



СК11.State Estimator PORTOS PC

версия: 11.6.4.
редакция: 7280
дата печати: март, 2022

Программный комплекс СК-11

"Программный комплекс СК-11" – это общее название информационно-технической платформы с изменяемым набором приложений для создания автоматизированных систем оперативно-диспетчерского, технологического и ситуационного управления объектами электроэнергетики. Состав приложений зависит от круга задач, решаемых центром управления, и может меняться в процессе эксплуатации.

Приложения работают с использованием интеграционной серверной платформы СК-11 под управлением ОС Astra Linux с использованием встроенной СУБД PostgreSQL.

В настоящем томе приведено описание приложения "Оценка состояния" – программа для ЭВМ "СК11.State Estimator PORTOS PC".

Авторские, имущественные права и общие положения по использованию документа

Настоящий документ пересматривается на регулярной основе с внесением всех необходимых исправлений и дополнений в следующие выпуски.

Предприняты все меры для того, чтобы содержащаяся здесь информация была максимально актуальной и точной, тем не менее, компания Монитор Электрик не несёт ответственности за ошибки или упущения, а также за любой ущерб, причинённый в результате использования содержащейся здесь информации.

О технических неточностях или опечатках вы можете сообщить в Службу технической поддержки Монитор Электрик. Мы будем рады вашим замечаниям и предложениям.

Содержание данного документа может быть изменено без предварительного уведомления. Перед использованием убедитесь, что это актуальная версия, соответствующая версии используемой системы. Для получения актуальной версии вы можете обратиться по адресам, указанным на сайте www.monitel.ru.

Данный документ содержит информацию, которая является конфиденциальной и принадлежит Монитор Электрик. Все права защищены. Не допускается копирование, передача, распространение и иное разглашение содержания данного документа, а также, любых выдержек из него третьим лицам без письменного разрешения Монитор Электрик. Нарушители несут ответственность за ущерб в соответствии с законом.

Названия продуктов и компаний, упомянутые здесь, могут являться торговыми марками соответствующих владельцев.

Продукция, для которой разработана настоящая документация (документ) является сложным прикладным программным обеспечением, которое далее будет именоваться «Программный продукт».

Компания Монитор Электрик оставляет за собой право внесения любых изменений в настоящую документацию.

Гарантия

Компания Монитор Электрик гарантирует устранение выявленных в Программном продукте дефектов.

Исправленные версии Программного продукта предоставляются в виде обновления.

Дефектом признаётся отклонение функциональности Программного продукта от соответствующего описания, приведённого в настоящей документации, препятствующее нормальной эксплуатации Программного продукта, при условии соблюдения требований к организации эксплуатации, приведённых в настоящей документации.

Допускается незначительное различие фактической функциональности Программного продукта и описания, приведённого в настоящей документации, при условии, что это не влияет значимым образом на процесс эксплуатации.

Правила безопасной эксплуатации и ограничение ответственности

Программный продукт функционирует в составе системы, включающей помимо самого Программного продукта компьютерное аппаратное обеспечение, системное и специальное программное обеспечение, сегменты вычислительной сети – далее совместно именуемые инфраструктурой. Современная инфраструктура, в которой функционирует Программный продукт, включает сложное аппаратное и программное обеспечение, которое может модернизироваться и обновляться независимо от Программного продукта. Поэтому для безопасной и бесперебойной эксплуатации Программного продукта перед вводом его в постоянную эксплуатацию должна быть разработана эксплуатационная документация на систему в целом. Настоящий документ предназначен для облегчения пользователю (эксплуатирующей организации) задачи разработки собственной эксплуатационной документации на систему.

