

**MƏKAN VƏ ZAMAN PROBLEMİNİN ŞƏRHİNDƏ  
MODELLƏŞDİRMƏNİN ROLU****V.Ş.ABIŞOV****Bakı Dövlət Universiteti**

*İnsanı əhatə edən xarici aləm əbədi hərəkət və inkişafda olan materiyadır. Materiyanın hərəkət və inkişafı isə təbii ki, müəyyən məkan və zaman daxilində baş verir. Məkan və zaman materiyanın mövcudluğunun əsas formaları, onun ayrılmaz xassələri, artibutlarıdır. Həm də bunlar arasındakı münasibət qarşılıqlıdır, yəni materiya məkan və zaman xaricində mövcud olmadığı kimi, məkan və zaman da materiyadan ayrılmaz olub, ondan xaricdə mövcud deyildir.*

Materiya və onun mövcudluq formaları haqqında təbii-elmi biliklərin inkişafı tarixində, məkan və zaman haqqında iki təlim irəli sürülmüşdür: substansional və relyasion.

Substansional təlimin tərəfdarları qədim yunan atomistləri (Levkipp, Demokrit, Epikür və b.) məkanı materiyadan asılı olmayan obyektiv reallıq, müstəqil substansiya hesab etmişlər. Bu təlimdə zaman isə sadəcə sürəklilik kimi başa düşülmüş və metafizikçəsinə materiya və hərəkətdən ayrı salınmaqla, müstəqil substansiya səviyyəsinə yüksəldilmişdir.

Relyasion təlim isə Aristotelin adı ilə bağlı olmuş və bu təlimin nümayəndələri «təbiət boşluqdan qorxur» ideyası irəli sürüb, özlərinin «dolu» məkan ideyasını, substansional təlimin «boş» məkan ideyasına qarşı qoymuşlar.

Relyasion təlimdə məkan və zaman materiyanın obyektiv varlıq formaları, onun atributları kimi təsvir edilmiş, məkana cisimlərin yertutumlarının məcmusu, zamana isə hərəkətin miqdarı və proseslərin dəyişmə qanunu kimi yanaşılmışdır.

Məkan və zamanın hərəkətdə olan materiya ilə əlaqəsinin öyrənilməsində bir çox elmlərin, o cümlədən həndəsə və fizika sahəsində olan nailiyyətlərin mühüm əhəmiyyəti olmuşdur.

Qədim tarixə malik olan həndəsi biliklərin meydana gəlməsinə səbəb, insanın təbiətə münasibəti və onun əməli ehtiyacları olmuşdur.

Qədim Misirdə Nil çayının daşması nəticəsində əkin sahələrinin məhv olmasının bərpası zərurətindən insanlar müxtəlif yerölçmə işləri görmüş, çertyoj və hesablama işləri aparmağa məcbur olmuşlar. Burada həndəsi fiqurlar haqqında ilkin

təsəvvürlərin meydana gəlməsi, həndəsi biliklərin inkişafına səbəb olmuşdur. Qədim Şərqi tarixi abidələrinin öyrənilməsi nəticələri göstərir ki, bu ölkə xalqları müəyyən həndəsi biliklərə sahib olmuşlar. Özündə təbii-elmi və fəlsəfi təsəvvürləri birləşdirən qədim yunan mədəniyyəti, şərq xalqlarının həndəsi irsindən bəhrələnərək onun daha yüksək tərəqqisinə nail olmuşdur. Eramızdan əvvəl III əsrdə real məkanın riyazi abstraksiyası kimi yaranmış Evklid həndəsəsi məhz bu tərəqqinin məhsuludur. Makro aləmin məkan münasibətlərini dəqiqliklə əks etdirən Evklid həndəsəsi 2200 il ərzində məkanın yeganə elmi nəzəriyyəsi hesab edilmiş, onun aksiom və teoremləri isə qanun şəklini almışdır.

