арматура системы JNG01 в зданиях UKD и UJA относится к первой категории сейсмостойкости по НП-031-01 [2], обозначение «I» на технологической схеме.



## 12.1.1.1.4 ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

12.1.1.1.4.1 Система спроектирована в соответствии со следующими нормативными документами:

- НП-001-15 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» [1];
- НП-082-07 «Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций» [21];
- НП-089-15 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» [4];
- НП-031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций» [2];
- НП-068-05 «Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования» [3];
- ПНАЭ Г-7-002-86 «Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» [22];
- НП-104-18 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения» [23];
- НП-105-18 «Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже» [23];
- НП-090-11 «Требования к программам обеспечения качества для объектов использования атомной энергии» [25];
- СанПиН 2.6.1.24-03 «Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03)» [26];
- СП 2.6.1.28-2000 «Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций (ПРБ АС-99)» [27];
- НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [28];
- НПБ 114-2002 «Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования» [29].

12.1.1.1.4.5 Принцип разнообразия выполняется за счет применения различных систем аварийного охлаждения зоны: как пассивного, так и активного типа. Разный принцип действия и различное оборудование систем обеспечивают реализацию принципа разнообразия.

12.1.1.1.4.6 Принцип независимости применяется для исключения зависимых отказов, а также для исключения влияния любых видов работ, выполняемых на оборудовании одного из каналов (ремонт, техническое обслуживание), на другие каналы. Оборудование отдельных каналов системы вне герметичной оболочки размещается в разных, физически разделенных помещениях, а внутри герметичной оболочки трубопроводы каналов системы пространственно разнесены. Каналы полностью независимы друг от друга: независимы технологические части, системы управления, обеспечивающие системы, места расположения оборудования, трубопроводов, кабелей, элементов управления и т.д. Таким образом, благодаря физическому разделению каналов, отказ в одном канале не может привести к отказу в другом канале.



## 12.1.1.1.6 ТРЕБОВАНИЯ К КОМПОНОВКЕ

12.1.1.1.6.1 Компоновка системы и взаимное расположение элементов должны быть выполнены с учетом следующих основных принципов:

- обеспечение необходимых условий для нормального протекания предусмотренных проектом технологических процессов;
- сокращение до минимума технологических коммуникаций;
- для оборудования, трубопроводов и арматуры обеспечение доступа и условий для проведения технического обслуживания и ремонта в период ППР;
- часть трубопроводов и арматур системы JNG01 должны быть расположены внутри защитной оболочки, а другая часть – в отдельных, изолированных один от другого огнестойкими физическими барьерами помещениях здания безопасности (UKD);
- трубопроводы каждого канала, размещенные в пределах защитной оболочки, должны быть разведены в разных частях защитной оболочки, для исключения их одновременного повреждения;
- компоненты, размещенные за пределами защитной оболочки, должны иметь доступ и должны быть обеспечены условиями для проведения технического обслуживания и ремонтов при работе реактора на мощности;
- компоновка системы должна быть выполнена таким образом, чтобы отказы в системах нормальной эксплуатации не приводили к нарушениям в работе системы, а также отказ одного канала системы не приводил к отказу других каналов через системы вентиляции, строительные конструкции, транспортные пути, каналы охлаждающей воды и кабельные коммуникации.



## 12.1.1.2.1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

12.1.1.2.1.1 Технологическая схема системы аварийного впрыска низкого давления (JNG01) представлена на рисунке 12.1.1.1.2.1.

12.1.1.2.1.2 Система состоит из четырех одинаковых и полностью независимых один от других каналов JNG10, JNG20, JNG30, JNG40.

12.1.1.2.1.3 В каждом канале предусматриваются:

- насос аварийного впрыска низкого давления JNG10(20,30,40)AP001;
- теплообменники JNG10(20,30,40)AC001 и JNG10(20,30,40)AC002 установленные в параллель в одном канале;
- запорная арматура;
- трубопроводы.

12.1.1.2.1.4 Для выбора производительности системы определяющим режимом является режим расхолаживания РУ со 130 до 60 °С при плотном первом контуре. В данном режиме учитывается, что система не имеет зависимых от исходного события аварий отказов. С учетом этого производительность каждого канала системы в данном режиме составляет 50 %.

12.1.1.2.1.5 В аварийных режимах с течью теплоносителя первого контура производительность каждого канала составляет не менее 100 % производительности системы, т.е. каждый канал способен выполнить функцию всей системы в целом, что учитывает зависимый от исходного события отказ в системе и вывод одного канала в ремонт. С учетом этого производительность каждого канала системы в данном режиме составляет 100 %.

12.1.1.2.1.6 Всасывающие трубопроводы каждого канала имеют подключения к:

- бакам-прямякам защитной оболочки запаса борированной воды низкой концентрации от 16 до 20 г/дм<sup>3</sup>. При этом каналы JNG10 и JNG20 подсоединены к баку-прямяку JNK10BB001, а каналы JNG30 и JNG40 – к баку-прямяку JNK40BB001;
- линиям подачи от системы отвода остаточного тепла (JNA). При этом каналы системы JNG01 подключаются к независимым друг от друга соответствующим каналам системы JNA. Данное подключение используется в режимах расхолаживания РУ и отвода остаточного тепла от активной зоны, когда система первого контура сохраняет свою целостность, а также при отводе остаточных тепловыделений от отработанного топлива в режимах с полной или аварийной выгрузкой активной зоны из реактора и режиме хранения топлива (обеспечение резерва системы охлаждения бассейна выдержки (ФАК).

