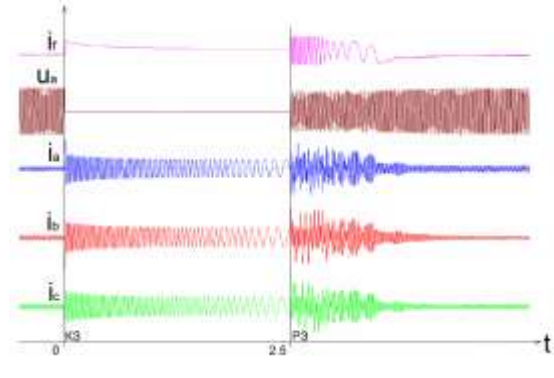


**Рис. 4. Результаты моделирования процессов в синхронном двигателе в случае трехфазного короткого замыкания на шинах питания длительностью 1с**



**Рис. 5. Результаты моделирования процессов в синхронном двигателе в случае трехфазного короткого замыкания на шинах питания длительностью 2.5с**

Для оценки условий эксплуатации оборудования, а именно термической стойкости кабелей ввода и присоединений двигателей, рассмотрены аperiodические составляющие токов коротких замыканий, рассчитаны тепловые импульсы и определены минимально допустимые сечения. В данных режимах кабели ввода и присоединений удовлетворяют условию термической стойкости. Также проведен анализ токов самозапуска двигателей, которые не должны превышать в 1,7 раза пусковой ток [2] данных типов двигателей.

Согласно моделированию установки защиты минимального напряжения необходимо изменить на  $U_{cp} = 0.5U_{ном}$  и  $t_{cp} = 10с$ , за это время короткое замыкание устраняется средствами релейной защиты и автоматики, напряжение восстанавливается, токи статора не превышают допустимых значений. При трехфазных коротких замыканиях длительностью менее 2.5 с условия эксплуатации оборудования также не превышают допустимых значений, самозапуск возможен.

Исследование проблемы самозапуска двигателей в каждом конкретном случае имеет свои особенности, детальный учет условий функционирования оборудования позволяет получить более достоверные результаты и обеспечить надежное электроснабжение.

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, Госзадание "Наука" № FSWW-2020-0017.*

#### Литература

1. Голоднов Ю. М., Хоренян А. Х. Самозапуск электродвигателей. – Энергия, 1974.
2. Гуревич Ю. Е., Кабиков К. В. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя. – 2005.
3. Носов К. Б., Дворак Н. М. Способы и средства самозапуска электродвигателей //М.: Энергоатомиздат. – 1992.
4. Сулайманов А.О., Суворов А.А., Рубан Н.Ю., Уфа Р.А., Андреев М.В., Боровиков Ю.С., Гусев А.С. Концепция и базовая структура всережимного моделирующего комплекса //Газовая промышленность. – 2017. – №. 5 (752). – С. 18-27.
5. Сулайманова В. А. и др. Проблема адекватного анализа устойчивости узлов двигательной нагрузки систем электроснабжения, условий ее обеспечения и средства ее решения //Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22. – №. 4 (135).

### **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ФАКТИЧЕСКУЮ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКУЮ ИНФОРМАЦИЮ ОБ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ В ЦИКЛЕ ПЛАНИРОВАНИЯ**

**Томалев А.А., Разживин И.А.**

Научный руководитель - доцент М.В. Андреев

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

В процессе цифровизации энергетики всё большее применение находят программные комплексы, алгоритмы работы которых для определения максимально допустимых перетоков и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях используют актуальные значения телеметрии о параметрах энергосистемы (значения перетоков активной и реактивной мощности, величины нагрузки в узлах, значения напряжения на шинах станций и подстанций) в режиме он-лайн и выполняют функцию оценивания состояния. Эффективность их применения подтверждена опытом эксплуатации [1, 3] и составляет до 800 МВт в зависимости от состава контролируемого сечения и перечня влияющих на величину допустимых перетоков активной мощности факторов. Как уже говорилось ранее, основной целью применения вышеуказанных программных комплексов является использование актуальной телеметрической информации о режиме работы энергосистемы и в режиме он-лайн определение величин допустимых перетоков активной мощности, которые, как

правило, оказываются выше расчетных величин, ввиду того, что расчетные величины определены для наиболее «тяжелых» сочетаний влияющих факторов, что в свою очередь обеспечивает значительную надежность работы энергосистемы, а фактический режим оказывается более «легким». Таким образом, применение программных комплексов использующих фактическую телеметрию и режим оценивания состояния упрощает вопрос более полного использования пропускной способности электропередач при фактическом управлении электроэнергетическим режимом, но вопрос возможности запланировать на последующие сутки режим электропередачи с учетом допустимых перетоков, которые могут быть рассчитаны программными комплексами, использующими актуальную телеметрию, оставался открытым.