Məlum olduğu kimi həndəsə cisimlərin məkan münasibətlərini, fəza formalarını öyrənən elmdir. Müasir dövrdə aləmin fəza formalarını öyrənmək üçün müxtəlif həndəsi sistemlərdən (Evklid, qeyri-Evklid və s.) istifadə olunur.

Əlbəttə, həndəsəni gerçək aləmin məkan (fəza) formaları haqqında elm adlandıranda bir cəhəti unutmamaq lazımdır ki, həndəsə, riyaziyyat elminin tərkib hissəsidir, o abstraksiyalar küllüsü kimi çıxış edir, həm də elə abstraksiyalar ki, onlar ideallaşdırıcı səciyyə daşıyır, yəni həndəsi obyektlər ideal xarakterdədir. Lakin bütün bunlar həndəsənin real məkanla əlaqəsini inkar etməyə əsas vermir.

Həndəsə elmi riyaziyyatın ədədlər və onların xassəsini öyrənən digər bir qədim sahəsi olan hesab ilə qırılmaz əlaqədə inkişaf edib təkmilləşmiş və zənginləşmişdir. Ona görə də həndəsədə modelləşdirmə dedikdə onu, spesifik mənada, gerçəkliyin ən sadə məkan forması olan həndəsi fiqurlarla ədədləri «qarşılaşdırmaq» prosesi düşünülür. Belə proseslərdə, qarşıqoyma qaydaları seçmək işində müəyyən sərbəstlik elementləri vardır. Bunu inkar etmək, sadə bir məsələdə dolaşıqlığa səbəb olar. Məsələn, ölçü anlayışının şərhində həndəsi ölçmələrlə, fiziki ölçmələri eyniləşdirmək şəklində bu özünü aydın göstərir.

Vacib problemlərdən biri də məkan və zamanın kəsilməzlik və diskretliyin münasibətidir. Bu geniş mövzudur və biz burada zaman və məkanın kəsilməzliyi və diskretliyi, bunların münasibəti probleminin təbii-elmi şərhində riyaziyyatın iki qədim sahələri olan həndəsə və hesabın əhəmiyyətini qeyd etmək istərdik. Ədədlər haqqında təlim materiyanın varlıq formalarındakı diskretliyin şüurumuzda abstrakt şəkil almış təzahürü olduğu halda, həndəsə kəsilməzliyin analogudur. Xüsusilə də həndəsənin XX əsrdə inkişafa başlayan yeni bir sahəsinin – topologiyanın əsasında kəsilməzlik ideyası durur. Topoloji fəza anlayışı gerçəkliyin fəza formalarının həndəsi modelidir. Topologiyanın inkişafının müasir məsələlərində onun riyaziyyatın başqa sahələri ilə əlaqəsi və hətta sintezi kəsilməzliyin diskretliyi ilə dialektik əlaqəsinin təbii-elmi sübutudur. Bu baxımdan topologiyanın diskretliyə əsaslanan cəbrlə sintezi nəticəsində yaranan cəbri-topologiya sahəsi xüsusilə əlamətdar hadisədir. Deməli, zaman və məkanın, bunların diskretlik və kəsilməzlik xassələrinin riyazi modelinin araşdırılması biliklərimizin bu

sahədə nisbidən mütləqə doğru hərəkətinin dolayısı ilə təsdiqidir.

Zaman və məkanın hərəkətlə əlaqəsi də riyazi biliklərdə öz əksini tapmışdır. Buna misal riyaziyyata dəyişən kəmiyyətlərin daxil edilməsi və həndəsi çevirmələrin önəmli yer tutmasıdır (XVII əsr.).

