

ӘОЖ 530.12

## ЖАЛПЫ САЛЫСТЫРМАЛЫЛЫҚ ТЕОРИЯСЫ

*А. Нұрсәулет, Н.Ш. Кобланбаева, Ф.Е. Матжан*

*студенттер,  
Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті,  
Алматы қ., Қазақстан*

**Ғылыми жетекші:** Т.Б. Қоштыбаев, ф.-м.ғ.к., физика кафедрасының доценті

*Мақалада Альберт Эйнштейннің жалпы салыстырмалылық теориясының негізгі қағидалары, тәжірибелік дәлелдері және ғарыштағы құбылыстарға әсері қарастырылады. Жалпы салыстырмалылық теориясы гравитацияны кеңістік-уақыттың қисаюуы ретінде сипаттайды, бұл Ньютондық механикадан айтарлықтай ерекшеленеді. Мақалада Меркурий орбитасындағы перигелийдің ауытқуы, жарық сәулесінің үлкен масса жанынан өткенде бүгілуі және уақыттың ауыр объектілер жанында баяулауы секілді тәжірибелік дәлелдерге назар аударылады. Сонымен қатар, теорияның ғарыштық объектілерге әсері, оның қазіргі ғылымдағы орны және болашақ зерттеулерге ықпалы талқыланады.*

**Кілт сөздері:** жалпы салыстырмалылық теориясы, Альберт Эйнштейн, гравитация, кеңістік–уақыт

**Кіріспе.** Жалпы салыстырмалылық теориясы-физика және астрофизика салаларындағы ең іргелі және революциялық теориялардың бірі. Бұл теорияның негізін 1915 жылы Альберт Эйнштейн қалады. Ол кеңістік пен уақытты біртұтас төрт өлшемді кеңістік-уақыт континуумы ретінде сипаттап, гравитацияны осы кеңістік-уақыттың қисайуы деп түсіндірді. Бұған дейінгі Ньютондық механикада гравитация массалар арасындағы күш ретінде қарастырылса, Эйнштейн бұл күшті кеңістік-уақыттың геометриялық қасиеті ретінде түсіндірді.

Жалпы салыстырмалылық теориясы тек ғылыми түсініктерге жаңа көзқарас әкеліп қана қоймай, сонымен қатар уақыт пен кеңістіктің өзара байланысын көрсетті. Эйнштейннің бұл теориясы сол кезеңде ғалымдар үшін нағыз жаңалық болды және көптеген астрономиялық құбылыстарды түсіндіруге мүмкіндік берді. Мысалы, оның көмегімен Меркурий планетасының орбитасындағы ауытқулар және жарық сәулесінің үлкен масса жанынан өткен кезде бұрмалануы сынды құбылыстар түсіндірілді. Теорияның ғылыми маңызы

өте зор болғандықтан, ол қазіргі физика және астрономияның негіздерінің бірі болып саналады.

**Негізгі бөлім.** Жалпы салыстырмалылық теориясының басты принципі-кеңістік пен уақыттың гравитациялық өрістің әсерінен өзгеруі немесе метрикалық өзгерістері. Жалпы салыстырмалылықта кеңістік-уақыт қисықтығын сипаттайтын негізгі теңдеу-Эйнштейннің өріс теңдеулері.

$$G_{\mu\nu} + \Delta g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

мұндағы  $G_{\mu\nu}$  – Эйнштейн тензоры,  $\Delta$  - космологиялық тұрақты,  $T_{\mu\nu}$  – энергия-импульс тензоры, ал  $G$  және  $c$  – гравитациялық тұрақты мен жарық жылдамдығы. Бұл дегеніміз, ауыр денелердің жанында кеңістік-уақыт қисайып, гравитацияның әсерінен уақыт баяулай түседі. Гравитациялық өріс әсерінен уақыттың баяулауы келесі формуламен сипатталады:

