

УДК 539.172:543.522

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Хрюян В.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Буров А.Л.

Вероятностный анализ безопасности АЭС представляет собой комплексный всесторонний системный анализ безопасности (ВАБ). В процессе ВАБ разрабатываются вероятностные модели для определения конечных состояний с повреждением источников радиоактивности, конечных состояний АЭС с превышением установленных пределов по выбросам радиоактивных продуктов и радиационному воздействию на население и окружающую среду, определяются значения вероятностных показателей безопасности. Результаты ВАБ используются для качественных и количественных оценок достигнутого уровня безопасности, а также для выработки и принятия решений при проектировании и эксплуатации АЭС [1].

ВАБ АЭС уровня 1 (ВАБ-1) – ВАБ, в процессе которого разрабатываются вероятностные модели для определения конечных состояний с повреждением источников радиоактивности и оцениваются значения частот или вероятностей их реализации. В качестве основных источников радиоактивности для АЭС с ВВЭР рассматриваются ядерное топливо в активной зоне реактора и отработавшее ядерное топливо в бассейне выдержки.

Система аварийного впрыска высокого давления предназначена для подачи раствора борной кислоты в систему теплоносителя реактора при авариях с потерей теплоносителя, превышающей компенсационную способность системы нормальной подпитки, при давлении в системе теплоносителя ниже рабочего давления системы JND (ниже 7,9 МПа) [2].

Кроме того, часть трубопроводов и оборудования системы является барьером, препятствующим выходу радиоактивности за пределы герметичной оболочки.

Технологическая схема системы аварийного впрыска высокого давления представлена на рисунке 1.

Деревья отказов системы: поскольку ДО 1-го и 3-го, а также 2-го и 4-го каналов JND одинаковы, ниже приведены ДО только для 1-го канала.

Пример ДО представлен на рисунках 2–

4.