Məkan və zaman haqqında materialist təsəvvürlər öz mənşəyini antik dövrün naturfəlsəfəsindən götürsədə, bu problem təbii-elmi əsasda ilk dəfə klassik fizikada öyrənilmişdir. Məkan və zaman haqqında təsəvvürlərin inkişafında klassik fizika mühüm rol oynasa da, onun nümayəndələrinin (Q.Qaliley, İ.Nyuton və b.) təbiətə baxışlarında metafizik elementlər olmuş, bəzi mexaniki və metafizik cəhətlər özünü göstərmişdir. Belə ki, XVII-XIX əsrlərdə ümumiyyətlə, fizika metafizik materializmin təsiri altında olduğundan, onun sürət, təcil, kütlə, qüvvə və s. anlayışları, əsas prinsip və müddələri, materiya və hərəkət, məkan və zaman, səbəbiyyət və qanunauyğunluq haqqındakı təlimlərində fikirlər, metafizik və mexaniki təsəvvürlərin təsirindən yaxa qurtara bilməmişdir. Dünyanın mexaniki və metafizik təbii-elmi mənzərəsində hərəkətin bütün məlum formaları mexaniki yerdəyişməyə müncər edilmiş və aləmin bütün hadisələri mexanika qanunları əsasında izah edilmişdir.

Təbiəti metafizikəsinə öyrənmək cəhdi, məkan və zamanı materiya və hərəkətdən asılı olmayan müstəqil varlıqlar kimi qəbul etməyə səbəb olmuşdur. Məkanın konkret xassələrini zaman və hərəkətlə üzvi əlaqədə öyrənməyə cəhd göstərən italyan alimi Q.Qaliley riyazi modellərdən və fiziki eksperimentlərdən istifadə edərək real məkanın üç ölçülü olduğu nəticəsinə gəlmişdir. Yer və Göy cisimlərinin hərəkət qanunauyğunluqlarını tədqiq edərkən Qaliley məkanın bircinsliliyi və fasiləsizliyi xassələrinə, sərbəst düşən cisimlərin hərəkət qanunauyğunluqlarını öyrənərkən, zamanın fasiləsizliyi və bircinsliliyi xassələrinə istinad etmişdir. O sərbəst

düşən cisimlərin məkan və zaman münasibətlərini  $h = \frac{gt^2}{2}$  düsturu

runda öz ifadəsini tapan riyazi model əsasında tədqiq etmiş və buna əsaslanaraq, həmin qanunauyğunluqları öyrənmişdir. Onu da qeyd edək ki, riyazi model obyektlərin, hadisə və proseslərin kəmiyyət qanunauyğunluqlarını ifadə edən düsturlar və ya tənliklərdir. Bəzi qanunların riyazi modelində məkan və zaman

qarşılıqlı əlaqədə çıxış etsələr də, (məsələn,  $s = vt$ ,  $s = \frac{at^2}{2}$  və s.)

onların vəhdəti, dərin elmi əsasla izah edilə bilmirdi.

Məkan və zaman haqqında təsəvvürlərin inkişafında Qalileyin nisbilik prinsipinin xüsusi əhəmiyyəti olmuşdur. Qalileyin nisbilik prinsipinin riyazi ifadəsi belədir:  $x = x' + v_0 t$ ;  $y = y'$ ;  $z = z'$ ;  $t = t'$  olmalıdır. Burada  $v_0 - M'$  sisteminin  $M$ -ə nəzərən hərəkət sürətidir,  $x, y, z, t$  nöqtənin sükunətdə olan sistemdəki koordi-

natları,  $x', y', z', t'$  həmin nöqtənin hərəkət edən inersial sistemdəki məkan və zaman koordinatlarıdır.  $t = t'$  şərti isə hərəkət edən inersial sistemlərdə saatların göstərişidir. Qaliley mexanikasında zaman invariant olmaqla, bütün inersial sistemlərdə eyni sürətlə cərəyan edən, zaman sistemin hərəkət sürətlərindən və məkan koordinatlarından asılı olmayan sabit və mütləq kəmiyyətdir. Burada cisimlərin ölçüləri də, zamandan və hərəkət sürətindən asılı olmayıb, sabit və mütləq kəmiyyətdir. Həqiqətən də Qalileyin riyazi hesablamalarına görə, cisimin sükunət vaxtı uzunluğu  $l_0$  ilə, onun hərəkət vaxtı uzunluğu  $l$  arasında heç bir fərq yoxdur:

$$l = x_2^1 - x_1^1 = (x_2 - vt) - (x_1 - vt) = x_2 - vt - x_1 + vt = x_2 - x_1 = l_0$$

