

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, КОНТРОЛИРУЕМЫХ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТОЙ ФИДЕРОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ «СОХОНДО» ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ



Р.С. Трифонов



А.В. Роголёв

В статье рассмотрен вопрос повышения надежности систем тягового электроснабжения с позиции работы релейной защиты. Выполнен анализ и представлены статистические данные работы релейной защиты фидеров контактной сети на примере тяговой подстанции «Сохондо» Забайкальской железной дороги — филиала ОАО «РЖД». Выявлены наиболее типичные виды срабатываний.

Ключевые слова: тяговое электроснабжение, релейная защита, тяжеловесное движение, фидеры контактной сети

EDN: UZZAEK

В соответствии со Стратегией развития [1], к ключевым задачам в области развития инфраструктуры холдинга «РЖД» на период до 2030 года можно отнести:

- развитие инфраструктуры с целью перехода на тяжеловесное движение с весовыми нормами поездов 9 тысяч тонн и более;
- оптимизация издержек за счет роста энергоэффективности и производительности труда, рациональной организации ремонтных и эксплуатационных работ;
- повышение безопасности перевозок и снижение рисков, связанных с влиянием «человеческого фактора» на производственный процесс.

Реализация обозначенных задач связана выполнением требований, предъявляемых к релейной защите фидеров контактной сети, таких как надежность, быстродействие, селективность и чувствительность. В условиях обращения поездов повышенной массы — 12600 тонн и более — обеспечение указанных условий не всегда достижимо, что подтверждается статистикой работы релейной защиты фидеров контактной сети на полигоне Забайкальской железной дороги — филиала ОАО «РЖД» за 2018–2019 годы (рис. 1).

Увеличение массы составов негативно сказывается на работе направленной дистанционной защиты фидеров контактной сети (НДЗ ФКС), в том числе третьей резервной ступени. Одновременное уменьше-

Трифонов Руслан Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение» Забайкальского института железнодорожного транспорта – филиала ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет путей сообщения (ЗабИЖТ ИрГУПС). Область научных интересов: релейная защита и автоматизация в электроэнергетических системах. Автор более 30 научных работ.

Роголёв Андрей Владимирович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Электроснабжение» Забайкальского института железнодорожного транспорта – филиала ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет путей сообщения (ЗабИЖТ ИрГУПС). Область научных интересов: релейная защита и автоматизация в электроэнергетических системах. Автор более 20 научных работ.

Соловьёва Оксана Александровна, ассистент кафедры «Электроснабжение» Забайкальского института железнодорожного транспорта – филиала ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет путей сообщения (ЗабИЖТ ИрГУПС). Область научных интересов: релейная защита и автоматизация в электроэнергетических системах. Автор более 20 научных работ.

ние межпоездного интервала приводит к стремлению рабочих токов принимать максимально допустимые значения в рабочем режиме, что приводит к снижению напряжения фидера контактной сети в ряде случаев до минимально допустимого значения.

Это актуально на участках со сложным профилем пути, к которым относятся участки полигона Забайкальской железной дороги. Понижение напряжения может привести к останову составов и перевозочного процесса. Увеличение тока — к перегоям контактного провода и ложным отключениям — как следствие, останов, износ коммутационного оборудования.

Данная ситуация обусловлена устаревшими алгоритмами, заложенными в основу защиты фидеров контактной сети после перехода на микропроцессорную базу для реализации терминалов НДЗ ФКС.

Устаревшие алгоритмы не позволяют однозначно разграничить нормальный и аварийный режимы работы системы при движении поездов повышенной массы, что является их фундаментальным недостатком. Данные алгоритмы показывают значительное повышение надежности систем тягового электроснабжения при нормативах весов и интервалах обычного грузового движения. В современных условиях они не обеспечивают должного уровня надежности, что подтверждается статистикой отключений.

Современная микропроцессорная элементная база позволяет использовать широкий спектр возможностей в применении новых подходов к разработке

алгоритмов дистанционных защит. Первым шагом при разработке новых алгоритмов и в целом повышении технического совершенства релейной защиты фидеров контактной сети является понимание процессов, происходящих в системе тягового электроснабжения при пропуске поездов повышенной массы.

