



ОАО «Атомтехэнерго»

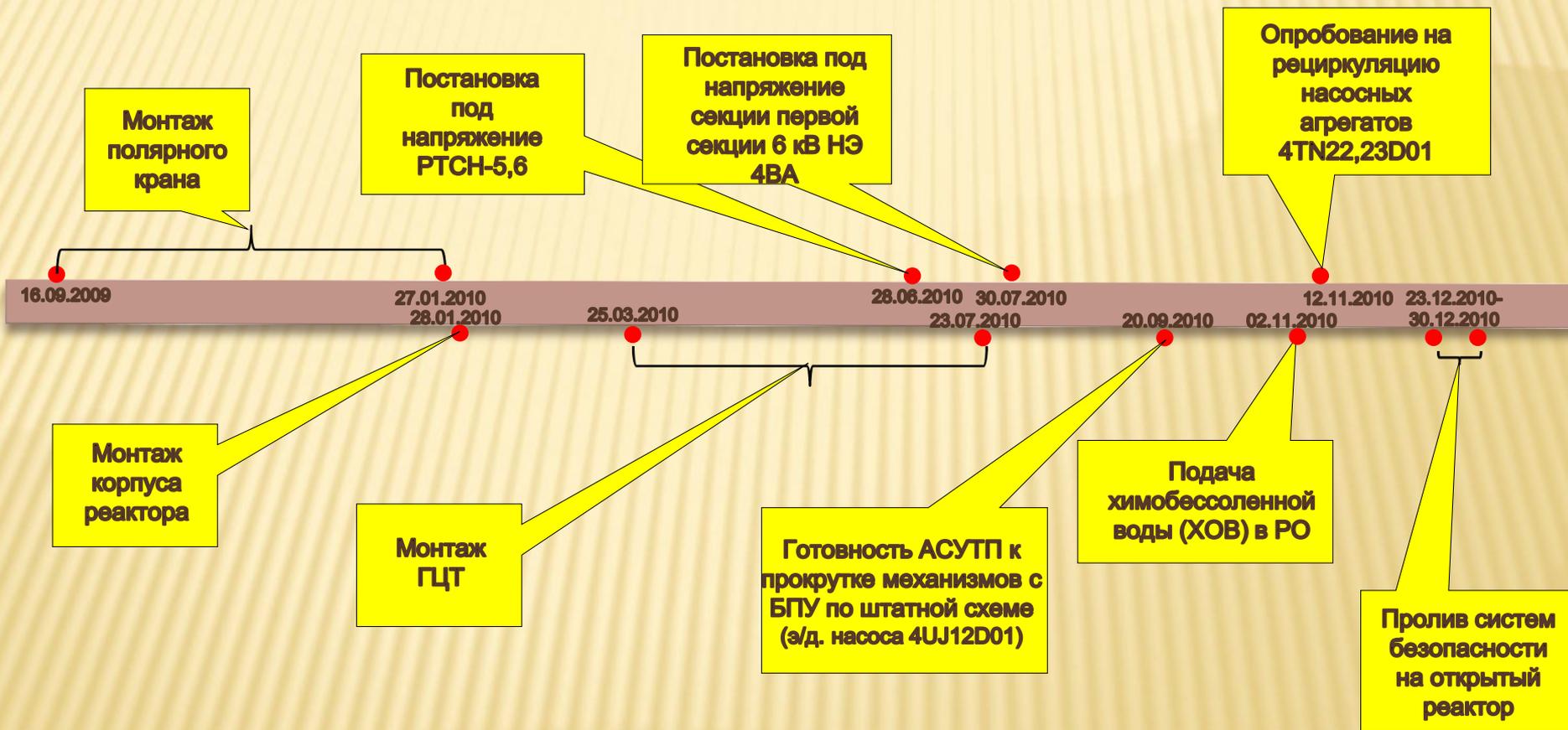


Опыт ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Калининской АЭС

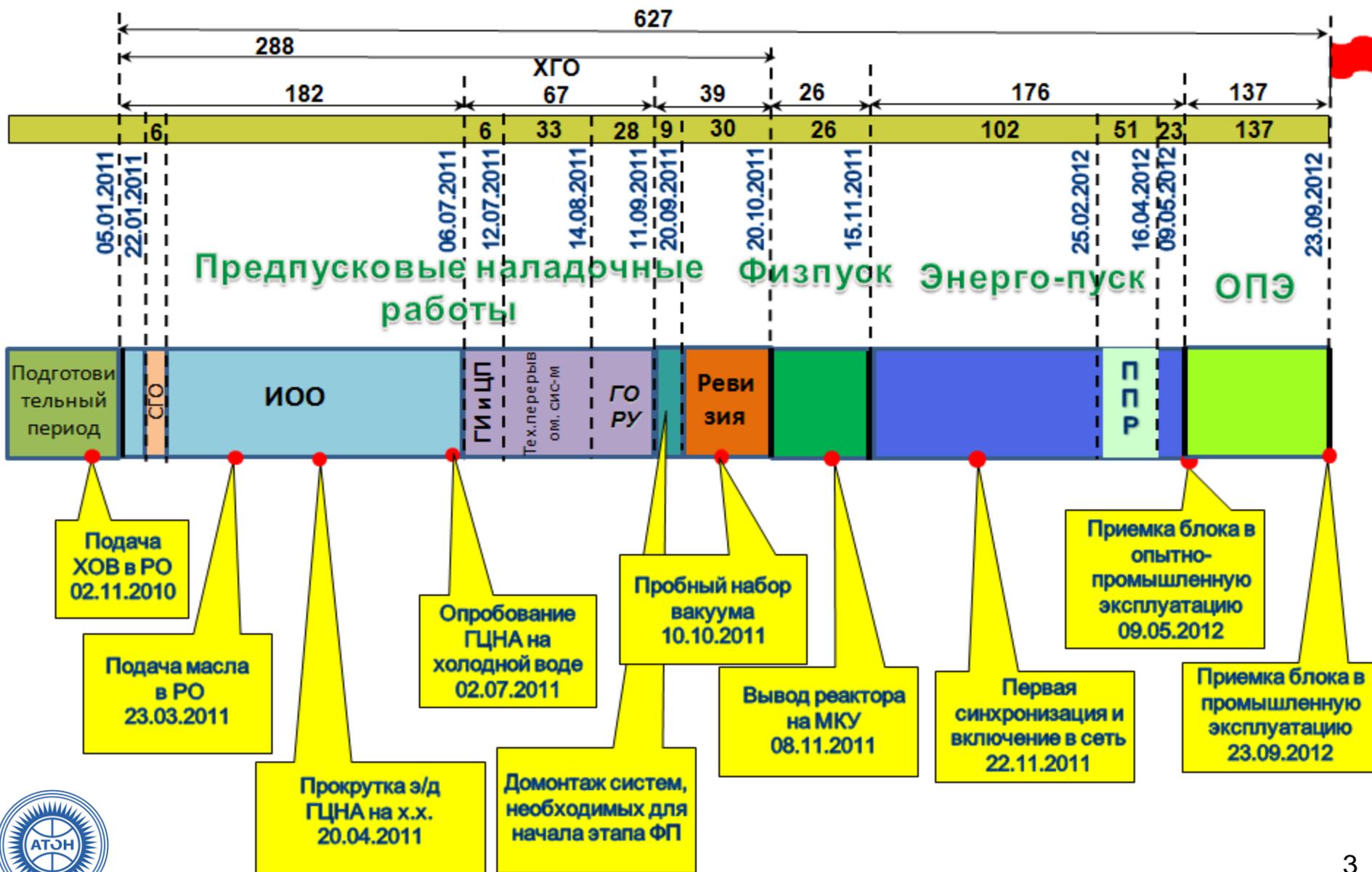
Докладчик:
Главный инженер «Калининатомтехэнерго»
Филиал ОАО «Атомтехэнерго»
Блинов А.В.