Beləliklə, Qaliley mexanikasına görə cisim və hadisələrin sürəti müxtəlif hesablama sistemlərinə nəzərən nisbi olsa da, məkan və zamanın xassələri bütün inersial hesablama sistemlərində eynidir. Burada iki hadisənin, eyni vaxtlılığı da heç bir xarici amildən asılı olmayıb, bütün inersial hesablama sistemlərində mütləq və dəyişməz qalan münasibətdir.

Məkan və zaman haqqında klassik təlim özünün sonrakı inkişafını ingilis fiziki İ.Nyutonun mexanikasında tapmışdır. Məkan və zamanın obyektivliyini qəbul edən Nyutonun təlimində məkan və zaman, həm də hərəkətdə olan materiyadan, maddi gerçəklikdə baş verən mexaniki proseslərdən asılı olmadığı üçün mütləqdır. Burada təsvir edilən mütləq məkan öz təbiəti etibarilə üç ölçülü, sonsuz, fasiləsiz, bircinsli, izotropdur və tipinə görə Evklid məkanıdır. Onun bircinsli olmasının səbəbi həndəsi xassələrinin bütün nöqtələrində eyni, izotropluğu səbəbi isə bu xassələrin bütün istiqamətlərdə dəyişməz qalmasıdır. Nyuton məkan kimi zamanı da maddi proseslərdən ayıraraq mütləqləşdirməklə, onu zamanın metrik xassəsi olan sürəklilik ilə eyniləşdirmişdir. Bu təlimdə mütləq zaman qeyri-maddi substansiyaların keçmişdən gələcəyə doğru bərabərsürətli axını kimi təsəvvür olunmuş, Evklid həndəsəsinə uyğun olaraq bir ölçülü, fasiləsiz, bircinsli, izotrop və sonsuz qəbul edilmişdir. Nyutonun təlimində mütləq məkan və mütləq zaman nəinki bir-birindən, həm də maddi proseslərdən asılı deyil. Klassik mexanikanın qanunlarının riyazi modelləri

$$\left( s = vt, s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, h = \frac{gt^2}{2} \right)$$

kiçik sürətli hərəkətlər üçün məkan, zaman və hərəkətin üzvi əlaqəsini əks etdirsələr də, onun nümayəndələri (Nyuton və b.) bu dialektik əlaqəni görə bilmədiklərindən, nəticədə həm məkan və zamanı bir-birindən, həm də hərəkət edən materiyadan metafizikcəsinə ayırmışlar.

Biz yuxarıda riyazi biliklərin materiyanın mövcudluq formaları olan zaman və məkan haqqında, təbii-elmi təsəvvürlərin inkişafında əhəmiyyəti haqqında qeyd etdik. Lakin məkan haqqında onun materiyanın digər mövcudluq formalarının hərəkətlə əlaqəsi məsələsini aydınlaşdırmaqda qeyri-Evklid

həndəsələri xüsusi əhəmiyyət kəsb etdiyindən, onun üzərində ayrıca dayanmağı lazım bildik.

XIX əsrədək təbəitşünaslıqda hökm sürmüş metafizik məkan təsəvvürləri, uzun illər real məkanın mütləq həndəsi obrazı kimi qəbul edilmiş Evklid həndəsəsinə əsaslanmışdır.

