



Г.А. Большанин

М.П. Плотников

**МЕТОД
ЧЕТЫРНАДЦАТИПОЛЮСНИКА
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
ОДНОРОДНОГО УЧАСТКА
ДВУХЦЕПНОЙ ЛИНИИ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

Монография

Новосибирск
2019

УДК 621.31

ББК 31.28

Б799

Рецензенты:

Литвак В.В., Доктор технических наук, профессор Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова, Инженерной школы энергетики ФГАОУ Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

Осинов Д.С., Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электро-снабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет».

Б799 Метод четырнадцатиполюсника для определения параметров однородного участка двухцепной линии электропередачи – Монография; Большанин Г.А., Плотников М.П. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2019. – 176 с.

ISBN 978-5-4379-0622-4

В монографии предложена методика определения параметров однородного участка двухцепной линии электропередачи с помощью элементов теории четырнадцатиполюсника. Особое внимание уделено методике экспериментального определения коэффициентов уравнений А-формы, описывающих состояние пассивного четырнадцатиполюсника. Рассмотрены вопросы прогнозирования результатов передачи электрической энергии пониженного качества по однородному участку двухцепной воздушной линии электропередачи.

Монография предназначена для научных работников, инженеров и аспирантов, специализирующихся в вопросах передачи и распределения электрической энергии по участкам электроэнергетических систем, а также для студентов электроэнергетических специальностей вузов.

ББК 31.28

ISBN 978-5-4379-0622-4

© Большанин Г.А., Плотников М.П., 2019 г

© АНС «СибАК», 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	4
Глава 1. Однородный участок	7
Глава 2. Использование четырнадцатиполюсника для прогнозирования результатов передачи электрической энергии по однородному участку двухцепной ЛЭП	22
Глава 3. Экспериментальное определение коэффициентов четырнадцатиполюсника	59
Глава 4. Параметры однородного участка двухцепной ЛЭП	157
4.1. Первичные параметры	158
4.2. Вторичные параметры	163
Заключение	166
Список литературы	168

ВВЕДЕНИЕ

Одна из особенностей систем электроснабжения России и ряда других стран мира заключается в необходимости передачи больших потоков электрической энергии от мест ее производства потребителям. Доказано, что эту задачу целесообразно выполнять с помощью многоцепных линий электропередачи (ЛЭП) [1]. Для этой цели часто используют двухцепные ЛЭП напряжением 110 кВ и выше [2].

Проектированию, монтажу и эксплуатации ЛЭП, как правило, предшествует прогнозирование результатов планируемой передачи электрической энергии. Методика такого прогнозирования известна и до недавнего времени успешно использовалась [3, с. 54-77; 4, с. 19-28, 71-83; 5]. Она вполне справедлива при условии передачи электрической энергии хорошего качества. Но, к сожалению, современные электроэнергетические системы России отличаются электрической энергией невысокого качества.

В России качество электрической энергии регламентируется межгосударственным стандартом ГОСТ 32144-2013 [6]. Нормативы качества электрической энергии, оговоренные в этом стандарте, весьма невысоки по сравнению с нормативами подобного рода, принятыми к исполнению во многих других развитых странах мира. Но и они нередко нарушаются, поскольку действующим законодательством не предусмотрено серьезной ответственности за нарушение требований этого стандарта.

Таким образом, получается, что в электроэнергетических системах России неизбежно пониженное качество электрической энергии. Именно в этих условиях российским энергетикам надлежит обеспечить бесперебойное электроснабжение промышленных и других объектов.

В промышленных регионах страны пониженное качество электрической энергии сопровождается высокими уровнями несинусоидальности и несимметрии напряжений и токов [7, с. 21-30, 52-53, 200-204]. В этих условиях при прогнозировании результатов передачи электрической энергии ЛЭП даже сравнительно небольшой протяженности следует принимать за линии с распределенными параметрами [8; 9, с. 6-8; 10; 11, с. 10-11].

Методика прогнозирования результатов передачи электрической энергии пониженного качества по однородному участку двухцепной ЛЭП известна [12, с. 94-98]. Но ее реализация возможна лишь при использовании солидного математического аппарата. Кроме того, ее реализация требует достоверных сведений о первичных параметрах этого участка.

Конечно, сведения о первичных параметрах исследуемого участка можно получить из соответствующей справочной литературы [13, с. 249-250; 14, с. 452-458, 470-471]. Но они весьма ориентировочны, а их истинные значения постоянно изменяются под влиянием внешних условий.

