



Н.Ә. БЕЙСЕН

**ЖАЛПЫ  
САЛЫСТЫРМАЛЫҚ  
ТЕОРИЯСЫНДАҒЫ  
ГРАВИТОМАГНИТТІК  
ӨРІСТІң ҚАСИЕТТЕРІ**

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Н.Ә. Бейсен

ЖАЛПЫ САЛЫСТЫРМАЛЫЛЫҚ  
ТЕОРИЯСЫНДАҒЫ ГРАВИТОМАГНИТТИК  
ӨРІСТИҢ ҚАСИЕТТЕРІ

*Монография*

Алматы  
«Қазак университеті»  
2024

ӘОЖ 550.831.015

КБЖ 26.2

Б 37

Бастаға Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің  
Ғылыми көңесі шешімімен (№4 хаттана 20.12.2023 жыл)  
және физика-техника факультетінің  
(№ 4 хаттана 22 қараша 2023 ж.) шешімімен ұсынылды

**Пікір жазғандар:**  
физика-математика ғылымдарының докторы, профессор,  
ҚР ҰҒА корр. мүшесі М.Е. Абішев  
физика-математика ғылымдарының докторы, профессор,  
ҚР ҰҒА корр. мүшесі К.И. Джумагулова  
физика-математика ғылымдарының докторы,  
профессор Э. Кеведо

Бейсен Н.Ә.

Б 37 Жалпы салыстырмалылық теориясындағы гравито-  
магниттік ерістің касиеттері: монография / Н.Ә. Бейсен.  
– Алматы: Қазақ университеті, 2024. – 138 б.

ISBN 978-601-04-6571-8

Монография жалпы салыстырмалылық теориясы контекстінде грави-  
тациялық асерлесудің табигатын терен зерттеуге бағытталған. Гравито-  
магниттік ерістің ерекшеліктері талданып, онын касиеттері және олар-  
дың баска іргелі физикалық шамалармен байланысы зерттелген. Жұмыс  
теориялық және аналитикалық аспекттердің корсетіліп, көністік-ұқыт құры-  
лымының теренирек түсінуге екелуі мүмкін жана тұжырымдаларды ұсы-  
нады. Монография теориялық физика, астрофизика және гравитация-  
лық зерттеулер саласындағы мамандарға, магистранттар, докторанттар  
және ғылыми қызметкерлерге, сондай-ақ физиканың заманауи жетістік-  
теріне қызығушылық танытатын оқырмандарға арналған.

Автордың редакциясымен шыгарылды.

**ӘОЖ 550.831.015**  
**КБЖ 26.2**

ISBN 978-601-04-6571-8

© Бейсен Н.Ә., 2024

## БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

$q$	денелер жүйесінің жылдамдықтарының ретін сипаттайтын параметр
$R$	денелердің сыйықтық өлшемдерін сипаттайтын ұзындық
$D$	денелер арасындағы қашықтықтың мәні
$M_i$	дененің массасы
$\mathbf{g}^{ij}$	метрикалық тензор
$T^{ab}$	макроскопиялық денелердің энергия-импульсы тензоры
$T^{(a)}$	"a" айналмалы дененің кинетикалық энергиясы
$I_{1,2,\dots,in}$	п ретті инерция моменті
$U$	ньютондық потенциалы
$U_i$	гравитациялық ерістің векторлық потенциалының i-ші құраушысы
$\rho$	үздіксіздік тендеуін канагаттандыратын массалық тығыздық
$a_i, b_i, c_i$	а, б, с денелерінің массалар центрінің радиус векторының i-ші құраушысы
$a, b, c$	а, б, с денелерінің массалар центрінің радиус векторы
$\omega_{ij}$	бұрыштық жылдамдықтың антисимметриялық тензоры
$\Omega^{(a)}$	«a» денесінің орталықтан тепкіш күштерінің потенциалы
$M_{ij}$	денелер жүйесінің толық момент тензоры
$m$	сынақ денесінің массасы
$m_0$	орталық дененің массасы
$I$	сынақ денесінің инерция моменті
$I_0$	орталық дененің инерция моменті
$I'$	сынақ денесінің екінші ретті инерция моменті
$M$	сынақ денесінің орбиталық моменті векторы
$M$	сынақ денесінің орбиталық моменті векторының модулі

