

С.Н. Яшкин

# СПУТНИКОВАЯ ГРАДИЕНТОМЕТРИЯ И СИСТЕМЫ «СПУТНИК-СПУТНИК»



Москва  
Издательство МИИГАиК  
2009

УДК 528.223  
Я 96

**Рецензент:**

доктор техн. наук, профессор В.Е. Жаров  
(зав. кафедрой небесной механики, астрономии и гравиметрии  
физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова)

**Яшкин С.Н.**

**Я 96**

Спутниковая градиентометрия и системы «спутник-спутник»:  
Учеб. пособие. –М.: Издательство МИИГАиК, 2009. –112 с.: ил.

ISBN 978-5-91188-020-0

Приведены системы координат, используемые в градиентометрии, и их преобразование. Кратко рассматриваются проблемы определения различными методами гравитационного поля Земли. Затрагиваются вопросы инерциальной гравиметрии, наземной и самолетной градиентометрии. Основное внимание обращено на проблемы изучения гравитационного поля Земли методами спутниковой градиентометрии и системами «спутник-спутник». Рассматриваются современные проекты по реализации определения гравитационного поля Земли методами спутниковой градиентометрии (SG) и системами «спутник–спутник» (SST). Анализируются преимущества и недостатки методов SG и SST. Темы закрепляются методическими указаниями и контрольными работами, которые состоят из шести заданий по данному курсу.

Для студентов геодезического факультета специальности КГС и магистров второго года обучения по направлению «Геодезия».

УДК 528.223

ISBN 978-5-91188-020-0

© С.Н. Яшкин, 2009  
© Издательство МИИГАиК, 2009

S.N. Yashkin

SATELLITE GRADIOMETRY  
AND SATELLITE-TO-SATELLITE  
TRACKING (SST) SYSTEMS



Moscow  
MIIGAiK Publishing  
2009

УДК 528.223  
Я 96

**Reviewer:**

Doctor of Technical sciences, Professor V. E. Zharov  
(*Head of the Space mechanics, astronomy, and gravimetry department  
of the Lomonosov MSU Physics faculty*)

**Я 96**      **Yashkin S.N.**  
Satellite Gradiometry and Satellite-to-Satellite Tracking Systems:  
Educational aid. –Moscow: MIIGAiK Publishing, 2009. –112 p.: pic.

ISBN 978-5-91188-020-0

The coordinate systems used for the gravimetry and its transformations are given. Short introductions in the theory of the scalar and vector fields are given and the tensor calculation is considered. The Earth figure theory is given in short. Gravitational and inertional gravimetric issues are considered. One chapter is devoted to the ground based and airplaned gradiometry. In addition, gradiometry on the flowing foundation is considered. One chapter is devoted to the satellite gradiometry (SG) and satellite-to-satellite tracking (SST) systems. The methodical indication and six target works are applied. This educational aid is intended for the students of Geodesic faculty of specialty «Space Geodesy» and for the magistrates of second year's education by the direction of «geodesy».

This course is obliged for the students of Geodesic faculty of specialty «Space Geodesy» and one is lectured at the fifth years of the learning. As regards magistrates, this course is a specialized course for second years of the learning.

УДК 528.223

ISBN 978-5-91188-020-0

© S.N. Yashkin, 2009  
© MIIGAiK, 2009

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1</b>	
КРАТКИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ .....	12
1.1. Системы координат, используемые в градиентометрии .....	12
1.2. Введение в теорию поля .....	17
<b>Глава 2</b>	
ТЕОРИЯ ПОЛЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ.....	27
2.1. Общие сведения .....	27
2.2. Краевые задачи при определении силы тяжести.....	30
2.3. Шаровые и сферические функции и определение их коэффициентов .....	33
2.4. Градиенты и их использование при определении силы тяжести.....	36
2.5. Свойства полного тензора градиентометрии и градиентов силы тяжести.....	37
2.6. Методы определения потенциала силы притяжения с использованием градиентов .....	39
<b>Глава 3</b>	
ИНЕРЦИАЛЬНАЯ ГРАВИМЕТРИЯ .....	41
3.1. Инерциальные навигационные системы .....	41
3.2. Методы измерений инерциальными системами.....	45
3.3. Приборы, используемые в инерциальных системах .....	47
<b>Глава 4</b>	
ГРАВИТАЦИОННАЯ ГРАДИЕНТОМЕТРИЯ .....	50
4.1. Исходные предпосылки.....	50
4.2. Принцип работы гравитационных градиентометров.....	52
4.3. Стационарная гравитационная градиентометрия.....	58
4.4. Гравитационная градиентометрия на подвижном основании .....	59

## Глава 5

СПУТНИКОВАЯ ГРАДИЕНТОМЕТРИЯ .....	67
5.1. Градиентометрические измерения с градиентометром на борту .....	68
5.2. Учет вращения спутника вокруг собственного центра масс. ....	70
5.3. Полный тензор градиентометрии —его исследование и преобразование .....	71
5.4. Спутниковые измерения в системе «спутник–спутник».....	78
5.5. Общие принципы априорной оценки точности .....	87
5.6. Совместная реализация спутниковой градиентометрия (SGG) и систем «спутник-спутник» (SST) ....	94
<b>Заключение .....</b>	<b>98</b>
<b>Приложение.....</b>	<b>101</b>
<b>Список дополнительной литературы .....</b>	<b>108</b>