

УДК 621.31:621.398:658.514-52

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ОШИБОК ПАРАМЕТРОВ ТЕЛЕМЕТРИИ НА ПРИМЕРЕ ДИСПЕТЧЕРСКОГО ЦЕНТРА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ЗАДАЧИ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДОСТОВЕРИЗАЦИИ**

**А. С. Занин, К. И. Бушмелева**

*Сургутский государственный университет, mario85@bk.ru, bkiy@yandex.ru*

В статье приведен обзор методов классификации телеметрических систем, представлены результаты системного анализа ошибок телеметрии, возникающих в процессе управления электроэнергетическими системами. Получены принципы классификации ошибок параметров телеметрии на примере диспетчерского центра электроэнергетики. Представлены области применения каждого способа классификации. Приведено обобщенное описание источников сведений о возможных ошибках в телеметрии. Дано общее описание процесса выявления ошибок и восстановления достоверности параметров телеметрии диспетчерского центра акционерного общества «Системный оператор единой энергетической системы» Российской Федерации без использования автоматизации. Приведены стандарты передачи данных, используемые в электроэнергетике. Описаны примеры использования первичных параметров телеметрии для расчета вторичных. Представлены способы восстановления достоверности параметров, содержащих грубые ошибки. Приведен пример таблицы, обобщающей свойства параметров телеметрии для вынесения заключения о достоверности и устранения ошибок нормативно-справочной информации. В общем виде описан процесс автоматизации выявления и восстановления достоверности параметров телеметрии. Описаны предпосылки использования искусственных нейронных сетей для автоматизации процесса достоверизации параметров телеметрии.

*Ключевые слова:* телеметрия, достоверизация, классификация, энергетическая система, процесс автоматизации.

## **CLASSIFICATION OF TELEMETRY PARAMETERS ERRORS ON THE EXAMPLE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY DISPATCHING CENTER FOR AUTOMATION TASK OF VERIFICATION PROCESS**

**A. S. Zanin, K. I. Bushmeleva**

*Surgut State University, mario85@bk.ru, bkiy@yandex.ru*

The article considers an overview of the methods of classification of telemetric systems, presents the results of the system analysis of telemetry errors arising in the process of controlling electric power systems. Principles of classification of telemetry parameter errors are obtained using the example of the electric power dispatching center. The application area of each method of classification is shown. A generalized description of the sources of information about possible errors in telemetry is proposed. A general description of the process of detecting errors and restoring the reliability of the telemetry parameters of the dispatching center of the joint-stock company “System Operator of the United Power System” of the Russian Federation without using automation is introduced. The data transmission standards used in the power industry are given. Examples of using primary telemetry parameters for the calculation of secondary ones are described. The ways of restoring the reliability of parameters containing gross errors are enumerated. A table example summarizing the properties of telemetry parameters for making a conclusion about the accuracy and elimination of errors of reference data is given. The automation process of the detection and recovery of the verification of telemetry parameters, in general, is demonstrated. The concepts for using artificial neural networks for automation process of verifying telemetry parameters are mentioned.

*Keywords:* telemetry, verification, classification, electrical system, automation process.

При выполнении задач по оперативному управлению технологическим процессом важную роль играет достоверность получаемых с объекта управления данных. Совокупность принимаемых с объектов управления параметров не ограничивается непосредственно данными о состоянии технологического процесса. Зачастую в перечень обязательных для передачи в диспетчерский центр параметров входят данные диагностики и состояния устройств сбора и передачи информации. Такие данные нужны для получения сведений о достоверности принимаемых технологически значимых параметров телеметрии (далее – ТМ). Несмотря на то, что при таком подходе количество данных, принимаемых диспетчерским центром, увеличивается в разы, накладывая дополнительные требования на персонал и информационные системы по обработке принимаемой информации, надежное функционирование таких сложных систем, как энергетические, невозможно без указанных сведений.