$$t_0 = t_f \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}}$$

мұндағы  $t_0$  – гравитациялық өріс ішіндегі уақыт,  $t_f$  – сыртқы бақылаушы уақыт,  $G$  – гравитациялық тұрақты,  $M$  массасы,  $r$  – объектіден қашықтық, ал  $c$  – жарық жылдамдығы. Бұл құбылысты түсіну үшін Ньютондық механикамен салыстыру жасауға болады. Ньютондық механикада гравитация екі дене арасындағы тартылыс күші ретінде сипатталады және бұл күш тұрақты әсер етеді деп қабылданады. Ал жалпы салыстырмалылық теориясында ауырлық күшінің орнына кеңістіктің деформациясы (қисаюы) ұғымы қолданылады. Осы теорияға сәйкес, массалы дене кеңістікті иіп, уақыттың ағымына әсер етеді. Бұл құбылыс, әсіресе, қара құрдымдар немесе нейтрондық жұлдыздар сияқты өте ауыр объектілердің жанында айқын байқалады. Сонымен қатар, жалпы салыстырмалылық теориясында эквиваленттілік принципі деп аталатын маңызды ұғым бар. Бұл принципке сәйкес, инерциялық және гравитациялық масса тең болғандықтан, ауырлық күші мен үдеу бірдей әсер етеді. Бұл принцип физика заңдарының кез келген гравитациялық өрісте бірдей жұмыс істейтінін және кез келген жүйеде өзгермейтінін көрсетеді.

Жалпы салыстырмалылық теориясы бірнеше тәжірибелік дәлелдер арқылы расталды. Ең алғашқы маңызды дәлелдердің бірі-Меркурий орбитасындағы перигелийдің ауытқуы болды. Күн жүйесіндегі басқа планеталармен салыстырғанда, Меркурий орбитасының перигелий нүктесі (Күнге ең жақын нүктесі) үнемі аздап бұрылып отырады. Бұл ауытқуды Ньютон механикасы арқылы түсіндіру мүмкін болмады, бірақ жалпы салыстырмалылық теориясы арқылы бұл құбылыс нақты түсіндірілді. Эйнштейннің теориясы Меркурий

орбитасындағы ауытқуды дәл есептеп берді. Шамамен 43 бұрыштық секунд (жылына) ауытқиды, ал оның есептелуі:

$$\Delta\omega = \frac{6\pi GM}{a(1 - e^2)c^2}$$

мұндағы  $\Delta\omega$  – бір орбиталық айналымда перигелийдің ауытқуы (радиан),  $G$  – гравитациялық тұрақты,  $M$  – Күннің массасы,  $a$  Меркурий орбитасының үлкен жарты осі,  $e$ –Меркурий орбитасының эксцентриситеті,  $c$ –жарық жылдамдығы. Тағы бір маңызды тәжірибелік дәлел-жарық сәулесінің гравитациялық өрісте бүгілуі.

$$\theta = \frac{4GM}{c^2 d}$$

мұндағы  $\theta$  – бүгілу бұрышы,  $G$  - гравитациялық тұрақты,  $M$  - объект ассасы,  $d$  - объектке дейінгі ең аз қашықтық, ал  $c$  - жарық жылдамдығы.

1919 жылы британдық астроном Артур Эддингтон Күннің жанынан өткен жарық сәулелерінің аздап бұрмаланатынын бақылап, оны дәлелдеді. Бұл құбылыс, әсіресе, Күннің жанынан өткен жарық сәулесінің өз бағытының өзгеруі арқылы байқалады. Осы бақылаулар Эйнштейннің жалпы салыстырмалылық теориясының дұрыстығын дәлелдеп, оны әлемге танытты. Бұл тәжірибелер жалпы салыстырмалылық теориясын физика ғылымында кең танымал етті және көптеген жаңа зерттеулерге негіз болды.

Теорияның кеңістіктегі әсері: жалпы салыстырмалылық теориясы ғарыштық кеңістіктегі объектілердің қозғалысына және уақыт ағымына әсер етеді. Массасы үлкен денелер, мысалы, жұлдыздар мен планеталар, кеңістікті бұрмалайды және осы бұрмаланудың нәтижесінде жақын маңдағы басқа денелердің қозғалысына әсер етеді. Мысалы, Күн жүйесіндегі планеталардың қозғалысы тек Күннің массасына ғана емес, сонымен бірге оның кеңістікті иіп, гравитациялық өріс құруына да байланысты.