Ключевые события подготовительного периода ПНР

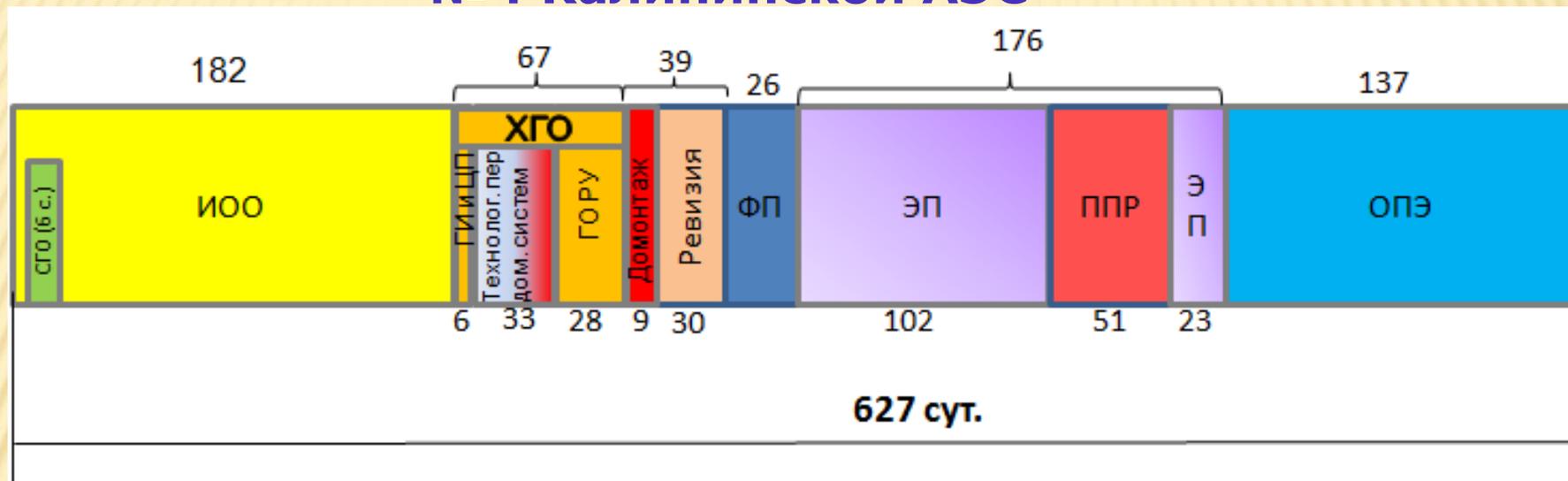
2009				2010												2011
Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь



Ключевые события на этапах ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Калининской АЭС