Первичные параметры ЛЭП можно рассчитать, пользуясь рекомендациями, изложенными в [11, с. 30-38; 15-20; 21, с. 181-183; 22-26; 27, с. 12-28; 28; 29, с. 78-99; 30, с. 79-102]. Расчетным путем можно получить сведения о первичных параметрах ЛЭП с высокой степенью достоверности. Но для этого надо иметь данные о всех факторах, влияющих на численные значения первичных параметров ЛЭП. А это трудно достижимо. К тому же эти факторы неоднозначны вдоль всей протяженности линии электропередачи.

В условиях современного электроснабжения промышленных и иных объектов первичные параметры ЛЭП с целью получения достоверных сведений лучше всего определять экспериментально. Но для этого необходимо воспользоваться элементами теории многополосников.

Идея замещения электротехнических объектов многополосниками возникла давно [31; 32, с. 213-226]. Но до недавнего времени основное внимание уделялось теории четырехполосников. Теория многополосников рассматривалась, в основном, применительно к устройствам связи [33-34; 35, с. 202-206; 36, с. 91-107; 37-38]. Кроме того, возможность применения элементов теории многополосников стали использовать при синтезе и анализе электрических цепей [39, 40], в силовой энергетике [41-42; 43, с. 33-38; 44; 45, с. 59-67], в электронике [46], в системах автоматического управления промышленными технологиями [47-49] и даже в механике [50, 51]. Анализ состояния многополосников посвящено множество научно-исследовательских разработок [52-55].

Кроме теории четырехполосников, были детально разработаны элементы теорий пятиполосников, шестиполосников [56, с. 44-129, 138-162] и восьмиполосников [57, с. 46-74; 58, с. 59-76]. В процессе исследования было выяснено, что однородный участок ЛЭП однопроводного исполнения целесообразно заместить четырехполосником, двухпроводного исполнения – шестиполосником с тремя входными и тремя выходными выводами, трехпроводного исполнения – восьмиполосником с четырьмя входными и четырьмя выходными выводами [59, с. 247-281], а четырехпроводного исполнения – десятиполосником с пятью входными и пятью выходными выводами [11, с. 472-474]. Такое замещение позволит усовершенствовать процесс прогнозирования результатов передачи электрической энергии по одноцепным ЛЭП и сформировать методики экспериментального определения параметров линии электропередачи однопроводного [58, с. 159-174; 60-62],

двухпроводного [63-67] и трехпроводного [58, с. 46-77; 68; 69, с. 46-48; 70-72; 73-76] исполнений.

Цель предлагаемого исследования заключается в распространении достигнутых результатов в прогнозировании и определении параметров одноцепной ЛЭП с помощью элементов теории многополюсников на однородный участок двухцепной линии электропередачи.

В результате уже выполненных исследований однородного участка однородного участка двухцепной ЛЭП достигнуты некоторые успехи: построены схема замещения однородного участка двухцепной линии электропередачи и математическая модель передачи по этому участку электрической энергии [77]; получены законы распределения напряжений и токов по однородному участку двухцепной ЛЭП [78]; сформирована методика прогнозирования результатов передачи электрической энергии по однородному участку двухцепной ЛЭП [12, с. 94-98; 79]. Но для реализации этой методики нужны достоверные сведения о параметрах анализируемой ЛЭП. А для их получения надлежит использовать элементы теории многополюсников.

Однородный участок двухцепной ЛЭП можно заместить 0 четырнадцатиполюсником. Об этом упоминалось в [81]. Но не более.

В первой главе предлагаемой монографии кратко напоминаются имеющиеся сведения о методике прогнозирования результатов передачи электрической энергии по однородному участку двухцепной ЛЭП.

Во второй главе рассматриваются свойства четырнадцатиполюсника с семью входными и семью выходными выводами, замещающего однородный участок двухцепной ЛЭП.

Но использование преимуществ четырнадцатиполюсника невозможно без сведений о численных значениях коэффициентов уравнений, описывающих состояние этого многополюсника. Поэтому в третьей главе предлагается методика экспериментального определения коэффициентов уравнений четырнадцатиполюсника.

И, наконец, в четвертой главе описываются методики экспериментального определения параметров однородного участка двухцепной ЛЭП.

Большанин Георгий Анатольевич
Плотников Михаил Павлович

**МЕТОД ЧЕТЫРНАДЦАТИПОЛЮСНИКА
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
ОДНОРОДНОГО УЧАСТКА ДВУХЦЕПНОЙ
ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

Монография

Подписано в печать 30.06.19. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 11. Тираж 550 экз.

Издательство АНС «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, оф. 4.
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3.

16+