С данной целью на тяговой подстанции «Сохондо» Забайкальской железной дороги выполнены экспериментальные замеры показателей качества электрической энергии фидера контактной сети №4 (ФКС-4) с помощью анализатора качества электрической энергии PQM-700 (Sonel). Анализ результатов и характер изменения параметров качества электрической энергии осуществлялся преимущественно при пропуске поездов повышенной массы.

Тяговая подстанция «Сохондо» является транзитной подстанцией. Выбор фидера для установки анализатора качества обусловлен пропуском поездов повышенной массы и регулярными ложными срабатываниями третьей ступени НДЗ ФКС. Согласно отчету подстанции за 2019 год, наибольшее количество отключений на ФКС-4 составило 89 отключений, что на 33% больше, чем в 2018 году.

На данном фидере установлен микропроцессорный терминал защиты ЦЗА-27,5 кВ, оснащенный всеми необходимыми типами защит согласно действующих норм и правил [2].

Замеры проводились в период с 2020-09-08 04:22:49.242 по 2020-09-19 18:03:11.715, что составило

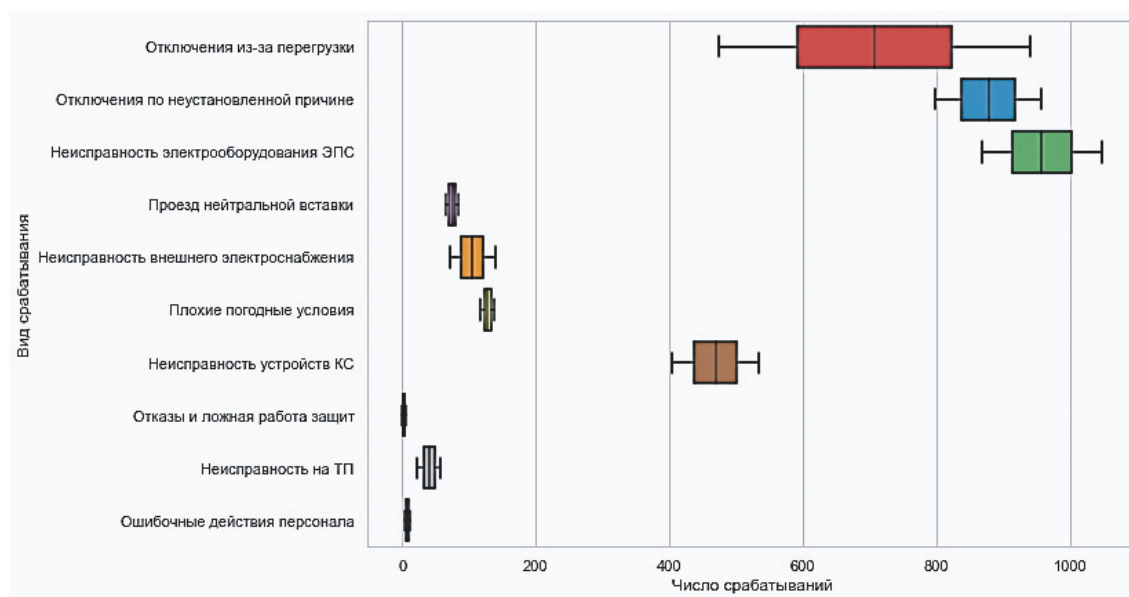


Рис. 1. Суммарная статистика работы релейной защиты фидеров контактной сети за 2018–2019 годы

общую продолжительность в 1 неделю, 4 дня, 13 часов, 40 минут и 22 секунды.

Измерялись параметры согласно [3] в количестве 14 штук. Частота дискретизации замеров составляла 1 секунду.