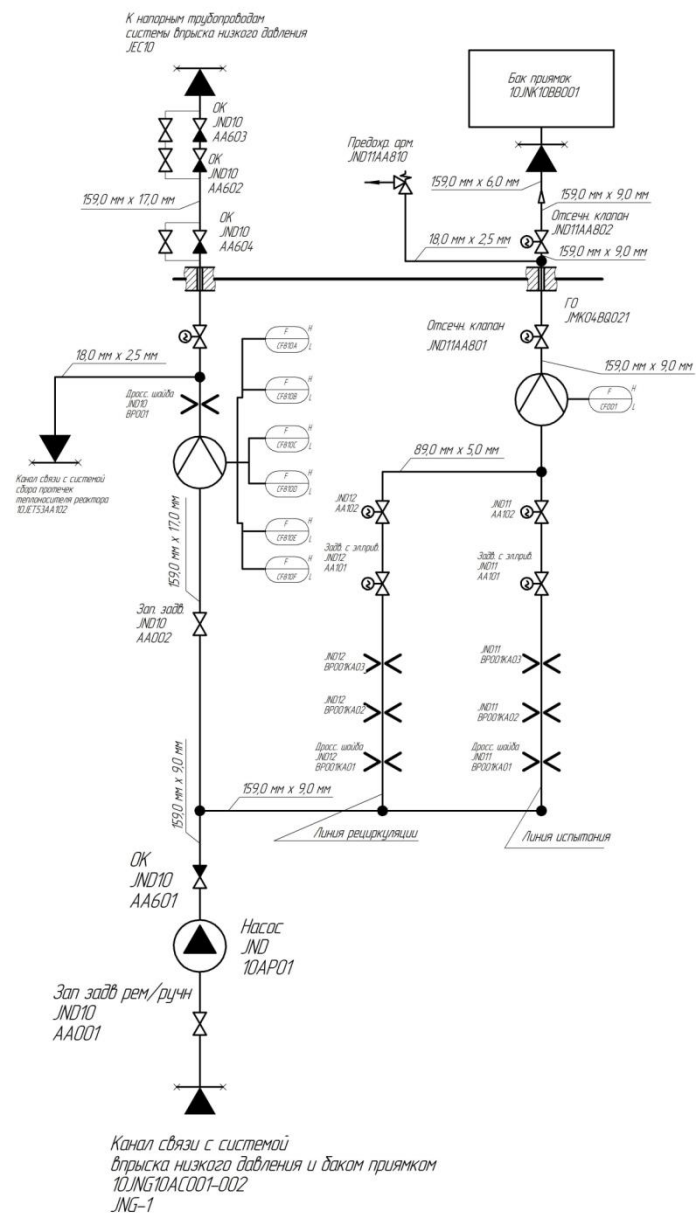


Рисунок 1 – Схема канала системы впрыска высокого давления

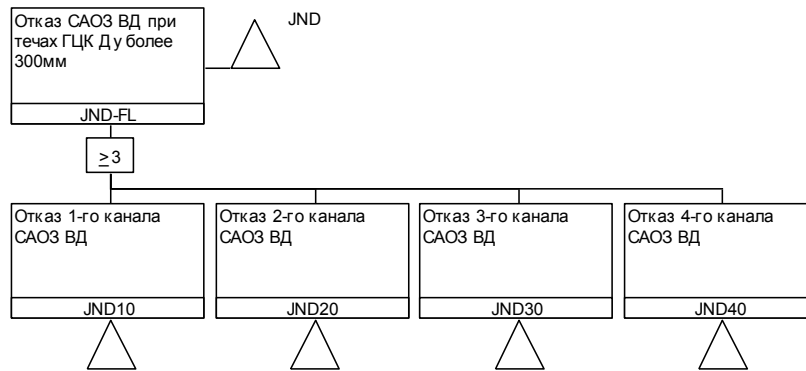


Рисунок 2 – Дерево отказов «Отказ CAO3 ВД при течах ГЦК Ду более 300 мм»

