

## АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ

*В.З. Салахутдинова*

*Научный руководитель – Н.А. Юдина*

*Казанский государственный энергетический университет*

Развитие современных экономических отношений ведет к необходимости страхования от результатов аварий и бедствий. Воздействие органов управления и общественных организаций на промышленную безопасность энергообъектов требует разработки нормативно-методической базы, которая позволит провести анализ аварийности в электроэнергетических системах.

К авариям на электроэнергетических системах относят:

- 1) аварии, возникшие на автономных электростанциях с длительным перебоем электроснабжения всех потребителей;
- 2) аварии в электроэнергетических сетях с продолжительной приостановкой электроснабжения существенных потребителей или внушительных территорий;
- 3) поломка электроконтактных транспортных сетей.

Стоит отметить, что в настоящее время системы исследований по анализу аварийности технических комплексов, которые носят научный характер и итоги которых уменьшали бы потребность в практике использования крупных систем энергетики, отсутствуют. Нельзя не сказать об актуальности данного направления исследований, так как воздействие обширных технических систем на развитие человечества растёт.

Исходя из итогов осенне-зимнего периода 2016-2017 годов руководитель Федеральной службы экологического, атомного и технологического надзора сообщил, что было зафиксировано 14 аварийных процессов на объектах электроэнергетики, что свидетельствует об уменьшении числа подобных аварий. По итогам 2015-2016 года произошло 23 происшествия, которые были изучены Ростехнадзором.

Повреждение оборудования, нарушения изоляции, неверная работа различных устройств и аппаратов, ошибки в рабочем процессе персонала являются следствием аварийных процессов в энергосистеме. Выделяя причины аварийности на участках электроэнергетики, особое внимание уделяют снижению эффективности энергетических систем, поломкам турбин, генераторов, а также силового трансформатора, что способствует долгосрочному бездействию оборудования.

Вопросы изучения, анализа и учета, относящихся к технологии сбоев на электростанциях и энергосистемах регулярно контролируется и фиксируется в руководящих отраслевых документах.

Такие основные свойства, как экономичность, безопасность и надежность, являются основными свойствами результативности технической системы. Данные свойства тем или иным образом взаимосвязаны с проблемами неполадок в системе.

Сталкиваясь с вопросом аварийности в электроэнергетических системах, необходимо знать её характеристики:

1) Разнородность составляющих элементов. Дифференциация оборудования, строений, имеющих различные производственные характеристики, сроки полезного использования и показатели безопасности.

2) Неповторимость. Отражается данная характеристика во всевозможном числе несхожих элементов каждой системы. Исключает такие методы изучения, которые ориентированы на схожие объекты и подразумевают приведение итоговых результатов к единому для всех систем равноценному показателю.

3) Неизменное развитие, модернизирование. Заключается в совершении ремонтных работ, как предусмотренных планом, так и внеплановых. Внедрение новейших составляющих, ввод развивающихся технологических и технических разработок с непрерывным выполнением функций производства.

4) Адаптивность к влияниям. В связи с различными видами запасов отклонение одного или же нескольких составляющих электроэнергетической системы способно сохранить работоспособность с условием преобразования некоторых действующих характеристик и критериев. В таком случае, как правило, все технологические перебои рассматриваются как повреждения.

5) Инертность признаков. Преобразование качеств и характеристик имеет неоперативный характер, так как преобладает большое количество элементов.

6) Иерархия строения и управления. Электроэнергетические системы по своему строению, организации использования и основам управления можно соотнести к многоуровневым комплексам. Отдельный уровень.

7) Причина вероятностного поведения электроэнергетических систем. Совокупность множества случайных факторов выступает причиной возникновения технологических сбоев в системе, а также влияет на местоположение и особенности протекания нарушения. Предварительные выводы относительно проведения комплексной системы могут быть актуальны в рамках категорий с вероятностным характером.

В процессе проведения анализа аварийных процессов в энергетике все причины технологических сбоев необходимо дифференцировать на три сегмента:

1) нарушения, которые связаны с техническим состоянием техники, зданий и прочих конструкций, отражают состояние основных производственных фондов и эффективность деятельности элементов всей системы;

2) нарушения из-за ошибок в эксплуатации. Сбои такого рода позволяют оценить уровень процесса организации разработки и степени профессиональной подготовленности персонала;

3) нарушения по причине возникновения опасных внешних факторов – отражают влияние внешней среды на комплекс в целом.

Ключевой целью регулирования электрической системы в аварийном режиме заключается в уменьшении потерь от снижения электропотребления

или поломке электрооборудования за счет совершения надлежащей мобилизации источника воздействий и их наиболее приемлемого использования. Отсюда следует, что важна безотлагательная ликвидация источника проблемы и проведения работ против распространения результатов аварии. В данном случае управление будет происходить таким комплексом автоматических устройств, как релейная защита. Из-за стремительного развития процессов, фигурирование человека в управлении исключено.

