

# Использование информационных технологий для оптимизации проекта АЭС

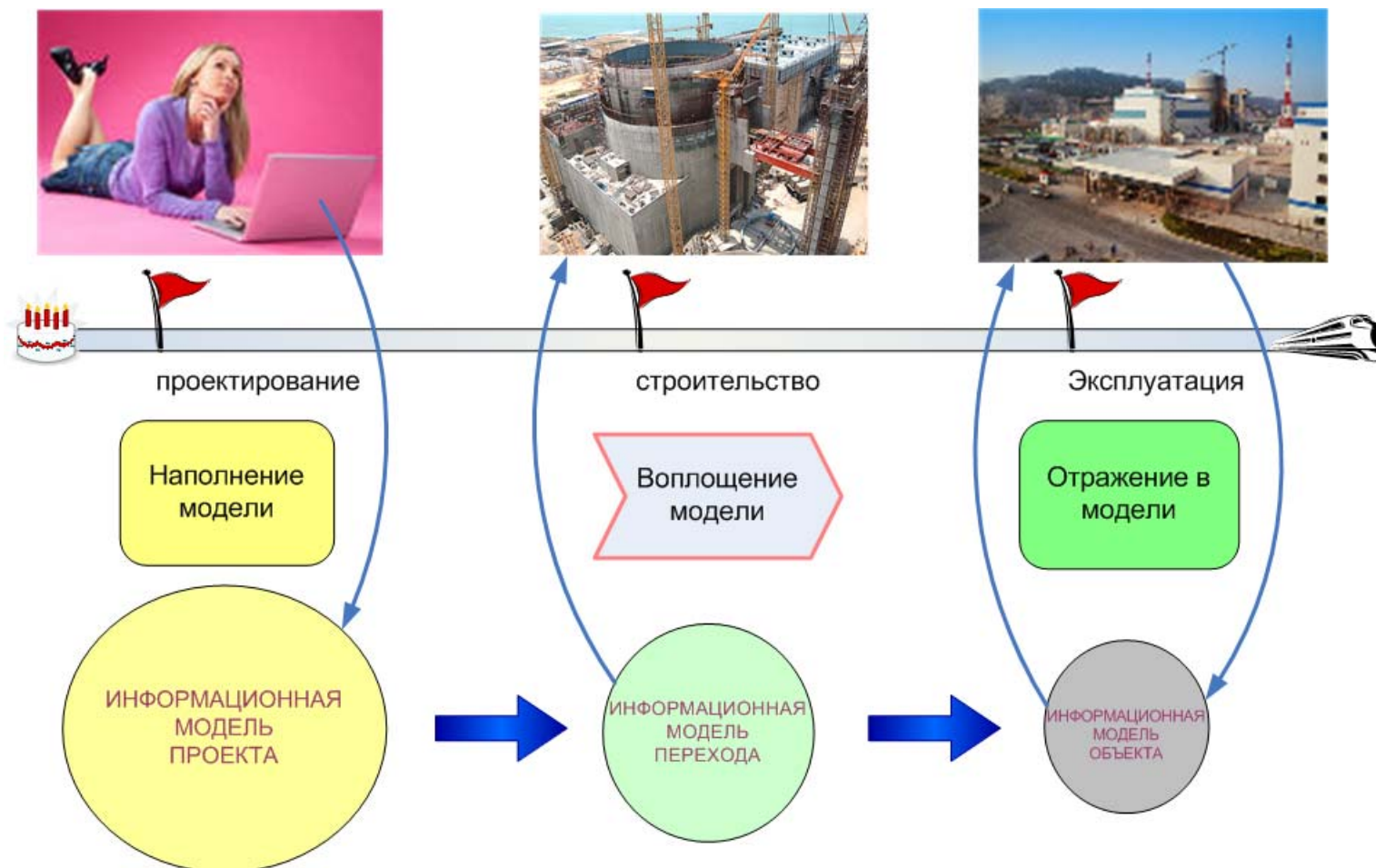


**МОСКВА  
2010**

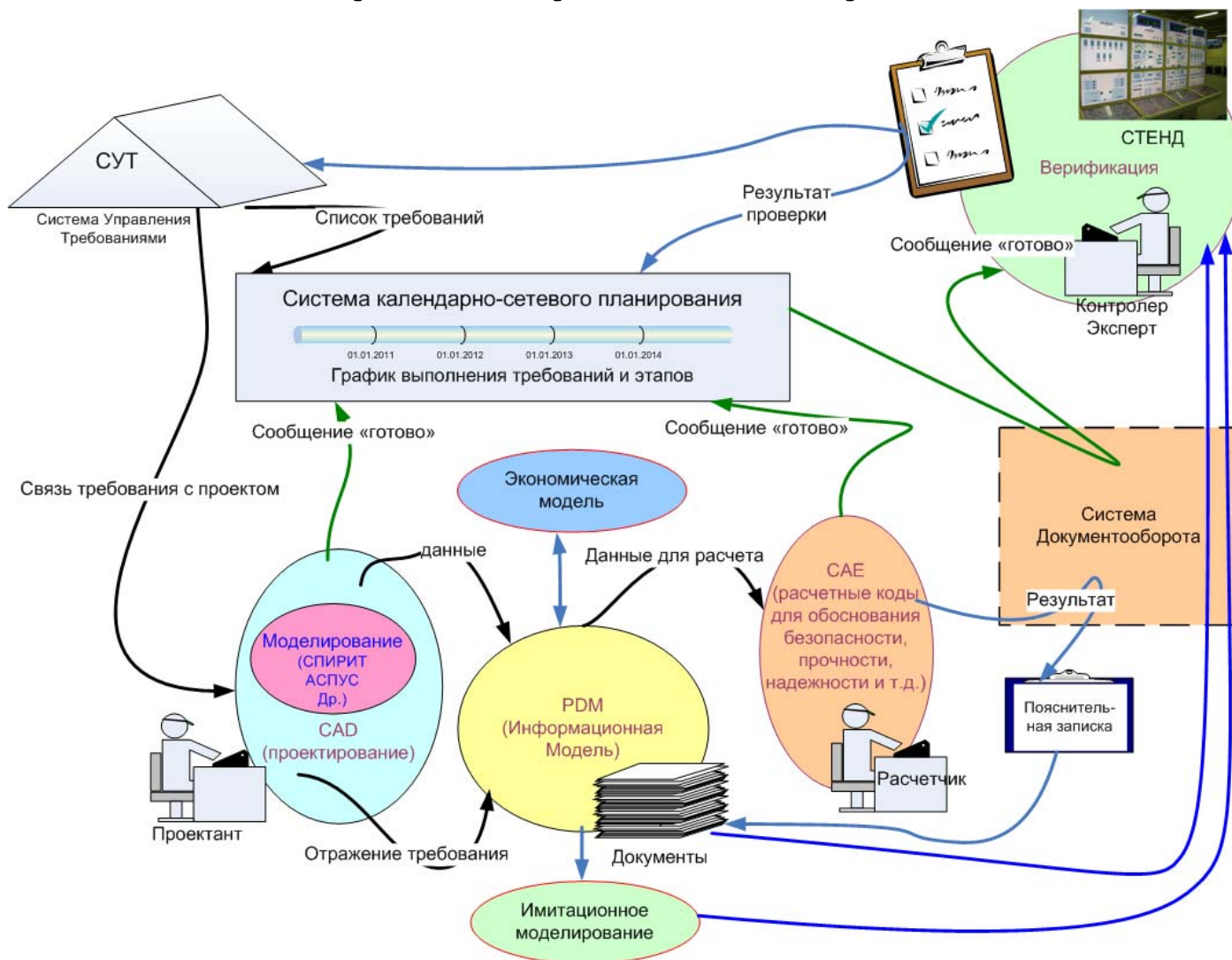
# Этапы ЖЦ АЭС



# Информационная модель на протяжении ЖЦ

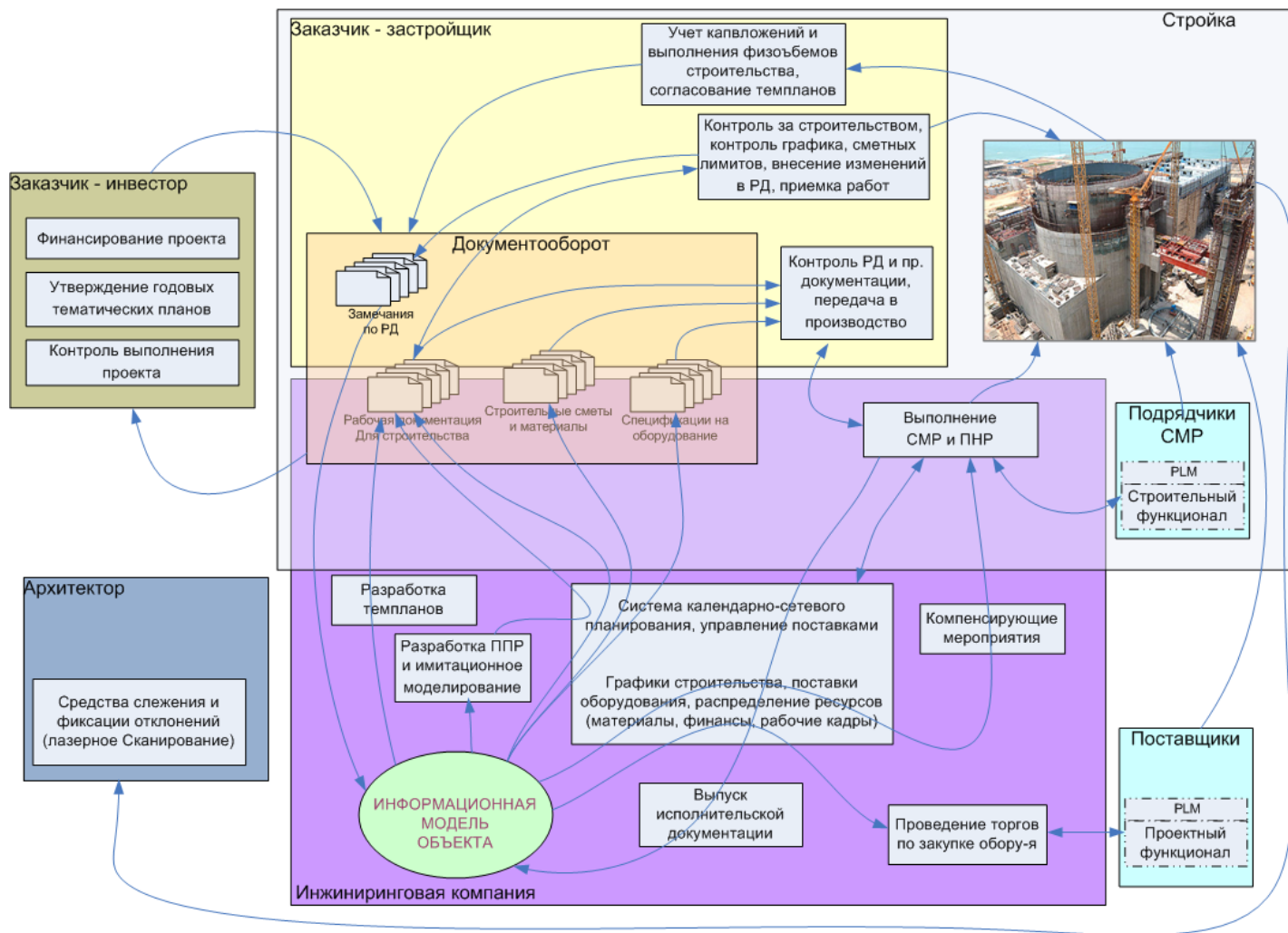


# Информационное взаимодействие процессов на этапе проектирования проекта ТОИ



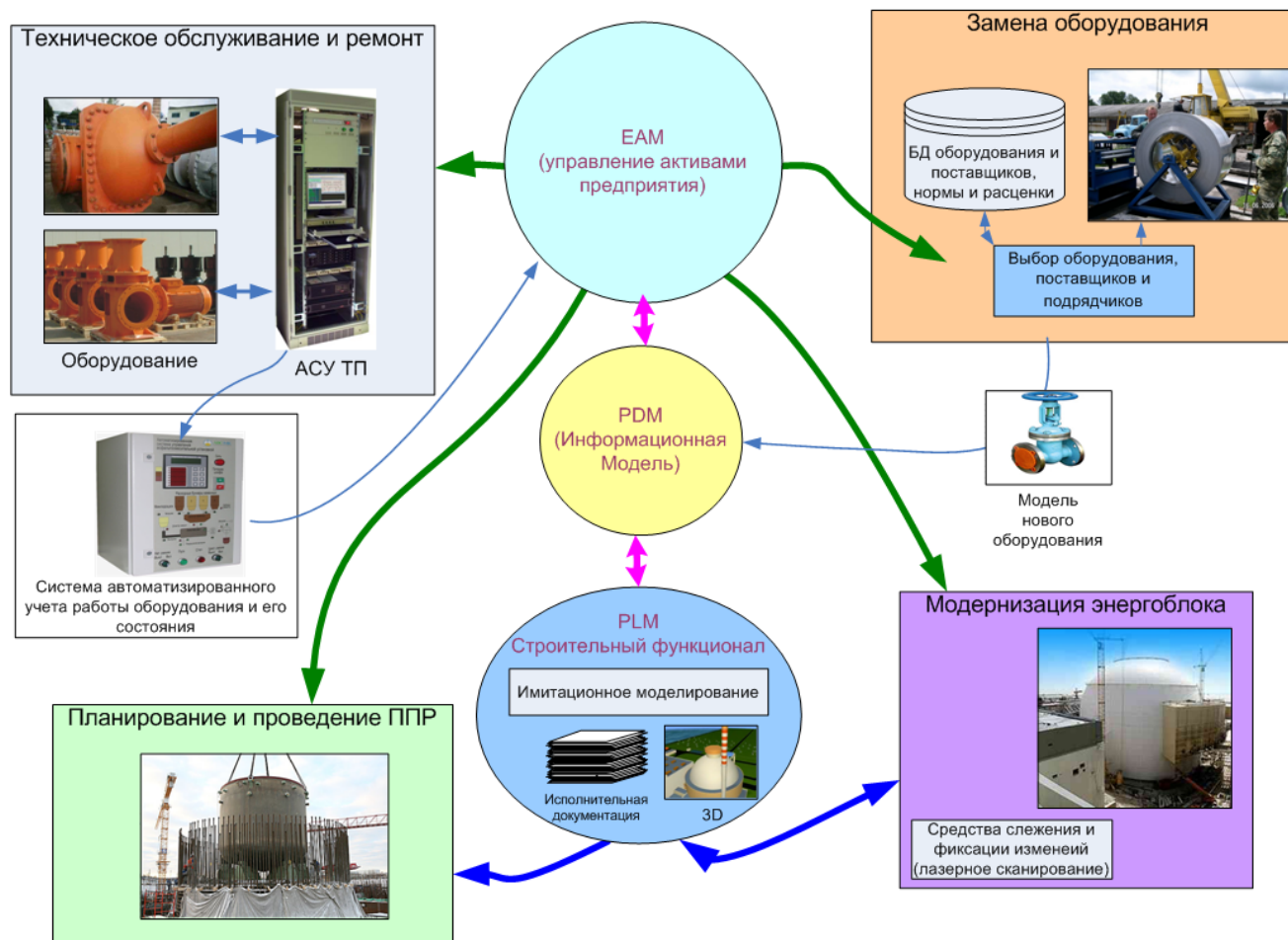