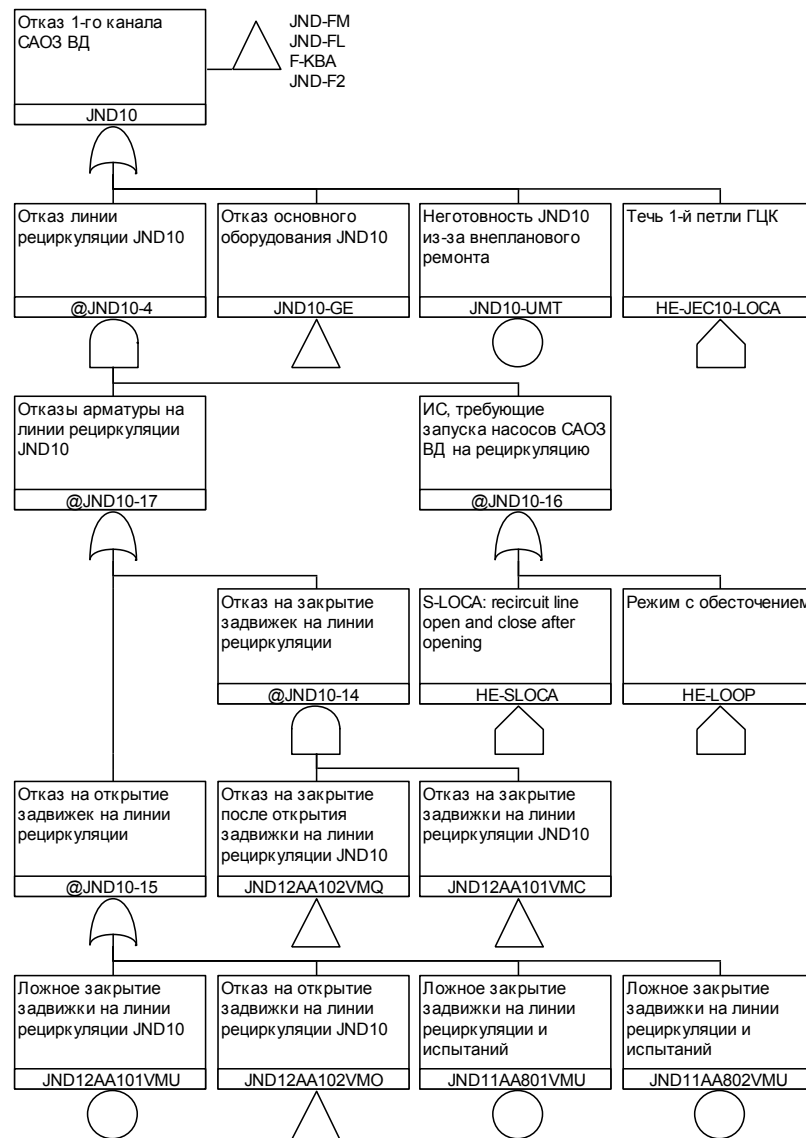


Рисунок 3 – Дерево отказов «Отказ 1-го канала CAO3 ВД»

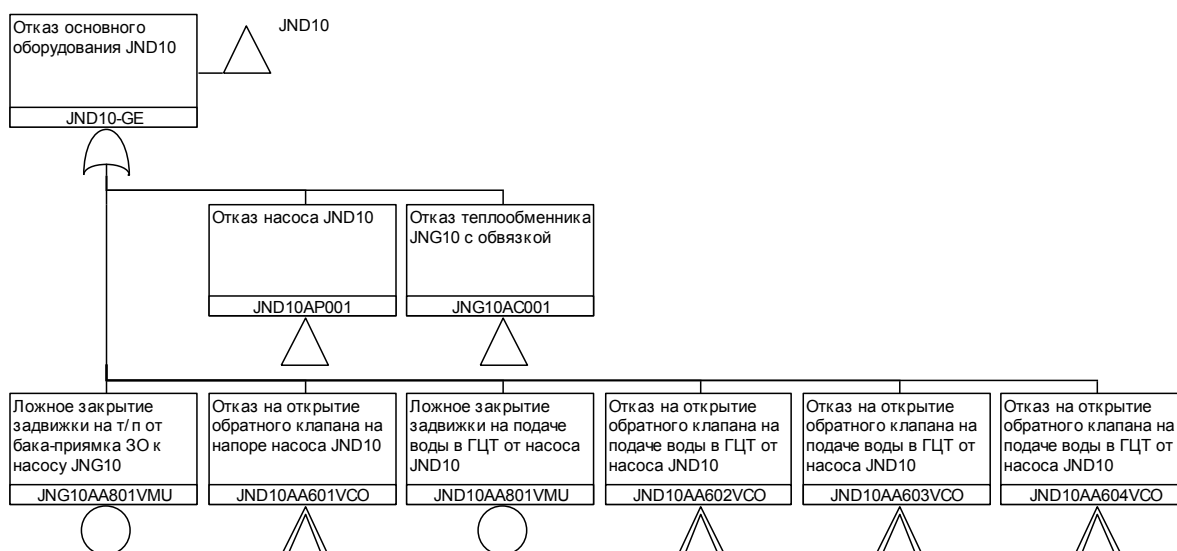


Рисунок 4 – Дерево отказов основного оборудования

Результаты расчета для ИС, связанных с течами 1-й петли ГЦК Ду свыше 300 мм.

Расчет проводился исходя из критерия успеха 1 из 4-х каналов и рассматриваемого времени работы 24 часа.

Среднее значение вероятности отказа системы по функции JND-FL при течи 1-й петли ГЦК равно: $1,00 \cdot 10^{-3}$.

В результате анализа неопределенности получены следующие параметры распределения вероятности отказа системы:

Нижняя граница (5 %): $2,57 \cdot 10^{-4}$.

Медиана: $7,45 \cdot 10^{-4}$.

Верхняя граница (95 %): $2,31 \cdot 10^{-3}$.

Литература

1. Вероятностный анализ безопасности атомных станций (ВАБ): Учебное пособие / В.В. Бегун, О.В. Горбунов, И.М. Каденко и др. – К.: 2000. – 568 с.
2. Солонин В. И. Безопасность и надежность реакторных установок. Учебное пособие по курсу "Расчеты и проектирование ядерных энергетических установок". – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996. – 80 с., ил.