В качестве предмета исследования в данной статье был рассмотрен вопрос объема информации, необходимой для возможности применения в процессе планирования рассматриваемых программных комплексов.

Полный объем используемой при фактическом режиме телеметрической информации включает в себя [2]:

1. Общие параметры электроэнергетического режима: топология сети - текущее состояние элементов энергосистемы, таких как генераторы, линии электропередачи, секции шин, выключатели, СКРМ и т.д; текущая генерация активной и реактивной мощности источников; потребление активной и реактивной мощности нагрузкой; коэффициенты распределения нагрузки между узлами; фактическое потокораспределение активной мощности по сетевым элементам и контролируемым сечениям;

2. Дополнительные параметры, используемые при определении величин допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях: длительно допустимые (далее - ДДТН) и аварийно допустимые (далее - АДТН) токовые нагрузки сетевых элементов; прогнозное значение температуры окружающей среды; состояние устройств противоаварийной автоматики.

Источник вышеуказанных данных для этапа планирования представлен в таблице.

Таблица

№ п/п	Наименование параметра	Источник данных при планировании
1.	Потребление энергосистемы	Информация, предоставляемая потребителями
2.	Перетоки активной и реактивной мощности по электросетевым элементам	Дорасчетный параметр на основании сформированного режима
3.	Эксплуатационное состояние и нагрузка генерирующего оборудования	Информация, предоставляемая станциями
4.	Эксплуатационное состояние ЛЭП, Т, АТ, СКРМ	В соответствии с заявками на вывод оборудования в ремонт/ ручной ввод
6.	ДДТН и АДТН ЛЭП и электросетевого оборудования	Информация собственника электросетевого оборудования
7.	Температурные условия	Комплекс прогноза метеоданных
8.	Эксплуатационное состояние ПА	В соответствии с заявками на вывод оборудования в ремонт/ ручной ввод

Отдельным фактором является то, что даже в условиях значительной наблюдаемости энергосистемы или энергорайонов, как правило, ввиду большого разнообразия схемно-режимных ситуаций, которые могут возникнуть, для возможности корректного определения прогнозных величин допустимых перетоков активной мощности должна быть предусмотрена возможность задания параметров, используемых при расчете, «вручную».

**Выводы:** применение программных комплексов, использующих фактическую телеметрию и режим оценивания состояния, на этапе планирования обладает следующими преимуществами:

1) Возможность более эффективного и полноценного использования пропускной способности электропередачи при управлении режимом за счет того, что запланированный электроэнергетический режим соответствует фактическому.

2) Описание базы данных технологом для применения рассматриваемых программных комплексов требует длительной трудоемкой работы, что в условиях проявления человеческого фактора, зачастую приводит к ошибкам расчета при фактическом управлении режима. Расчет прогнозных величин допустимых перетоков активной мощности позволяет заведомо выявить данные замечания и внести в базу данных программного комплекса соответствующие корректировки.

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, Госзадание "Наука" № FSWW-2020-0017.*

#### Литература

- Багрянцев А.А., Максименко Д.М., Неуймин В.Г., Шубин Н.Г. Оптимизация суточных режимов энергосистемы с адаптивным расчетом максимально допустимых перетоков. //Известия НИИ постоянного тока. – 2011. – №. 1. – С. 135-144.
- Костоглодова С. Л. и др. Интеграция системы мониторинга запасов устойчивости с технологическими инструментами рынка электроэнергии и мощности //Известия НТЦ Единой энергетической системы. – 2021. – №. 1. – С. 89-95.
- Томалев А. А. Система мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ). Опыт эксплуатации и перспективные направления развития СМЗУ в ОЭС Сибири //Электроэнергетика глазами молодежи-2019. – 2019. – С. 83-86.