На сегодняшний день количество принимаемых крупным диспетчерским центром электроэнергетики параметров телеметрии может составлять до пятидесяти тысяч, каждый из которых должен быть предварительно обработан в темпе поступления. По причине малой инертности электромеханических процессов в электроэнергетике, темп поступления телеметрии может быть свыше 50 ед./сек. (такой темп связан с необходимостью мониторинга переходных режимов электроэнергетических систем (далее – ЭЭС), развитие которых моментально отражается на частоте тока) [1]. При передаче и обработке такого количества данных вероятно возникновение сбоев и ошибок принимаемых параметров. Но, как говорилось выше, ошибки в диагностических параметрах и параметрах состояния объектов управления по-разному влияют на технологический процесс диспетчеризации и оказание системных услуг. Еще одним классом параметров ТМ являются так называемые «дорасчетные параметры». Дорасчетными параметрами называются телеизмерения или телесигналы, значения которых рассчитываются по какой-либо формуле из первичных параметров ТМ. Возникновение ошибок в таких параметрах происходит в случае искажения одного или нескольких составляющих дорасчетов.

Ранее вопросам классификации недостоверностей параметров ТМ в контексте автоматизации процесса достоверизации не уделялось большого внимания. В литературе встречается классификация систем телеметрии [2], использование приведенной классификации (рис. 1) допустимо как для телеметрии передаваемой соответствующей телеметрической системой, так и для недостоверностей параметров, возникающих в процессах управления с их использованием.

Для дальнейшего разбиения на классы будет использоваться пример диспетчерского центра (далее – ДЦ) Акционерного общества «Системный оператор единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС») в контексте задачи по автоматизации процесса выявления недостоверных параметров и восстановления их достоверности. Как правило, в ДЦ выполняется классификация по степени влияния телеинформации на процесс оперативного управления ЭЭС. Таким же образом можно произвести классификацию влияния недостоверности на процесс оперативного управления. Исходя из указанного подхода, можно выделить 4 класса недостоверностей параметров:

- оказывающие высокое влияние на процесс управления;
- оказывающие среднее влияние на процесс управления;
- оказывающие низкое влияние на процесс управления;
- не оказывающие влияния на процесс управления.

Необходимость такой классификации порождается в основном разностью подходов к времени (срочности) устранения разных классов недостоверностей. Так, например, параметры перетоков активной и реактивной мощности объектов класса напряжения 500 КВ оказывают огромное влияние на процесс управления энергосистемой, и их недостоверность должна устраняться в кратчайшие сроки. Данное выполняется с использованием административного подхода – все параметры, имеющие наивысший приоритет, включены в утвержденный локальный нормативный акт «Перечень передаваемой диспетчеру телеинформации».