Для дальнейшего исследования отобраны параметры, представляющие интерес с точки зрения работы НДЗ ФКС, как для анализа текущих алгоритмов, так и для разработки новых подходов:

- U — действующее значение напряжения, кВ;
- I — действующее значение тока, А;
- CF_U и CF_I — коэффициенты пиковой амплитуды напряжения и тока;
- THD_U и THD_I — коэффициенты гармонических искажений напряжения и тока;
- U_{hx} и I_{hx} — гармоники напряжения кВ и тока, А;
- $\cos(\varphi)$ — коэффициент сдвига фаз.

Итоговая форма набора данных для исследования составила 89 переменных и 999610 наблюдений, общее количество значений 88965290. Пропущенных и дублирующих значений нет.

Перед выполнением дальнейшего анализа данных необходимо обозначить вторичные контролируемые параметры НДЗ ФКС, которые не измеряются напрямую анализатором качества, но были дополнительно рассчитаны.

Защита осуществляет расчет вторичных контролируемых уставочных параметров в виде:

$$Z(nT) = [U(nT), I(nT), \varphi_z]^T = \frac{U(nT)}{I(nT)},$$

$$\varphi_z = \arg[Z(nT)] = \arg\left[\frac{U(nT)}{I(nT)}\right],$$

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^9 I_h^2(nT)}}{I(nT)} \cdot 100\%.$$

где $Z(nT)$ — m -мерная вектор-функция, характеризующая сопротивление защищаемого фидера;

φ_z — m -мерный вектор, определяющий угол сопротивления;

$U(nT)$ и $I(nT)$ — дискретные значения вектор-функции напряжения и тока после фильтрации;

THD_I — коэффициент гармоник тока фидера;

n — количество выборок;

T — период дискретизации.

Результаты расчета описательных статистик измеренных параметров представлены в табл. 1.

Анализ описательных статистик действующего значения напряжения ФКС-4 тяговой подстанции «Сохондо» показывает, что среднее значение, равное 25.15 кВ, имеет значение, практически равное номинальному действующему значению, регламентируемому [3] и равному 25 кВ.

Стандартное отклонение, равное 0.57, указывает на то, что значения имеют незначительный разброс относительно среднего, также это подтверждает значение медианы или 50% (25.18 кВ). Экссесс имеет значение, равное 0.39, что указывает на «острое» распределение значений напряжения, при этом наблюдаем незначительное отрицательное смещение -0.42 указывающее на то, что в целом значения смещены в большую сторону. С точки зрения работы НДЗ ФКС интерес представляет минимальное значение напряжение равное 21.93 кВ, которое приближено к минимально допустимому значению, регламентируемому [3].

На рис. 2 представлена диаграмма распределения в виде скрипичного графика (слева) и график функции

Таблица 1

Результаты расчета мер центральной тенденции

Описательные статистики	U , кВ	I , А	CF_U	CF_I	THD_U	THD_I	$\cos(\varphi)$	Z , Ом	φ , град
Среднее значение	25.15	355.06	1.59	1.59	13.51	24.11	0.47	135.28	25.15
Стандартное отклонение	0.57	186.71	0.06	0.26	3.36	10.18	0.27	259.60	0.57
Минимальное значение	21.93	5.59	1.42	1.25	2.80	8.08	-1.00	22.41	21.93
25 %	24.79	209.57	1.55	1.43	11.15	19.91	0.42	50.90	24.79
50 %	25.18	339.52	1.59	1.52	13.50	22.37	0.55	74.06	25.18
75 %	25.57	488.85	1.63	1.66	15.95	25.73	0.62	121.31	25.57
Максимальное значение	26.74	1033.10	1.97	5.95	26.22	327.67	1.00	4557.87	26.74
Смещение	-0.42	0.33	0.63	2.89	-0.03	10.94	-2.23	7.03	-0.42
Экссесс	0.39	-0.52	0.90	12.23	-0.39	208.23	5.91	58.52	0.39

распределения (справа) значений напряжения, подтверждающая вышеуказанные выводы.

Анализ описательных статистик графиков распределения действующего значения тока, представленных на рис. 3, показывает, что среднее значение тока, равное 355.06 А, характерно для нормального режима в условиях организации грузового движения. Однако стандартное отклонение, равное 186.71 А, указывает на то, что значения тока имеют значительный разброс относительно среднего.

