

отображается. Тем не менее, наличие угрозы искажения карт существует.

Представленный пример наглядно показывает наличие новых угроз информационной безопасности в современном виртуальном пространстве, которые возникают при разработке и применении новых информационных технологий.

Таким образом, при реализации различных информационных технологий, с использованием виртуального информационного пространства, требуется постоянный мониторинг возможных угроз информационной безопасности, и разработка мер, парирующих эти угрозы. Например, использование данных из различных источников (сайтов, данных из баз данных компании и т.д.).

Литература:

1. OpenStreetMap. – URL: <https://www.openstreetmap.org/> (дата обращения 23.08.2023.).

2. *Иванова И.А., Котилевец И.Д., Кузнецов Д.В., Муромцев В.В.* Алгоритм автоматического учета расхода топлива для систем дистанционного контроля транспорта / В сборнике: Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. Сборник статей XX Международной научно-практической конференции / Под редакцией В.А. Селезнева, И.А. Лушкина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 61-68.

3. Зачем миру нужен OpenStreetMap. – URL: <https://habr.com/ru/articles/217291/> (дата обращения 22.09.2023).

DOI: 10.25728/iccss.2023.73.36.031

Лещенко В.В.

**Повышение надежности и живучести
сложных систем с ядерным реактором**

Аннотация: Описаны результаты научно-исследовательской работы по решению проблемы дальнейшего повышения технической безопасности, надежности и живучести сложных систем с ядерным реактором в условиях природных и техногенных

воздействий. Предложено повышение технической безопасности систем с ядерным реактором описано на примере дальнейшего усовершенствования сложной системы атомной электрической станции.

Ключевые слова: атомная электрическая станция, техническая безопасность, аварии, ядерный реактор, надежность, живучесть, сложные системы, расширение применения

Современная история содержит немало примеров как природного, так и техногенного воздействия на сложные объекты с ядерными реакторами. Соответственно, возрастает угроза снижения безопасности сложных систем с ядерным реактором. Последнее время на нашей планете прошла волна природных катаклизмов, которые станут причиной крупных аварий объекты с ядерными реакторами. Поэтому необходима разработка технических решений для дальнейшего повышения технической безопасности, надежности и живучести сложных систем с ядерным реактором.

В предыдущей работе [1] был изложен анализ причин крупных аварий сложных систем с ядерным реактором – атомных электростанций (АЭС), произошедших на рубеже второго и третьего тысячелетий, когда произошли аварии на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1». Первая – также известна как катастрофа 26 апреля 1986 года на Чернобыльской АЭС. Причиной разрушения и теплового взрыва реактора стало недостаточное электропитание электродвигателей, являющихся приводом циркулярных насосов и, соответственно, недостаточное охлаждение реактора, вызвавшее его перегрев и взрыв. Вторая – крупная радиационная авария 11 марта 2011 г. максимального, 7-го уровня согласно Международной шкале ядерных событий (INES). Землетрясение и последовавший за ним удар цунами привели к полному обесточиванию станции, в том числе к отказу резервных источников электроснабжения АЭС.

Анализ технических причин обеих аварий показал, что обесточивание электродвигателей приводов циркуляционных насосов АЭС привело к перегреву и расплавлению активной зоны ядерного реактора.

В работе [1] было предложено усовершенствование сложной системы с ядерным реактором – АЭС. Схема, отражающая принцип действия такой АЭС, приведена на рисунке 1 [2].