Укрупненный график пуска энергоблока №4 Калининской АЭС



Этапы работ

ИОО – Индивидуальное опробование оборудования

ХГО – Холодно-горячая обкатка

Ревизия – Ревизия основного оборудования РУ

ФП – Физический пуск

ЭП – Энергетический пуск

ППР – Планово-предупредительный ремонт

ОПЭ – Опытно-промышленная эксплуатация



Структурная схема управления вводом в эксплуатацию блока №4 КАЭС

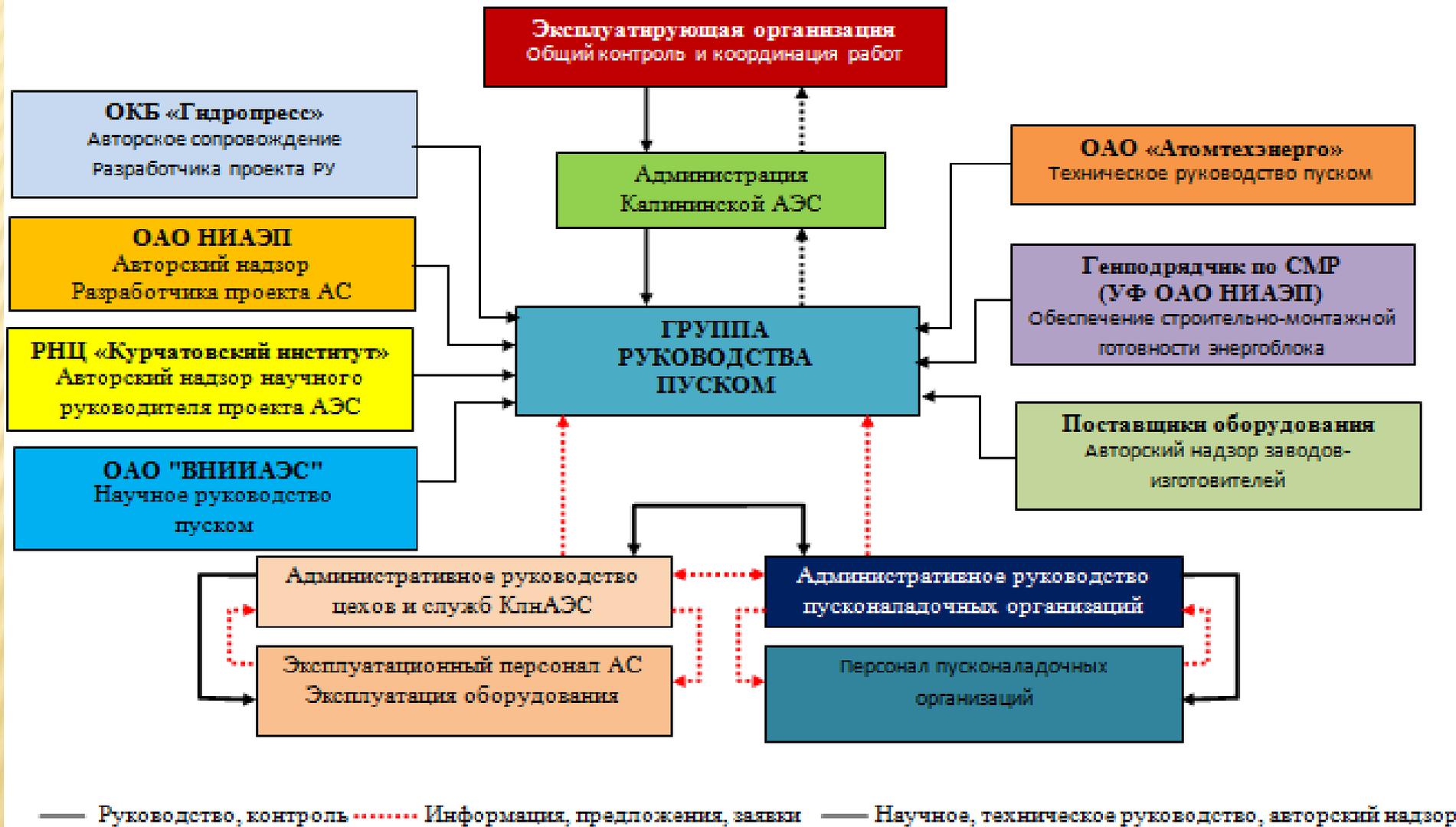
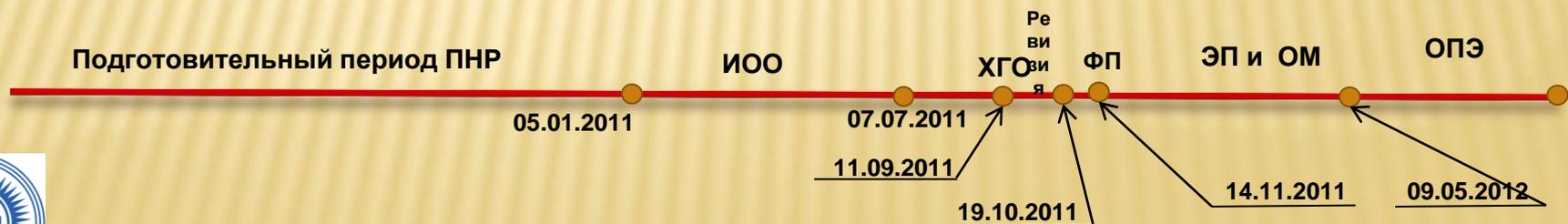
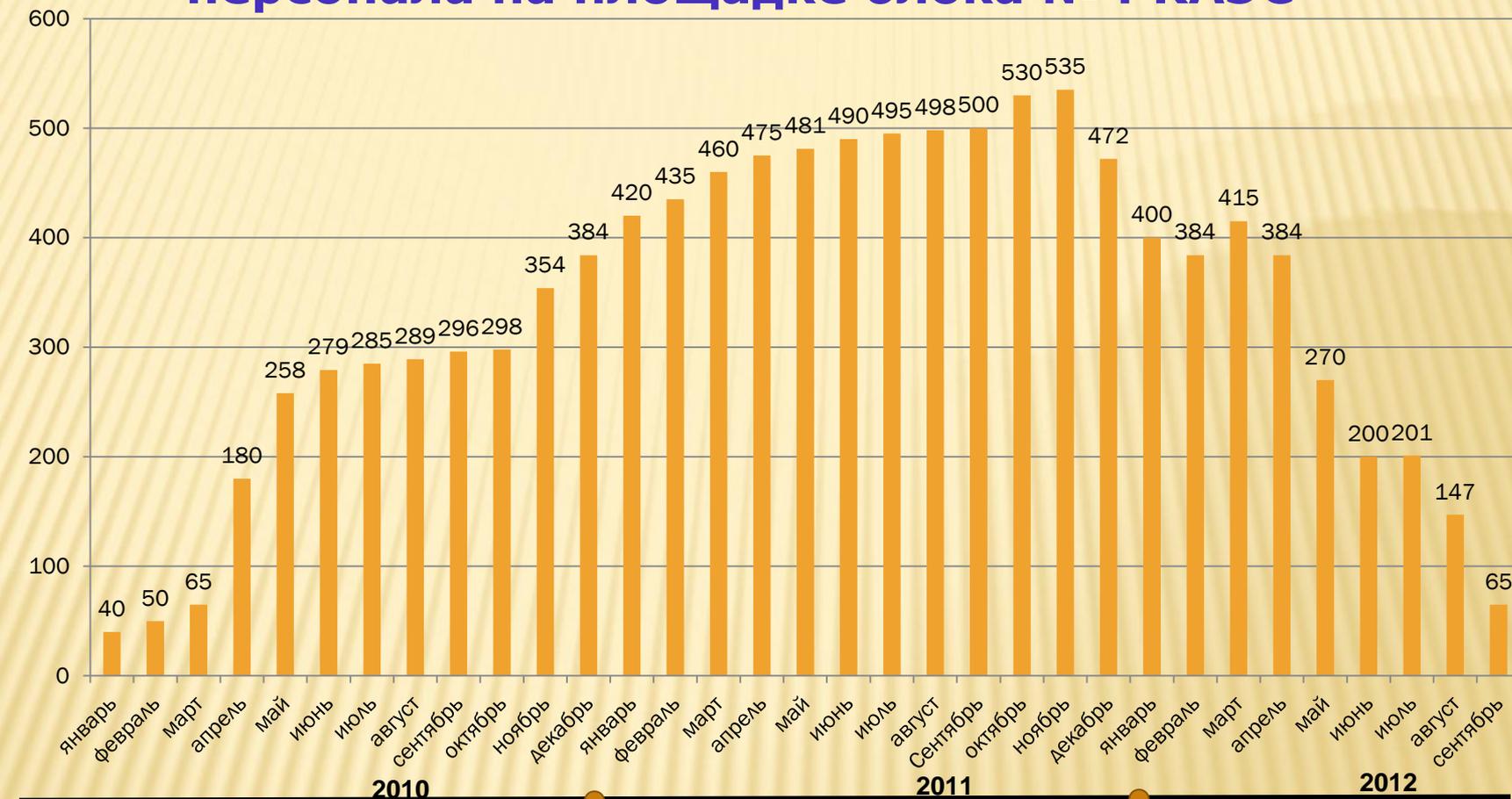