Alman filosofu İ.Kant Evklid həndəsəsinə məkanın metrik xassələrini öyrənən yeganə həndəsi sistem hesab etmiş və onun müddələrinin insan şüuruna hər bir təcrübədən əvvəl xas olması fikrini söyləmişdir. Lakin insan biliklərinin inkişafı Evklid həndəsəsinin mütləq səciyyə daşmayıb, məkanın xassələri haqqında ancaq nisbi biliklər verdiyini sübut edir. Belə ki, XIX əsrin ikinci yarısında qeyri-Evklid həndəsəsinin yaradılması Evklid həndəsəsinin mütləq həndəsi sistem kimi inkarı demək idi. Qeyri-Evklid həndəsəsinin yaradılmasına səbəb Evklidin beşinci postulatının onun digər aksiomlarla məntiqi əlaqəsini aydınlaşdırmaq cəhdi olmuşdur. Bu postulat belədir: «iki düz xətt üçüncü düz xətt tərəfindən kəsildikdə daxili birtərəfli bucaqların cəmi  $2d$ -dən ( $180^\circ$ ) az olarsa, bu cəm  $2d$ -ən az olan tərəfdə əvvəlki iki düz xətt kəsişir».

Müxtəlif dövrlərdə yaşayan bir sıra məşhur alimlər, beşinci postulatın aksiom və postulatlar sırasından çıxarılıb, teoremlər sırasına köçürülməsini təklif etmişlər. Bu alimlər ömürlərinin çox hissəsini Evklid həndəsəsinin beşinci postulatının isbat olunmasına sərf etmələrinə baxmayaraq, bu postulatın yenisi ilə əvəz olunması zərurəti ortaya çıxdıqda, bu yeni həndəsənin (qeyri-Evklid) ilk yaradıcısı rus alimi Lobaçevski oldu.

Bu problem ilk dəfə Şərq alimləri Bəhmənyar, Ömər Xəyyam, N.Tusi və b. tərəfindən irəli sürülsə də, məkanın strukturu ilə onu əks etdirən həndəsi sistemin funksional əlaqəsinin nəzərə alınmaması bu böyük alimlərə qeyri-Evklid həndəsəsinə yaratmağa imkan verməmişdir.

Lobaçevski Evklid həndəsəsinin digər aksiom və postulatlarını saxlamaq şərti ilə beşinci postulatı siyahıdan çıxararaq onu bu postulatla uyuşmayan yeni bir aksiom ilə əvəz etmişdir. Həmin aksiom belədir: «verilmiş düz xəttin xaricindəki nöqtədən onu kəsməyən ən azı iki düz xətt keçirmək olar». Beləliklə, Lobaçevski həndəsənin tarixində ilk dəfə olaraq beşinci postulatın təxmini olduğunu və onun yalnız məkanın kiçik sahələri üçün yararlı olduğunu sübut etmişdir. Evklid və Lobaçevski həndəsələrinin fərqi bundan ibarətdir ki, Evklid həndəsəsi Yer kürəsi miqyasındakı həndəsi nisbətləri ehtiva etdiyi halda, Lobaçevski həndəsəsi astronomik ölçülü real məkanın həndəsi nisbətlərini əks etdirir.

Məkanın ayrılığını nəzəri yolla sübut edən Lobaçevskiyə görə, Evklid həndəsəsində düz hesab edilən xətt kifayət qədər uzadıldıqda əvvəlki istiqamətindən meyl edərək əyilməli və bu meyl, əyilmə getdikcə artmalıdır. O, belə bir nəticəyə gəlir ki, üçbucağın daxili bucaqlarının cəmi  $180^\circ$ -yə bərabər olmayada bilər. Evklid həndəsəsində  $180^\circ$ -dir, Lobaçevskidə isə  $180^\circ$ -dən kiçikdir. İlk ba-