# Информационное взаимодействие процессов на этапе строительства



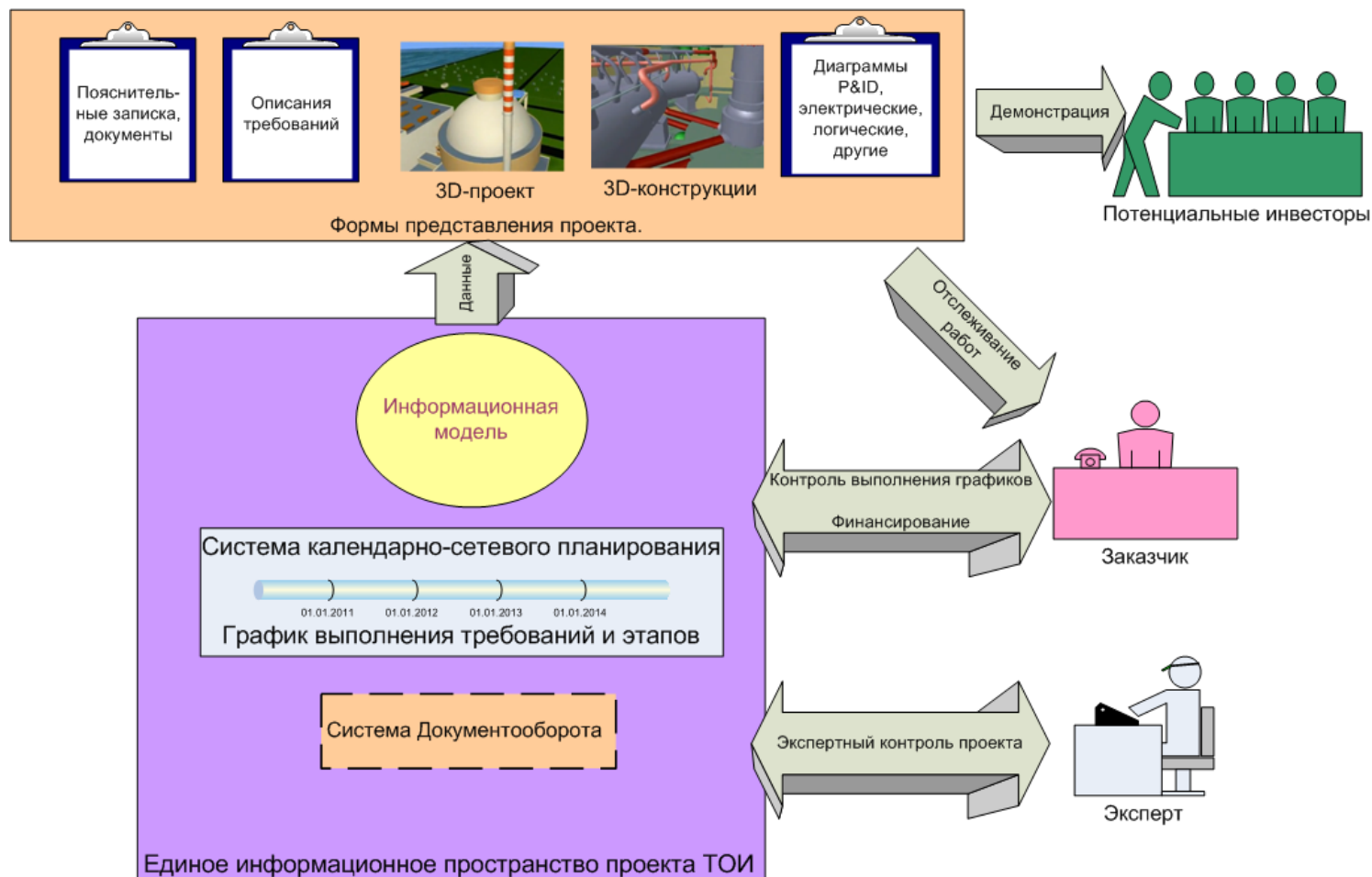


# Информационное взаимодействие процессов на этапе эксплуатации



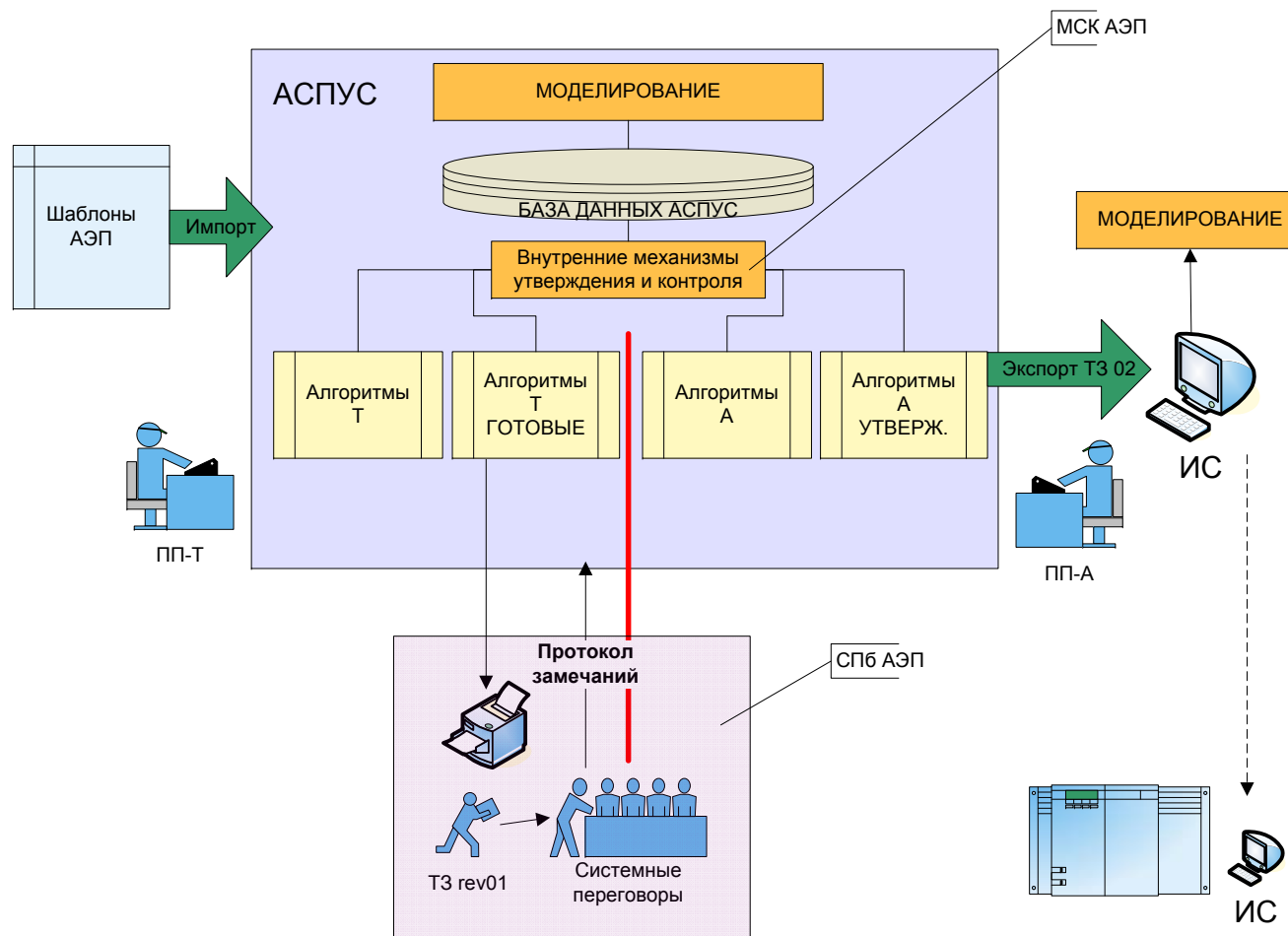


# Возможности использования ИМ

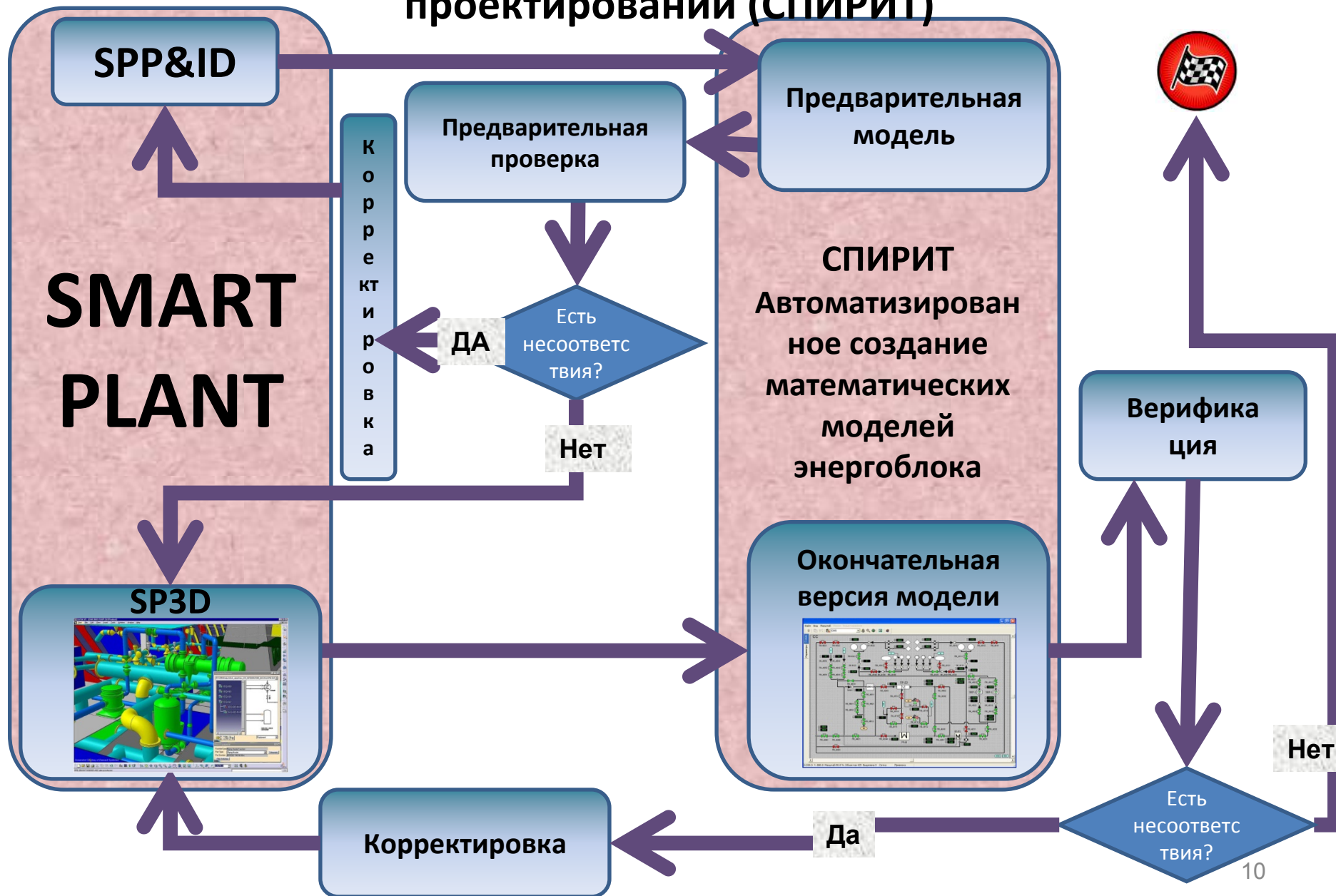




# Оптимизация создания и тестирования АСУТП – САПР АСПУС

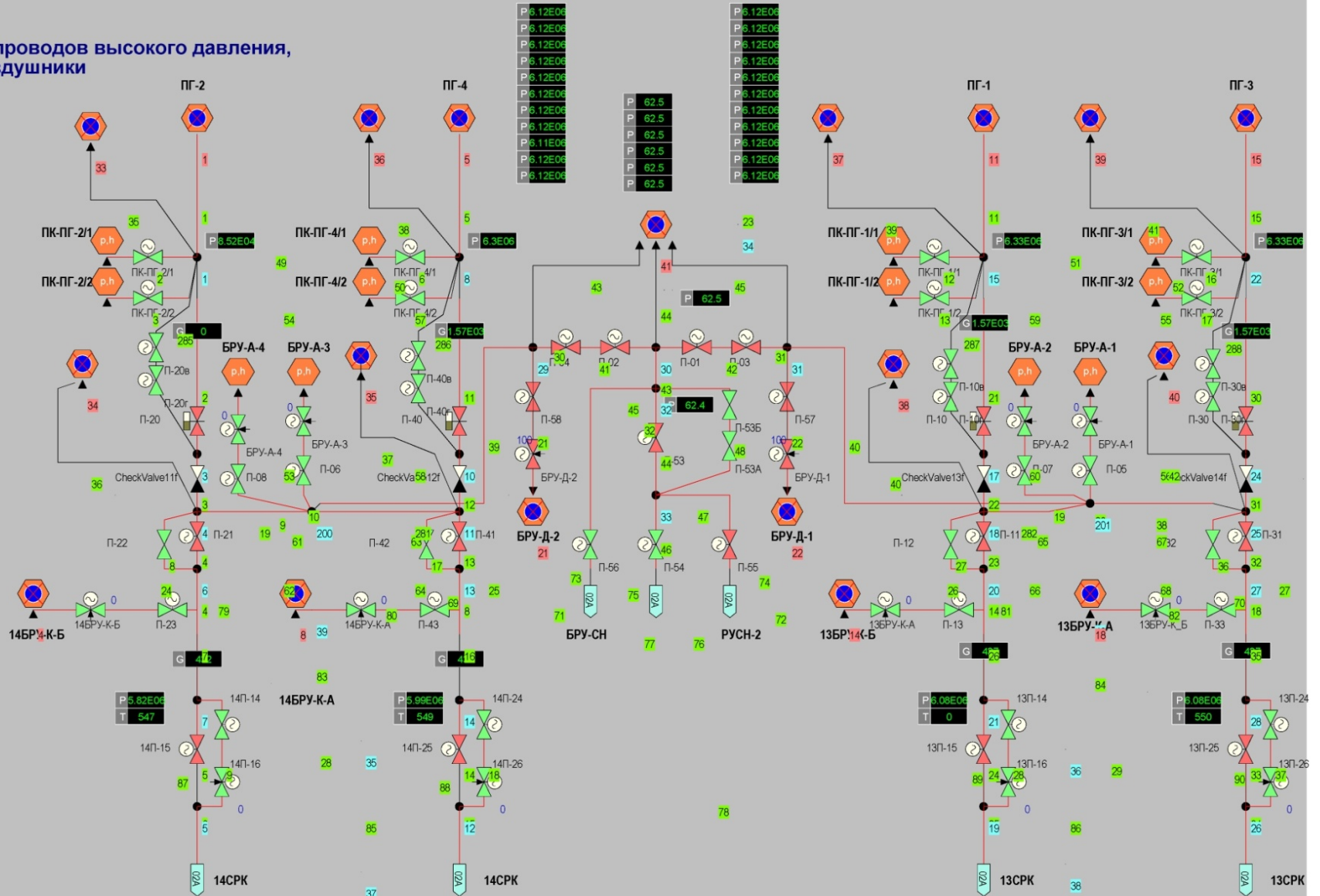


# Алгоритм проверки технологических решений при проектировании (СПИРИТ)

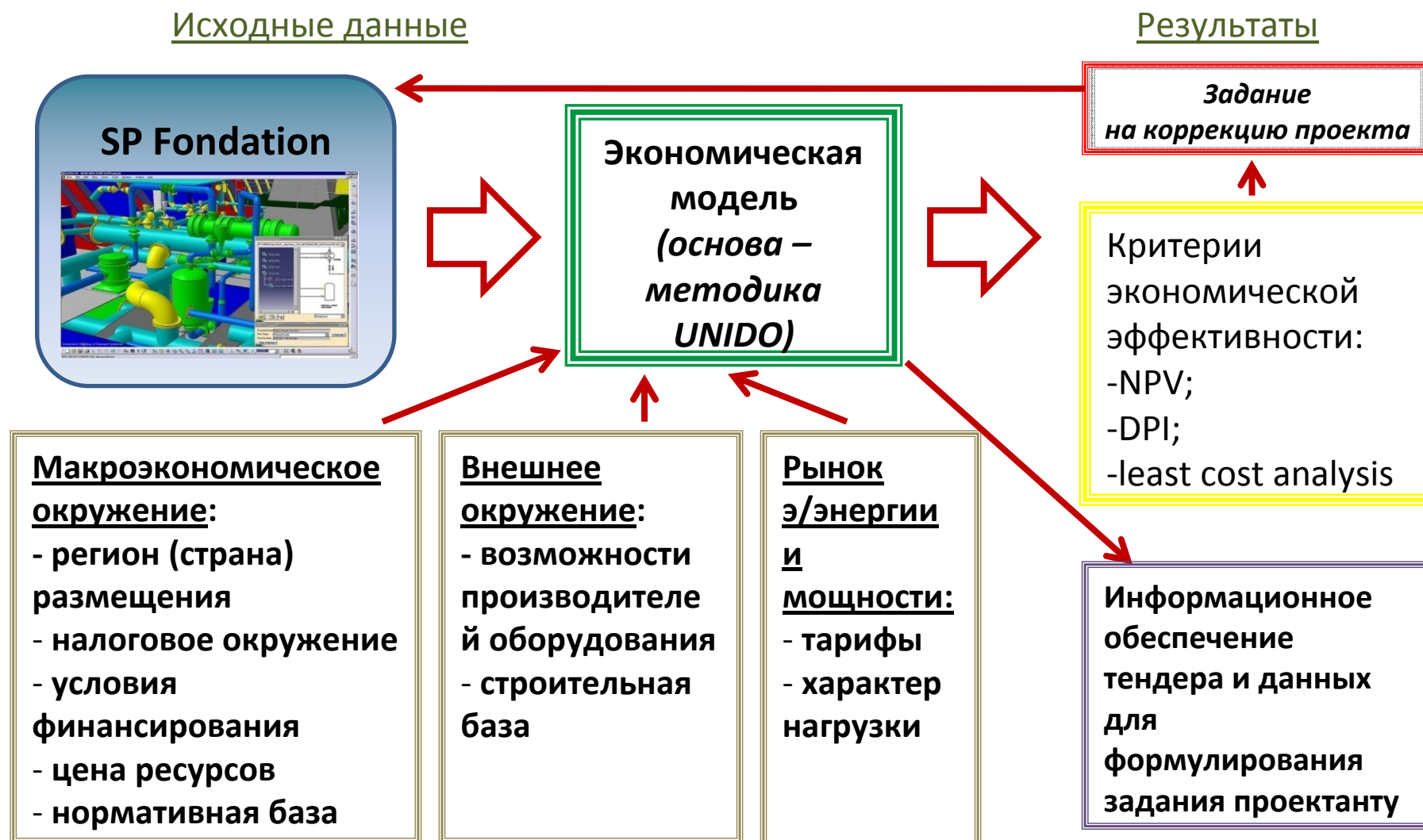