График изменения численности пусконаладочного персонала на площадке блока №4 КАЭС



Распределение объемов выполненных работ между участниками ПНР

Наименование сметы	Исполнитель	Доля (%)
«вхолостую»	ОАО «Атомтехэнерго»	71
	Субподрядные организации	29
«под нагрузкой»	ОАО «Атомтехэнерго»	89,8
	Субподрядные организации	10,2
Всего	ОАО «Атомтехэнерго»	75
	Субподрядные организации	25



Перечень организаций, участвующих в ПНР на КАЭС-4

№	Наименование организаций	Выполняемые работы
1	ОАО «Атомтехэнерго»	Генподряд по всему комплексу ПНР энергоблока №4. Техническое руководство пуском блока. Выполнение ПНР работ собственными силами, за исключением:
2	ОАО «ВНИИАЭС»	Выполнение физэкспериментов
3	ОАО ОКБ «Гидропресс»	Наладка СПНИ и выполнение испытаний с использованием СПНИ
4	НИЦ «Курчатовский институт»	Наладка СВРК, наладка алгоритмов подавления ксеноновых колебаний
5	ЗАО Тверское предприятие «ГЭМ»	Наладка ЭТО СН РО, ТО и вспомогательных систем
6	ОАО «Титанэнергоналадка»	Наладка ЭТО ОРУ-750, измерительных каналов РО, ТО, схем дистанционного управления арматурой и механизмами ТО
7	ЗАО ИНЭСС	Наладка ЭТО СН НЭ, ОРУ-330, УСБТ, КИП РО
8	ОАО «АтомПроминжиниринг»	Проверка эффективности биологической защиты
9	ФГУП СНПО «ЭЛЕРОН»	Наладка комплекса инженерно-технических средств физ. защиты
10	ОАО «Ивэлектроналадка»	Испытание систем контроля и управления САУ ДГ, система управления механизмами РДЭС
11	ОАО «Энергопромсервис»	Наладка коммерческого учета электроэнергии и обмена технологической информацией
12	ООО Энергомонтажналадка	Наладка и испытание оборудования ОРУ - 750
13	ОАО «СНИИП»	Испытание АСРК блока №3 и блока №4 (второй очереди)
14	ЗАО КБ «Проминжиниринг»	Наладка АСКРО
15	ОАО «Спецэнергоатом»	Наладка опорно-подвесной системы



Функции ОАО «Атомтехэнерго» при вводе энергоблока №4 Калининской АЭС в эксплуатацию

ОАО «Атомтехэнерго» - российский лидер в области организации, управления и выполнения пусконаладочных работ при вводе в эксплуатацию энергоблоков АЭС.