Исходя из анализа аварийности, который выявит причины технических ошибок, компоненты системы с большим потоком сбоев и последствия от данных нарушений с учетом возможных рисков, будет выявлен вердикт на управляющее воздействие. Он может влиять на устранение или на снижение воздействия конкретных причин технологических сбоев. Так же может быть рассмотрено влияние на сам объект, в таком случае управляющее действие заключается в замещении, ремонте, установление программ диагностики неисправного оборудования.

Такие статистические данные, как количество, местоположение, факторы и итоги технологических перебоев, являются исходными в вопросе анализа аварийности в электроэнергетических системах. Контроль ведется как за масштабными авариями, так и за незначительными технологическими ошибками. Несущественные расстройства порой становятся результатами крупных аварий, поскольку технологический перебой с незначительными, на первый взгляд, последствиями способен в других условиях увеличиться в масштабах и усилить неблагоприятные условия.

Владение вероятностно-статистической информацией о технологических кризисах в электроэнергетических системах за длительный период эксплуатации позволит, прибегнув к анализу аварийности, обоснованнее принимать решение по разработке мероприятий связанной с экологической безопасностью объектов энергетики. Возможна подготовка проектов по снижению показателя аварийности в структуре, мониторинг последствий аварий на технико-экономические коэффициенты функционирования организации, формирование отношений по защите имущественных интересов от исхода катастроф. Также способствовать повышению продуктивности деятельности электроэнергетических систем может подготовка рабочего персонала к действиям в чрезвычайных ситуациях.

Анализ аварийных процессов в энергетике, изучение сбоев и факторов их появления показало, что ключевыми причинами большей части аварий, стали:

- 1) Пониженный уровень организации работы элементов электроэнергетики. Организации, эксплуатирующие данные объекты, несвоевременно и неудовлетворительно осуществляют обслуживание и техническую проверку техники, его ремонт и не осуществляют замену приборов, которые выработали установленные сроки эксплуатации. Примером является ситуация, сложившаяся 20 августа 2010 года. Из-за нарушений в работе двух подстанций с общей мощностью 300 киловатт без электричества остались пять районов Санкт-Петербурга и Всеволожский район Ленинградской об-

ласти. Нельзя не отнести сюда и аварию на Чернобыльской АЭС. Реактор, несоответствующий нормам безопасности имел опасные конструктивные особенности, что привело к крупнейшей в своем роде аварии за всю историю атомной энергетики.

2) Низкая квалификация руководящего и обслуживающего персонала использующих предприятий. Неспособность быстро оценить ситуацию и предпринять оптимальные действия в сложившейся аварийной ситуации в условиях нехватки времени ведут к росту сбоев в электроэнергетических системах. Так, к примеру, летом 2011 года работник крупной американской АЭС, не вышедший из диагностического режима, вызвал срабатывание автоматического отключения, что привело к веерным отключениям, лишившим света более десяти миллионов человек.

3) Внешние факторы, такие как погодные условия. Усиленный ветер, падение деревьев или прочих сооружений, образование замыканий в проводах, крушение опор линий электропередач, связанное с подземными толчками, значительными затоплениями или оползнями. В январе 2012 года ураганный ветер со скоростью 40 метров в секунду обесточил двести пятьдесят тысяч человек Краснодарского края.

Данные обстоятельства в значительной мере способствуют происхождению аварийных процессов в энергетике.

УДК 621.039

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ И МАССООБМЕНА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТЕПЛОДЕЛЯЮЩИХ СБОРКАХ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК С ВОДОЙ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

*С.М. Дмитриев, Д.В. Доронков, А.Н. Пронин,  
А.В. Рязанов, Д.Н. Солнцев, А.Е. Хробостов*

*Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева*

Уровень развития современного реакторостроения в значительной мере зависит от изучения гидродинамики и тепломассообмена теплоносителя в активной зоне (АЗ) ядерного реактора. Необходимость знания тепломассообмена и гидродинамики потока определяется тем, что ядерные реакторы представляют собой высокоэнергонапряженные аппараты, в которых данные процессы проявляются в весьма сложной форме. С одной стороны, принятие существенных запасов по параметрам теплоносителя ограничивает как мощность, так и КПД ядерно-энергетической установки в целом, это нецелесообразно с экономической точки зрения. С другой стороны, превышение локальных параметров теплоносителя (теплового потока, температуры, энтальпии) в активной зоне до сверх пороговых пределов недопустимо с точки зрения безопасности.