# Система паропроводов

система паропроводов высокого давления, дренажи и воздушники



# ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ТЕХНИКО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ





## Сенсорный электронный блочный щит для тестирования проектных решений



NO FLOW RATE FROM CLOSED COOLING CIRCUIT

VIBRATION HIGH

FLUID VA IN SG2 BLOWDOWN CIRCUIT R>1E4/1E6 Bq/m3

SEAL WATER I/L T > 80 °C

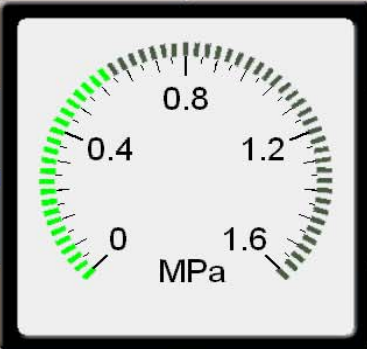
I/L AND 1st STAGE SEAL PR DIF < 0.98 Mpa

SELF-CONTAINED CIRCUIT RCP I/LT > 80 °C

SELF-CONTAINED CIRCUIT RCP O/LT > 130 °C



RCP-2



OIL SYSTEM TROUBLE

MOTOR TEMPERATURE HIGH

BLOW OFF FROM KTA20BB001 P > 4.5 kPa

BLOW OFF FROM KTA20BB001 H2 > 3 %

JDJ10BB003 Q < 39 g/dm3

SG 1 BLOWD WATER F < 20 t/h

SG 2 BLOWD WATER F < 20 t/h

SG 3 BLOWD WATER F < 20 t/h