При вводе в эксплуатацию энергоблока №4 Калининской АЭС ОАО «Атомтехэнерго» являлось Генеральным подрядчиком по выполнению комплекса пусконаладочных работ. В рамках генерального подряда на ПНР перед ОАО «Атомтехэнерго» были поставлены и успешно выполнены следующие основные задачи:

1. Техническое руководство и координация взаимодействия между всеми участниками пусконаладочных работ, включая субподрядные организации по ПНР .
2. Разработка полного пакета пусконаладочной документации.
3. Выполнение всего комплекса ПНР собственными силами АТЭ, а также силами привлеченных субподрядных организаций
4. Организация планирования всей деятельности по обеспечению и выполнению ПНР на всех этапах ввода энергоблока в эксплуатацию.



Функции ОАО «Атомтехэнерго» при вводе энергоблока №4 Калининской АЭС в эксплуатацию

5. Оформление всей необходимой отчетной документации по проведенным испытаниям и наладочным работам. Защита результатов ПНР в надзорных органах.
6. Выявление и анализ несоответствий проекта, поставленного оборудования или выполненных монтажных работ на этапах выполнения ПНР.
7. Информационное сопровождение пусконаладочных работ, формирование и ведение БД и других информационных ресурсов по основным аспектам ввода энергоблока в эксплуатацию.
8. Обучение оперативного персонала АЭС навыкам работы с пускаемым оборудованием во время выполнения пусконаладочных работ.



Основные работы, выполняемые ОАО «Атомтехэнерго» на этапах ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Калининской АЭС

1. Контроль за выполнением СМР с целью своевременного выявления и устранения дефектов и недоделок на монтируемых системах и оборудовании АС.
2. Участие в работе рабочих комиссий и подкомиссий, в том числе по приемке оборудования и систем АС после окончания монтажа для производства ПНР.
3. Участие в проведении входного контроля тепломеханического, электротехнического оборудования и аппаратуры АСУ ТП (СКУ) с целью проверки соответствия их стандартам и техническим условиям на поставку.
4. Испытание герметичной оболочки РО на прочность и герметичность.
5. Наладка тепломеханического оборудования, включая оборудование реакторной установки и турбоустановки, с проверкой функционирования во всех основных переходных режимах, в том числе в аварийных режимах.



Основные работы, выполняемые ОАО «Атомтехэнерго» на этапах ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Калининской АЭС

6. Наладка оборудования резервных дизельных электростанций.
7. Наладка транспортно-технологического оборудования.
8. Наладка перегрузочной машины, обеспечение загрузки тепловыделяющих сборок в реактор.
9. Наладка электротехнического оборудования, для питания собственных нужд энергоблока, включая системы аварийного электроснабжения, и оборудования главной схемы выдачи электрической мощности в сеть с проверкой режимов противоаварийной автоматики.
10. Выполнение работ по предварительным испытаниям оборудования и аппаратуры АСУ ТП (СКУ). Комплексные испытания подсистем АСУ ПТ и приемка их в опытную эксплуатацию. Проверка функционирования в режиме опытной эксплуатации, проведение приемочных испытаний АСУ ТП.
11. Наладка автоматических регуляторов энергоблока.



Основные работы, выполняемые ОАО «Атомтехэнерго» на этапах ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Калининской АЭС

12. Выполнение комплекса работ во вибродиагностике и виброналадке основных трубопроводов и всех вращающихся механизмов, в том числе ГЦН и турбоагрегата.
13. Наладка автоматизированной системы радиационного контроля.
14. Наладка системы регулирования турбоустановки.
15. Настройка всех предохранительных клапанов прямого действия на специализированных стендах.
16. Выполнение комплекса теплофизических и динамических испытаний для подтверждения проектных характеристик и проверки устойчивости энергоблока в переходных режимах.
17. Наладка и комплексные испытания систем пожаротушения блока.
18. Наладка систем вентиляции и кондиционирования.



Основные работы, выполняемые ОАО «Атомтехэнерго» на этапах ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Калининской АЭС

19. Наладка систем связи и промышленного телевидения.
20. Наладка воднохимических режимов на всех этапах ввода энергоблока в эксплуатацию.
21. Выполнение испытаний по определению сейсмостойкости оборудования энергоблока.
22. Проведение комплексного опробования энергоблока АС на номинальной мощности и приемка его в промышленную эксплуатацию.