xışda Ekvliid və Lobaçevski həndəsələrinin müddəaları bir-birinə zidd gəlir, lakin baxıldığı müstəvilərin müxtəlifliyi nəzərə alınarsa, əslində burada heç bir ziddiyyət yoxdur. Məkan problemi ilə bağlı Lobaçevski nəzəri irsinin öyrənilməsi məkan haqqında bir sıra fəlsəfi nəticələr çıxarmağa əsas verir. Onun nəzərinə, materiya xaricində və materiyasız məkanı təsəvvür etmək olmaz, çünki məkan həndəsi cisimlərin məcmusudur. O, ölçünü, yertutumu, formanı, müstəvini, xətti, bucağı, nöqtəni və s. həndəsi cisimin məkan xarakteristikaları kimi ifadə edərək, həndəsi cismin bütün xassələrini fiziki cisimlərin xassələri kimi qəbul edir. Lobaçevskinin nəzərinə, materiyanın müxtəlif təşkil səviyyələri müxtəlif məkan strukturları ilə xarakterizə olunduğundan obyektiv aləm üçün, məkanın vahid bir həndəsi sistemi ola bilməz. Ona görə də müxtəlif obyektlərin həndəsəsi fərqləndirilməlidir, mikroobyektlərin həndəsəsi, makroobyektlərin həndəsəsindən, bu sonuncu da öz növbəsində kosmik obyektlərin həndəsəsindən fərqlənməlidir.

Lobaçevski düzxətt parçası ilə bucaq arasındakı asılılıqdan belə bir nəticə çıxarır ki, üçbucağın daxili bucaqlarının cəmi onun tərəflərinin uzunluğundan asılıdır və üçbucağın tərəfləri uzandıqca onun daxili bucaqlarının cəmi  $180^\circ$ -dən daha kiçik olur. Lobaçevski bu kəşfi ilə sübut etmişdir ki, məkanın xassələri həmişə hər yerdə eyni cür və dəyişməz olmayıb, materiyanın xassələrindən, maddi cisimlərdə baş verən fiziki hadisə və proseslərdən asılıdır. Həndəsi anlayışları və məkan haqqında təsəvvürləri, maddi aləmin insan şüurunda inikası kimi başa düşən Lobaçevski məkan üzərində apardığı tədqiqatlar sayəsində aşağıdakı fəlsəfi nəticələrə gəlib çıxmışdır: a) Real məkan materiyadan ayrılmazdır, onun xassələri materiya ilə müəyyən olunur; b) Real məkan hissi qavrayışlardan, duyğulardan asılı deyil, əksinə məkan qavrayışlarının özü real məkanın xassələrindən asılıdır; v) Məkan hisslər vasitəsilə qavranılır və heç bir aprior məkan təsəvvürü ola bilməz.

Lobaçevskinin nəzərinə, məkan və zamanın xassələri cisimlərin hərəkət sürətindən də asılıdır. O, zamanı hərəkət vasitəsilə təyin edərək, onu hərəkətin obyektiv xassələrinin inikası hesab etmişdir. Metafiziklərdən fərqli olaraq Lobaçevski məkan və zamanın mütləqliyini onun materiyadan asılı olmasında, ondan ayrılıqda mövcud ola bilməməsində, onları materiyanın obyektiv varlıq formaları olmaqla əlaqədə, daxili vəhdətdə götürmüşdür. Lobaçevskinin məkan və zaman təliminin nisbilik nəzəriyyəsinə uyğun olmasına baxmayaraq onları eyniləşdirmək olmaz. Belə ki, Lobaçevski təlimində məkan formalarının ancaq həndəsi tərəflərinin materiyadan asılılığı nəzərə alınmış, Kainatın baxılan hissəsində həndəsinin xarakterini müəyyən edən fiziki amillərin rolu isə açılmamışdır.

Maddi obyektlərin məkan münasibətlərini öyrənmək üçün yeni həndəsi sistemlərin yaradılmasının vacibliyini qeyd edən və Lobaçevskinin ideyasını inkişaf etdirən alman riyaziyyatçısı Riman 1854-cü ildə qeyri-Ekvliid həndəsəsinin yeni bir sistemini yaratdı.