SG 4 BLOWD WATER F < 20 t/h

LOOP 1 HOT LEG T > 323 °C

LOOP 1 COLD LEG T < 150 °C

FAL51BB001 L > 8.6 m

JDJ10BB003 Q > 45.5 g/dm3

KBB10BB001 L > 8.8 m

KBB10BB002 L > 8.8 m

KBB10BB003 L > 10 m

KBB10BB004 L > 10 m

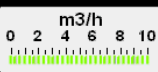
LOOP 2 HOT LEG T > 323 °C

LOOP 2 COLD LEG T < 150 °C

FAL51BB001 L < 0.9 m

JDJ20BB003 Q < 39 g/dm3

JDJ20BB003 Q > 45.5 g/dm3



NYTROGEN FLOW RATE FOR PRIMARY EQUIP BLOWDOWN

NYTROGEN FLOW RATE FOR LEAK CHILLER BLOWDOWN

HIDROGEN D/S CONTR LEAKS TANK

JEA10AC001 BLOWDOWN FLOWRATE

JEA20AC001 BLOWDOWN FLOWRATE

JEA30AC001 BLOWDOWN FLOWRATE

JEA40AC001 BLOWDOWN FLOWRATE

WATER PRESSURE IN FILTER LEG 10KBE51

WATER PRESSURE IN FILTER LEG 10KBE52



PRIMARY COOLANT STORAGE

DOWN SG-1

UP SG-2

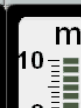
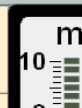
DOWN SG-2

