**Краткая информация о проекте**

|  |  |
| --- | --- |
| ИРН и наименование проекта: | АР22685154 «Построение устройств релейной защиты конкурентоспособных за счет ресурсосбережения и повышенной надежности» |
| Сроки реализации: | 20.06.2024-31.12.2026 |
| Актуальность: | В технике релейной защиты имеются следующие известные проблемы: уход от трансформаторов тока, который в СИГРЭ называют принципиально не решенной проблемой энергетики, и повышение надежности релейной защиты для уменьшения количества крупных аварий, а в последнее десятилетие и для кибербезопасности. Трансформаторы тока (ТТ) металлоемки, громоздки и имеют дорогую высоковольтную изоляцию и замена их, например, на катушки индуктивности или геркон могла бы в сотни раз дать больший эффект в плане ресурсосбережения, чем построение новых устройств защиты с использованием ТТ [. Однако при замене ТТ на какие-то магниточувствительные элементы приходится создавать новые устройства защиты. Пока в этом направлении больше всего работ с использованием катушки Роговского и герконов. Заявляемый проект является продолжением работ постдокторанта и научного консультанта в направлении построения защит на герконах и катушках индукивности. Они выбраны в связи с тем, что катушка индуктивности обладает высокой чувствительностью и надежностью, как и геркон, напряжение на ее выводах не превышает безопасное и полностью повторяет форму тока в шине электроустановки, а геркон может одновременно выполнять функции датчика тока и реле тока, а при наличии обмотки управления и функции измерения. Уже разработаны без ТТ на герконах модели максимальной токовой, дифференциально-фазной и дифференциальной защит, а также принципы построения фильтров токов симметричных составляющих и поперечной защиты параллельных линий. Однако многие вопросы при построении защит преобразовательных установок, параллельных линий и ячеек комплектных распределительных устройств еще не решены.  Что касается надежности релейной защиты, то, к сожалению, пока микропроцессорные устройства не оправдали надежд в этом плане. Например, согласно отчету NERC более 20% неправильных действий релейной защиты произошло из-за неисправностей в них и в выключателях. С неправильных действий релейной защиты начинался и ряд крупных аварий в мире, например в Азербайджане в 2018 году, в России в 2010 и 2019 годах. Из теории надежности известны пути повышения надежности любых устройств с помощью всевозможного дублирования, и что наиболее эффективным из них является дублирование по принципу «два из трех» – мажорирование (сигнал на отключение выключателя электроустановки подается, если сработали два из трех комплектов защит). На сколько нам известно, фирма Сименс уже дублирует защиты электроустановок напряжением до 35 кВ по этому принципу, не дублируя ТТ. Однако максимальный эффект мажорирование дает, если все три защиты имеют разные принципы действия и дублируются ТТ, что сейчас не делают из-за их высокой стоимости и отсутствия достаточного количества устройств на новых принципах. Поэтому мажорирование до сих пор не применяется в полной мере. Еще большего эффекта можно добиться, если одновременно с мажорированием разработать функциональное и тестовое диагностирования. Отметим, что на защитах с герконами диагностика делается достаточно просто. Научным консультантом проекта, включая и работы с постдокторантом, уже предложено несколько схем защит на герконах с диагностикой неисправностей, а также защит, выполненных по мажоритарному принципу. В заявляемом проекте планируется строить защиты с диагностикой неисправностей указанных в предыдущем абзаце элементов системы электроснабжения на мажоритарном принципе, в том числе с дублированием ТТ. |
| Цель: | Разработать ресурсосберегающие конкурентоспособные устройства релейной защиты повышенной надежности для некоторых элементов напряжением 6-35 кВ системы электроснабжения. |
| Ожидаемые и достигнутые результаты: | По завершении настоящего проекта будут достигнуты следующие результаты:  - Будет создан способ построения защиты параллельных линий с питающей стороны, который можно реализовать на герконах с более высокой надежностью, чем известный.  - Будут разработаны ресурсосберегающие защиты повышенной надежности на герконах для питающей и приемной сторон двух параллельных линий, преобразовательной установки и ячеек КРУ. Будет предложен способ обеспечения кибербезопасности устройств релейной защиты.  - Будут опубликованы 2 (две) статьи в журналах из первых трех квартилей по импакт-фактору в базе данных Web of Science или имеющих процентиль по CiteScore в базе данных Scopus не менее 50 (предположительно в «International Journal of Electrical Power & Energy Systems», (Q1, Scopus, <https://www.scopus.com/sourceid/17985>), или «Electric Power Systems Research» (Q1, Scopus, https://www.scopus.com/sourceid/16044) или другом), и две статьи в журналах, рекомендованных КОКСНВО.  - Будут поданы 6 заявок на изобретения (две в Республике Казахстан, одна из которых в соавторстве с частным партнером, одна в России совместно с Кубанским государственным аграрным университетом и три в Евразийское патентное ведомство). Будут получены 3 патента на изобретение.  За 2024 год достигнуты следующие результаты:  - Подана статья в журнал из базы данных Scopus с процентилем 70;  - Подана заявка на изобретение № 2024/0971.1, от 12.11.2024 в Национальный институт интеллектуальной собственности;  - Разработаны схема дифференциальной защиты преобразовательной установки, методика выбора уставок ее срабатывания и блок отстройки от токов намагничивания трансформатора;  - Выполнено компьютерное моделирование работы схемы защиты;  - Доказано, что надежность разработанной защиты выше, чем у традиционной. |
