

Опыт создания программной модели объекта электроэнергетической системы для исследования работы цифровых средств релейной защиты и автоматики

Л. И. Долецкая¹, В. И. Зирюкин¹, Р. В. Солопов^{1}*

*¹ Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет "МЭИ"»
в г. Смоленске, Смоленск, Россия*

** solopov.rv@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена моделированию участков и элементов электрических сетей для тестирования логики работы терминалов релейной защиты и автоматики с целью их проверки, настройки и дальнейшего ввода в эксплуатацию. При большом разнообразии устройств появляется проблема наладки их взаимодействия в реальных условиях. Авторами предлагается решение данной проблемы путем создания верифицированной модели на базе цифрового двойника участка электроэнергетической сети в программном комплексе MatLab и изучения функционирования исследуемых комплектов защит в номинальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах работы оборудования. Для выбранной подстанции была создана модель, отображающая все требуемые для исследования свойства оригинала, и произведен анализ требований к работе основного и резервного комплектов защит для трехобмоточных трансформаторов. В качестве основного комплекта использована дифференциальная релейная защита трансформатора, а резервного – максимальная токовая защита в количестве трех комплектов на один защищаемый объект: в цепи высшего, среднего и низшего напряжений. Модель позволяет производить анализ селективности работы релейных защит путем проверки текущих уставок, загружая их из XML-документов, выгруженных из действующих терминалов, а также благодаря оценке правильности расчета новых уставок с возможностью их ручного ввода в модель. В результате моделирования для исследуемого объекта был проведен трехэтапный анализ работы дифференциальной и максимальной токовой защит, который показал их селективную работу как в случае номинальных, так и ненормальных режимов, в том числе и при неисправности основного комплекта защиты трансформатора. Данная методика может быть распространена на другие объекты электроэнергетической сети.

Ключевые слова: моделирование, цифровая модель, наладка оборудования, релейная защита и автоматика, цифровая подстанция, дифференциальная защита, максимальная токовая защита

Для цитирования: *Долецкая Л. И., Зирюкин В. И., Солопов Р. В.* Опыт создания программной модели объекта электроэнергетической системы для исследования работы цифровых средств релейной защиты и автоматики // Прикладная информатика. 2021. Т. 16. № 4. С. 83–95. DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-4-83-95

An electric power system object model creating experience for researching the operation of digital means of relay protection and automation

L. Doletskaya¹, V. Ziryukin¹, R. Solopov^{1*}

¹ Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

* solopov.rv@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the operation logic modeling of relay protection and automation terminals in order to their verification, adjustment and further exploitation. The problem of adjusting protection terminals mutual interaction is unlikely to appear in real conditions due to wide variety of them. The authors propose a solution to this problem by creating a verified model based on a digital twin of an electric power network section created in the MatLab software package. This model helps to study the functioning of the researched protection settings in nominal, repair, emergency and post-emergency equipment operation modes. A model of the selected substation was created displaying all the properties that are significant for research of the original one. In addition, the requirements analysis for the main and backup protection operation settings of the three-winding transformers was carried out. The main unit is a differential transformer relay protection and the backup one is maximal current protection in amount of three units for every transformer winding circuit: higher, middle and lower transformer voltage branch. The model makes it possible to analyze the relay protection operation selectivity by checking the current settings which could be imported from XML documents unloaded from existing terminals and to evaluate the correctness of new calculated ones with the possibility of their manual input. As a result of the researched object modeling, a three-stage operation analysis of the differential and maximal current protections was carried out. It has shown relay protection selective operation both in the case of nominal and abnormal modes, including the event of the main transformer protection malfunction. This technique can be extended to the other electric power network.

Keywords: modelling, digital model, equipment adjustment, relay protection and automation, digital substation, differential protection, maximal current protection

For citation: Doletskaya L., Ziryukin V., Solopov R. An electric power system object model creating experience for researching the operation of digital means of relay protection and automation. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2021, vol.16, no.4, pp.83-95 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-4-83-95

Введение

Цифровизация является актуальным направлением развития электроэнергетической отрасли России [1] и экономики в целом. В политике инновационного развития ПАО «Россети» [2] уделено большое внимания актуальности и достоверности данных изменений показателей режимов

электрических сетей, что в совокупности со средствами автоматизации позволяет повысить надежность электроснабжения потребителей электроэнергии.

Важным условием автоматического управления объектами является обеспечение их надежной защиты в случае возникновения аварийных ситуаций. Разработка и производство новых средств релейной защиты и автома-