Медианное значение, равное 339.52 А, незначительно отличается от среднего, что указывает на смещение влево относительно среднего, также это подтверждается величиной асимметрии равной 0.33.

На рис. 4 представлено распределение значений коэффициента пиковой амплитуды напряжения. Анализ мер центральной тенденции показывает, что среднее значение равно 1.59, что достаточно близко к нормальному значению синусоидального сигнала, равному 1.414. Однако из-за переменного характера нагрузки и ряда других факторов, характерных для системы тягового электроснабжения, имеются значительные искажения напряжения, что хорошо видно по форме графика функции распределения. Стандартное отклонение равно 0.06, что указывает на незначительный разброс значений относительно среднего, также подтверждается тем, что значение медианы совпадает со значением среднего. Данные имеют нормальное распределение с небольшим смещением в сторону меньших значений так как значение смещения положительно и равно 0.63. Значение эксцесса коэффициента пиковой амплитуды напряжения равно 0.90, что указывает на наличие «острой» вершины распределения, также это подтверждается скрипичным графиком на рис. 4.

Распределение коэффициента пиковой амплитуды тока представлено на рис. 5. Совместный анализ (см.

табл. 1) показывает, что, как и напряжение, ток в среднем имеет форму, близкую к идеальной синусоиде, так как среднее значение аналогично значению коэффициента пиковой амплитуды напряжения и равно 1.59. Однако наблюдается значительно большее стандартное отклонение, равное 0.26, что указывает на смещение значений относительно среднего, также это подтверждается тем, что медиана отличается от среднего и равна 1.52. Значительная положительная величина асимметрии, равная 2.89, указывает на сдвиг распределения в сторону меньших значений, при этом сама величина смещения намного больше 1, что говорит о распределении данных по форме, отличной от нормального. Максимальное значение коэффициента пиковой амплитуды тока составляет 5.95, а эксцесс имеет значение, равное 12.23, что говорит о значительных пиковых значениях тока, составляющих примерно 5–8% от общего числа наблюдений согласно графику функции распределения.

На рис. 6 представлено распределение коэффициента гармонических искажений напряжения для основной гармоники 50 Гц. Среднее значение равно 13.51, что указывает на значительное присутствие высших гармонических составляющих в сигнале напряжения, что в целом является значимым фактором с точки зрения работы НДЗ ФКС, так как искажения сигнала в значительной степени влияют как на результаты замеров, так и на работу защиты. Стандартное отклонение равно 3.36, что указывает на незначительное смещение наблюдений относительно среднего, что дополнительно подтверждается тем, что медианное значение практически равно среднему и составляет 13.50. Максимальное значение коэффициента гармонических искажений напряжения равно 26.22, что указывает на значительное искажение формы сигнала, при этом число подобных наблюдений, согласно графику функции распределения,

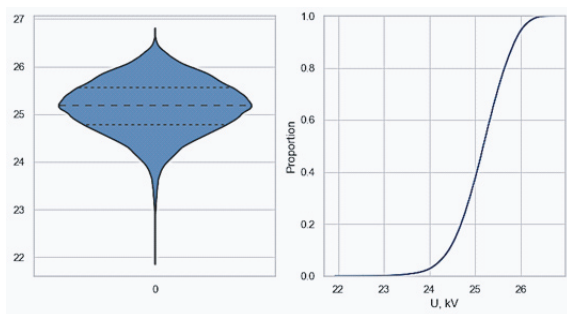


Рис. 2. Скрипичный график и график функции распределения напряжения

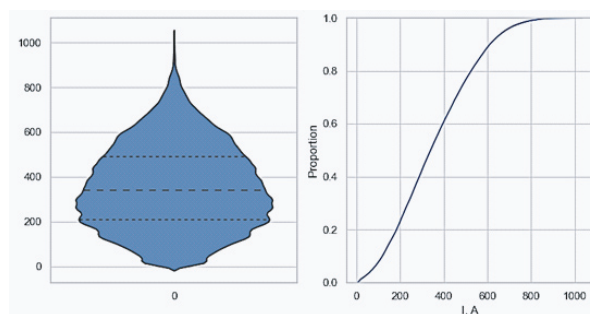


Рис. 3. Распределение тока

составляет от 3 до 5% от общего числа наблюдений. Значение смещения составляет -0.03 , а значение эксцесса -0.39 , что указывает на распределение данных, близкое к нормальному.