KBB10AA001

KBB10AA003

KBB10AA005

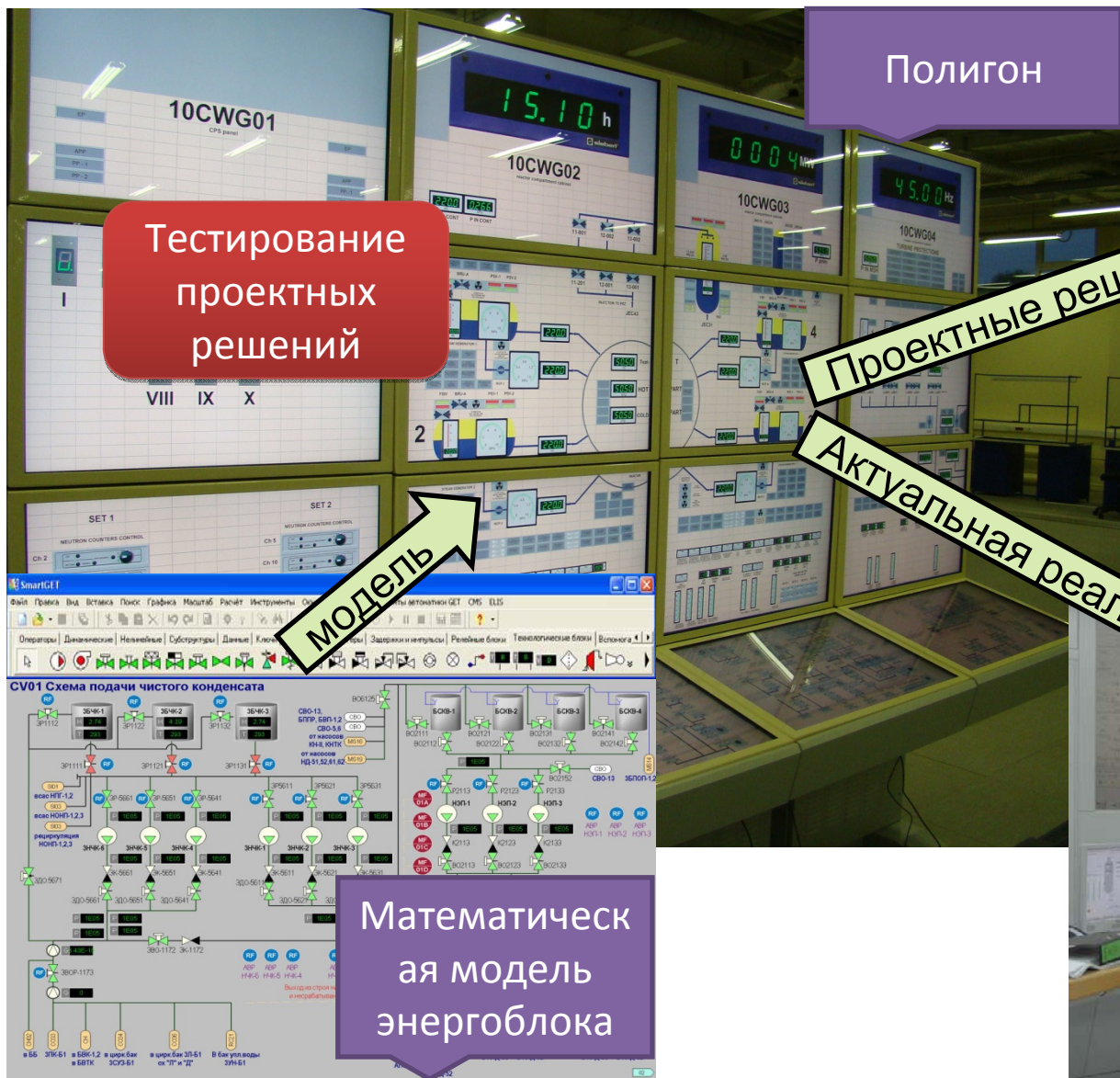
KBB10AA007





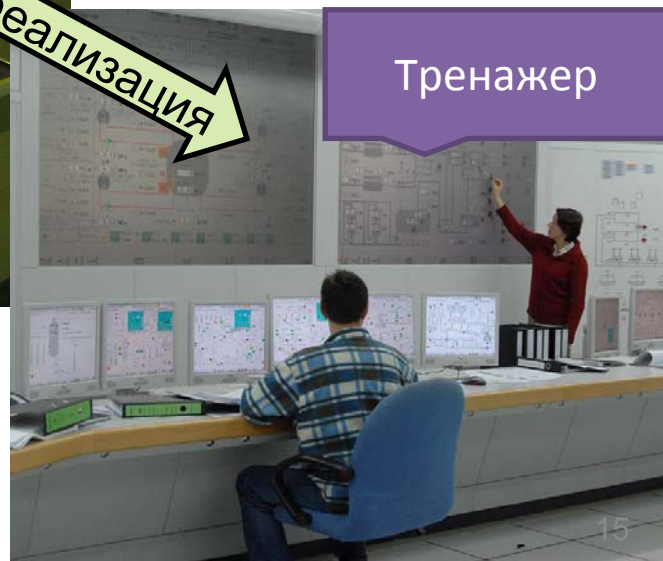


# Электронная модель АЭС (включая электронный БПУ) для тестирования проекта АЭС

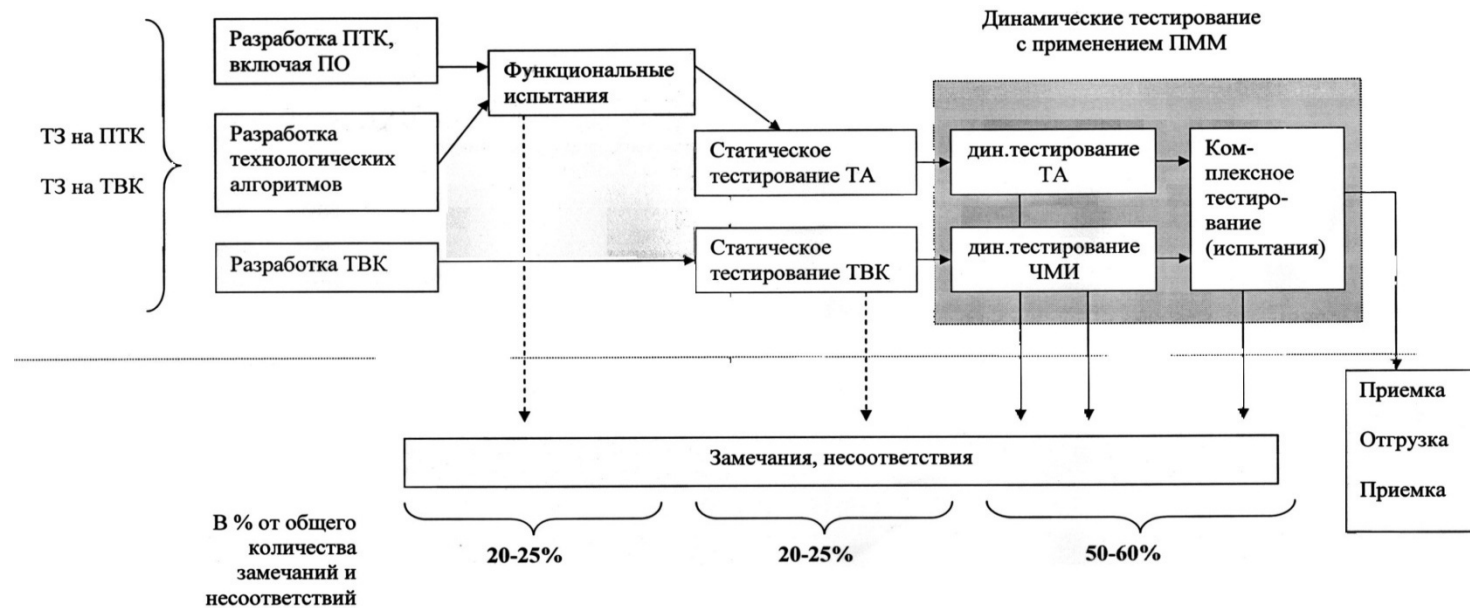


Проектные решения

Актуальная реализация



# Структура процесса тестирования алгоритмов АСУ ТП проекта АЭС «Куданкулам»



**Более половины замечаний и несоответствий удается найти только на этапе тестирования с полномасштабными моделями АЭС**

## Результаты тестирования технологических алгоритмов ( АЭС «Куданкулам» )

ПТК	Количество систем	Количество алгоритмов	Кол-во замечаний по настольной верификации	Кол-во замечаний по статической верификации	Ко-во замечаний по результатам динамического тестирования	Кол-во замечаний по результатам повторного тестирования
СКУ СВО	19	430	88	70	54	2
СКУ САПЗ	5	136	0	5	23	21
СКУ Вентиляция	9	773	66	60	23	6
СКУ РО +УСБТ	93	1734	55	144	188	30.07.2010
СКУ ТО	64	860	65	143	165	30.06.2010
СКУ ТГ	8	62	12	20	32	приняты все замечания ОАО «ВНИИАЭС»

## Результаты испытаний ЧМИ СВБУ с использованием ПММ

Результаты испытаний ЧМИ СВБУ с использованием ПММ Подсистемы АСУ ТП (СКУ)	Количество технологические видеокадры для СКУ	Кол-во замечаний, несоответствий (технологическое содержание)	Кол-во замечаний, несоответствий (эргономика)	Всего по технологическим видеокдрам
АСКУЗ	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>31</b>
КЭ СУЗ	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>44</b>
СКУ СВО	<b>47</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>19</b>
СКУ вентиляции и САППЗ	<b>90</b>	<b>23</b>	<b>12</b>	<b>35</b>
СТД ГЦНА	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>15</b>