Для повышения безопасности и бесперебойности эксплуатации систем на базе Программного продукта необходимо выполнять следующие основные требования по организации эксплуатации (другие требования и рекомендации могут содержаться в соответствующих разделах документа):

- Реализация и эксплуатация автоматизированных систем, в составе которых функционирует Программный продукт, должны осуществляться на основе проектной документации, при разработке которой проработаны и согласованы с эксплуатирующей организацией все вопросы совместимости и интеграции компонентов, включая Программный продукт.
- Эксплуатация Программного продукта должна проводиться в соответствии с эксплуатационной документацией эксплуатирующей организации, а также рекомендациями Службы технической поддержки Монитор Электрик.

- В эксплуатационной документации должен быть описан механизм взаимодействия специалистов эксплуатирующей организации (администраторы, пользователи) со Службой технической поддержки Монитор Электрик, включая регламент выполнения рекомендаций и подготовки ответов на запросы дополнительной информации Службы технической поддержки Монитор Электрик в ходе штатной эксплуатации и устранения нарушений в работе Программного продукта.
- Запрещено использование нештатных средств, не входящих в состав Программного продукта или не описанных в эксплуатационной документации, в том числе инструментов для внесения изменений в базы данных Программного продукта.
- Аппаратное обеспечение, системное программное обеспечение, внешнее программное обеспечение, взаимодействующее с Программным продуктом или работающее на общей с ним аппаратной платформе, а также другая ИТ-инфраструктура, обеспечивающая работу Программного продукта, должны быть совместимы с эксплуатируемой версией Программного продукта и функционировать без сбоев.
- В соответствии с эксплуатационной документацией и внутренними регламентами эксплуатирующей организации, с определённой периодичностью должны выполняться следующие профилактические мероприятия:
 - перезагрузка серверов и клиентских рабочих станций, на которых установлен Программный продукт;
 - установка критически важных обновлений системного программного обеспечения, внешнего программного обеспечения, взаимодействующего с Программным продуктом или работающего на общей с ним аппаратной платформе;
 - обновление антивирусных БД на серверах и клиентских рабочих станциях, на которых установлен Программный продукт;
 - проверка и обеспечение достаточности аппаратных ресурсов;
 - проверка журналов операционной системы и Программного продукта на наличие записей об ошибках и устранение причин их возникновения;
 - мониторинг корректной работы сетевого оборудования ЛВС, которое участвует в обмене данными между компонентами Программного продукта, а также между Программным продуктом и внешними системами.
- Регламент (периодичность, условия) выполнения профилактических мероприятий определяется эксплуатирующей организацией самостоятельно в зависимости от условий эксплуатации с учётом рекомендаций, приведённых в настоящей документации, и рекомендаций Службы технической поддержки Монитор Электрик при их наличии.
- При использовании Программного продукта для выполнения важных операций, которые могут привести к возникновению значительных убытков или связаны с рисками для жизни и здоровья людей, пользователь Программного продукта должен убедиться в том, что Программный продукт и инфраструктура функционируют в штатном режиме, без сбоев, а после завершения операции – убедиться в том, что она выполнена корректно.
- Все значимые для обеспечения безопасной эксплуатации Программного продукта регламентные операции и профилактические мероприятия, а также факты проверки готовности системы к выполнению важных операций и факты успешного выполнения важных операций должны фиксироваться в оперативном журнале эксплуатации или подтверждаться другим надёжным способом – на усмотрение эксплуатирующей организации. Эксплуатирующая организация должна предоставлять копии и выписки из оперативного журнала эксплуатации по запросу Службы технической поддержки Монитор Электрик.

Компания Монитор Электрик не несёт ответственности за упущенную экономическую выгоду, убытки или претензии третьих лиц, включая любые прямые, косвенные, случайные, специальные, типичные или вытекающие убытки (включая, но не ограничиваясь, утрату возможности использования, потерю данных или прибыли, прекращение деятельности), произошедшие при любой схеме ответственности, возникшие вследствие использования или невозможности использования Программного продукта, даже если о возможности такого ущерба было заявлено.

1. Оценка состояния

Оценка состояния (ОС) – это определение наиболее вероятного электрического режима энергосистемы, который с максимальной точностью соответствует измеренному в определённый момент времени набору параметров и удовлетворяет законам электротехники на заранее известной информационной модели этой энергосистемы.