12.1.1.2.1.7 На всасывающем трубопроводе установлены:

- задвижка с электроприводом JNG10(20,30,40)AA801, соединяющая бак-прямяк запаса борированной воды защитной оболочки со всасом насоса и выполняющая роль отсечной арматуры защитной оболочки. Задвижка помещается в герметичный корпус, рассчитанный на проектную величину давления в защитной оболочке. Этот барьер является вторым барьером за пределами защитной оболочки для предотвращения потерь воды в бак-прямяке на случай образования течи в трубопроводе до запорной задвижки;
- задвижка с электроприводом JNG10(20,30,40)AA105, установленная после отсечной арматуры JNG10(20,30,40)AA801 для исключения неконтролируемого перетока (течи) теплоносителя первого контура в бак-прямяк защитной оболочки в режиме расхолаживания РУ;
- теплообменники JNG10(20,30,40)AC001(002), предназначенные для охлаждения циркулирующей в системе воды в режимах: расхолаживания РУ; отвода остаточных тепловыделений от активной зоны реактора; охлаждения воды перед подачей на насосы систем JNG01, JND, JMN в аварийных режимах; отвода остаточных тепловыделений от БВ (каналы JNG20(30)). Охлаждение теплообменников JNG10(20,30,40)AC001(002) осуществляется промконтуром охлаждения ответственных потребителей (КАА);
- запорная (ручная, ремонтная) задвижка JNG10(20,30,40)AA001, предназначенная для отключения насоса при проведении ремонтных работ.

12.1.1.2.1.8 Напорные трубопроводы каналов JNG10(30) подсоединяются к петлям главного циркуляционного трубопровода JEC10(30) таким образом, чтобы половина расхода из JNG01 направлялась к «холодной» нитке, а другая половина – к «горячей».

12.1.1.2.1.9 Напорные трубопроводы каналов JNG10(30) у врезки в «холодную» петлю первого контура соединены с системой аварийного впрыска высокого давления (JND) и с системой аварийной подпитки реакторной установки и топливного бассейна (JNB50).

12.1.1.2.1.10 Канал JNG20 подключается между двумя обратными клапанами, расположенными на трубопроводе системы аварийного охлаждения активной зоны (пассивная часть) (JNG02) от гидроемкости JNG80BB001 – к реактору, а канал JNG40 между двумя обратными клапанами, расположенными на трубопроводе от гидроемкости JNG60BB001 – к реактору.

12.1.1.2.1.11 Для выполнения требования 230 НП-089-15 [4] на трубопроводах подключения системы JNG01 к петлям системы главного циркуляционного трубопровода JEC10(30) установлены датчики, обеспечивающие периодический контроль тепловых перемещений трубопроводов. Их перечень представлен в таблице 12.1.1.2.3.2.1.