Распределение коэффициента гармонических искажений тока представлено на рис. 7. Согласно графику среднее значение коэффициента равно 24.11 , что свидетельствует о загрязнении сигнала тока высшими гармоническими составляющим по сравнению с напряжением. Данное обстоятельство негативно влияет на работу НДЗ ФКС.

Медиана, равная 22.37 , указывает на смещение значений влево относительно среднего, при этом величина асимметрии составляет 10.94 , что свидетельствует о сильном смещении в сторону меньших значений и форма распределения данных не является нормальной. Значительное значение эксцесса, равное 208.23 , показывает, что форма распределения имеет значительную острую вершину и длинные хвосты. Анализ скрипичного графика свидетельствует, что правый хвост распределения имеет значительную

величину из-за относительно редких тяжеловесных поездов по отношению к числу поездов других типов. Максимальное значение коэффициента гармонических искажений тока равно 327.67 и количество подобных наблюдений составляет от 3 до 5% от общего числа наблюдений, что характерно для поездов повышенной массы. Высокое максимальное значение коэффициента говорит о том, что при пропуске тяжеловесных поездов форма тока в значительной степени искажена.

На рис. 8 представлено распределение коэффициента сдвига фаз. Среднее значение коэффициента равно 0.47 , что указывает на неудовлетворительное качество электрической энергии. Медианное значение равно 0.55 , что говорит о смещении наблюдений относительно среднего значения в сторону больших значений. Минимальное и максимальное значения изменяются от -1 до 1 , что говорит об изменении характера нагрузки от емкостной до индуктивной. При этом большая часть нагрузки согласно графику функции распределения имеет индуктивный харак-