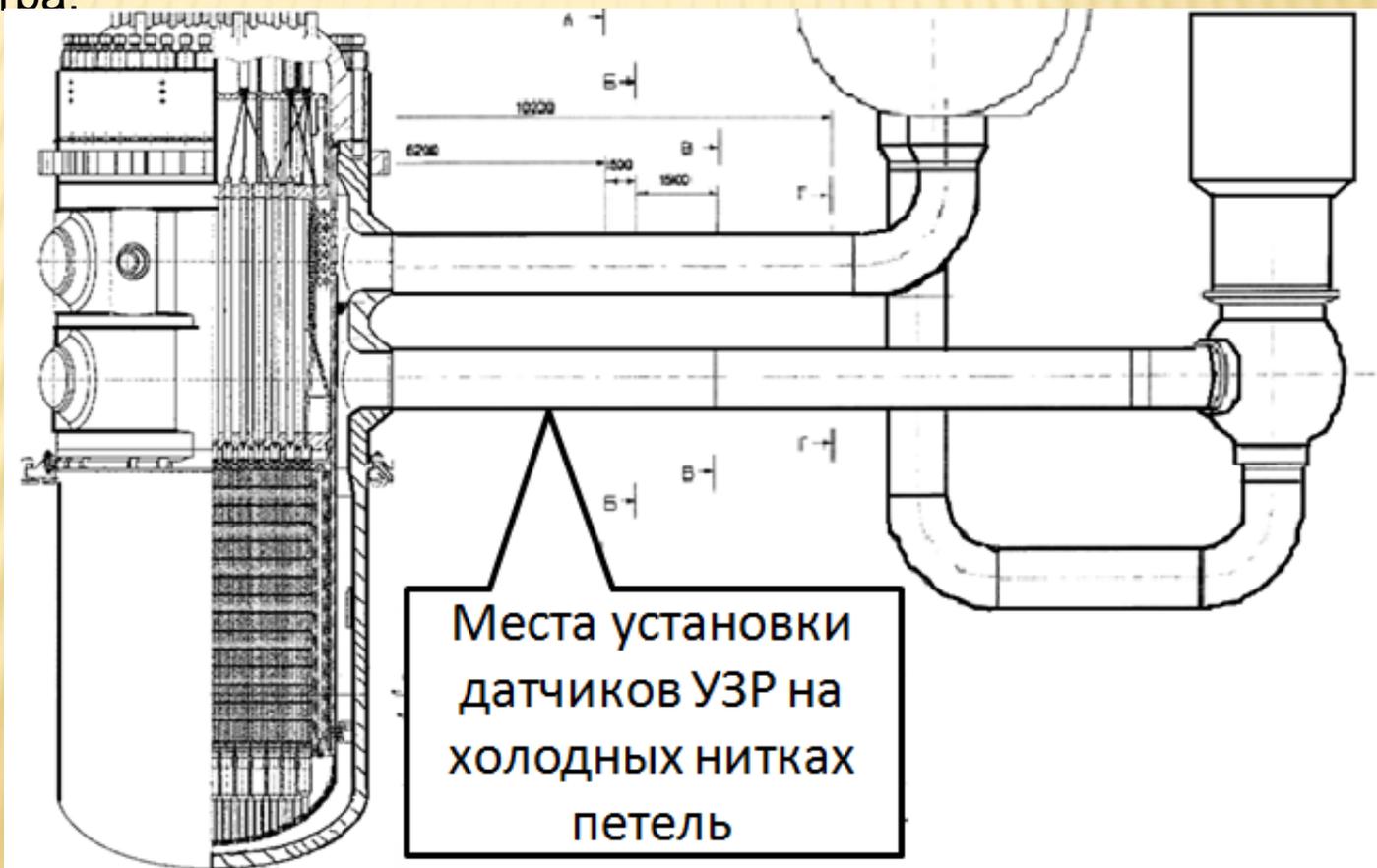
Положительные особенности ввода энергоблока №4 в эксплуатацию

1. Организация выполнения комплекса ПНР на принципах единого генерального подрядчика по договору с эксплуатирующей организацией.
2. Создание единой Базы Данных пусконаладочной документации и отчетно-сдаточной документации по ПНР. Все участники ввода блока в эксплуатацию находились в одном информационном поле. Рассылка документации производилась только в электронном виде.
3. Организация планирования всех работ по вводу блока в эксплуатацию как последовательное и параллельное выполнение целевых задач, с концентрацией усилий всех участников на выполнение конкретных и наиболее важных задач, обеспечивающих пуск блока. Это позволило более эффективно использовать ресурсы и в итоге сократить сроки пуска энергоблока.
4. Создание на Калининской АЭС автоматизированной системы капитального строительства (АСКС) с организацией бесперебойного доступа ко всей рабочей проектной документации в электронном виде в режиме on-line для всех специалистов, занятых в пусконаладочных работах.



Положительные особенности ввода энергоблока №4 в эксплуатацию

- Использование ультразвуковых расходомеров FLUXUS на этапах ПНР для получения прямых измерений расходов теплоносителя по петлям ГЦК при различных состояниях РУ, включая переходные процессы, и различных комбинациях работающих ГЦНА, а также для получения прямых измерений расходов циркуляционной воды в трубопроводах большого диаметра.



