

разделение на два класса — принадлежит объект к необходимой категории или не принадлежит [4]. В связи с ограниченностью задачи SVM обучается и классифицируется достаточно быстро.

Самая идея метода заключается в следующем, пусть существует обучающее множество  $x$  векторов признаков (точек) в некотором  $p$ -мерном пространстве. Данное пространство разобьем на два условных класса и попробуем разделить их между собой гиперплоскостью ( $p-1$ ), однако таких плоскостей может быть несколько. Оптимальной разделяющей гиперплоскостью будет считаться та, которая позволит выполнить следующие условие: расстояние между двумя ближайшими точками, лежащими по разные стороны гиперплоскости, (т.е. между точками, принадлежащими разным классам) должно быть максимально [2]. Данный случай относится к линейной разделимости, однако, в общем случае, линейное разделение точек на два класса не представляется возможным, тогда используется алгоритм с мягким зазором (soft-margin SVM). Отличие данного алгоритма от линейного заключается в том, что осуществляется отображение исходного пространства параметров на какое-то многомерное пространство признаков, где обучающая выборка линейно разделима. Также в этом случае алгоритму допускается некоторую ошибку на обучающей выборке, и вводится понятие объектов-нарушителей, которые не принадлежат необходимому классу, однако при разделении гиперплоскостью оказываются в его пространстве.

Данный алгоритм, включающий в себя совокупность дескрипторов HOG и метода опорных векторов, позволяет распознавать объекты не только на статическом изображении, но и выделять их из потока видеоданных. Алгоритм является оптимальным для распознавания людей автономным подвижным объектом, однако также может быть использован для распознавания других подвижных и статических объектов.

#### Литература

1. Navneet Dalal, Bill Triggs. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection // Telecommunication Systems, 2015. – Vol. 60. – p. 337–339.
2. Баев Н.О. Использование метода опорных векторов в задачах классификации // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2017. №2(2). – С.17–21.
3. Боровик В.С., Шидловский С.В. Распознавание образов с помощью гистограмм направлений градиентов // Инноватика 2017. – Томск, 2017. С. 392–393.
4. Геван Н.Д., Иванов В.Б. Метод опорных векторов и альтернативный ему простой линейный классификатор // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. – 2012. №10. – С. 81–94.
5. Патин М.В., Коробов Д.В. Сравнительный анализ методов поиска особых точек и дескрипторов при группировке изображений и дескрипторов при группировке изображений по схожести содержанию // Молодой ученый. – 2016. №11. – С. 214–121.
6. Финогеев А.Г., Четвергова М.В. Методика распознавания изображений на основе случайных деревьев в системах автоматизированного проектирования расширенной реальности // Современные проблемы науки и образования. – Пенза, 2017. №5. – С. 126–144.
7. Южков Г.Б. Алгоритм быстрого построения дескрипторов изображения, основанных на технике гистограмм ориентированных градиентов // Труды Московского физико-технического института. – Москва, 2015. №5(3). – С. 84–91.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

**В.В. Ярмонов, Н.М. Космынина**

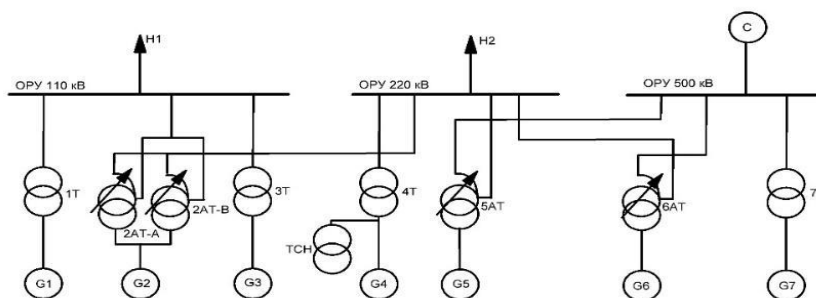
Научный руководитель – доцент Н. М. Космынина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Основными источниками электроэнергии нефтегазодобывающих предприятий являются электроэнергетические системы, а также автономные электростанции собственных нужд (ЭСН).

В Красноярской области существенную роль для поддержания баланса энергосистемы осуществляет ГРЭС [1]. На примере одной из ГРЭС проведем исследование режимов работы ГРЭС.

На рис.1. представлена структурная схема исследуемой электростанции. На ГРЭС сооружены три распределительных устройства. Распределительные устройства имеют следующие классы напряжения: ОРУ-110 кВ, ОРУ 220 кВ и ОРУ 500 кВ.



**Рис. 1. Структурная схема электростанции**

На станции установлены 7 турбогенераторов G1, G2, G7. Из которых 6 турбогенераторов ТВФ-165-2У3, а также один турбогенератор ТГВ-500-2. В блоках установлены двухобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы: для подключения к ОРУ 110 кВ применяется трансформатор ТДЦН-200000/110, а так же автотрансформатор АДЦТН-25000/220/110, на ОРУ 220кВ применяются трансформаторы ТДЦ-200000/220, автотрансформаторы АДЦТН-500000/500/220, на ОРУ 500 кВ применяется трансформатор ОРДЦ -210000/500. Параметры оборудования определены по [1].

Для описанной выше электростанции возможны следующие продолжительные режимы: нормальные, ремонтные, послеаварийные. Значения перетоков мощности через автотрансформаторы представлены в таблице 1. Расчет продолжительных режимов для автотрансформаторов 2АТ-А, 2АТ-В в программе «RastrWin3» (рис. 2).

