

решений: узкобазовых быстромонтируемых опор из современных полимерных композитных материалов, изолирующих траверсы, самонесущих изолированных проводов, линейных защитных аппаратов.

2. Разработка технических требований для создания УКВЛ с высокими технико-экономическими показателями должна осуществляться на основе системного подхода, учитывающего многие согласованные и взаимоисключающие факторы. Оптимальные варианты конструктивного исполнения УКВЛ должны выбираться на основе технико-экономического сравнения с учетом обеспечения необходимой надежности эксплуатации воздушной линии.

3. Для практического внедрения в отечественный электросетевой комплекс воздушных линий нового поколения с более эффективными технико-экономическими и экологическими показателями необходимо пересмотреть (дополнить) существующую нормативно-техническую базу по проектированию ВЛ ВН.

Список литературы:

1. Положение о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС». – М., 2011. – 199 с.
2. Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.240.55.016-2008. – 2008. – 41 с.
3. Траверсы изолирующие полимерные для опор ВЛ 110-200 кВ. Общие технические требования, правила приемки и методы испытаний. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.120.90.033-2009, 2009. – 30 с.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

© Лизалек Н.Н.¹, Васильев В.В.²

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

В статье рассматриваются вопросы совершенствования систем автоматического предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ) в части устранения недостатков способов традиционных принципов цен-

¹ Профессор кафедры Автоматизированных электроэнергетических систем НГТУ, главный научный сотрудник ЗАО «ИАЭС», доктор технических наук, доцент.

² Доцент кафедры Электрических станций НГТУ, главный специалист службы РЗА Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Юга, кандидат технических наук.

трализованного управления, интеграции в АПНУ функций локальной противоаварийной автоматики и расширение её функциональных возможностей. Рассмотрены возможности выполнения следующих функций в составе АПНУ:

- 1) недопущение перегрузки оборудования и возникновения асинхронного хода;
- 2) недопущение аварийного изменения частоты сети и напряжения в узлах энергосистемы;
- 3) автоматическое восстановление нормального режима работы (самовосстановление) энергорайона после аварийного возмущения и ликвидации его последствий.

Ключевые слова: противоаварийное управление, автоматическое предотвращение нарушения устойчивости, мультиагентные системы.

Введение

Противоаварийное управление (ПАУ) реализуется в виде системы противоаварийной автоматики (ПА) контролируемого объекта энергосистемы или района управления и может состоять из одной или нескольких автоматик [1]. Система ПА может быть реализована как отдельными устройствами, так и комплексом взаимосвязанных устройств и обеспечивать предотвращение развития и локализацию аварий в пределах своей области управления. Таким образом, система ПА образует эшелонированную (ступенчатую) структуру, обеспечивающую последовательный ввод в действие её элементов при возникновении и развитии аварийного нарушения. Вид этой структуры следующий [2]:

- I ступень: релейная защита (РЗ) и подсистема автоматического ограничения повышения напряжения (АОПН);
- II ступень: подсистемы автоматического предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ) как в централизованном, так и, в большинстве случаев, в децентрализованном виде, автоматического ограничения перегрузки оборудования (АОПО), автоматического ограничения повышения частоты (АОПЧ);
- III ступень: локальные подсистемы автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР), автоматического ограничения снижения частоты (АОСЧ) и напряжения (АОСН).

Обязательное оснащение энергосистем устройствами I и III ступеней, АОПО и АОПЧ регламентируется руководящими документами, а вот применение подсистем АПНУ, относящихся ко II ступени системы ПА, обычно определяется проектными решениями и должно быть обосновано с точки зрения технической и экономической целесообразности.

ПА сформировалась на основе релейной защиты и сначала развивалась как децентрализованная система. И только с появлением более сложных

задач по противоаварийному управлению начали проявляться элементы централизации и координации, которые развились в связи с появлением микроэлектронной и микропроцессорной техники. Необходимость централизованного и координированного управления, прежде всего, возникла для сложно организованных комплексов ПА, предназначенных для предотвращения нарушения устойчивости ЭЭС в послеаварийных режимах – АПНУ. Принципы функционирования, организации и выбора управляющих воздействий для ПА практически не пересматривались со времен их создания.