Автоматизация технологических процессов происходит в различных отраслях промышленности. С её развитием расширяются требования и к моделированию соответствующих объектов управления. Не является исключением и автоматизация управления режимом работы электроэнергетической системы.

В практике моделирования электроэнергетических систем (ЭЭС) принято выделять:

- модель ЭЭС, описывающую параметры и взаимосвязи оборудования;
- электрический режим ЭЭС: токи, напряжения, потоки мощности, состояния коммутационных аппаратов и т.д.

Модель ЭЭС отражает постоянные данные, их изменение происходит только при реконструкции, например, при установке нового оборудования. Напротив, электрический режим отражает переменные данные, они меняются постоянно в связи с непрерывным колебанием потребления, проведением ремонтных работ и другими факторами.

Управления режимом работы ЭЭС включает в себя несколько технологических задач:

- сбор данных телеметрии;
- оценку электрического режима;
- анализ электрического режима;
- поиск управляющих воздействий для коррекции электрического режима (изменение коммутационного состояния выключателей, уставок устройств регулирования напряжения трансформаторов и т.п.);
- применение управляющих воздействий для коррекции электрического режима.

Взаимосвязь перечисленных технологических задач приведена на рисунке ниже:



Схема взаимосвязей технологических задач управления режимом работы ЭЭС

Автоматизация управления режимом работы ЭЭС улучшает её экономические показатели и надёжность.

Дальнейший материал посвящён оценке электрического режима ЭЭС: текущего или ретроспективного, данную задачу принято называть "Оценивание (оценка) состояния". Результатом оценки являются:

- состояния коммутационных аппаратов;
- положения переключателей регулировочных ответвлений у устройств регулирования напряжения трансформаторов (номера анцапф УРНТ);
- комплексы напряжения, тока и мощностей в полюсах электросилового оборудования;
- потери мощности в единицах электросилового оборудования и областях контроля.

Состояние ЭЭС приходится вести в условиях неполноты и противоречивости исходных данных. Они обусловлены следующими факторами:

- несинхронностью измерений по времени (вследствие этого, например, сумма измеренных мощностей по всем отходящим от распределительного устройства элементам оказывается ненулевой);
- ошибками в измерениях (измерение перетока активной мощности на разных концах ЛЭП могут отличаться в разы, а не на величину реальных потерь в линии);
- ошибками в поступившей информации о состоянии коммутационных аппаратов (например, может фиксироваться ток по линии с якобы отключённой её стороны);
- недостаточностью измерений и вызванной этим ненаблюдаемостью отдельных фрагментов сети (например, подстанции низкого класса напряжения или подстанции смежной энергосистемы);
- множественными ошибками в информационной модели, наиболее типичными из которых являются некорректная привязка измерений к элементам сети (реактивная мощность вместо активной), неверное задание условно положительного направления перетока мощности и т.д.

В СК-11 для оценивания состояния используется расчётный модуль ПОРТОС. Он был разработан с учетом лучшего мирового опыта и многолетней эксплуатации в ЕЭС России функции оценивания состояния в составе ПК КОСМОС (автор – В.Л. Прихно).

В дочерних разделах справочной системы рассмотрены:

- Модуль расчёта ОС ПОРТОС;
- Режимы запуска оценки состояния;
- Результат оценки состояния;
- Оценка состояния в приложении TNA;
- Советы по настройке оценки состояния;
- Оценка состояния в режиме исследования приложения MAG Terminal.