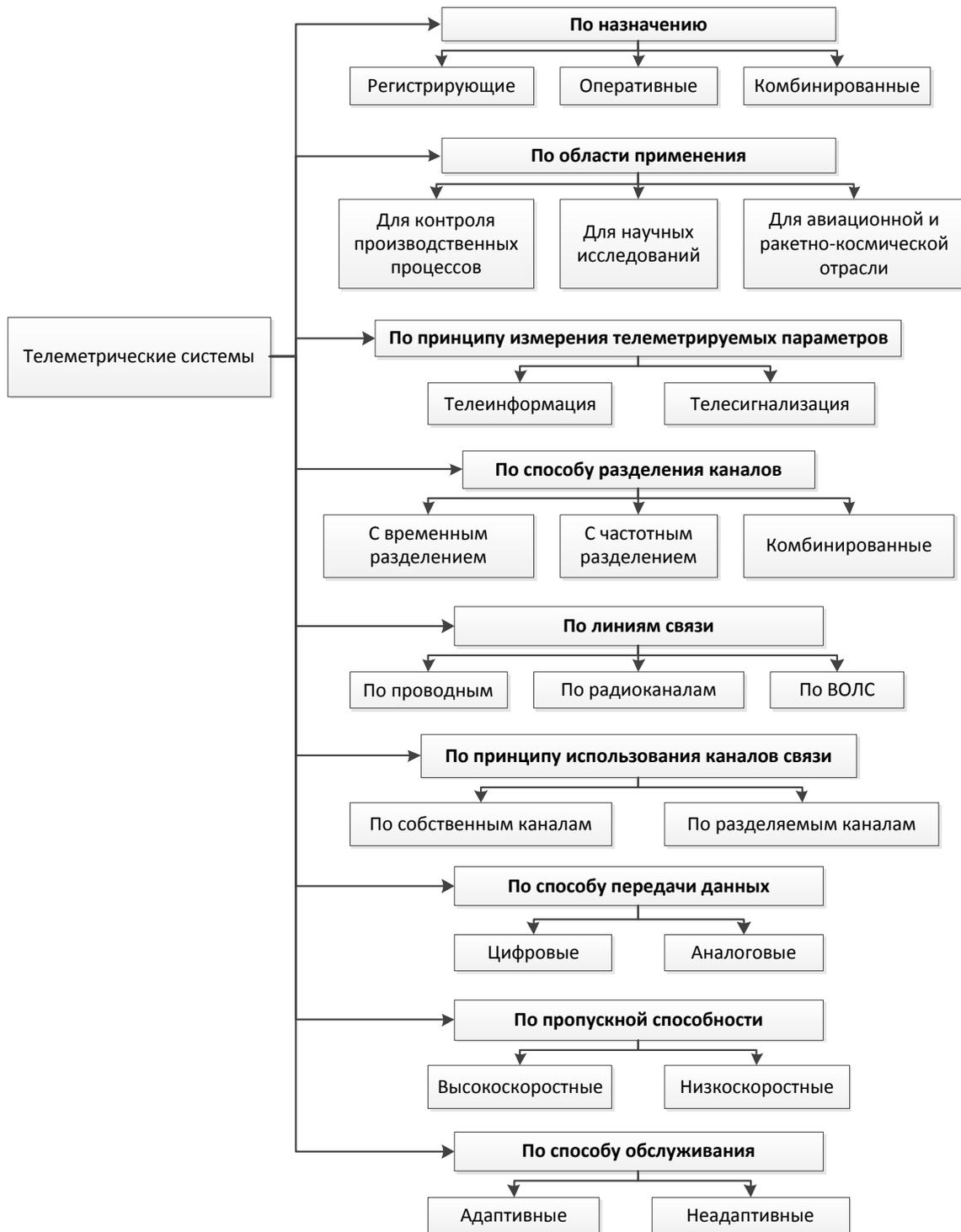


Рис. 1. Классификация телеметрических систем

Еще одним вариантом классификации является разделение достоверности по типу параметра в Оперативном информационном комплексе (далее – ОИК) СК-2007 [3], т. е., как говорилось выше, все параметры ТМ разделяются на первичные (непосредственно принимаемые с объектов управления) и вторичные (рассчитываемые или образуемые из слагаемых, слагаемыми могут быть как первичные параметры ТМ, так и константы). Например, для расчета суммарной генерации энергообъекта используется интегральная сумма по правилу трапеции значений моментальной мощности. Для расчета обобщенных теле сигналов состояния высоковольтных линий (далее – ВЛ) электропередачи используется со-

вокупность телесигналов состояний (далее – ТС) выключателей в соответствующих ячейках распределительных устройств, а также значение напряжения, получаемого с разных концов ВЛ. Пример расчета обобщенного ТС приведен в формуле 1:

$$OTC354 = TC123 \text{ and } TC345 \text{ and } TC467 \text{ and if } TI890 > 89(1,0,1). \quad (1)$$

Выявление недостоверности составляющих дорасчета является наиболее сложным с точки зрения трудозатрат. Так, например, в случае получения параметров телеметрии из другого ДЦ первичный контроль осуществляется на стороне первого ДЦ, получающего данные непосредственно с объекта управления, и для экономии системных ресурсов дополнительный контроль в вышестоящем ДЦ не осуществляется и не проверяется:

- недостоверность первичного параметра ТМ;
- недостоверность дорасчета;
- недостоверность параметра ТМ, принимаемого из другого ДЦ.

Классификация по типу параметра ТМ позволяет определить на начальном этапе приоритет среди параметров, сведения о недостоверности которых поступили к персоналу, занимающемуся восстановлением достоверности.

Следующий способ классификации является безотносительным к классу недостоверного параметра, в нем предлагается использовать разделение по источнику сведений о недостоверности [4, 5]:

- код качества ОИК СК-2007;
- оценивание состояния;
- автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии;
- обращение персонала.

