|  |  |
| --- | --- |
|  | **Приложение 3** |

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по теме:

*«Создание системы аналитической обработки данных системы мониторинга переходных режимов и оценки параметров настройки систем автоматического регулирования»*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

г. Москва 2019

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Наименование и условное обозначение научно-технической продукции | 1.1. Создание системы аналитической обработки данных системы мониторинга переходных режимов и оценки параметров настройки систем автоматического регулирования.  1.2.Код ОК 005-93: ОКП 425210 (Программно-технические комплексы для автоматического измерения или контроля технологических переменных). |
| 2. Функциональный заказчик. Область применения. | 2.1. Департамент эксплуатации ПАО «РусГидро».  2.2. Система аналитической обработки данных синхронизированных векторных измерений (далее по тексту САОД СВИ) предназначена для применения на объектах ПАО «РусГидро» (гидроэлектростанциях) в качестве средства непрерывного мониторинга технического состояния гидрогенераторов и параметров настройки систем автоматического регулирования возбуждения, систем автоматического регулирования частоты вращения и активной мощности, без снятия напряжения. |
| 3. Цели и задачи разработки.  Ожидаемый эффект | 3.1. САОД на базе синхронизированных векторных измерений разрабатывается впервые.  3.2. Применение системы позволит:  3.2.1. Фиксировать нарушения допустимых режимных параметров гидрогенераторов (токи, напряжения, частота, активная и реактивная мощности, скорости набора/сброса нагрузки), установленных заводскими инструкциями, стандартами, «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей (в частности, Таблица 5.1 «Допустимая кратность перегрузки генераторов и синхронных компенсаторов по току статора», Таблица 5.2 «Допустимая кратность перегрузки турбогенераторов по току ротора») и другими нормативными документами и распорядительными документами. Функция фиксации нарушений режимных параметров позволит автоматически формировать в табличном и графическом виде распределения перечисленных нарушений по величине, длительности, продолжительности нарастающим итогом и количеству раз.  3.2.2. Оценить параметры настройки систем автоматического регулирования возбуждения без снятия напряжения для проверки выполнения требований стандарта СТО 59012820.29.160.20.001-2012 от 03.04.2012 «Требования к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов».  3.2.3. Использовать данные о изменениях параметров работы гидрогенераторов для определения основных характеристик гидрогенераторов. Фактические данные о характеристиках генераторов являются интегральными индикаторами при оценке технического состояния. Часть характеристик определяется без отключения генераторов от сети, частично - непосредственно перед/после плановых включений/отключений генератора в сеть/от сети. Перечень характеристик генераторов, определяемых системой, устанавливается в процессе выполнения НИОКР и согласовывается с Заказчиком.  3.2.4. Определять текущие значения продольного и поперечного сопротивления ( и ), постоянную инерции, коэффициенты демпфирования и синхронизирующей мощности, эквивалентное сопротивление и другие параметры СМ при изменении режима их работы в нормальных и электромеханических переходных процессах, которые также используются в качестве индикаторов состояния генератора. Полный перечень параметров СМ уточняется в процессе выполнения НИОКР и согласовывается с Заказчиком.  3.2.5. Реализовать мониторинг динамики изменений, в том числе, колебаний ПЭР (амплитуд/ действующих значений/ фазовых углов токов, напряжений, потоков мощности, частоты и др.), с прогнозом развития (затухание/раскачивание) и оценкой величины энергии, вызывающей эти колебания, с представлением информации персоналу станции.  3.2.6. Осуществлять мониторинг системы возбуждения по углу нагрузки СМ.  3.2.7. Оценивать степень соответствия фактической реакции СМ и ее системы возбуждения заданным настройкам при внешних возмущениях (на основании установленных критериев).  3.2.9. По архивным данным ретроспективно оценивать точность (корректность) отработки системами управления сигналов, поступающих от других автоматических систем управления, и команд диспетчерского управления.  3.2.10. Оценивать техническую возможность продолжать выполнение команд диспетчерского управления на изменение режима работы гидрогенераторов и управляющих сигналов, формируемых автоматическими системами, например, АРЧМ (в целях первичного и автоматического вторичного регулирования частоты), АОП, регулирования напряжения. Обеспечивать выдачу сигналов диспетчерскому персоналу о необходимых ограничениях или невозможности участия гидрогенератора в управлении/регулировании режимов.  