Целью настоящей статьи является рассмотрение путей совершенствования принципов работы существующих систем ПА (в особенности АПНУ), связанное с:

- развитием микропроцессорных технологий;
- ликвидацией выявленных недостатков существующих принципов ПАУ;
- необходимостью совершенствования системы ПАУ с развитием таких технологий, как «интеллектуальная электроэнергетическая система с активно-адаптивной сетью» и Smart Grid («умная сеть»).

Принципы организации и недостатки существующей системы АПНУ

Когда мы говорим о системе противоаварийной автоматики, то в первую очередь имеем ввиду АПНУ, развитие которой в настоящее время идет по пути создания централизованных комплексов, оснащенных вычислительными устройствами и способных на основе информации о текущем режиме ЭЭС и возникающих аварийных возмущениях определять необходимые управляющие воздействия и передавать команды для их исполнения. Существующие централизованные комплексы АПНУ предназначены в основном для предотвращения нарушения статической устойчивости ЭЭС в послеаварийных режимах. Предотвращение нарушения динамической устойчивости обеспечивается в основном с помощью локальных устройств ПА или централизованными комплексами косвенным путем – за счет обеспечения высоко-го коэффициента запаса устойчивости ЭЭС в послеаварийном режиме.

В состав централизованных комплексов АПНУ входят (рис. 1): устройства измерения и фиксации параметров доаварийного режима – датчики телемеханики (ТМ) с местной информацией (МИ) и удаленной информацией (УИ), опрашиваемые центральной приемо-передающей станцией (ЦППС); пусковые органы (ПО), выявляющие нарушения схемы и режима (фиксация отключения линии (ФОЛ), фиксация отключения двух линий (ФОДЛ), фиксация отключения трансформатора (ФОТ) и т.п.); ЭВМ, выполняющая функции устройства автоматической дозировки управляющих воздействий (АДВ); исполнительные органы (ИО), реализующие эти воздействия (отключение генераторов (ОГ), отключение нагрузки (ОН), деление системы (ДС) и др.). В

состав комплекса может входить также устройство запоминания дозировки управляющих воздействий (АЗД), выработанных устройством АДВ.

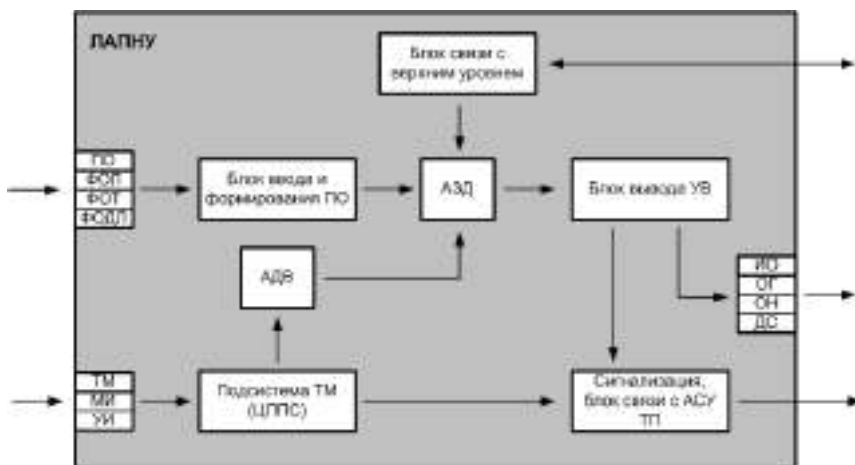


Рис. 1. Структурно-функциональная схема комплекса АПНУ

Работа централизованных комплексов АПНУ направлена на решение следующих основных задач:

- 1) оценивание состояния энергосистемы в районе противоаварийного управления на основе данных телеизмерений и телесигнализации с контролем достоверности полученной информации;
- 2) определение располагаемого объема управляющих воздействий на конкретных объектах;
- 3) отображение текущего электрического режима ЭЭС в заданной расчетной схеме и формирование необходимых для контроля устойчивости параметров;
- 4) проверка факта сохранения устойчивости системы с запасом не ниже нормативного для каждого из расчетных возмущений;
- 5) расчет дозировки управляющих воздействий ПА для аварийных возмущений, сопровождающихся нарушением устойчивости системы или выходом ее послеаварийного режима из допустимой области;
- 6) формирование выходных сигналов, соответствующих рассчитанной дозировке УВ, и выдача их в устройство АЗД.

Алгоритмы централизованных комплексов АПНУ различаются по моменту времени, когда выполняется расчет параметров УВ (дозировки): до фиксации аварийного возмущения (способ «ДО») или после (способ «ПОСЛЕ»). Способ «ДО» в зависимости от метода восприятия входной информации в свою очередь подразделяется на:

- метод I (I-ДО), основанный на применении математической модели ЭЭС и впервые предложенный ОАО «НИИПТ» (ныне ОАО «НТЦ ЕЭС»);
- метод II (II-ДО), основанный на результатах предварительно выполненных расчетов устойчивости и впервые предложенный ОАО «Институт «Энергосетьпроект».

Устройства АПНУ (АДВ), реализующие алгоритмы по способу «ПОСЛЕ», должны работать в темпе процесса, осуществляя расчет дозировки УВ после фиксации возмущения и только для этого возмущения. Способ «ПОСЛЕ» требует исключительно большого быстродействия ЭВМ с выполнением дозировки за сотые доли секунды от момента срабатывания ПО (0,02-0,10 сек). Однако такие жесткие требования к быстродействию управляющей ЭВМ характерны, по-видимому, только при решении задач сохранения динамической устойчивости ЭЭС с использованием алгоритмов программного типа без коррекции управления по ходу переходного процесса. Реализация способа «ПОСЛЕ» не нашла применения в устройствах АДВ из-за сложности и высокой цены исполнения. А вопросы сохранения динамической устойчивости, как это было указано выше, решаются с помощью локальных устройств ПА.

Алгоритмы АПНУ по способу «ДО» работают вне контура управления циклически (в доаварийном режиме), настраивая автоматику на все предусмотренные аварийные ситуации. Способ «ДО» не требует большого быстродействия; требования к длительности цикла дозировки, выполняемой для всех ПО, обуславливаются быстротой изменения режима ЭЭС.

Недостатки способа I-ДО:

- отсутствие формализованных подходов к поиску «опасных» сечений. В настоящее время используются методические указания по устойчивости, выпущенные под способ II-ДО;
- необходимость использования упрощенных эквивалентов смежных с контролируемым энергорайонов для оценки устойчивости и дозировки УВ;
- сложность определения дозировки УВ при повреждениях с наложением нескольких аварийных событий, когда возможно срабатывание нескольких ПО или смежных комплексов АПНУ с различным типом воздействий.

Недостатки способа II-ДО:

- большой объем предварительных расчетов для аппроксимации областей статической устойчивости и заполнения таблиц дозировки управляющих воздействий; Результаты этих расчетов привязаны к определенным расчетным условиям, что может приводить к ошибочным решениям по дозировке УВ при отклонении текущего состояния ЭЭС от планируемого и обесценивает предварительные расчеты;

- отсутствие контроля текущей мощности потребителей, введенных под отключение (ОН).

Общие проблемы для комплексов АДВ:

- дискретность ступеней управления, которая может приводить к пере- или недорегулированию;
- обеспечение предельной величины расчетного цикла выбора УВ не более 30 секунд.