1.1. Краткое описание модуля ПОРТОС

Модуль ПОРТОС обладает следующими возможностями:

- эффективная работа не только с магистральными сетями, но и с распределительными сетями;
- выявление наблюдаемых и ненаблюдаемых фрагментов сети;
- получение режима во всех фрагментах сети, изолированных один от другого (островах);
- выявление недостоверных телеизмерений;
- учёт всей номенклатуры электросилового оборудования, в том числе элементов FACTS: управляемых подмагничиванием шунтирующих реакторов (УШР), статических тиристорных компенсаторов (СТК), статических синхронных компенсаторов (СТАТКОМ);
- оценка номеров анцапф устройств регулирования напряжения трансформаторов;
- явный учёт коммутационных аппаратов (далее – КА), а также измерений их коммутационных состояний и перетоков мощности, кроме КА пусковых цепей;
- учёт ограничений по мощности генераторов, нагрузок и компенсирующих устройств;
- определение коммутационного состояния КА с учётом поступившей телеметрии.

Исходными данными для модуля ПОРТОС является модель ЭЭС. Структура модели определена группой международных стандартов CIM (серии МЭК 61970/МЭК 61968). Расчётная модель строится автоматически. Схемы замещения оборудования выбираются с учётом его параметров, топологии прилегающей сети и состава доступных замеров.

Типы учитываемых измерений приведены в таблице ниже.

Тип измерения	Нагрузка и синхронная машина	ЛЭП, КА, трансформатор, токоограничивающий реактор, УПК	Шины, БСК, шунтирующий реактор	УШР, СТК, СТАТКОМ	РПН, ПБВ
P	✓	✓	✗	✗	✗
Q	✓	✓	✗	✓	✗
I	✗	✓	✗	✗	✗
U	✓	✓	✓	✓	✗
Угол U	✓	✓	✓	✓	✗
Номер анцапфы	✗	✗	✗	✗	✓

Типы измерений, на основании которых рассчитываются псевдоизмерения, приведены в следующей таблице:

Тип измерения	Станция	Подстанция	Область контроля
Суммарная $P_{\text{потр}}$	✗	✓	✓
Суммарная $P_{\text{ген}}$	✓	✗	✓

По одному параметру, например, активной мощности генератора, может быть несколько измерений. В этом случае каждое из них будет учтено независимо.

Учитываются коды качества измерений. Измерения с признаками недостоверности не используются в расчётах. Для каждого аналогового измерения возможно задание индивидуальной степени доверия (веса аналогового измерения).

Используются как парные, так и непарные аналоговые измерения активной и реактивной мощности. В случае временной недоступности какого-либо аналогового измерения в паре, например, из-за сбоя в системе сбора телеметрической информации, оставшееся аналоговое измерение используется как индивидуальное измерение.

Обеспечивается получение режима для всех наблюдаемых и ненаблюдаемых фрагментов сети. Границы этих фрагментов изменяются динамически в зависимости от текущего состава аналоговых измерений. Обеспечивается согласованность режимных параметров на стыке между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми фрагментами.

Модуль ПОРТОС первоначально оценивает положение анцапф устройств регулирования напряжения трансформатора вещественным числом, а затем округляет его до ближайшего целого. Номер анцапфы любого устройства может быть зафиксирован на измеренном значении. Но это значение будет проверено, и в случае сомнения в его достоверности, будет выдано предупреждение.

Перетоки мощности по коммутационным аппаратам в расчёте представляются независимыми переменными состояния. Такой подход позволяет учитывать измерения по КА, независимо обрабатывать нагрузки и генераторы в узлах, связанных включёнными КА, а также исключить вычислительную неустойчивость, возникающую при моделировании КА ветвями малого сопротивления.



Номенклатура переменных состояния, используемых в задаче Оценки состояния, отличается от используемой для обмена данными о результатах расчёта режима по стандарту CIM (МЭК-61970-....).

Модуль ПОРТОС пригоден для оценки состояния энергосистем, в разных частях которых могут преобладать магистральные или распределительные сети. Специфика тех и других учитывается алгоритмически, причём автоматически, не требуя дополнительного ввода данных. Учёт специфики распределительных сетей может быть отключён.

Для распределительных сетей могут оцениваться пофазные мощности, токи и напряжения. Фрагменты сети для получения фазных оценок задаются пользователем с помощью указания списка областей контроля и наибольшего номинального напряжения.