# Изучение описания работы системы

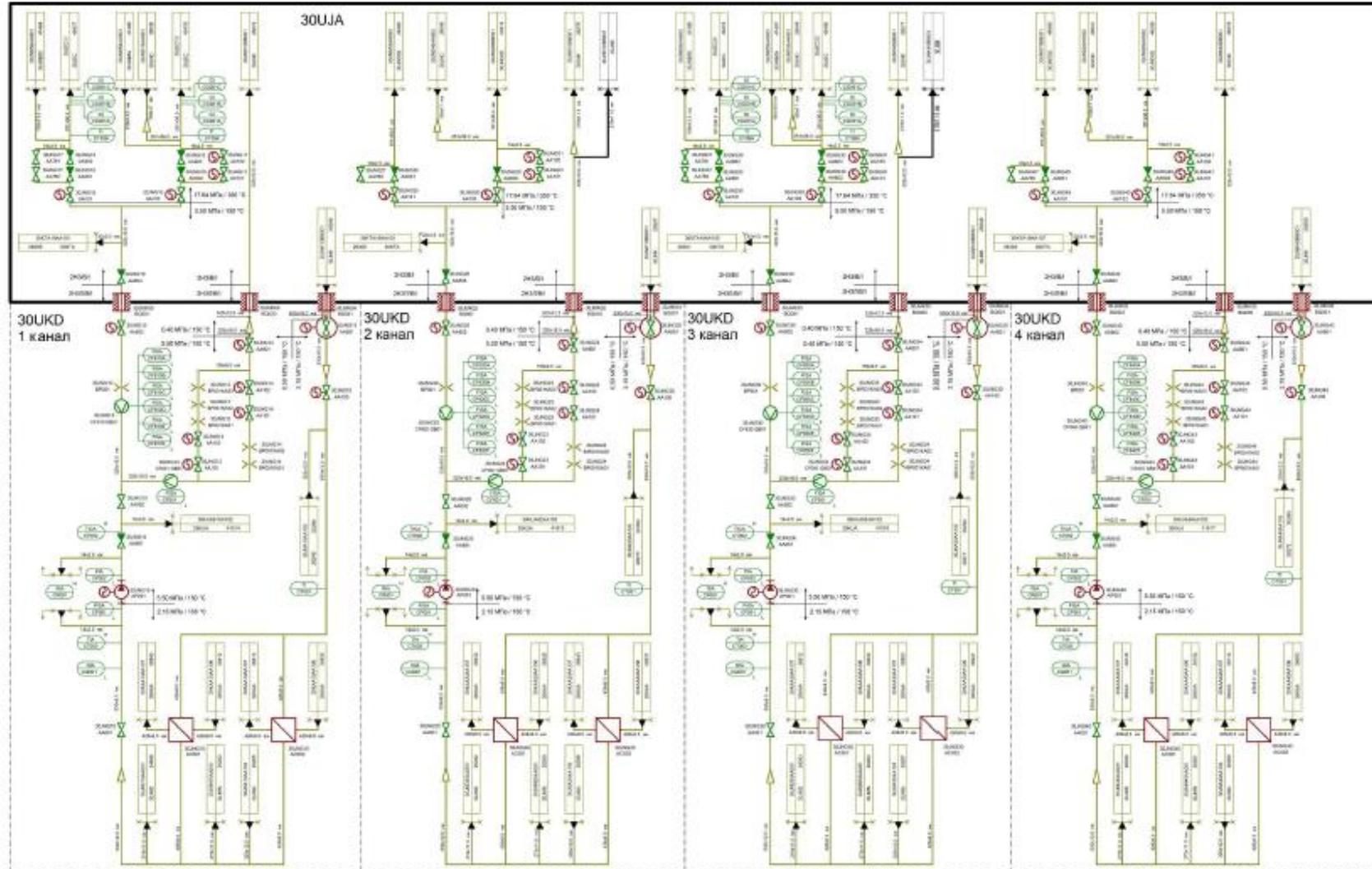


Рисунок 12.1.1.1.2.1 – Технологическая схема системы аварийного впрыска низкого давления (JNG01)



## 12.1.1.2.2 ОПИСАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

### 12.1.1.2.2.1 Оборудование

#### 12.1.1.2.2.1.1 Насос аварийного впрыска низкого давления JNG10(20,30,40)AP001

12.1.1.2.2.1.1.1 Насос предназначен для:

- подачи в первый контур раствора борной кислоты от 16 до 20 г/дм<sup>3</sup> при авариях с течью теплоносителя первого контура;
- осуществления циркуляции через систему первого контура в режиме расхолаживания РУ и отвода остаточных тепловыделений от активной зоны реактора.

12.1.1.2.2.1.1.2 Ниже приведены характеристики насоса аварийного впрыска низкого давления:

Количество, шт.	4
Тип	центробежный

#### 12.1.1.2.2.1.2 Теплообменник аварийного и планового расхолаживания JNG10(20,30,40)AC001(002)

12.1.1.2.2.1.2.1 Теплообменники JNG10(20,30,40)AC001 и JNG10(20,30,40)AC002 установлены в параллель на всасывающем коллекторе насосов систем безопасности JND, JNG01, JMN и предназначены для:

- охлаждения воды при работе насосов систем безопасности от баков-приямков защитной оболочки при проектных авариях;
- расхолаживания реакторной установки;
- отвода остаточного тепла от реакторной установки при останове и перегрузке топлива;
- отвода остаточного тепла от бассейна выдержки (каналы JNG20(30)).

12.1.1.2.2.1.2.2 Ниже приведены характеристики теплообменников аварийного и планового расхолаживания JNG10(20,30,40)AC001(002):

Количество	8 (два в одном канале)
Тип	пластинчатый
Материал	коррозионностойкая сталь аустенитного класса

### 12.1.1.2.2.2 Арматура и трубопроводы

12.1.1.2.2.2.1 Арматура системы JNG01 отвечает требованиям НП-068-05 [3]. Арматура выполнена из коррозионностойкой стали аустенитного класса. Все соединения сварные.

12.1.1.2.2.2.2 Дроссельные шайбы JNG10(20,30,40)BP001 на напорной линии, JNG13(23,33,43)BP001 на линии испытаний и JNG14(24,34,44)BP001 на линии рециркуляции устанавливаются для поддержания требуемого расхода.

12.1.1.2.2.2.3 Арматура JNG10(20,30,40)AA801 помещается в герметичный корпус, рассчитанный на проектную величину давления в защитной оболочке. Этот барьер является вторым барьером за пределами защитной оболочки для предотвращения потерь воды в баке-приямке на случай образования течи в трубопроводе до запорной арматуры.

12.1.1.2.2.2.4 Все трубопроводы выполнены из коррозионностойкой стали аустенитного класса. Все соединения сварные.



## 12.1.1.2.2.3 Описание используемых материалов

12.1.1.2.2.3.1 Выбор оборудования и материалов, с учетом функций системы, осуществляется в соответствии с требованиями НП-089-15 [4] и с учетом:

- требуемых физико-механических характеристик, технологичности, свариваемости, а также способности работать в условиях проектных характеристик рабочей среды;
- качества воды первого контура;
- проведения дезактивации, в соответствии с разделом 9.2.10 ООБ LN2O.P.110.3.09&&&.03&&&.000.HE.0001 [16];
- условий окружающей среды в помещениях, где располагаются компоненты системы.

12.1.1.2.2.3.2 Материалы выбраны с учетом условий нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, включая аварии, при которых требуется работа системы.

12.1.1.2.2.3.3 Все трубопроводы и оборудование должны быть выполнены из коррозионностойкой стали аустенитного класса. Все соединения сварные.

12.1.1.2.2.3.4 В системе JNG01 должна быть предусмотрена тепловая изоляция на трубопроводах, температура поверхности которых во время эксплуатации превышает 60 °С для необслуживаемых помещений и 45 °С для обслуживаемых помещений, с целью защиты персонала и ограничения тепловых потерь.