Достигнутый за предыдущие десятилетия уровень развития и оснащенности техническими средствами, решающими задачи противоаварийного управления посредством централизованных комплексов АПНУ, весьма высок и основывается на передовых технологиях, использующих современные научно-технические достижения в части технического и программного обеспечения. Однако отмеченные недостатки реализованных до настоящего времени алгоритмов АДВ вызваны, в основном, использованием упрощенных математических моделей ЭЭС, приближенных методов расчета параметров послеаварийного режима и управляющих воздействий. Как показывает практика, даже применение вычислительных систем с программируемой структурой и параллельной обработкой информации не дает желаемого эффекта по исключению указанных недостатков способов управления. Несмотря на то, что развитие вычислительной техники и средств передачи информации обусловили быстрое совершенствование системы ПА, развитие энергосистем как объекта управления и ужесточение требований к надежности их функционирования в настоящее время, как и в прошлом, опережает средства аварийного управления – систему ПА.

Необходимо также отметить, что назревающая модернизация и инновационное развитие электроэнергетики [3, 4] предъявляет к системе ПА новые требования в части:

- расширения области применения АПНУ;
- повышения адаптивности и снижения избыточности действий устройств ПА;
- развития районных систем ПА;
- развития функции автоматического восстановления нормального режима после нарушения и ликвидации аварийной ситуации;
- совершенствования алгоритмов АДВ для повышения эффективности управления за счет оптимизации УВ;
- повышения общего уровня устойчивости системы в послеаварийных режимах, т.е. повышения живучести всей энергосистемы.

Таким образом, имеется целый ряд объективных причин для совершенствования подсистем ПА, относящихся к различным уровням (эшелонам) управления.

Пути совершенствования АПНУ

В связи с тем, что наиболее гибкой в части расширения области применения, функциональных возможностей, повышения адаптивности является система АПНУ, рассмотрение вопросов совершенствования именно этой ПА носит первоочередной характер.

В связи с тем, что аппаратная часть систем АПНУ в настоящее время является одной из самых современных, процесс совершенствования, по нашему мнению, целесообразно осуществлять в следующих направлениях:

1. Устранение указанных выше недостатков способов управления I-ДО и II-ДО.
2. Интеграция в АПНУ существующих функций локальной противоаварийной автоматики.
3. Расширение её функциональных возможностей в части наделения новыми функциями ПАУ с применением современных методов управления сложными объектами.

Наибольший эффект от совершенствования системы АПНУ может быть достигнут, параллельно развивая эти направления.

Часть недостатков I-ДО и II-ДО можно нивелировать, используя способ «ПОСЛЕ» хотя бы частично, например, с корректировкой по ходу процесса или выбором УВ в режиме реального времени. Способ «ПОСЛЕ» ориентирован на использование математической модели объекта управления, операции с которой должны существенно опережать по темпу развитие переходного процесса в физическом времени. Для этого необходимо использование математических моделей в «сжатом» времени. В основе последних могут лежать аналоговые модели с переносом спектра модельных процессов в высокочастотную область. Понятно, что такой спектральный сдвиг, скорее всего, связан с изменением масштабов моделирующих аналоговых элементов в сторону их резкого уменьшения, вплоть, может быть, и до наноразмеров (наномоделирование). Этот вопрос требует специальной проработки и в настоящей статье не рассматривается.

Насчет расширения функциональных возможностей АПНУ в части выполнения существующих и новых функций ПА имеются следующие соображения. В настоящее время система АПНУ, наделенная функцией сохранения статической устойчивости энергорайона, выделяется из общего состава ПАУ и применяется совместно с другими устройствами ПА. Однако, в связи с тем, что АПНУ обладает наиболее полной информацией о режиме работы энергорайона и представляет собой комплекс противоаварийных автоматик, видится перспективным выполнение в её составе следующих функций:

- **недопущение перегрузки связей энергорайона с энергообъединением;**

- недопущение возможного асинхронного режима (АР) по связям энергорайона с энергообъединением;
- недопущение аварийного изменения частоты во всем энерго-районе и напряжения в отдельных узлах;
- автоматическое восстановление нормального режима работы (самовосстановление) энергорайона после аварийного возму-щения и ликвидации его последствий.