Bu sistemdə Euklid həndəsəsinin beşinci postulatını, tamamilə yeni bir postulatla əvəz etdi. Bu həndəsədə beşinci postulat (parallellik aksiomu) belə ifadə olunur: «Düz xətt və onun xaricində nöqtə verilərsə, bu nöqtədən keçən və verilən düz xətti kəsməyən düz xətt keçirmək olmaz».

Riman həndəsəsinin kəşfi ilə üç həndəsi model yarandı: Euklid, Lobaçevski, Riman modeli. Bu həndəsi modellərin təsvir etdikləri məkan bir-birindən keyfiyyətcə fərqlənir. Euklid məkanında üçbucağın daxili bucaqlarının cəmi  $180^\circ$  olduğu halda, Lobaçevski məkanında  $180^\circ$ -dən kiçik, Riman məkanında isə  $180^\circ$ -dən böyükdür. Bu həndəsi modellər bir-birindən həm də təsvir etdikləri məkan ayrılıyına görə fərqlənilir. Lobaçevski həndəsəsində bucaq ilə düzxətt parçasının uzunluğu arasındakı münasibət aşağıdakı riyazi modellə ifadə olunur.

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \Pi(x) = e^{-\frac{x}{r}} \quad \text{burada } \Pi(x) - \text{parallellik bucağı, } X - \text{düz xətt}$$

parçasının uzunluğu və ya məsafə,  $r$  - məkanın əyrilik radiusudur. Beləliklə, məkanın  $k$  - ilə işarə olunan əyriliyi Euklid modelində sıfır ( $k = 0$ ), Lobaçevski modelində mənfi  $\left( K = -\frac{1}{r^2} \right)$ ,

Riman modelində isə müsbət  $\left( K = \frac{1}{r^2} \right)$  qiymət alır.

Buradan aydın olur ki, Euklid modeli müstəvi məkana, Lobaçevski modeli mənfi əyriliyə malik obrazlar qrupuna, Riman modeli isə sferik məkana tətbiq olunur. Müasir elmi təsəvvürlərə görə, materiyanın bərabər yayıldığı Kainat sahəsində məkan əyriliyi sıfır və bu sahələrin həndəsəsi Euklid həndəsəsidir. Kainatın mərkəzində materiya sıxlığı minimum, kənarlarında isə maksimum olan sahələrin məkan əyriliyi mənfi və bu sahələrin həndəsəsi isə hiperbolik həndəsə və yaxud Lobaçevski həndəsəsidir. Lobaçevskinin nəzərinə, kainatdakı qalaktikalararası məkanın həndəsəsi hiperbolik həndəsə olmalıdır. Bu fikri artıq müasir fizika təsdiq edir. «Əyrilik» və «əyrilik radiusu» kimi məkan xarakteristikaları göstərir ki, məkan materiyadan ayrılmazdır və məkanın həndəsi xassələri materiyanın strukturu ilə şərtlənir, deməli, həndəsənin əsasını fizika təşkil edir. Lobaçevskiyə görə onun həndəsəsi Nyuton mexanikası ilə deyil, daha mürəkkəb səciyyəli riyazi modellə təsvir olunmalıdır.

Elmin inkişafı ilə əlaqədar Lobaçevski və Riman həndəsi sistemlərinin yaradılması heç də Euklid həndəsəsinin elmi əhəmiyyətini itirməsi demək deyildi. Bəşəri idrak əvvəlcə qanunları, teoremləri və bizə daha təbii doğru görünən Euklid həndəsəsinə daha sonra insanın zəkasına çətinliklə sığan qeyri-Euklid həndəsəsinə kəşf etməyə imkan vermişdir. Məsələnin mürəkkəbliyi burasındadır ki, insanlar Euklid həndəsəsinin fəaliyyət göstərdiyi dünyada yaşayırlar. Əgər bu məsələ əksinə olsaydı insanlar qeyri-Euklid həndəsəsinin təbii və doğru olduğuna

heç vaxt şübhə etməzdilər. Lobaçevski təlimi əsasında məkanın həndəsi xassələrini öyrənmək üçün əsasən iki istiqamət yaranmışdır: a) Diferensial-metrik istiqamət (Riman); b) Nəzəri-qrup istiqamət (Kleyn).

