|  |  |
| --- | --- |
|  | **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 ($X\_{d}$ и $X\_{q}$), 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». |