Задачи ликвидации перегрузки и АР по связям энергорайона с энерго-объединением в настоящее время решают с помощью применения локаль-ных устройств АОПО и АЛАР соответственно. Эти устройства действуют по факту обнаружения ненормального режима на отключение контролируе-мых элементов. В редких случаях АОПО вырабатывает УВ, направленные на разгрузку перегружаемых высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) и оборудования. Представляется целесообразным не допускать срабатыва-ния локальных устройств АОПО и АЛАР, действующих на отключение оборудования, и реализовывать от АПНУ следующие превентивные управ-ляющие воздействия:

- в части ограничения перегрузки оборудования:
 - загрузку генераторов и отключение нагрузки в дефицитной части энергорайона;
 - отключение генераторов в избыточной части энергорайона;
 - изменение топологии электрической сети, обеспечивающее пе-рераспределение потоков мощности и ликвидацию перегрузки элемента сети.
- в части недопущения возникновения АР:
 - создание условий для ресинхронизации, например, с помощью отключения синхронных компенсаторов и части генераторов энергорайона, особенно работающих с малой нагрузкой в режи-ме, близком к режиму синхронного компенсатора. Ресинхрони-зация – самый желательный исход асинхронного режима, она существенно сокращает число операций по ликвидации аварий-ной ситуации, но главное то, что она позволяет избежать нару-шения работы всех или части потребителей энергорайона, кото-рое неизбежно возникает при пульсации активной мощности ге-нераторов. Более того, вероятность успешной ресинхронизации может быть существенно увеличена путем не отключения, а по-гашения возбuditелей этих генераторов, например, отключением АПП (автомат гашения поля);
 - деление системы по «опасным» развитием асинхронного хода сечениям.

При выборе управления АПНУ послеаварийного режима по способу I-ДО определяются и используются предполагаемые сечения асинхронного

хода, развивающегося в системе при отсутствии послеаварийного режима. Собственно, установление послеаварийного состояния с заданным запасом устойчивости непосредственно связано с утяжелением режима по этим сечениям. В простейшем случае такое сечение одно, однако, их может быть и несколько. При наличии нескольких сечений все они выступают претендентами на сечения развивающегося асинхронного хода, в том числе может быть и многомашинного. Для определения предполагаемых сечений асинхронного хода необходимо определиться с правилом разбиения системы на подсистемы, которые могут формироваться на основе расчета стационарного режима с оценкой запасов устойчивости по разным направлениям его утяжеления. Разбиения на подсистемы может также проводиться на базе выявления колебательной структуры переходного процесса, в общем случае являющейся функцией времени. Первый вариант оперирует с некоторой фиксированной для данного расчета переходного процесса структурой системы, выбранной из каких-либо внешних соображений. Второй – использует структуру движения, сформированную во время расчета переходного процесса. Нарушения устойчивости, если они происходят, проявляются развитием асинхронного хода по сечениям системы, лежащим между такими противоположно движущимися подсистемами.

Выполняя задачи недопущения перегрузки оборудования и возникновения АР, система АПНУ энергорайона, обладающая целым комплексом распределенных исполнительных устройств на конкретных объектах потребления и производства электроэнергии, без особых дополнительных аппаратных затрат может выполнять функцию ограничения недопустимого изменения частоты сети и напряжения в узлах. Необходимо отметить, что эта распределенная система исполнительных устройств должна быть максимально приближена к объектам управления (узлам нагрузки и генераторам электрических станций) и осуществлять управление на нижнем иерархическом уровне по собственной имеющейся информации, на базе собственных алгоритмов функционирования.