| **Состав научно-исследовательской группы** | |
|  | **Машрапова Ризагуль Мегданиятовна** |
| Научный руководитель проекта |
| Дата рождения: 15.04.1988 г. |
| Ученая степень/академическая степень: доктор PhD,  ассоциированный профессор |
| Основное место работы: НАО «Торайгыров университет» |
| Область научных интересов: релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. |
| Researcher ID \* DFU-9584-2022 |
| Scopus Author ID\* 57217093424  https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57217093424 |
| ORCID\*0000-0001-9509-5767   * https://orcid.org/0000-0001-9509-5767 |
| Список публикаций:  1. M. Kletsel, B. Mashrapov, R. Mashrapova Reed switch protection of double-circuit lines without current and voltage transformers // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. – 2023. – Т. 154. – P. 109457 (Q1, https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2023.109457).  2. M. Kletsel, B. Mashrapov, R. Mashrapova. Resource-saving microprocessor-based reed switch current protection // Electric Power Systems Research. – 2024. – Vol. 230. – 110276. (Q2, https://doi.org/10.1016/j.epsr.2024.110276 ).  3. M. Kletsel, V. Borodenko, A. Barukin, A. Kaltayev, R. Mashrapova. Constructive features of resource-saving reed relay protection and measurement devices // Romanian Rev of Technical Sciences-Electrotechnical and Energy Series. – 2019. – №4. – P. 309-315 (Q4, http://www.revue.elth.pub.ro/upload/97922702\_MKletsel\_ RRST\_4\_2019\_pp\_309-315.pdf). |
| klecel.jpg | **Клецель Марк Яковлевич** |
| Научный консультант |
| Дата рождения: 26.07.1937г. |
| Ученая степень/академическая степень: доктор технических наук, профессор |
| Основное место работы: НАО «Торайгыров университет» |
| Область научных интересов: релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. |
| Researcher ID: ABE-3453-2021 |
| Scopus Author ID: 6603237321  https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603237321 |
| ORCID: 0000-0003-4000-8915  https://orcid.org/0000-0003-4000-8915 |
| Список публикаций:  1. Barukin A.S., Kletsel M.Ya., Dinmukhanbetova A.Zh., Amirbek D.A. Introduction of an Auxiliary Breaker into the Generator-Transformer Block for Energy Saving in Open Switchgear Circuits of Power Plants // Energetika. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations. – 2023. – Т. 66. – № 4. – P. 333-343 (Q3, <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2023-66-4-333-343>).  2. M. Kletsel, V. Borodenko, A. Barukin, A. Kaltayev, R. Mashrapova. Constructive features of resource-saving reed relay protection and measurement devices // Romanian Rev of Technical Sciences-Electrotechnical and Energy Series. – 2019. – №4. – P. 309-315 (Q4, [http://www.revue.elth.pub.ro/upload/97922702\_MKletsel\_ RRST\_4\_2019\_pp\_309-315.pdf](http://www.revue.elth.pub.ro/upload/97922702_MKletsel_%20RRST_4_2019_pp_309-315.pdf)).  3. M. Kletsel, B. Mashrapov, R. Mashrapova Reed switch protection of double-circuit lines without current and voltage transformers // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. – 2023. – Т. 154. – P. 109457 (Q1, https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2023.109457).  4. Goryunov V., Kletsel M., Mashrapov B., Mussayev Z., Talipov O. Resource-saving current protections for electrical installations with isolated phase busducts // Alexandria Engineering Journal. – 2022. – Т. 61. – №. 8. – P. 6061-6069 (Q1, https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.11.031).  5. M. Kletsel, Zhantlesova, A., Mayshev, P., B. Mashrapov, Issabekov, D. New filters for symetrical current components // International Journal of Electrical Power and Energy Systems – 2018. – T 101. – Р. 85-91 (Q1, <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.03.005>).  6. Kletsel M.Y., Mashrapov B. E., Isabekov D. D., Amrenova D. Reed-Switch-Based Relay Protection without Current Transformers // Russian Electrical Engineering. – 2022. – Т. 93. – №. 4. – P. 247-253 (Q3, <https://doi.org/10.3103/S1068371222040058>). 7. M. Kletsel, B. Mashrapov, R. Mashrapova. Resource-saving microprocessor-based reed switch current protection // Electric Power Systems Research. – 2024. – Vol. 230. – 110276. (Q2, https://doi.org/10.1016/j.epsr.2024.110276 ). |