<b>S</b>	сынап денесінің меншікті импульс моментінің векторы
<b>S<sub>0</sub></b>	орталық дененің меншікті импульс моментінің векторы
<b>U</b>	сынап денесінің гравитациялық өрісінің векторлық потенциалы
<b>U<sub>0</sub></b>	орталық дененің гравитациялық өрісінің векторлық потенциалы
<b>U<sub>M</sub></b>	сынап денесінің орбиталық моментіне катысты вектор-потенциалы
<b>ψ</b>	полярлык бұрыш
<b>r</b>	орбитаның параметрі
<b>e</b>	орбитаның эксцентриситеті
<b>a</b>	орбитаның үлкен жарты есі
<b>b</b>	орбитаның кіші жарты есі
<b>a, b</b>	екі дene есебіндегі a, b деңелердің массалар центрінің радиус векторы

## KІРІСПЕ

Қазіргі заманғы физикада ғалымдардың назарын ерекше алғы жүрген қоғыттар манызды зерттеу бағыттары бар. Физикалық көріністің ен іргелі және қызықты аспектілерінің бірі - XX ғасырдың басында Альберт Эйнштейн іргесін салған Жалпы салыстырмалылық теориясы (ЖСТ) атымен белгілі гравитация теориясы болып табылады. ЖСТ гравитацияға катысты қоғыттардағы күбілділдіктердің дегенмен, соңғы онжылдықтардағы физиктер гравитациялық өзара әрекеттесудің теренірек аспектілерінде мән беріп, бұл күбілділдіктер жана аспектілерін ашты. Солардың бірі - ЖСТ тендеулері арқылы сипатталатын гравитомагниттік өрістің касиеттері болып табылады. Бұл өріс электромагнетизмдегі магнит өрісіне ұқсас, гравитация мен электромагнетизмдің байланыстырып, кеңістік пен уақыт табиғатын түсінудің жана деңгейн камтамасыз етеді. Бұл монографияда гравитомагниттік өрістің касиеттерін одан әрі зерттеуге тырыса отырып, оның ЖСТ-ның негізгі принциптерімен байланысна арналған жұмыстар жүргізілді. Осы орайда, гравитомагниттік өрісті түсінүшін үшін қажетті ЖСТ-ның негізгі ережелеріне қысқаша шолу жасау арқылы осы өрісті сипаттайтын тендеулерді егжей-тегжейлі талдауга қөшеміз және оның кеңістік-уақыт құрылымына асерін қарастырамыз.

Сондай - ак, ЖСТ дағы орнықтылық мәселесі де озекті және манызды болып табылатындығы - бұл теорияның гарыштық масштабтағы гравитациялық жүйелердің әрекетін дұрыс сипаттайтынына катысты болып табылады. Дегенмен, оның да шектеулері бар және гарыштық масштабтағы гравитациялық жүйелердің өзгерістері кейбір ерекше күбілділдерді түсіндіре алмайтынын да ескеруіміз кажет. Себебі, ЖСТ-да орнықтылық мәселелерімен байланысты негізгі мәселелердің бірі - каранғы материя мәселесі. Галактикалар мен гарыштық құрылымдарды бакылау объектілер арасында гравитациялық өзара әрекеттесу бар екенін көрсетеді және оны тек гравитациялық асерлесумен ғана түсіндіруге болмайды.