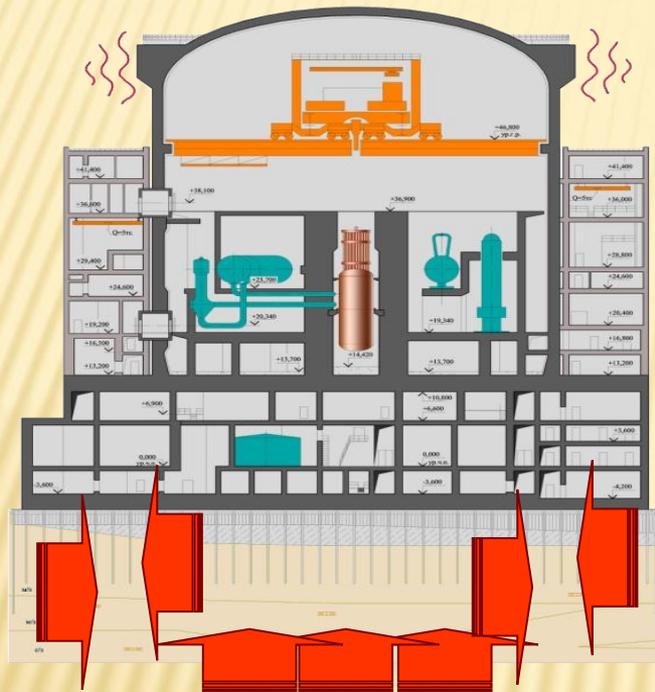
Положительные особенности ввода энергоблока №4 в эксплуатацию

6. Использование при проведении ПНР терминала защит и управления выключателем серии MICOM для контроля в реальном времени переходных процессов с регистрацией параметров, что существенно сократило время на анализ процессов и выполнение наладочных работ на электротехническом оборудовании.
7. Участие специалистов ОАО «Атомтехэнерго» в приемке оборудования ПТК на заводах-изготовителях позволило выявить и устранить несоответствия до отправки и монтажа оборудования.
8. Формирование в ОАО «Атомтехэнерго» единых исходных данных по разработке ПТК: (классификация и кодирование, ведение баз данных, единые адаптированные алгоритмы).
9. Системный подход при анализе причин ложных изменений значений аналоговых сигналов, имевших место на этапах освоения мощности, выполнение дополнительных испытаний по определению возможных помех в измерительных каналах и в смежных системах, выявление отказов модулей ТПТС.



Положительные особенности ввода энергоблока №4 в эксплуатацию

10. Обследование сейсмостойкости элементов АЭС.



- Разработка программ и методик обследования сейсмостойкости оборудования и трубопроводов;
- Выполнение работ по обследованию сейсмостойкости оборудования и трубопроводов;
- Разработка и обоснование антисейсмических предупредительных и защитных мероприятий.

Положительные особенности ввода энергоблока №4 в эксплуатацию

11. Организация работы по выявлению, фиксации и анализу несоответствий, выявленных при выполнении ПНР в процессе ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Калининской АЭС. Формирование и последующее управление корректирующими действиями по выявленным несоответствиям.
12. Монтаж трубопроводов питательной воды (от узла питания до ПГ) и трубопроводов свежего пара проводился с выполнением условий «чистого монтажа» с приемкой на чистоту каждого трубного блока, что позволило избежать монтажа дорогостоящих временных трубопроводов и сократить сроки подготовки к этапу ГИиЦП.
13. Исключение «частями» монтажных гидравлических испытаний оборудования и трубопроводов (по частям). Совмещение монтажных и инспекторских гидравлических испытаний.
14. Опережающее (до выпуска рабочей проектной документации) оформление специалистами ОАО «Атомтехэнерго» и передача в проектный институт промывочных схем и перечней временных элементов, для разработки спецификаций на временные элементы и смет на их монтаж и демонтаж, что позволило своевременно готовить системы к послемонтажным очисткам.



Оборудование, впервые примененное на АЭС при сооружении энергоблока №4 Калининской АЭС

Оборудование	Эффект	Примечание
Насосные агрегаты 4TK21D02, 4TK22D02, 4TK23D02 (ЦН-60- 180)	Положительный	-Отсутствие маслосистемы ТК90 подпиточных агрегатов -Отсутствие бустерного насоса
	Отрицательный	Заниженная напорная характеристика, которая не позволила полностью выполнить весь объем запланированных испытаний на подэтапе ХГО (срабатывание ИПУ КД реальным повышением давления)
Насосные агрегаты аварийных систем 4TQ12÷32D01, 4TQ11÷31D01 производство НПО «Гидроаппарат»	Отрицательный	-Конструктивные недостатки подшипниковых узлов, приводящие к длительному ремонту и недостаточному времени наработки. -Течь по основному металлу корпуса насоса при ГИ оборудования, повлекшее замену насосного агрегата
Циркуляционные насосы БНС-4- 4VC10D01÷04, БНС градирен 4VC20D01÷04 производство «HYUNDAI»	Отрицательный	-Выполненный проект циркуляционных трубопроводов приводит к работе насосных агрегатов за пределами рабочего диапазона - Низкая ремонтпригодность



Оборудование впервые примененное ОАО НИАЭП при проектировании энергоблока №4 КЛНАЭС

Оборудование	Эффект	Примечание
Частотный преобразователь Siemens Robicon Perfect Harmony GENIII/e VFD высоковольтный преобразователь частоты	Положительный	-Изменение расходной характеристики за счет изменения частоты вращения электродвигателя -Безударный ввод насосного агрегата в работу
Насосные агрегаты 4QF11D01,02, 4QF21D01,02, 4QF31D01,02 производство «SIGMA GROUP a.s» Чешская республика	Положительный	Выполненный комплекс ПНР показал надежность данного оборудования, удобство и простоту эксплуатации
Пластинчатые т/о "Альфа-Лаваль"	Положительный	Компактность оборудования, надежность, эффективность, ремонтпригодность



Оборудование впервые примененное ОАО НИАЭП при проектировании энергоблока №4 КЛНАЭС