Возможность обмена информацией между устройствами нижнего уровня, а также с устройствами верхнего уровня с определением принципов и приоритетов этого обмена должно обуславливаться наличием общесистемных задач, которые решает система АПНУ. В целом наличие централизованного устройства, задачей которого является установление областей энергосистемы со сниженной частотой, сниженным напряжением, дефицитом активной и реактивной мощности, позволит скоординировать действия устройств нижнего иерархического уровня для минимизации ущерба от отключения нагрузки.

Развитие противоаварийной автоматики может потребовать применения новых подходов к архитектуре системы управления, в частности целесообразно рассмотреть применимость мультиагентных систем (МАС).

Основные преимущества использования мультиагентных систем:

- отсутствие необходимости создания и поддержки актуальности единой расчетной схемы энергообъекта;
- использование текущих реальных («измеренных») напряжений и токов;
- возможность работы с централизованными системами.

Технология построения мультиагентных систем управления сложными объектами, такими как ЭЭС, в настоящее время еще находится в стадии становления. Основные достижения в этой части пока не очень ориентируются на аспекты практической реализации и пока далеки от практики. В основном мультиагентный подход используется для диагностики состояния оборудования и устройств релейной защиты, исследования рынков электроэнергетики, повышения энергоэффективности, оценивания состояния ЭЭС.

Предлагаемая система управления с применением теории МАС содержит (рис. 2):

- 1) вышестоящую управляющую систему – ЛАПНУ;
- 2) локальные устройства (агенты) A_1, A_2, \dots, A_i ;
- 3) управляемые процессы P_1, P_2, \dots, P_i .

В системе выделены три вида связи: две вертикальные и одна горизонтальная. Из них m_1, m_2, \dots, m_i – управляющие воздействия; s_1, s_2, \dots, s_i – координирующие воздействия; $r_1, r_2, \dots, r_i, k_1, k_2, \dots, k_i$ – «вертикальные» информационные сигналы; $p_{12}, \dots, p_{2i}, p_{12}, \dots, p_{2i}$ – «горизонтальные» информационные сигналы.

Особенностями предлагаемой системы управления являются:

- возможность автономной работы локальных устройств управления (агентов);
- связь между агентами может быть организована как непосредственно между собой, так и через центральное устройство;
- централизованная обработка данных, используемых для координации управления;
- система обладает повышенной надежностью, т.к. при выходе из строя центрального органа локальные устройства управления продолжают функционировать;
- реализуется совместно с системой ограничения перегрузки оборудования и ликвидации АР в части передачи данных от ЛАПНУ и реализации УВ.

Последняя из предлагаемых дополнительных функций – **самовосстановление режима** – является новоприобретаемой как для всей системы ПА, так и для АПНУ в частности, т.к. основную роль в восстановлении нормального режима в настоящее время выполняет персонал, оперативными действиями которого осуществляется синхронизация энергорайона с энергообъемлением и под контролем которого восстанавливается питание потребите-

лей. При этом используются заранее проработанные сценарии восстановления, для осуществления которых требуется длительное время и скоординированные действия диспетчерского и оперативного персонала. Перспективность и важность автоматического самовосстановления режима (АСВР), как одного из направлений развития ПА при реализации Концепции интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью для ЕЭС России, указана в [4]. Поскольку для реализации АСВР потребуется рассматривать большое число различных вариантов восстановления нормального режима энергорайона, которое напрямую зависит от количества элементов и способов их соединения, то представляется целесообразным для формирования правил самовосстановления использовать теорию искусственных нейронных сетей (ИНС). Самообучающиеся нейронные сети основаны на методиках автоматической классификации ситуаций из реальной практики, или на методах обучения на примерах. Примеры реальных ситуаций составляют так называемую обучающую выборку. Её элементы описываются множеством классификационных признаков.