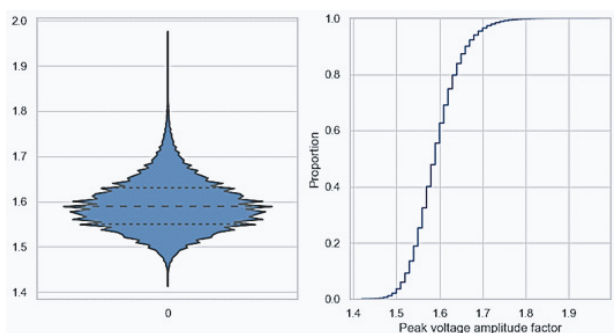


Рис. 4. Распределение коэффициента пиковой амплитуды напряжения

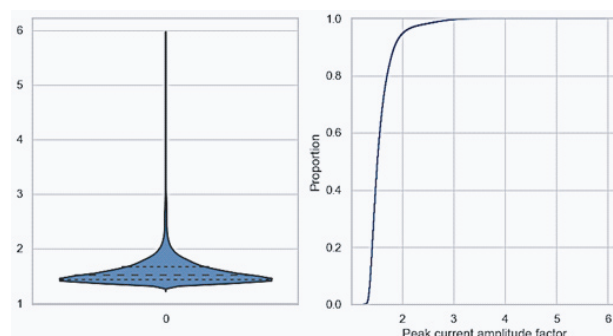


Рис. 5. Распределение коэффициента пиковой амплитуды тока

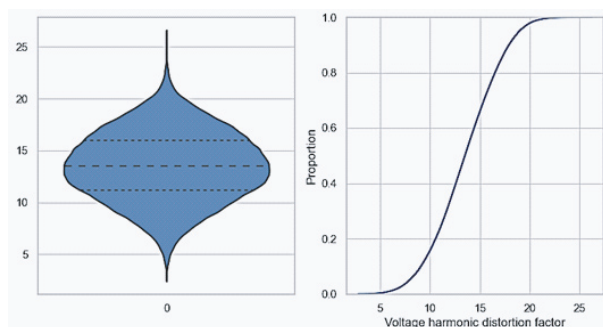


Рис. 6. Распределение коэффициента гармонических искажений напряжения

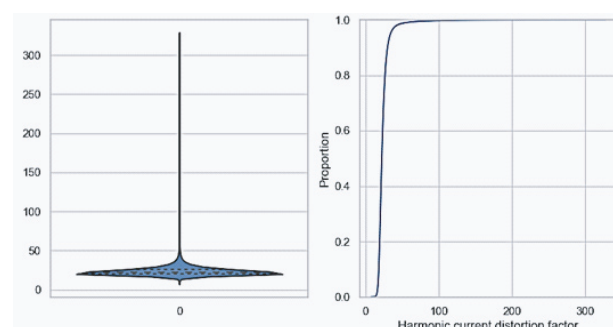


Рис. 7. Распределение коэффициента гармонических искажений тока

тер и длинный хвост в сторону емкостной нагрузки. С точки зрения работы НДЗ ФКС данное обстоятельство является осложняющим фактором, так как может привести к искажению дистанционных замеров и, как следствие, к отказам или ложным срабатываниям защиты. Отрицательное смещение, равное -2.23 указывает на сдвиг в сторону больших значений, а высокое значение эксцесса, равное 5.91 , говорит о том, что по краям распределения находится больше значений, чем вокруг среднего.

Распределение сопротивления нагрузки представлено на рис. 9. Среднее значение равно 135.28 Ом, что в целом нормально для грузового движения, так как согласно [4;6] к нормальному режиму по критерию сопротивления относятся значения $Z > 30$ Ом. Стандартное отклонение, равное 259.60 Ом, указывает на то, что значения сильно смещены относительно среднего, что также подтверждается формой скрипичного графика и значительным отличием медианы от среднего значения, равного 74.06 Ом.

Минимальное значение сопротивления составило 22.41 Ом, что, согласно критериям граничных условий, представленных в [4], свидетельствует о значениях нагрузки при пропуске тяжеловесных поездов повышенной массы ниже границы принятого нормального режима. Максимальное значение сопротивления нагрузки, равное 4557.87 Ом, образовано от минимального значения тока 5.59 А, что говорит о возможном наличии уравнильных токов на исследуемой межподстанционной зоне, что также является осложняющим фактором для НДЗ ФКС. Значительное положительное значение асимметрии, равное 7.03 Ом, говорит о сдвиге распределения в сторону меньших значений. Значение эксцесса сопротивления, равное 58.52 Ом, указывает на наличие длинных хвостов и показывает, что по краям рас-

пределения находится больше значений, чем вокруг среднего.

На рис. 10 представлено распределение фазового угла между первыми гармониками напряжения на шинах подстанции и током фидера. Среднее значение угла составляет 25.15° и является положительным фактором, так как согласно [4] граничным условием по углу является значения $\varphi < 40^\circ$. Относительно незначительная величина стандартного отклонения, равная 0.57 , а также практически совпадающее со средним значение медианы, равное 25.18 и отрицательное значение асимметрии, равное -0.42 указывают на незначительный разброс значений относительно среднего и их смещение в сторону больших значений. Положительное значение эксцесса угла, равное 0.39 , указывает на острую форму распределения, что подтверждается формой скрипичного графика.

В данной работе выполнено исследование основных мер центральной тенденции параметров, контролируемых релейной защитой фидеров контактной сети при организации движения поездов повышенной массы на примере четвертого фидера контактной сети тяговой подстанции «Сохондо» Забайкальской железной дороги.