Такая классификация позволяет вынести предварительное заключение об источнике недостоверности, так, например, по расшифровке кода качества ОИК может быть получено заключение о неисправности низового устройства, а по расхождению принимаемых параметров ТМ с математической моделью, используемой при оценивании состояния, может быть выявлена ошибка в нормативно справочной информации (далее – НСИ). Из этого способа классификации вытекает следующее: по принципу восстановления достоверности параметры можно разделить на:

- требующие взаимодействия с объектом управления;
- требующие корректировки НСИ;
- требующие иного способа восстановления.

Данная классификация позволяет вынести предварительное заключение о сроке восстановления достоверности того или иного параметра телеметрии.

Важным в контексте поиска и устранения недостоверностей способом классификации параметров ТМ является разделение на основе протокола передачи данных. В силу внушительного возраста некоторых объектов диспетчеризации в их системах сбора и передачи информации используют устаревшее оборудование, которое работает по протоколам, не имеющим защиты от случайного искажения. Для обозначенной задачи достаточно разделить параметры ТМ на получаемые с использованием протоколов:

- ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 [6];
- ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 [7].

Несмотря на то, что инструментарий ОИК СК-2007 позволяет успешно обнаруживать искажения данных, связанных с особенностями передачи по устаревшим протоколам, для задач восстановления достоверности таких параметров понимание особенностей структуры передающего тракта может оказать дополнительную помощь.

Все вышеописанные виды классификации могут быть применены в программном обеспечении для автоматизации установления недостоверности и восстановления достоверности параметров ТМ. В настоящее время процесс выявления ошибок телеметрии регулируется

ется в АО «СО ЕЭС» регламентом достоверизации параметров ТМ ДЦ. В соответствии с вышеуказанным документом обращения по любому классу ошибки обрабатываются специалистами отдела оперативной эксплуатации автоматизированных систем управления. На рис. 2 приведена схема процесса достоверизации параметров телеметрии [8].

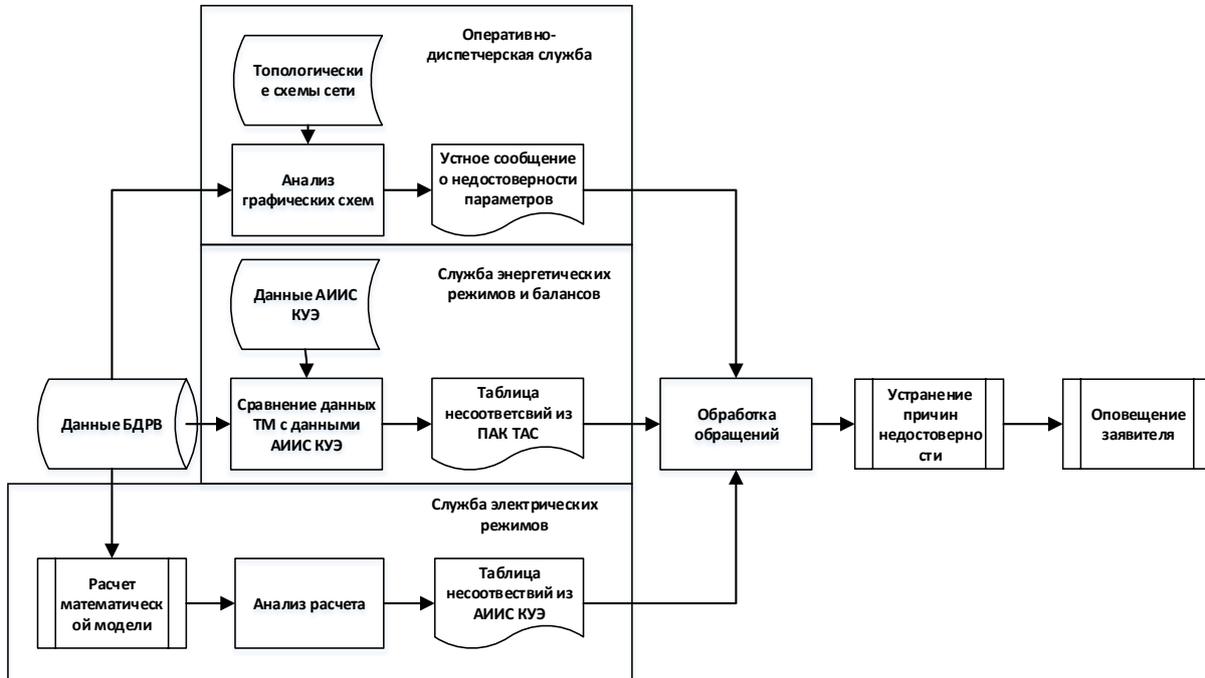


Рис. 2. Порядок выполнения работ по достоверизации телеметрической информации в АО «СО ЕЭС»