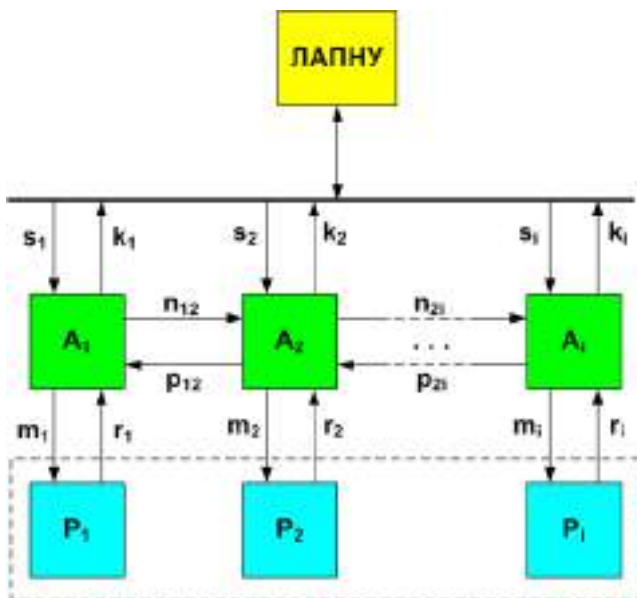


Рис. 2. Структурная схема организации АПНУ для управления оборудованием

Применение ИНС дает преимущество в тех случаях, когда [5]:

- трудно формализовать задачу и требуется наличие предыдущих знаний;

- необходимо перебрать множество возможных ситуаций развития процесса;
- быстрота управления важнее точности;
- требуется решить задачу в условиях неполных и некорректных исходных данных.

Построенные в соответствии с этими принципами самообучающиеся системы имеют следующие недостатки:

- относительно низкую адекватность баз знаний возникающим реальным проблемам из-за неполноты и/или зашумленности обучающей выборки;
- низкую степень объяснимости полученных результатов;
- поверхностное описание проблемной области и узкую направленность применения из-за ограничений в размерности признакового пространства.

Кроме того, необходимо понимать, что без тщательного анализа реальных данных об объекте управления нейросети остаются вычислительной платформой с резко ограниченными возможностями применения. Мы можем сколь угодно много знать об объекте, но в рамках нейросетевого подхода единственно возможный способ «обучить» этими знаниями модель – правильно сформировать набор входных переменных, реально влияющих на точность прогнозирования того или иного ее параметра.

Задача построения ИНС, основу которой составит проблема выбора типа нейросети, для выполнения функции АСВР в АПНУ требует отдельной проработки.

В качестве подсистемы АПНУ, предназначенной для недопущения аварийного изменения частоты во всем энергорайоне и напряжения в отдельных узлах, а также выполнения функции АСВР, может использоваться разработанная авторами система комплексного управления нагрузкой [6, 7], технологический алгоритм которой представлен на рис.3.

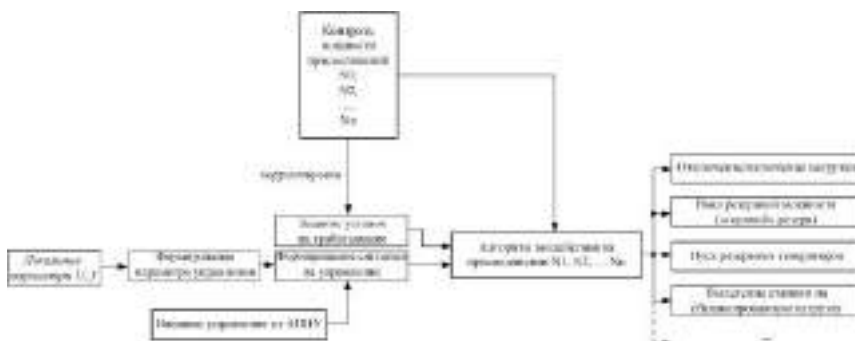


Рис. 3. Технологический алгоритм подсистемы комплексного управления нагрузкой

Таким образом, предлагаемые пути совершенствования АПНУ, направленные на быстрое обнаружение возмущений в энергосистеме и их локализацию за счет комплексного воздействия на все объекты ЭЭС, включая генерацию и нагрузку, позволят значительно повысить эффективность всей системы ПА. А реализуемая функция АСВР позволит не только автоматизировать процесс восстановления нормального режима энергосистемы, но и сократить время существования квазиустановившегося послеаварийного режима, который накладывает соответствующие ограничения (перетоки мощности, уровни напряжения в узлах и т.п.).