Результаты исследования подтверждают гипотезу авторов о том, что при организации движения повышенной массы на регулярной основе наблюдается снижение напряжения в фидере контактной сети к граничным значениям минимально допустимого значения, регламентируемого [3], что представлено в виде хвоста с диапазоном значений от 23 до 22 кВ (см. рис. 2). При этом значения тока фидера также стремятся к максимально допустимым значениям и выходят за границы нормального режима, равного 850 А, указанного в [4]. Данный факт представлен в виде хвоста распределения значения тока на рис. 3.

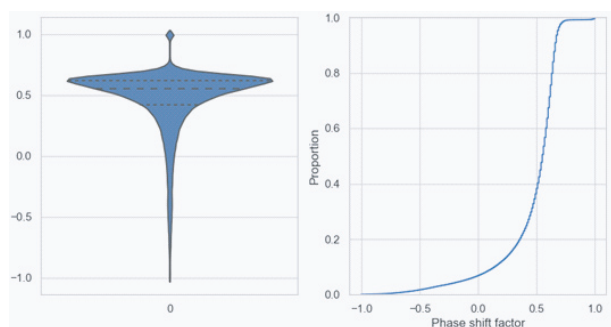


Рис. 8. Распределение коэффициента сдвига фаз

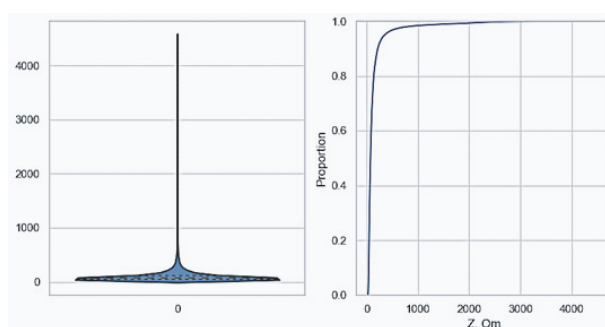


Рис. 9. Распределение сопротивления нагрузки

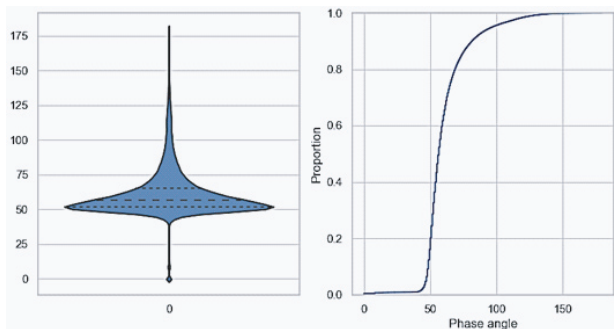


Рис. 10. Распределение фазового угла между первыми гармониками напряжения на шинах подстанции и током фидера

Организация движения повышенной массы не лучшим образом сказывается на качестве электрической энергии и приводит к значительным искажениям формы сигнала тока и напряжения, что подтверждается высокими значениями коэффициентов пиковой амплитуды в своем максимуме, достигающих 1.97 и 5.95 для напряжения и тока соответственно. При пропуске поездов повышенной массы наблюдается сильное «загрязнение» тяговой сети высшими гармоническими составляющими, что подтверждается высокими значениями коэффициентов гармонических искажений напряжения и тока, в своем максимуме достигающих значений 26.22 и 327.67 соответственно. Стоит отметить крайне низкое среднее значение, что указывает неудовлетворительное качество электрической энергии.

Вышеуказанные факты негативно сказываются на качестве и точности работы НДЗ ФКС и как

следствие на надежности перевозочного процесса. Распределение сопротивления нагрузки и угла между первыми гармониками напряжения на шинах подстанции и током фидера свидетельствует о том, что при организации движения поездов повышенной массы наблюдается перекрытие зон нормального и аварийного режимов. Результатом этого является неоднозначность в оценке режима НДЗ ФКС и увеличение числа срабатываний защит по перегрузке и неизвестным причинам.

Таким образом, текущая элементная база НДЗ ФКС позволяет реализовывать принципиально новые алгоритмы защиты, но используемые в настоящее время классические подходы не реализуют весь потенциал текущей элементной базы, не позволяют однозначно разграничить нормальный и аварийный режимы работы. Это приводит к невыполнению ключевых требований, предъявляемых к релейной защите в виде селективности, надежности и устойчивости.