Как можно судить из схемы на рис. 2, даже частичная автоматизация процесса определения истинно-недостоверных параметров позволит уделить больше внимания другим немаловажным задачам в целом и восстановлению достоверности истинно-недостоверных параметров в частности. Для разработки программного обеспечения (ПО) автоматизации указанного процесса необходимо выполнить ряд организационных и подготовительных мероприятий, таких как:

- унификация формы обращения по услуге «Недостоверность»;
- установление минимального объема информации, передаваемого в форме обращения;
- добавление меток времени.

После получения всех обращений возможно формирование результирующей таблицы, содержащей информацию о характере недостоверности в соответствии со способами классификации, рассмотренными выше. Приблизительный вид результирующей таблицы достоверизации приведен в таблице.

Таблица

**Характер недостоверностей телеметрической информации на объектах АО «СО ЕЭС»**

№	Идентификатор ОИК	Наименование	Метка времени	Тип параметра	Источник сведений о недостоверности	Приоритет восстановления	Протокол передачи параметра	Способ восстановления
1	27351	Тобольская ТЭЦ 110 кВ U	07:14:21.16	П	ОИК	1	101	Передать на объект

Окончание табл.

№	Идентификатор ОИК	Наименование	Метка времени	Тип параметра	Источник сведений о достоверности	Приоритет восстановления	Протокол передачи параметра	Способ восстановления
2	11328	Вынгапур 1СШ 110 кВ Ubc	01:20:01.36	П	ОС	2	101	НД
3	10611	Бачкун 1С 110 кВ F /тэс	07:14:21.40	ДДЦ	Пользователь	1	104	Корректировка НСИ

Целью создания результирующей таблицы является получение заключения о необходимом способе восстановления параметров, по которым поступили обращения. Для автоматизации процесса вынесения заключений необходимо собрать статистику заключений по параметрам, обладающим одинаковыми свойствами, после чего алгоритмизировать вынесение заключения. В случае противоречивых данных об истинности достоверности параметра и способе его восстановления необходимо дополнение таблицы столбцом, полученным эмпирическим путем. Для исключения необходимости корректировки алгоритма работы программы предлагается использовать нейронную сеть, набор входных данных которой будет состоять из свойств параметров, полученных путем их классификации по различным принципам. Процесс формализации входных данных будет сведен к адаптации их для восприятия выбранной НСИ.

### Литература

1. Жуков А., Куликов Ю., Демчук А., Мацкевич И. Система мониторинга переходных режимов // Электроэнергия. Передача и распределение. 2010. № 2. С. 52–57.
2. Назаров А. В., Козырев Г. И., Шитов И. В. и др. Современная телеметрия в теории и на практике. СПб. : Наука и техника, 2007. 672 с.
3. Официальный сайт Системного оператора единой энергетической системы Российской Федерации. URL: <http://so-ups.ru> (дата обращения: 05.02.2019).
4. Гамм А. З., Герасимов Л. Н., Колосок И. Н. и др. Оценивание состояния в электроэнергетике. М. : Наука, 1983. 320 с.
5. Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) подстанции СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007- 35.240.01.023-2009. М. : ОАО «ФСК ЕЭС», 2009. С. 7.
6. Обобщающий стандарт по основным функциям телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи раздел 101. ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 М. : Стандартинформ, 2006. 141 с.
7. Обобщающий стандарт по основным функциям телемеханики. Ч. 5. Протоколы передачи раздел 104. ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004. М. : ИПК Изд-во стандартов, 2004. 46 с.
8. Занин А. С., Бушмелева К. И. Автоматизация процесса достоверизации телеметрии диспетчерского центра электроэнергетики // Вестник кибернетики 2017. № 4 (28). С. 139–145.