

УДК 538.3  
ББК 32.841  
П29

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор *Б. Д. Мануилов*;  
доктор физ.-мат. наук, профессор *А. М. Лерер*

**Петров Б. М.**

**П29** Электромагнитные поля во вращающихся интерферометрах и гироскопах. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 208 с.: ил.  
**ISBN 978-5-9912-0434-7.**

На основе ковариантных уравнений электродинамики получены строгие решения поставленных граничных задач о возможности существования электромагнитных волн и колебаний во вращающихся открытых и закрытых направляющих системах и резонаторах, являющихся математическими моделями вращающихся интерферометров и гироскопов; определены и проанализированы параметры электромагнитных полей, обнаружены эффекты появления критических частот вращения в направляющих системах и проявления серии собственных частот вращения в резонаторах; дан анализ применяемого в настоящее время приближенного многомодового способа измерения частоты вращения; уточнены расчетные формулы, предложены одномодовый (резонансный) и одноволновый способы измерения; показаны преимущества применения электромагнитных полей частот радиодиапазона.

Для инженеров, магистров, аспирантов и научных работников радиотехнических, радиофизических и телекоммуникационных специальностей.

**ББК 32.841**

Адрес издательства в Интернет [WWW.TECHBOOK.RU](http://WWW.TECHBOOK.RU)

Научное издание

**Петров Борис Михайлович**

**Электромагнитные поля во вращающихся  
интерферометрах и гироскопах**

*Монография*

Редактор Ю. Н. Чернышев

Компьютерная верстка Ю. Н. Чернышева

Обложка художника В. Г. Ситникова

Подписано в печать 08.12.14. Формат 90×88/16. Усл. печ. л. 24. Тираж 500 экз. (1-й завод 100 экз.). Изд. № 150424  
ООО Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком»

ISBN 978-5-9912-0434-7

© Б. М. Петров, 2015

© Издательство «Горячая линия–Телеком», 2015

# Оглавление

Введение .....	3
<b>1. Уравнения электродинамики .....</b>	<b>6</b>
1.1. Общая постановка задачи для первичного электромагнитного поля .....	6
1.2. Криволинейные координаты .....	8
1.3. Вращающиеся системы отсчета .....	13
1.4. Ковариантная форма уравнений электродинамики. Материальные уравнения. Сторонние электрические токи и заряды .....	16
1.5. Уравнения электродинамики при наличии сторонних магнитных токов и зарядов .....	22
1.6. Система уравнений электродинамики во вращающейся системе отсчета. Отождествление тензорных компонент напряженностей ЭМ полей и индукций .....	25
1.7. Связь напряженностей ЭМ полей и индукций вращающейся и «неподвижной» систем отсчета. Граничные условия .....	28
<b>2. Интегрирование неоднородных уравнений электродинамики в пространстве с метрикой, обусловленной вращением. Преобразования ЭМ полей. Цилиндрическая система координат .....</b>	<b>32</b>
2.1. Волновые уравнения для электрического векторного потенциала .....	32
2.2. Поля электрического и магнитного типов. Потенциалы Дебая .....	36
2.3. Векторные собственные функции .....	39
2.4. Решение системы уравнений для электрического векторного потенциала. «Пространственная» и «временная» компоненты векторного потенциала .....	41
2.5. Продольные компоненты векторов индукций, возбуждаемые сторонними электрическими токами и зарядами ..	44
2.6. Интегрирование неоднородных уравнений Максвелла при наличии сторонних магнитных токов и зарядов. Продольные компоненты векторов индукций .....	45

2.7. Потенциалы Дебая. Поле сторонних электрических и магнитных токов и зарядов. Две формы представления ЭМ полей .....	48
2.8. Преобразование ЭМ поля из вращающейся системы отсчета в «неподвижную» .....	55
2.9. Преобразование ЭМ поля из инерциальной системы отсчета во вращающуюся .....	58
<b>3. Интегрирование неоднородных уравнений электродинамики в пространстве с метрикой, обусловленной вращением. Сферическая система координат .....</b>	<b>63</b>
3.1. Волновые уравнения для электрического векторного потенциала .....	63
3.2. Поля электрического и магнитного типов. Потенциалы Дебая .....	66
3.3. Векторные собственные функции .....	69
3.4. Решение системы уравнений для векторного потенциала. Пространственные и временная компоненты векторного потенциала .....	72
3.5. Продольные компоненты векторов индукций, возбуждаемые сторонними электрическими токами и зарядами..	75
3.6. Интегрирование неоднородных уравнений электродинамики при наличии магнитных сторонних токов и зарядов. Продольные компоненты индукций .....	78
3.7. Поле сторонних электрических и магнитных токов и зарядов .....	80
3.8. Преобразование ЭМ поля, возбуждаемого во вращающейся системе отсчета, в ЭМ поле инерциальной системы отсчета .....	83
3.9. Преобразование ЭМ поля, возбуждаемого в инерциальной системе отсчета, в ЭМ поле вращающейся системы отсчета .....	87
<b>4. Электромагнитные волны во вращающихся волноводах .....</b>	<b>93</b>
4.1. Оптические опыты Гарреса, Саньяка, Погани и опыт Майкельсона и Гейля с суточным вращением Земли....	93
4.2. Задача о возможности существования волн электрического типа в цилиндрическом волноводе .....	95
4.3. Задача о возможности существования волн магнитного типа в цилиндрическом волноводе .....	107
4.4. Задача о возможности существования волн электрического типа в коаксиальной линии .....	114

4.5. Задача о возможности существования волн магнитного типа в коаксиальной линии .....	123
4.6. Задача о возможности существования направляемых электромагнитных волн во вращающемся магнитодиэлектрическом стержне .....	129
4.7. ЭМ поле вращающегося идеально проводящего цилиндра, покрытого слоем магнитодиэлектрика .....	144
4.8. Преобразование ЭМ полей в «неподвижную» систему отсчета .....	151
4.9. Способы измерения частоты и направления вращения интерферометров и гироскопов .....	156
<b>5. Электромагнитные колебания во вращающихся резонаторах .....</b>	<b>162</b>
5.1. Колебания электрического типа в цилиндрическом резонаторе .....	162
5.2. Колебания магнитного типа в цилиндрическом резонаторе .....	166
5.3. Колебания электрического и магнитного типов в коаксиальном резонаторе .....	170
5.4. Электромагнитные колебания в шаровом резонаторе ...	176
5.5. Магнитодиэлектрический резонатор .....	178
5.6. Резонатор на основе идеально проводящего цилиндра, покрытого слоем магнитодиэлектрика .....	190
5.7. Преобразование ЭМ полей в неподвижную систему отсчета .....	198
5.8. Резонансный способ измерения частоты вращения гироскопа или интерферометра .....	199
<b>Заключение .....</b>	<b>201</b>
<b>Основные обозначения и сокращения .....</b>	<b>202</b>
<b>Литература .....</b>	<b>203</b>