12.1.1.2.2.3.5 Покраска трубопроводов системы JNG01 и нанесение на них защитного покрытия не требуется, так как трубопроводы выполнены из коррозионностойкой стали аустенитного класса.

## 12.1.1.2.2.5 Размещение компонентов

12.1.1.2.2.5.1 Часть оборудования системы JNG01 (арматура, трубопроводы) размещается в герметичной части здания реактора (UJA) внутри защитной оболочки, относящейся к I категории сейсмостойкости. Доступ к оборудованию и условия для проведения технического обслуживания и ремонта оборудования, трубопроводов и арматуры обеспечиваются в период ППР.

12.1.1.2.2.5.2 Трубопроводы каждого канала, размещенные в пределах защитной оболочки, разведены в разных частях защитной оболочки для исключения их одновременного повреждения.

12.1.1.2.2.5.3 Другая часть компонентов системы (арматура и трубопроводы) размещена в отдельных, изолированных один от другого огнестойкими физическими барьерами, помещениях здания безопасности (UKD).

12.1.1.2.2.5.4 Для компонентов, размещенных в канальных помещениях здания UKD, обеспечены доступ и условия для проведения технического обслуживания и ремонтов при работе реактора на мощности.



## 12.1.1.2.2.6 Радиационная защита и доступность элементов

12.1.1.2.2.6.1 Система спроектирована так, чтобы обеспечить доступ к оборудованию для проведения инспекций, работ по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту, при поддержании дозы облучения персонала на разумно-достижимом низком уровне ниже установленных пределов:

- использованы материалы согласно требованию пункта 85 НП-089-15 [4], руководствуясь документами по стандартизации;

- обслуживание и ремонт компонентов системы, размещенных внутри защитной оболочки, обеспечивается на остановленном реакторе.

12.1.1.2.2.6.2 Регламент радиационного контроля будет разработан на следующих стадиях проектирования. Периодичность, время проверок и длительность ТО и ремонта компонентов системы будет указано в регламенте ТО и ремонта.

12.1.1.2.2.6.3 Для обеспечения принципа ALARA в проекте применены следующие технические и организационные решения:

- оборудование или элементы, которые должны быть доступны для работ (техническое обслуживание, контроль или ремонт), соответствующим образом размещены с тем, чтобы доступ к ним не осложнялся воздействием радиации;

- проведение поузлового и поагрегатного ремонта оборудования путем резервирования агрегатов и узлов с обеспечением радиационной защиты от работающего оборудования, расположенного в смежных помещениях;

- проведение дезактивации оборудования перед выполнением работ по техническому обслуживанию и ремонту;

- уменьшение коррозионных отложений на оборудовании и ограничение содержания кобальта в оборудовании, имеющем контакт с теплоносителем первого контура;

- механизация и автоматизация работ, применение дистанционного управления в зоне контролируемого доступа, наличие стационарных площадок обслуживания и лестниц;

- организация радиационного и дозиметрического контроля;

- применение персоналом основных и дополнительных СИЗ кожных покровов и органов дыхания;

- соблюдение Программ радиационной безопасности, регламентов и инструкций эксплуатации;

- детальное планирование работ с учетом фактической радиационной обстановки.

# Изучение описания работы системы



## Вопросы для повторения материала

1. Основной документ, в котором описываются технологические системы?
2. Какие разделы ООБ содержат наибольшее количество информации для выполнения компоновочных решений?
3. Назовите основные нормативные документы, которыми необходимо руководствоваться при проектировании технологических систем?



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций  
«ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

# Технологическая компоновка

Занятие 1: Часть 3

**ШКОЛА ПРОЕКТИРОВЩИКОВ**

**Степанов А.В.**

Начальник группы АО «Атомэнергoproект» — СПбАЭП

**11.04.2024**

# Программа курса «Технологическая компоновка»



- Запрос и анализ технологической схемы
- Изучение описания работы системы
- **Анализ ИДП**
- Анализ строительных конструкций
- Анализ компоновки окружения
- Анализ специфических требования проекта
- Выбор сортамента трубопроводов
- Разработка компоновочных решений оборудования
- Разработка компоновочных решений трубопроводов
- Оценка ремонтпригодности ОТиР (ОМОТ)
- Самопроверка
- Верификация
- Расстановка ОПС (места)
- Выдача на расчет
- Взаимодействие с ОТР расстановка ОПС
- Разработка РД

# Занятие 1: План



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ



1. Запрос и анализ технологической схемы
2. Изучение описания работы системы
- 3. Анализ ИДП**