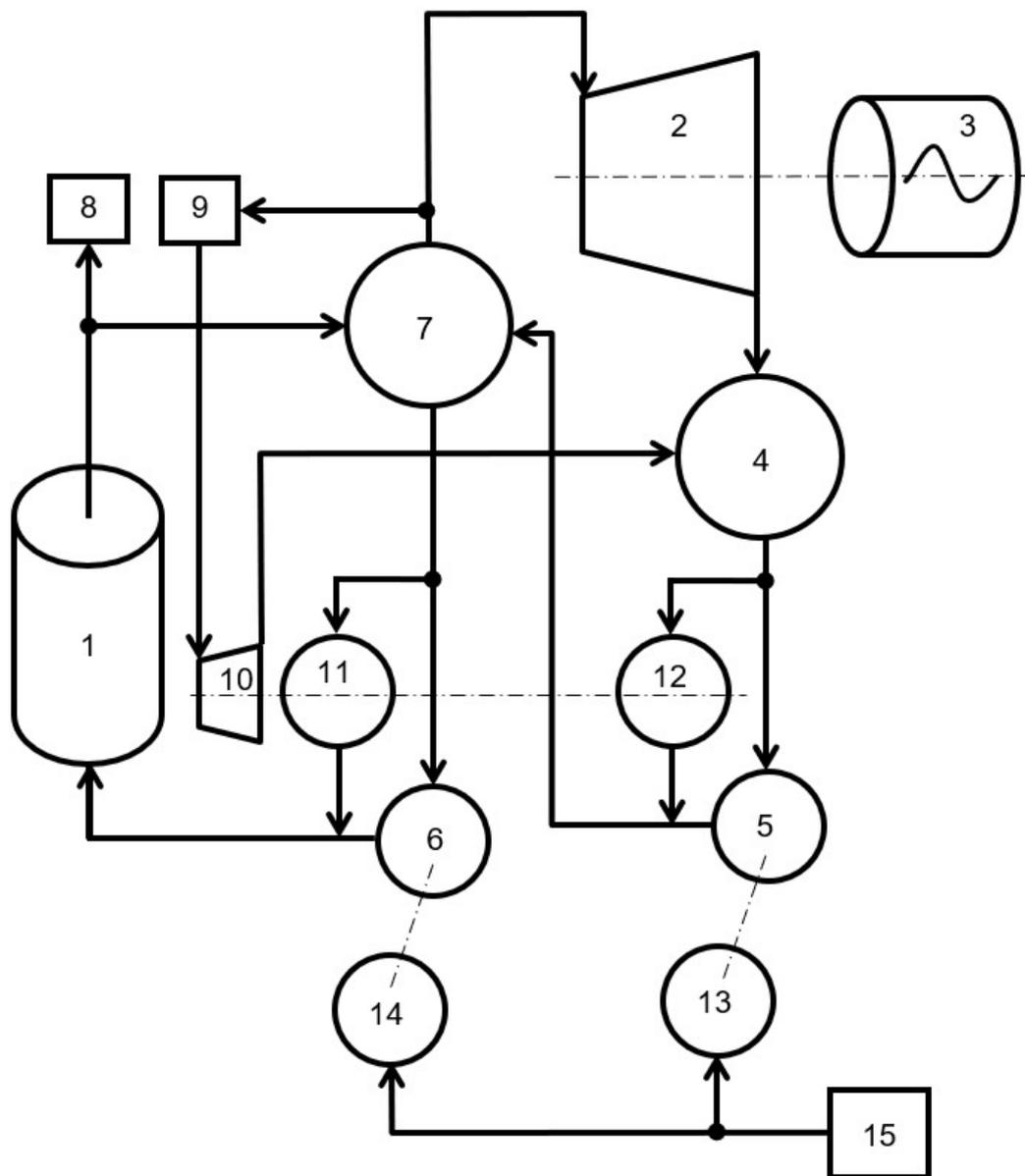


Рисунок 1 – Схема АЭС повышенной технической безопасности

Схема АЭС включает в себя: реактор 1, подключенный своим выходом к компенсатору объема 8, и входу парогенератора 7; паровую турбину 2, подключенную своим входом к выходу парогенератора 7; электрический генератор 3, соединенный своим валом с валом паровой турбины 2; парогенератор 7, подключенный одним своим выходом к входу редуктора 9, а другим к входу

циркуляционного насоса 6, приводимого в действие от электродвигателя, и входу циркуляционного насоса 11, приводимого в действие от насосной турбины 10; другим своим входом парогенератор 7 подключен к выходам питательного насоса 5, приводимого в действие от электродвигателя, и питательного насоса 12, приводимого в действие от насосной турбины 10; к входу реактора 1 подключены выходы циркуляционных насосов 6 и 11; конденсатор 4 подключен своими входами к выходу паровой турбины 2 и выходу насосной турбины 10; выход конденсатора 4 подключен к входам питательного насоса 5, приводимого в действие от электродвигателя, и питательного насоса 12, приводимого в действие от насосной турбины 10; выход редуктора 9 подключен к входу насосной турбины 10, приводящей в действие циркуляционный насос 11 и питательный насос 12. Питательный насос 5 приводится в действие электродвигателем 13. Циркулярный насос 6 приводится в действие электродвигателем 14. Оба электродвигателя подключены к источнику электроснабжения – внешней электросети или выходу электрического генератора 3.

Описанное выше техническое решение обеспечивает повышение безопасности работы ядерного реактора в ситуации, когда отсутствует внешнее энергоснабжение станции или не включились резервные источники энергоснабжения, как это было АЭС «Фукусима-1».

Принцип действия описываемой сложной системы с ядерным реактором [2] обеспечивает их безаварийное функционирование за счет саморегулирования охлаждения активной зоны реактора. Чем больше тепловая мощность, выделяемая реактором, тем больше уровень мощности насосной турбины, вращающей циркуляционный насос, тем более интенсивное охлаждение активной зоны реактора. Таким образом, обеспечивается гомеостаз безаварийной работы сложных систем с ядерным реактором.

Наличие насосной турбины 10 и механических вращающихся силовых элементов циркуляционного насоса 11 и питательного насоса 12 снижает надежность и живучесть АЭС.