3.2.11. Обеспечить постоянный контроль за возникновением и за дальнейшей динамикой (темпом) развития идентифицированного отклонения параметров гидрогенератора. Обеспечивать информирование дежурного персонала и персонала технических служб для своевременного принятия решений по формированию планов технического обслуживания и/или диагностировании оборудования с выводом его из эксплуатации или по экстренному отключению оборудования.  3.2.12. При использовании СВИ, позволяющих выполнять синхронизированные измерения «внутри периода» (осуществлять десятки измерений в течение периода промышленной частоты напряжения) появится техническая возможность выявлять в процессе эксплуатации не только электрическую асимметрию фаз обмотки статора, но и аномалии (дефекты) демпферной обмотки ротора, а также обмотки возбуждения СМ (например, обрыв стержней демпферной обмотки, «точечное» нарушение витковой изоляции обмотки возбуждения типа искрения или КЗ, что отражается на нагрузке на подшипники, приводит к вибрации и появлению дополнительного нагрева обмоток, бочки ротора, либо демпферной системы СМ (гидрогенератора). Появляются возможности косвенного мониторинга: возникновения вибраций, скорости нарастания дефекта.  3.3. Целями ПТК САОД СВИ, являются:  3.3.1. снижение времени простоев гидрогенераторов за счет радикального сокращения случаев их повреждений в результате своевременно не выявленных дефектов;  3.3.2. предотвращение возможных аварий за счет ранней диагностики неисправностей и мониторинга корректности работы систем автоматического регулирования;  3.3.3. уменьшение затрат на восстановление гидрогенераторов после их физических повреждений;  3.3.4. сокращение негативных технологических и экономических последствий при внезапном отключении гидрогенераторов, вызванном нарушением их технического состояния;  3.3.5. в перспективе – дополнительное снижение времени простоев гидроагрегатов, связанных с плановыми отключениями для проведения диагностики, требующей вывода гидрогенераторов из работы.  3.4. Задачами данной разработки является:  3.4.1. разработка методик диагностирования на базе СВИ, с описанием принципов диагностирования и вариантов технических воздействий;  3.4.2. создание законченной автоматизированной системы САОД СВИ, пригодной для опытной эксплуатации. |
| 4. Сведения о потребности | 4.1. САОД СВИ гидроагрегатов без вывода из эксплуатации предназначена для применения на всех гидроэлектростанциях. Применение системы позволит своевременно выявлять и контролировать развитие возникающих отклонений параметров генераторов во избежание крупных аварий.  В перспективе, применение системы позволит перейти от плановых ремонтов гидроагрегатов, к ремонтам по техническому состоянию.  4.2. Данные СВИ, получаемые в результате реализации данного проекта будут использоваться в качестве замещающей или дополнительной информации в системах АСУТП и САУ ГА. |
| 5. Краткое описание | 5.1. В рамках данного проекта должна быть разработана система САОД, включающая в себя:  5.1.1. ПТК САОД СВИ, в составе:   * + векторные измерители, входящие в существующую систему СМПР;   + вновь разработанные инновационные измерители для САОД СВИ с возможностью нескольких измерений за период;   + подсистему синхронизации;   + сервер сбора синхронизированных векторных измерений, обработки и хранения данных с прикладным программным обеспечением;   5.1.2. аналитическую подсистему САОД, осуществляющую диагностирование оборудования в темпе реального времени на основании данных мониторинга параметров гидрогенераторов, других действующих систем мониторинга и диагностики, а также фактического опыта выявленных повреждений (глубина диагностики уточняется при разработке ТЗ).  5.1.3. АРМ для конфигурирования и отображения результатов работы ПТК САОД СВИ для дежурного и технического персонала.  5.2. В рамках данного проекта предполагается выполнение следующих работ:  5.2.1. Разработка и создание системы сбора, обработки, передачи и хранения измеренных и рассчитанных данных с применением сжатия архивных данных без потери информационной ценности.  5.2.2. Разработка рекомендаций по конфигурированию ПТК САОД СВИ.  5.2.3. Разработка ПТК САОД СВИ, осуществляющего диагностирование оборудования в темпе реального времени на основании данных мониторинга параметров гидрогенератора и электрической сети, данных от других действующих систем мониторинга и диагностики, а также фактического опыта повреждений, выявленных в процессе опытной эксплуатации.  5.2.4. Разработка методики использования результатов мониторинга технического состояния гидрогенераторов при их эксплуатации и планировании обслуживания.  5.2.5. Разработка апробация методов и алгоритмов:   * + определения параметров, статических и динамических характеристик основного оборудования ГЭС в реальном времени;   + мониторинга эффективности настроек устройств системных регуляторов для дальнейшей их оптимизации в реальных схемно-режимных ситуациях;   + идентификации и мониторинга динамики дефектов гидрогенераторов на основании получаемых измерений.   