# Анализ ИДП

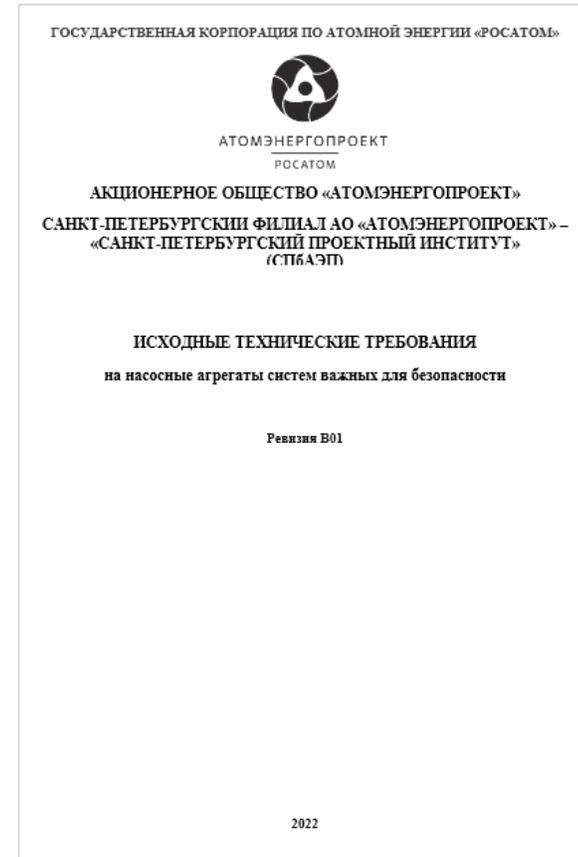


## ИДП – Исходные данные для проектирования

- Технологическая схема
- Описание работы системы
- Интерфейсы
- Оборудование
- Арматура
- Трубопроводы

## ИТТ – Исходные технические требования

- Оборудование
- Арматура
- Трубопроводы





## Насосы

ОКП 363111

ООО «Гидромаш-Индустрия»

УДК  
Группа Г82

АГРЕГАТЫ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫЕ  
типа ЦНА  
Технические условия  
Н13.3.729.00.000-02 ТУ  
Версия 1

2012

Копия учтена  
Экз. № 4

Изм. №	Исполн.	Дата	Изм. №	Исполн.	Дата
1/01	И.В. Сидорова	12.08.12			

1.1.2 Агрегаты относятся к оборудованию 2, 3 и 4 класса безопасности по ОПБ-88/97 НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97), классификационное обозначение Л и Н.  
Корпусные детали насосов, работающие под давлением, относятся к группе В и С по ПНАЭ Г-7-008-89 в соответствии с таблицей 2.

1.1.3 Корпусные детали насосов, работающие под давлением, рассчитаны на прочность в соответствии с «Нормами расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» ПНАЭГ-7-002-86.

Данные по величинам давления в агрегатах сведены в таблицу:

Таблица 1а

Марка агрегата, коды ККС	Расчетное давление агрегатов в составе системы, МПа	Давление, создаваемое насосом, МПа	Давление гидрониспытаний при изготовлении, МПа	Давление гидрониспытаний в составе системы, МПа
ЦНА 12,5/50 – JMN15,25,35,45AP001 KTA11,12AR001 KBF11,12AR001 KBF21,22AR001 KBF51,52AR001 KRF21,22AR001 KRF60AR001,002 SGSD01AR003,004	0,5-0,95	0,5	1,6	1,6 max
ЦНА 12,5/20 – LCN31,32AR001	0,22	0,2	1,3	1,3 max
ЦНА 6,3/50 – FAL13,14AR001 KRF90AR001 KTT10AR001,002 SRP91,52AR001	0,53-1,0	0,5	1,3	1,3 max
ЦНА 25/70 – KRF12AR001,002 KRF60AR003	0,7-0,8	0,7	1,3	1,3 max
ЦНА 25/52 – KTC11,12AR001	0,6	0,52	1,3	1,3 max
ЦНА 65/90 – KBF11,12AR001 SGSD01AR001,002,003	0,9-1,6	0,9	2,6	2,6 max 2,15 min
ЦНА 72/54 – FAL11,12AR001	1,0	0,54	1,3	1,3 max

Примечание – Новая граница давления гидрониспытаний в составе системы определяется Генпроектировщиком.

1.2 Основные параметры и размеры

1.2.1 Показатели назначения по условиям установки и классификация оборудования по ПНАЭ Г указаны в вводной части ТУ и в таблице 2.

Изм. №	Исполн.	Дата	Изм. №	Исполн.	Дата
1/01	И.В. Сидорова	12.08.12			

Н13.3.729.00.000-02 ТУ

Лист 8

### 9 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

9.1 Агрегаты эксплуатируются в соответствии с требованиями «Общих положений обеспечения безопасности атомных станций» ОПБ 88/97 НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97) и «Правил устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» ПН АЭГ-7-008-89, а также в соответствии с руководством по эксплуатации, паспортом агрегата и паспортом насоса.

Обслуживание и эксплуатация двигателя - в соответствии с паспортом и руководством по эксплуатации на двигатель.

9.2 При установке агрегата рама фундаментная должна быть залита бетоном в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3 При эксплуатации агрегата постоянные рабочие места располагаются проективноком с учетом обеспечения уровня шума согласно разделу 2 ГОСТ 12.1.003 и вибрации согласно разделу 2 ГОСТ 12.1.012.

9.4 Расчетные нагрузки на патрубки насосов с учетом абсолютной жесткости крепления приведены в таблице 11.

9.5 После монтажа и в процессе эксплуатации насос в сборе подвергается гидравлическим испытаниям в составе системы давлением согласно таблицы 1а по комплексной и рабочей программе в соответствии с требованиями ПН АЭГ-7-008-89.

Комплексная программа гидравлических испытаний разрабатывается в соответствии с п.5.6.4 ПН АЭГ-7-008-89 и включает все требования, за исключением требований подпунктов 6, 7, 11.

Рабочая программа гидравлических испытаний разрабатывается в соответствии с п.5.6.5 ПН АЭГ-7-008-89 и включает все требования.