Для увеличения надежности и живучести рассматриваемой АЭС мною предложены технические решения, использующие инжекторные насосы. Схема, отражающая принцип действия такой АЭС, приведена на рисунке 2.

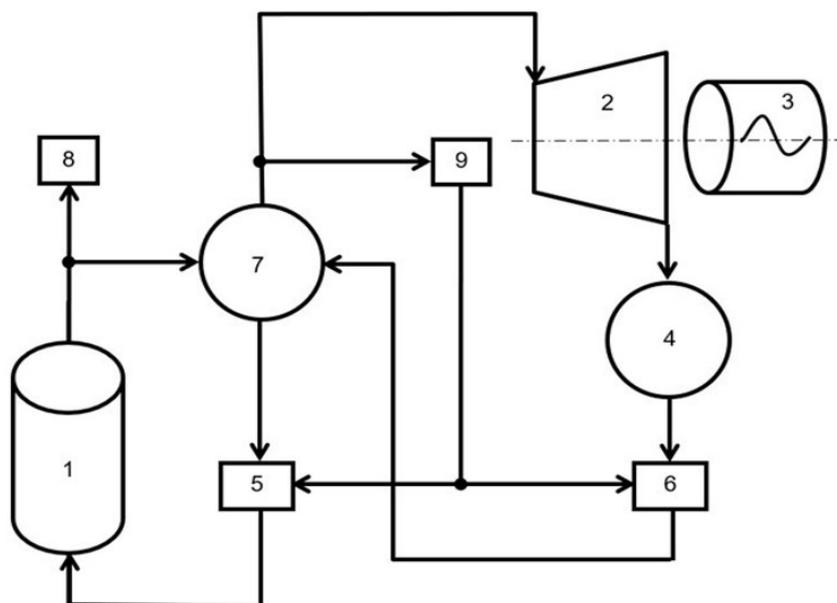


Рисунок 2 – Схема АЭС с повышенной надежностью и живучестью

АЭС включает в себя (рисунок 2): реактор 1, подключенный своим выходом к компенсатору объема 8 и первому входу парогенератора 7; паровую турбину 2, подключенную своим входом к первому выходу парогенератора 7, подключенному к входу редуктора 9; выход паровой турбины 2 подключен к входу конденсатора 4; электрический генератор 3, соединенный своим валом с валом паровой турбины 2; второй выход парогенератора 7 подключен к первому входу циркуляционного инжекторного насоса 5, который своим выходом подключен к входу реактора 1; второй вход циркуляционного инжекторного насоса 5 подключен к выходу редуктора 9; выход конденсатора 4 подключен к первому входу питательного инжекторного насоса 6, выход которого подключен ко второму входу парогенератора 7; второй вход питательного инжекторного насоса 6 подключен к выходу редуктора 9.

Суть предлагаемого технического решения состоит в том, что включенные в схему атомной электрической станции циркуляционный инжекторный насос 5 и питательный инжекторный насос 6, приводимые в действие энергией пара поступающего через редуктор 9 от парогенератора 7, не нуждаются в электроснабжении. Причем при возрастании мощности в ядерном реакторе 1 увеличивается мощность работы циркуляционного инжекторного насоса 5 и питательного инжекторного насоса 6. Соответственно, увеличивается подача теплоносителя в реактор 1,

предохраняя его от взрыва с последующим разрушением и загрязнением окружающей среды радиоактивными элементами. Таким образом, обеспечивается дальнейшее повышение надежности и живучести АЭС, так как простота конструкции насосов инжекторного типа, отсутствие механического привода насосов обеспечивает их исключительную надежность.

В результате может быть обеспечено повышение надежности, живучести и безопасности работы АЭС. С учетом уже имеющегося опыта в атомной энергетике ликвидация аварий АЭС с ядерным реактором требует десятилетий и материальных затрат на сумму в сотни млрд долларов США.

Литература:

1. *Лещенко В.В.* Повышение технической безопасности сложных систем с ядерным реактором / Проблемы управления безопасностью сложных систем: материалы XXVIII Международной конференции. 16 декабря 2020 г., Москва. – Москва: ИПУ РАН, 2020. – С. 276-280.

2. Атомная электрическая станция: патент на изобретение № 2638304 Российская Федерация / Лещенко В.В. Заявка № 2016152733 от 30.12.2016. Опубликовано: 13.12.2017. Бюллетень № 35.

DOI: 10.25728/iccss.2023.50.49.032

Баранов Л.А., Ермакова А.Е., Иконников С.Е.

Информационная безопасность систем диспетчерского управления на железнодорожном транспорте

Аннотация: В работе рассмотрены основные методы защиты информации в телемеханических системах на железнодорожном транспорте, определены принципы информационной безопасности в системах диспетчерского управления, обоснована необходимость комплексного подхода к защите данных таких систем.

Ключевые слова: информационная безопасность, системы диспетчерского управления, внутренняя локальная сеть,