Гравитациялық уақыт кеңеюі-тағы бір маңызды құбылыс. Кеңістік-уақыт қисайғанда уақыт ағымы да баяулайды. Бұл құбылыс массалы объектілердің жанында айқын байқалады

$$\Delta t' = \Delta t \sqrt{1 - \frac{2GM}{Rc^2}}$$

мұндағы  $\Delta t'$  - массалы дене жанындағы уақыт,  $\Delta t$  - бос кеңістіктегі уақыт,  $R$  - дене радиусы немесе денеге дейінгі қашықтық. Мысалы, Жердің бетіне қарағанда орбитада айналып жүрген ғарышкерлердің сағаттары аздап жылдамырақ жүретін болады. Бұл құбылыс жерсеріктердегі уақыт

өлшеулерінің дәлдігіне әсер ететіндіктен, заманауи технологияларда ескеріліп қолданылады.

**Қорытынды.** Жалпы салыстырмалылық теориясы қазіргі ғылымда ерекше орын алады. Ол гравитацияның тек күш емес, кеңістік–уақыттың геометриялық қасиеті екенін көрсетті. Теорияның арқасында ғарыштық объектілердің қозғалысы, жарық сәулесінің бұрмалануы, уақыт кеңеюі сияқты күрделі құбылыстар түсіндірілді. Ғарыштық зерттеулер мен жерсеріктерде уақыт пен кеңістіктің метрикалық өзгерістері есепке алынады, бұл теорияның маңыздылығын одан әрі арттырады. Болашақта қара құрдымдар мен гравитациялық толқындар сияқты жаңа құбылыстарды зерттеу арқылы теорияны жетілдіру және оны тереңірек түсіну мүмкіндіктері бар.

Жалпы салыстырмалылық теориясы, Эйнштейннің тұжырымдары мен оның тәжірибелік дәлелдері ғылымды жаңа бағытқа жетелеп, қазіргі физиканың іргетасына айналды. Бұл теория тек өткенді түсіндіріп қана қоймай, болашақта ғарышты зерттеу үшін де іргелі теория болып қала бермек.

#### **Пайдаланылған әдебиеттер:**

1. Күреңкеев Т. Салыстырмалылық теориясы: Көмекші оқу құралы. – Алматы:Қазақ университеті, 1992.- 78-80 бет.
2. <http://surl.li/sligii>
3. <http://surl.li/hmkxdp>
4. Физика әлемі:Пәндік энциклопедия. / Бас ред. Ж.Тойбаева. – Алматы: «Қазақ энциклопедиясы»,2015. 1-том. 326 бет.
5. Бижігітов Электродинамика және салыстырмалылықтың арнайы теориясы: Оқулық. – Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір», 2012. – 4 бет.

#### **ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

*А. Нурсаулет, Н.Ш. Кобланбаева, Ф.Е. Матжан*

*Научный руководитель: Т.Б. Коштыбаев*

В статье рассматриваются основные принципы теории общей относительности Альберта Эйнштейна, ее экспериментальные доказательства и влияние на космические явления. Теория общей относительности описывает гравитацию как кривизну пространства-времени, что существенно отличается от ньютоновской механики. В статье уделено внимание таким экспериментальным доказательствам, как прецессия перигелия Меркурия, отклонение света около массивных объектов и замедление времени вблизи

тяжелых масс. Также обсуждается влияние теории на космические объекты, ее место в современной науке и возможное значение для будущих исследований.

**Ключевые слова:** теория общей относительности, Альберт Эйнштейн, гравитация, пространство–время.

## GENERAL THEORY OF RELATIVITY

*Nursaulet A., Koblanbaeva N., Matzhan F.*

*Scientific supervisor:* Koshtybaev T.

*In the article, examines the core principles of Albert Einstein's theory of general relativity, its experimental proofs, and its effects on cosmic phenomena. General relativity describes gravity as a curvature of space-time, which significantly differs from Newtonian mechanics. The article discusses experimental evidence such as the precession of Mercury's perihelion, the bending of light near massive objects, and time dilation near heavy masses. Furthermore, it explores the theory's impact on celestial objects, its role in contemporary science, and its potential influence on future research.*

**Keywords:** general relativity theory, Albert Einstein, gravity, space-time, perihelion, precession.

## REFERENCES

1. Kurenkeev T. Theory of relativity: auxiliary textbook. - Almaty: Kazakh University, 1992. - p. 78-80.
2. <http://surl.li/sligii>
3. <http://surl.li/hmkxdp>
4. The world of physics: subject encyclopedia. / Chief editor Zh. Toibaeva. - Almaty: "Kazakh Encyclopedia", 2015.vol. 1. p. 326.
5. Bizhigitov Electrodynamics and special theory of relativity: textbook. - Almaty: LLP RPBC "Era", 2012. - p. 4.