9.6 Если насос не подвергается гидрониспытаниям в составе системы, то при его гидрониспытаниях на месте эксплуатации на патрубки насоса должны быть установлены заглушки, которые крепятся тем же крепежом, что и трубопроводы.

9.7 Пуск, работа и останов насоса.

9.7.1 Пуск агрегата может осуществляться оператором с блочного пульт управления, с поста местного управления, а также возможен автоматический пуск по сигналам из СКУ блока.

Пуск агрегата на незаполненный напорный трубопровод производится в следующем порядке:

- закрыть напорную задвижку;
- закрыть манометр на напорном трубопроводе и манометр на всасывающем трубопроводе;

Изм. №	Исполн.	Дата	Изм. №	Исполн.	Дата
1/01	И.В. Сидорова	12.08.12			

Н13.3.729.00.000-02 ТУ

Лист 42

- открыть всасывающую задвижку и заполнить насос рабочей жидкостью, одновременно выпустить воздух через штуцер на напорном трубопроводе перед напорной задвижкой;
- включить двигатель в работу в соответствии с руководством по эксплуатации электродвигателя;
- открыть манометр на напорном трубопроводе и манометр на всасывающем трубопроводе;
- когда манометр на напорном трубопроводе покажет, что насос обеспечивает давление, соответствующее «0» подаче плюс давление на входе, постепенно открыть напорную задвижку. Работа насоса при закрытой задвижке не должна превышать 2-х минут.

Последующие пуски агрегата, находящегося в режиме «резерв», производится при открытых задвижках на всасывании и нагнетании.

Для исключения обратного тока жидкости через насос на линии нагнетания должен быть установлен обратный клапан.

9.7.2 Общие указания по работе насоса.

9.7.2.1 Рабочий режим работы насоса обеспечивается сопряжением напорного трубопровода.

Режим работы:

- насоса ЦНА 12,5/50 (код 10,20/JMN15,25,35,45AP001) – при проектной аварии и в режиме обробоования;
- насосов ЦНА 12,5/50 (код 10,20SGD01AR003,4) и ЦНА 65/90 (код 00GHND01AR001,2,3) – постоянный;
- остальных агрегатов – периодический.

Эксплуатация агрегата допускается только в рабочей части характеристик.

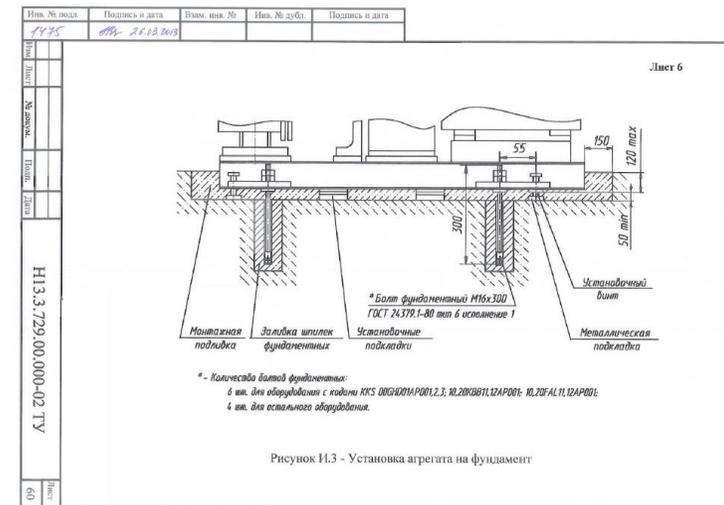
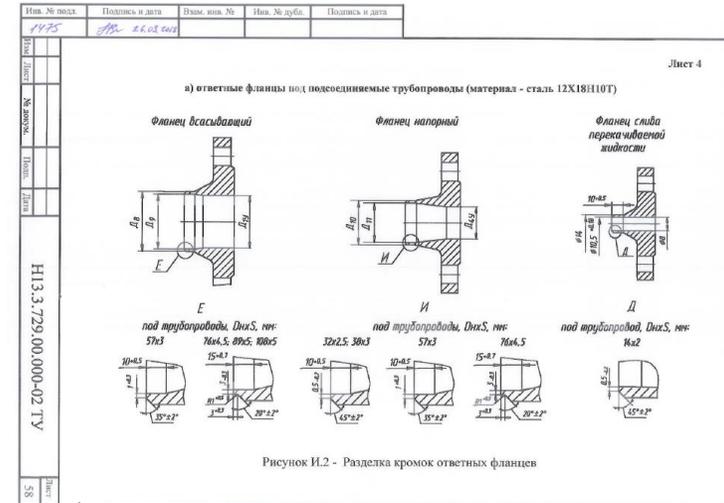
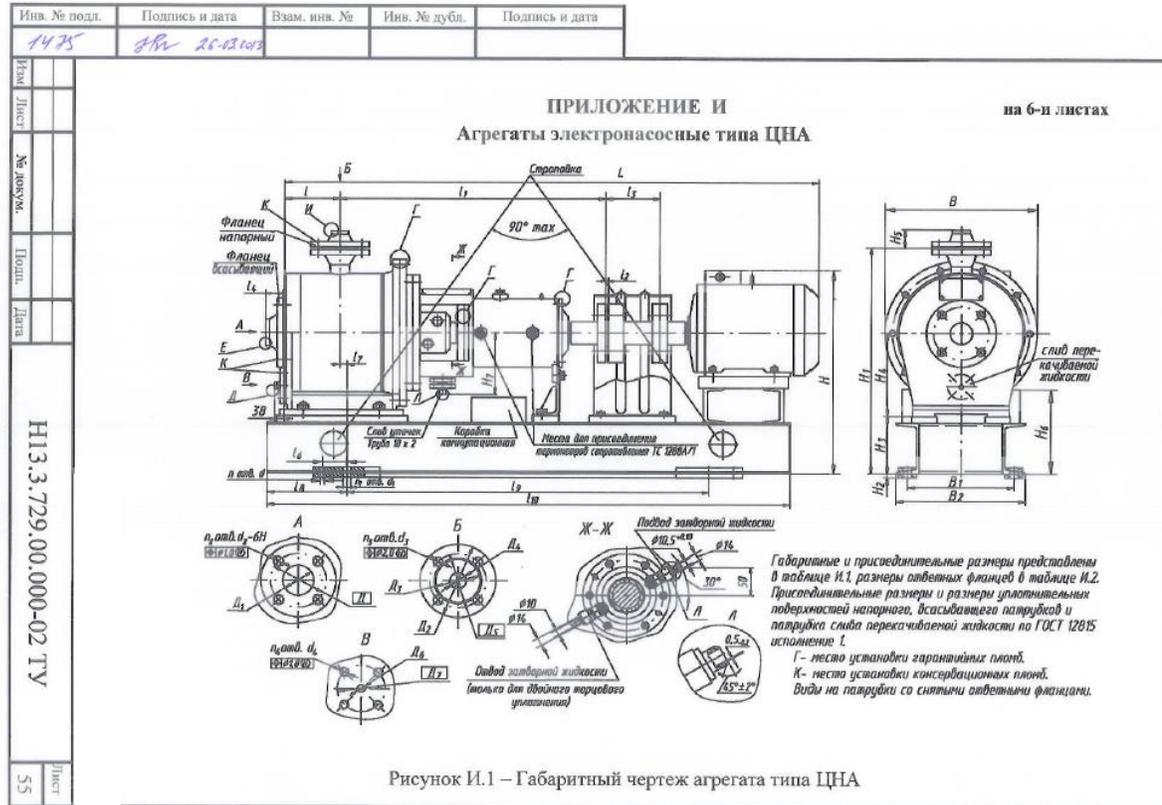
9.7.2.2 Во время работы следует периодически следить за показаниями приборов, а также за нагревом подшипников насоса и двигателя. Резкие колебания стрелок приборов, а также шум и вибрация характеризуют ненормальную работу насоса. В этом случае необходимо остановить насос и устранить неисправности.