5.3. В результате работы должен быть создан опытно-промышленный образец ПТК САОД СВИ для решения следующих задач:  5.3.1. непрерывный расчет (мониторинг) электрических параметров для фаз гидрогенераторов;  5.3.2. регулярный анализ результатов мониторинга для своевременного выявления отклонений параметров генераторов и построения трендов деградации расчетных параметров для своевременного внесения изменений в графики технического обслуживания гидроагрегата;  5.3.3. оперативное извещение персонала станции об опасных отклонениях параметров и характеристик основного оборудования ГЭС.  5.4. Должна быть подготовлена заявка РусГидро на патент на полезную модель ПТК. |
| 6. Основные параметры и технические требования | 6.1. Устройства синхронизированных векторных измерений (УСВИ), входящие в состав ПТК САОД СВИ, в части измерений переменного тока и напряжения должны удовлетворять требованиям СТО 59012820.29.020.011-2016 Стандарт. «Релейная защита и автоматика. Устройства синхронизированных векторных измерений. Нормы и требования».  6.2. Для получения переходных и сверхпереходных сопротивлений, а также постоянных времени (или постоянных инерции) генераторов используются каскады измерений (СВИ), производимые при выполнении операций по синхронизации гидрогенераторов с сетью. Методика указанных каскадных измерений и методы определения упомянутых параметров генераторов описана в [Л1.Патент 2663826 Рос. Фед. Система определения инерционной постоянной синхронной машины / А.С. Бердин, Д.И. Близнюк, от 10 августа 2018 г. Заявка №2017128786, приоритет изобретения 11 августа 2017 г.  Л2. М. Ю. Фролов, А. Г. Фишов. Идентификация электрических параметров синхронных машин в возмущённых режимах / Известия НТЦ Единой энергетической системы. - 2017. – № 2 (77). – С. 54-63. Л3.М. Ю. Фролов, А. Г. Фишов. Идентификация электрических параметров синхронного генератора при включении в распределительную сеть в онлайн-режиме [Электронный ресурс] / Новое в российской электроэнергетике: науч.-техн. электрон. журн. - 2017. – № 10. – С. 38-46. - Режим доступа: http://energo-press.info/журнал-новое-в-российской-электроэне/нрэ-2017/. - Загл. с экрана.]. |
| 7. Этапы разработки | 7.1. Этап 1. (20 месяцев)  7.1.1. Разработка системы САОД СВИ и алгоритмов оценки технического состояния.  7.1.2. Разработка конструкторской документации на ПТК и изготовление опытного варианта.  7.1.3. Установка опытного ПТК САОД СВИ на электродинамической модели НТЦ ЕЭС и сбор векторных данных в различных переходных режимах для тестирования разработанных методов определения параметров и диагностики гидрогенераторов на физической модели.  7.1.4. Сбор архивных данных о переходных процессах в существующих ПТК СМПР с объектов ПАО «РусГидро».  7.1.5. Разработка алгоритмов определения параметров, статических и динамических характеристик основного оборудования ГЭС в реальном времени.  7.1.6. Отладка алгоритмов на данных электродинамической модели и объектов ПАО «РусГидро».  7.2. Этап 2. (8 месяцев)  7.2.1. Внедрение опытной системы САОД СВИ на одном из объектов ПАО «РусГидро».  7.2.2. Опытная эксплуатация САОД СВИ.  7.3. Этап 3. (8 месяцев)  7.3.1. Разработка методик анализа и практического использования результатов мониторинга технического состояния гидрогенераторов при их эксплуатации и планировании технического обслуживания.  7.3.2. Разработка рекомендаций по изменению НТД, Технической политики. |
| 8. Результат работы и форма его предоставления | 8.1. В результате работы должен быть создан опытно-промышленный образец ПТК САОД СВИ для решения следующих задач:  8.1.1. непрерывный расчет (мониторинг) параметров гидроагрегатов по фазам обмотки статора;  8.1.2. расчет и анализ параметров и режимных характеристик работы гидрогенератора, в том числе:   * + параметров эквивалентной электрической схемы замещения гидрогенератора;   + момента инерции ротора;   + вращающего момента;   8.1.3. оценка технического состояния гидрогенератора, в том числе обмоток статора и ротора, магнитной системы по результатам измерения электрических параметров режима работы и величины (при наличии датчиков) воздушного зазора;  8.1.4. оценка правильности функционирования системы возбуждения (в соответствии с заданием) и эффективности настройки АРВ системы возбуждения;  8.1.5. регулярный анализ результатов мониторинга для своевременного выявления внутренних дефектов, построения трендов их деградации и прогноз технического состояния гидрогенератора для своевременного внесения изменений в графики технического обслуживания гидроагрегата или для экстренного вывода генератора из работы.  8.2. Должна быть подготовлена заявка РусГидро на патент на полезную модель ПТК.  8.3. Отчеты по научно-исследовательской работе оформляются по каждому этапу в соответствии с ГОСТ 7.32 – 2001 «Отчет о научно-исследовательской работе». |