Для решения обозначенных проблем авторами предлагается внести изменения в алгоритм работы резервной ступени НДЗ ФКС [7–9]. По мнению авторов, алгоритм должен быть не статическим, т.е. неизменным, а динамическим, постоянно меняющимся по отношению к нагрузке. Подобная адаптация к сопротивлению нагрузки позволит исключить ложное срабатывание резервной ступени НДЗ ФКС в нормальном режиме и в ряде случаев повысит ее чувствительность при токах нагрузки меньше токов КЗ. При аварийных режимах защита может возвращаться к обычной характеристике, используя данные гармонического спектра и скорость изменения напряжения. ⚙️

Литература

1. Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года (основные положения). — URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=804> (дата обращения: 10.02.2022). — Текст: электронный.
2. СТО РЖД 07.021.1-2015. Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Часть 1. Общие принципы и правила построения защит, блокировок и автоматики в системах тягового электроснабжения : утвержден и введен в действие Распоряжением ОАО «РЖД» от 27.05.2015 г. №1351р : дата введения : 2015-08-01. — Текст: электронный // Технорматив [сайт]. — URL: <https://normativ.su/catalog/standart/1001/387395/?ysclid=laaq8p6zvf805064738> (дата обращения: 10.11.2022).
3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения = Electric energy. Electromagnetic compatibility of technical equipment. Power quality limits in the public power supply systems: национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное: введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 июля 2013 г. №400-ст: дата введения 2014-07-01 / разработан Обществом с ограниченной ответственностью «ЛИНВИТ» и Техническим комитетом по стандартизации ТК 30 «Электромагнитная совместимость технических средств». — Москва: Стандартинформ, 2014. — 20 с. — Текст: непосредственный.

4. СТО РЖД 07.021.4-2018 Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки, часть 4. Методика выбора установок защит в системе тягового электроснабжения переменного тока, утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 07.04.2016 г. №615р.

5. Рыбакова, И.Ю. Влияние высших гармоник на надежность работы электрических сетей и потери электроэнергии / И.Ю. Рыбакова, И.Ф. Суворов, С.В. Хромов. — Текст: непосредственный // Актуальные проблемы электроэнергетики: сборник статей научно-технической конференции — Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. — Нижний Новгород, 2020. — С. 226—231.

6. Рыбакова, И.Ю. Некоторые вопросы влияния качества электроэнергии на надежность работы энергосистем, потери мощности в электрических сетях и достоверность передаваемой информации в несинусоидальных и несимметричных режимах работы электрических систем / И.Ю. Рыбакова, И.Ф. Суворов, С.В. Хромов. — Текст: непосредственный // Наука и образование: актуальные исследования и разработки: материалы III Всероссийской научно-практической конференции; Забайкальский гос. университет. — Чита, 2020. — С. 50—56.

7. Патент №201026 Российская Федерация, МПК H02H 7/26 (2006/01) Устройство третьей ступени дистанционной защиты фидеров контактной сети: №2020111263; заявл.05.06.2020., опубликовано 24.11.2020; бюл. №33. / Р.С. Трифонов, С.А. Филиппов, Д.А. Яковлев, О.А. Соловьёва; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Иркутский государственный университет путей сообщения. — Текст: непосредственный.

8. Филиппов, С.А. Разработка способа идентификации режима работы системы тягового электроснабжения третьей ступенью дистанционной защиты фидеров контактной сети при пропуске поездов повышенной массы / С.А. Филиппов, Д.А. Яковлев, Р.С. Трифонов. — Текст: непосредственный // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2015. — №2 (58). — С. 132—140.

9. Филиппов, С.А. Факторный анализ работы дистанционной защиты фидеров контактной сети в условиях организации тяжеловесного движения / С.А. Филиппов, Р.С. Трифонов, О.А. Соловьёва. — Текст: непосредственный // Транспорт Урала. — 2020. — №1 (64). — С. 94—99.