Таблица 1

Расчетные данные режимов работы ГРЭС

Нормальный режим	Послеаварийный режим (отключение блока G1-1Г)	Ремонтный режим (отключение 2АТ-В)	Послеаварийный+ремонтный режим
Режим максимальных нагрузок			
46+j38,6	36,1+j2,1	96,1+j52,1	-73,8+j3,8
Режим минимальных нагрузок (Smin=0.8*Smax)			
86,4+j48	-	-	-
-	4+j19,3	-	-
-	-	171,6+j64,2	-
-	-	-	6,9+j25,5

Для обеспечения надёжной работы ГРЭС, выбора оборудования и расчета его защиты проводится расчет токов короткого замыкания. Короткое замыкание (КЗ) - это процесс замыкания одной или нескольких фаз между собой или же на землю.

Одной из характеристик режима является ударный ток - максимальное значение полного тока КЗ. Ударный ток вычисляется по формуле:  $K_y = \sqrt{2} \cdot I_{по} \cdot y$ , где  $K_y = 1 + e^{-0,01/Ta}$  [2]. Время (Ta), при котором ударный ток уменьшается в 2,72 раза, называется временем затухания аperiodической слагаемой тока короткого замыкания. Значения Ta зависят от результирующих активного и индуктивного сопротивлений схемы замещения рассматриваемого объекта. Последние, в свою очередь, определяются параметрами конкретной схемой соединения оборудования.

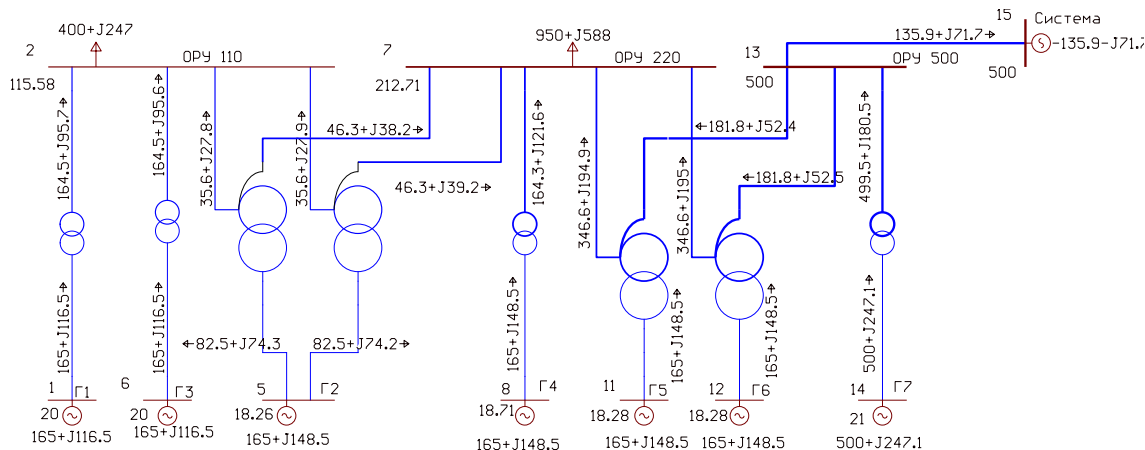
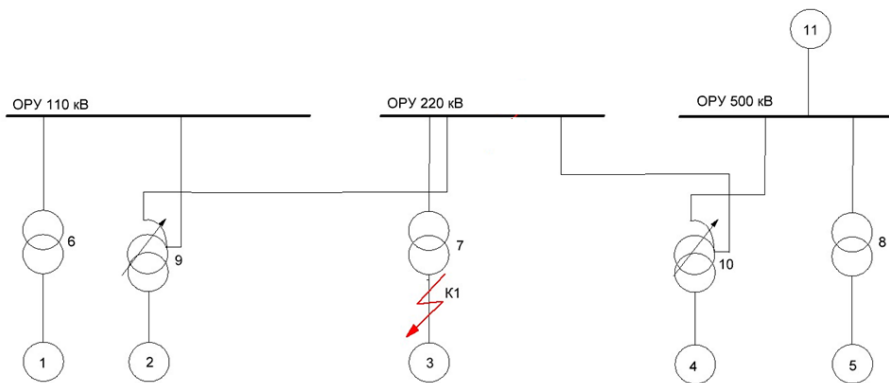


Рис. 2. Схема электростанции в программе RastrWin

В большом количестве литературных источников, рекомендуется для расчета Ta (следовательно и Ky) пользоваться некоторыми усредненными значениями с [2]. Для проверки соответствия рекомендованных значений Ta реальным параметрам была проведена серия расчетов режимов трехфазного короткого замыкания для ГРЭС в программе GFAULTS. Параметры оборудования (турбогенераторов, силовых трансформаторов) были приняты в соответствии с [1]. Короткое замыкание выполняли на выводах генератора G3 (рис. 3). В таблице 3 приведено сравнение программных результатов расчета Ta с рекомендованными по [2].



**Рис. 3. Упрощенная схема электростанции для расчета трехфазного короткого замыкания**

**Таблица 2**  
**Анализ постоянной времени затухания аperiodической составляющей тока трехфазного короткого замыкания**

Место замыкания	Элемент (табличное описание) [2]	Ta, с [2]	Ta, с; (расчетное значение)
КЗ-1 Генератор G3	Система, связанная со сборными шинами, где рассматривается КЗ, через трансформаторы мощностью 80 МВ*А и выше	0,06-0,15	0,108
	Блоки, состоящие из турбогенератора и повышающего трансформатора, при различной мощности турбогенераторов	0,32	0,591; 0,249; 0,468; 0,746; 0,592

Сравнивая полученные результаты с рекомендованными значениями, можно сделать вывод о том, что время затухания аperiodической составляющей тока короткого замыкания  $T_a$  совпадает с табличными данными только в отдельных случаях.

#### Литература

1. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков: учебное пособие / — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. — 607 с.: илл.
2. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для техникумов. / Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. — 4-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 648 с.: ил.