Планеталардың қозғалысы механика заңдарына, ал олардың өзара әрекеттесуі бүкіләлемдік тартылыс заңына бағынатыны

44. Ж.Л. Лагранж. Статья 1784 г. В кн. В.Г. Демина «Судьба солнечной системы». Наука, М., 1969.
45. В.И. Арнольд. Решение задачи об устойчивости движения в произвольных гамильтоновых системах при наличии постоянно действующих возмущений. В кн. В.Г. Демина «Судьба солнечной системы». Наука, М., 1969, стр. 209...240.
46. Бейсен Н.А. Об орбитальной устойчивости и об устойчивости по отношению к векторным элементам орбиты в механике ОТО // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Алматы, 2004.
47. Абдильдин М.М., Бейсен Н.А. К методике преподавания проблемы движения тел в общей теории относительности // Учебное пособие. Алматы, Қазақ университететі, 2009. - 4,75 пл.
48. Abdil'din, M.M., Abishev, M.E., Beissen, N.A., Taukenova, A.S. On the optical-mechanical analogy in general relativity. Gravitation and Cosmology, 2011.
49. Abishev M., Beissen, N.A., Toktarbay S. On the stable orbits in the limited three body task in GR mechanics. The Thirteenth Marcel Grossmann Meeting on Recent Developments in Theoretical and Experimental General Relativity, Gravitation, and Relativistic Field Theory (MG13), Stockholm University, Stockholm, - Sweden, 2012.

## МАЗМУНЫ

Белгілер мен қысқартулар .....	3
Кіріспе.....	5
1 Лензе-Тирринг мәселесі және екі айналмалы дene есебі.....	15
1.1 Фоктын түзілген бірінші жұyktaу метрикасы .....	15
1.2 Шварцшильд есебі.....	35
1.3 Лензе-Тирринг есебі қозғалыс тендеулері .....	49
1.4 Лензе-Тирринг есебіндегі ішерілемелі қозғалысы тендеуін орташалау .....	58
1.5 Адиабаттық теориянын колдану арқылы Лензе-Тирринг есебін карастыру .....	69
2 Меншікті айналу мәселесі.....	79
2.1 ЖСТ механикасындағы екі айналмалы дene мәселесі.....	79
2.2 ЖСТ механикасындағы екі айналмалы дene мәселесін Лагранж функциясы және қозғалыс тендеулері .....	85
3 Гравитомагниттік орістің сипаттамалары .....	89
3.1 Екі айналмалы дene қозғалыс тендеулерін орташалау .....	89
3.2 Екі айналмалы дene меншікті моменттерінің сакталуы .....	100
3.3 Гидродинамикалық аналогия тасілін екі айналмалы дene қозғалыс жағдайына колдану .....	105
4 ЖСТ механикасындағы орбиталық орындылық және орбитаның векторлық элементтеріне көтүсті .....	112
4.1 Шварцшильд есебіндегі орбиталық орындылық .....	112
4.2 Лензе-Тирринг есебіндегі орбиталық орындылық .....	115
4.3 Екі айналмалы дene есебіндегі орбиталық орындылық .....	119
4.4 Лензе-Тирринг есебіндегі орбитаның векторлық элементтерге көтүсті орындылығы .....	121
4.5 Екі айналмалы дene есебіндегі орбитаның векторлық элементтерге көтүсті орындылығы .....	127
Корытынды .....	130
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі .....	134

Фұлымы басылым

Бейсен Нұрзада Әбдібеккызы

**ЖАЛПЫ САЛЫСТЫРМАЛЫЛЫҚ  
ТЕОРИЯСЫНДАҒЫ ГРАВИТОМАГНИТТИК  
ӨРІСТІҢ ҚАСИЕТТЕРІ**

*Монография*

**ИБ №15249**

Басуға 21.02.2024 жылғы кол койылды. Пішімі 60x84 1/8.

Көлемі 9 б.т. Офсетті қаралып, сандық басылым.

Тапсырыс №311. Тарапалымы 500 дана.

Әл-Фараби атындағы Казак ұлттық университетінің

«Казак университеті» баспа үйі.

050040, Алматы қаласы, әл-Фараби дәнғылы, 71.

«Казак университеті» баспа үйі баспаханасында басылды

ISBN 978-601-04-6571-8



9 78601 0 46571 8

ISBN 978-601-04-6571-8



9 786010 465718