Заключение

В условиях инновационного развития электроэнергетики совершенствование существующей системы АПНУ может идти по нескольким направлениям, включающих в себя модернизацию существующих подходов к выбору управляющих воздействий, а также расширение её функциональных возможностей с применением современных теорий управления сложными объектами. Заслуживает внимание рассмотрение возможности выполнения следующих функций в составе АПНУ:

- 1) недопущение перегрузки оборудования и возникновения асинхронного хода;
- 2) недопущение аварийного изменения частоты сети и напряжения в узлах энергосистемы;
- 3) автоматическое восстановление нормального режима работы (самовосстановление) энергорайона после аварийного возмущения и ликвидации его последствий.

В таком составе АПНУ будет обладать качественно новыми свойствами и решать вопросы не только предотвращения нарушения устойчивости, но и недопущения перегрузки оборудования, ликвидации асинхронного режима, ограничения повышения и понижения частоты и напряжения, и, в итоге, обеспечивать восстановление нормального режима работы нагрузки, генерации и сетевого оборудования.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 55105-2012. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования.
2. Глушкин И.З., Иофьев Б.И. Противоаварийная автоматика в энергосистемах. Т. I, Т. II. – М.: «Знак». 2009. – 568 с. (Т. I), 2011. – 528 с. (Т. II).
3. Интеллектуальное развитие электроэнергетики с участием «активного» потребителя / Авт.: В.В. Бушуев, Б.Б. Кобец, Н.Н. Лизалек, В.В. Васильев / Под. ред. В.В. Бушуева. – М.: ИД «Энергия», 2013. – 94 с.

4. Отчет ОАО «НТЦ электроэнергетики» по теме «Разработка Концепции интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью». – М., 2011.

5. Гамм А.З., Колосок И.Н. Обнаружение грубых ошибок телеизмерений в электроэнергетических системах. – Новосибирск: «Наука», 2000. – 152 с.

6. Васильев В.В., Лизалек Н.Н., Петров А.М., Глазырин В.Е. Автоматическая система восстановления нормального режима работы узла нагрузки энергосистемы // Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность. – 2012. – № 4. – С. 2-8.

7. Васильев В.В. Разработка адаптивной системы противоаварийной автоматики и самовосстановления режима работы энергоузла // Новое в российской электроэнергетике. Ежемесячный научно-технический электронный журнал. – 2013. – № 10. – С. 20-32.

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

© Минкин Н.А.¹, Чуканова В.А.¹, Пеньшин Н.В.²

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Проблема обеспечения безопасности дорожного движения в последние годы становится все актуальнее. Ежегодный прирост автомобильного парка, привел к быстрому росту количества дорожно-транспортных происшествий. Причинами этого являются многие факторы, такие как: плохие дороги, недостаточные водительские навыки, вождение автомобиля в состоянии алкогольного опьянения, плохая культура вождения и невнимательность. Все это приводит к большому количеству пострадавших и погибших.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, ВАДС, дорожно-транспортные происшествия, транспортные средства.

В наше время одной из основных и ключевых проблем стала безопасность дорожного движения (БДД). Безопасность дорожного движения это, главным образом, культурное поведение, как пешеходов, так и водителей автомобильного транспорта. Большинство аварий и различных аварийных

¹ Магистрант кафедры Организации перевозок и безопасности дорожного движения.

² Доцент кафедры Организации перевозок и безопасности дорожного движения. Научный руководитель, заслуженный работник транспорта России, кандидат экономических наук.