Изм. №	Исполн.	Дата	Изм. №	Исполн.	Дата
1/01	И.В. Сидорова	12.08.12			

Н13.3.729.00.000-02 ТУ

Лист 43

## Насосы



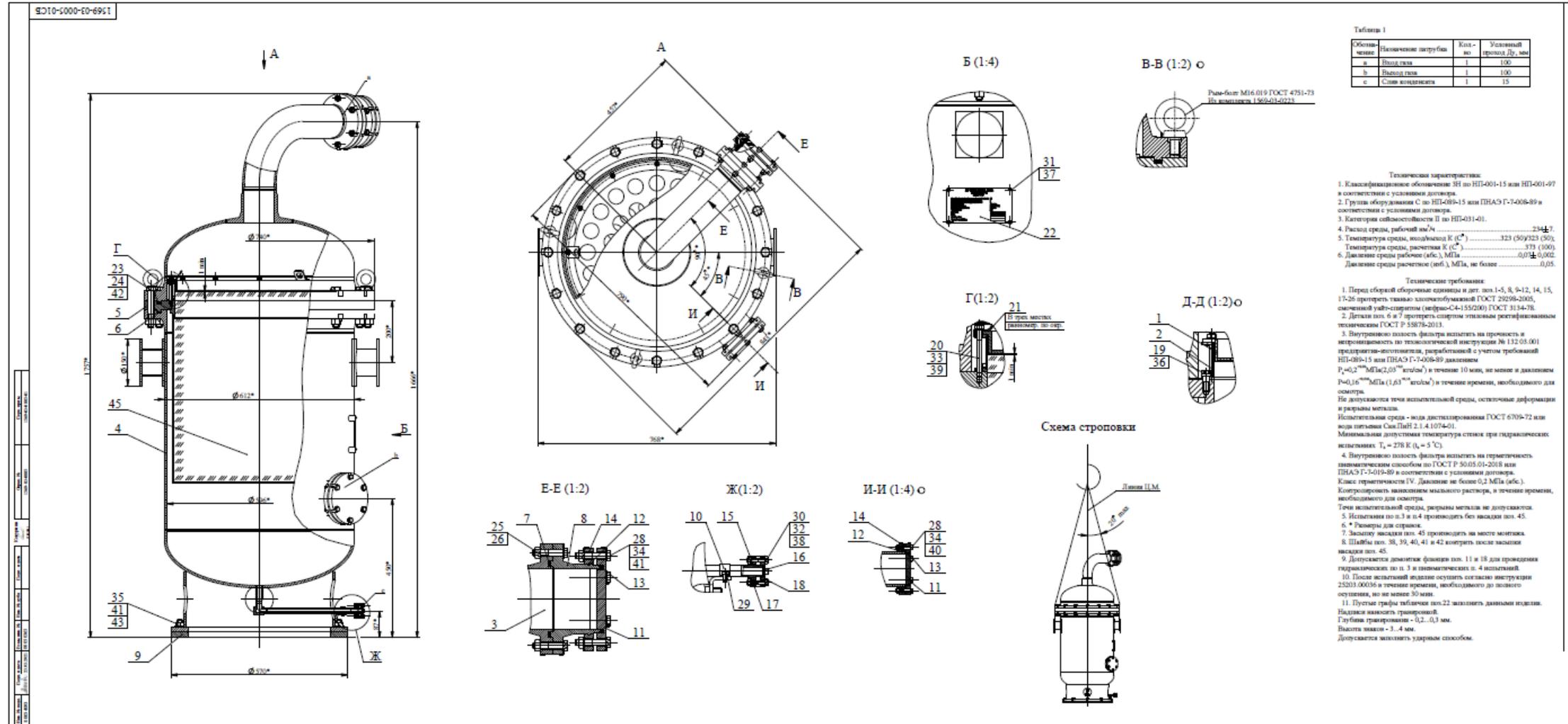


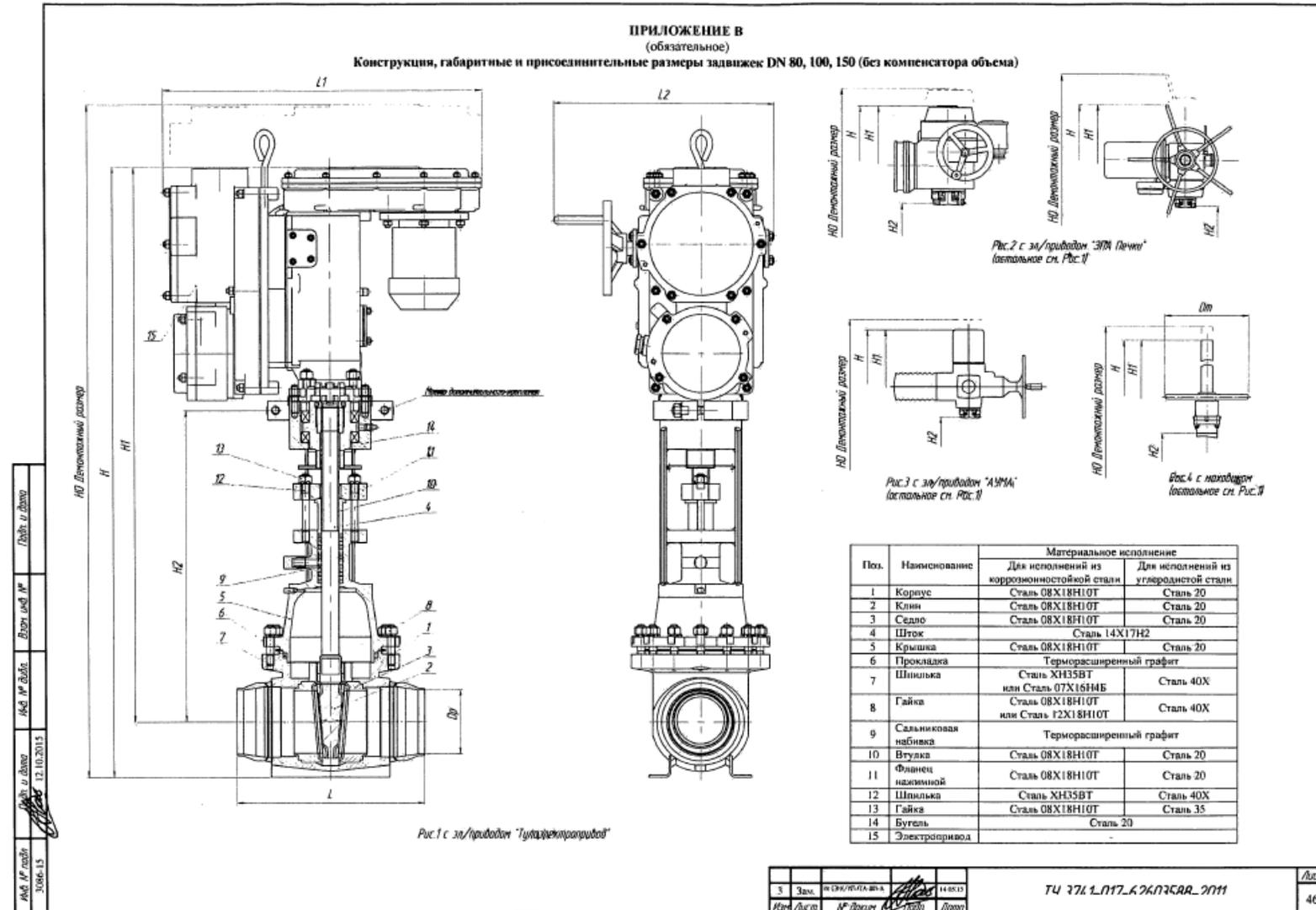
# Анализ ИДП



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

## Фильтры





ИДП ИДП  
3086-15

3  
ИДП  
ИДП

ТУ 171.1.017.6.76.01САР.0011

Лист  
46

# Изучение описания работы системы



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

## Вопросы для повторения материала

1. В каких документах указываются основные требования к оборудованию, арматуре и трубопроводам на проекте?
2. Какие разделы ТУ наиболее важны для выполнения компоновочных решений?