СКУ ТГ	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
СКУ ЭЧСР	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>25</b>
СКУ РО	<b>153</b>	<b>110</b>	<b>67</b>	<b>177</b>
<b>Всего</b>	<b>317</b>			<b>349</b>

## **Примеры проблем, выявленных при верификации и валидации технологических алгоритмов и ЧМИ СВБУ (1)**

- **ВиВ технологических алгоритмов**
  - Отсутствие в GET-проекте требуемого по ТА управления арматурой при его срабатывании
  - Блокирование работы ТА вследствие непредусмотренных разработчиком ограничений
  - Ошибки в указании датчиков контроля, диапазонов контроля
  - Отсутствие важной информации оперативному персоналу для контроля параметров ЭБ в переходных режимах (необходимость не выявляется при статическом тестировании ТВК)
  - .....

## Примеры проблем, выявленных при верификации и валидации технологических алгоритмов и ЧМИ СВБУ (2)

- **ВиВ ЧМИ СВБУ**

- Несоответствия информации, представленной на ТВК, технологической схеме системы (арматура, трассировка, ...)
- **Неупорядоченное представление сигнализации на ТВК**
- Отсутствие переходов между ТВК
- Невыполнение установленных эргономических требований к:
  - унификации интерфейса между АРМами на БПУ АЭС,
  - представлению сбалансированной информации операторам (перегруженность информации для оперативного контроля),
  - кодированию информации (ошибки в обозначениях контролируемых элементов, цветовых обозначениях,...)
- .....



# **ВЫВОДЫ**

**Широкое использование информационных технологий на всем жизненном цикле соответствует современным тенденциям системной инженерии и даст значительных вклад в повышение качества проекта и сокращение сроков строительства АЭС, повышение уровня и безопасности эксплуатации.**