Оборудование	Эффект	Примечание
Статические инвертора серии G , производство «GUTOR» Швейцария	Положительный	Выполненный комплекс ПНР показал надежность данного оборудования и безотказность его работы
ПАБ производство «CCI AJ»	Положительный	Выполненный комплекс ПНР показал надежность данного оборудования, удобство и простота эксплуатации
Устройство микропроцессорное РЗА MICOM, производство «AREVA» Франция	Положительный	Реализованы функции защиты, контроля и архивирования в одном процессорном блоке
ГЦНА YD10÷40D01 Насос	Положительный	-Отсутствие масляного подшипника, -Отсутствие ВПЭН приводит к повышению надежности насоса.
Электродвигатель ДАВЗ-8000-6АМ05	Отрицательный	-Низкое качество изоляции обмотки статора - Система автоматического воздухоотведения с воздухоохладителей приводит к увеличению протечек технической воды в корпус электродвигателя ГЦН - Низкое качество уплотнений подшипников электродвигателя ГЦН увеличивает вероятность протечек масла в корпус электродвигателя



Некоторые рекомендации по оптимизации ввода энергоблока в эксплуатацию

1. Организация выполнения ПНР на принципах единого генерального подрядчика по договору с эксплуатирующей организацией. Это позволит более качественно организовывать проведение ПНР и управление всеми подрядными пусконаладочными организациями, сократить время выполнения ПНР и уменьшить финансовые затраты.
2. Включать в проекты раздел по управлению вводом в эксплуатацию и эксплуатацией на основе современных информационных технологий
3. Для своевременной подготовки комплекта качественной пусконаладочной документации заключать договор на производство ПНР за 2,5 года до начала ПНР на блоке (в соответствии с отраслевыми нормативными требованиями).
4. Обязательное участие инжиниринговых пусконаладочных организаций в анализе проекта на стадии его разработки для раннего выявления проектных несоответствий.



Некоторые рекомендации по оптимизации ввода энергоблока в эксплуатацию

5. Организация доступа в режиме on-line для специалистов пусконаладочных организаций ко всей разрабатываемой рабочей проектной документации в электронном виде.
6. Создание единой Базы Данных ПНД, ЭД и ОСД по ПНР, формирование специализированной структуры для сопровождения документации, используемой при вводе энергоблока в эксплуатацию. Организация on-line доступа к ресурсам БД всем участникам пуска, что позволит им находиться в одном едином информационном поле.
7. Планирование всех работ по вводу блока в эксплуатацию по целевым задачам.
8. Разработка «общего» детального графика ПНР по принципу «справа налево» до начала СМР для определения сроков монтажной готовности систем и оборудования к началу промывок, подаче напряжения, индивидуальным испытаниям и т.п., а также для формирования сроков разработки РД, закупки оборудования, трубопроводов, кабельной продукции, сроков сдачи в эксплуатацию помещений.



Некоторые рекомендации по оптимизации ввода энергоблока в эксплуатацию

8. Завершение монтажа ПТК АСУ ТП и выполнение автономной наладки до момента подачи напряжения на СН и фактического начала этапа ИОО.
9. Пережающее строительство зданий, содержащих комплекс аппаратуры АСУТП и ЭТО, что обеспечит к моменту начала ПНР на технологическом оборудовании готовность систем управления механизмами и арматурой, наличия необходимых ТЗиБ.
10. Организация на площадке предмонтажной (послемонтажной) ревизии вращающихся механизмов (включая электродвигатели) и арматуры силами специализированного ремонтного персонала.
11. Закрепление за монтажными организациями технологических систем целиком, а не части системы. Это позволит сосредоточить весь процесс монтажа и сдачи системы в руках одной организации и безусловно ускорит приемку систем для производства пусконаладочных работ.



Некоторые рекомендации по оптимизации ввода энергоблока в эксплуатацию

12. В рабочую проектную документацию на технологические системы необходимо включать временные элементы, предусмотренные программами ПНР. Это ускорит процедуры закупки и монтажа временных элементов.
13. Управление оборудованием при его первом включении обеспечивать со штатных средств АСУ ТП.
14. Для предотвращения отказов первые включения насосов при выполнении послемонтажных промывок выполнять с применением фильтров (в том числе временных) на всасывающем трубопроводе. Данные фильтры необходимо предусмотреть в проекте.
15. Необходимо обязательное участие наладочного персонала в тестировании оборудования АСУТП на «полигонах» Заводов-изготовителей.
16. Увеличить долю «чистого» монтажа трубопроводов с приемкой на чистоту каждого трубного блока перед сваркой.



Некоторые рекомендации по оптимизации ввода энергоблока в эксплуатацию

17. Использовать для промывочных операций временные гибкие трубопроводы с быстросъемным креплением, что позволит в несколько раз сократить время на монтаж/демонтаж временных трубопроводов.
18. Использовать гибкие, легко стыкуемые, временные импульсные линии для раздачи среды от одного введенного в работу насоса при проведении гидравлических испытаний систем реакторного отделения и машзала.
19. Создание единой диспетчерской службы для поддержки организации и управления строительно-монтажными и пусконаладочными работами в течение всего периода сооружения и ввода энергоблока в эксплуатацию.
20. Создание единой дежурной монтажной бригады для оперативного сопровождения ПНР на период этапа «Предпусковые наладочные работы».



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ

Тверская обл, г. Удомля,
«Калининатомтехэнерго»
филиал ОАО «Атомтехэнерго»,

 +7 (48255) 5 41 90

 kate@atech.ru