Bu istiqamətlərə xas olan ümumi cəhət budur ki, onlarda həndəsi nöqtələr toplusu kimi təsvir olunan məkan müəyyən struktura malikdir.

Rimanın irəli sürdüyü diferensial-metrik istiqamətdə məkan təliminin əsasına nöqtələrin metrik münasibətləri qoyulmaqla, nöqtələrarası uyğunluq metrik münasibətlər vasitəsilə yaradılır. Riman məkanın metrikasını (məkanın həndəsi xassəsi strukturunu nöqtədən-nöqtəyə dəyişən) diferensial formada təsvir etdiyi üçün bu məkan bircinsli deyil. Bu şəkildə təsvir olunan məkan Riman məkanı adlanır. Kleyn isə məkanın strukturunu öyrənərkən ona qrup anlayışı zəminində yaradılmış bərabərlik aksiomuna əsaslanmışdır. Bu baxışa qədər fiqurların Evklid həndəsəsində öyrənilən xassələri hərəkət qrupuna nəzərən invariantdırlar. Kleynin məkan nəzəriyyəsində məkanın xassələri uyğun çevirmələr qrupuna nəzərən invariant qalırlar. Bu mənada Kleyn məkanı bircinslidir. Qeyd edək ki, klassik mexanikanın həm də xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinin məkanı Kleyn məkan tipinə mənsubdur.

Qeyri-Evklid həndəsəsinin yaradılması məkanın materiya ilə dərin əlaqəsini, məkanın xassələrinin materiyanın xassələrindən asılılığını aşkar etdi. Məkan münasibətləri haqqında həndəsi biliklərin inkişafı ilə fəlsəfinin belə bir müddəası bir daha təsdiq tapır ki, aləm haqqında mütləq həqiqət nisbi həqiqətlərdən yaranır və onların məcmusudur.

İngilis fizikləri Faradey və Maksvellin elektrodinamikası da məkan və zaman haqqında təsəvvürlərinin inkişafında müsbət rol oynamışdır. Elektrodinamikaya görə sonsuz kainatda dolmamış məkan yoxdur və materiyanın maddə növünün mövcud olmadığı fəzanı «boşluq» deyil, müəyyən quruluşa və xassəyə malik elektromaqnit sahəsi doldurur. Elektrodinamikanın ən müsbət cəhəti elektrik və maqnit sahələrinin məkan və zamana etibarən dəyişməsinin qarşılıqlı asılılığını və eyni zamanda məkan, zaman və elektromaqnit sahə tənliklərinin riyazi modelini müəyyən etməsidir. Elektrodinamikanın ən yüksək mərhələsini, «sahə» və «elektron» anlayışları əsasında aləmin elektromaqnit mənzərəsini yaradan Lorentsin elektron nəzəriyyəsi təşkil edir. Bu nəzəriyyənin əsasını aşağıdakı qanunauyğunluqlar təşkil edir: a) elektronlar elektromaqnit sahəsinin mənbəyidir; b) hərəkət edən elektron ətraf mühitdə elektrik sahəsi ilə yanaşı maqnit sahəsi də yaradır. Elektron nəzəriyyəsinə görə, elektronun kütləsi sabit olmayıb, hissəciyin hərəkət sürətindən asılı olaraq

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

üzrə dəyişir. Eyni zamanda elektronun həcmi də sabit olmayıb, hərəkət sürətindən asılı olaraq dəyişir, çünki sükunət halında

kürəvi formada olan elektron hərəkət istiqamətində sıxılaraq ellipsoid şəklini alır və həcmi kiçilir. Lorents modelinə görə, yüklü hissəciklərin dayanaqlı sistemini yaradan qüvvələr, sistemin hərəkəti istiqamətində daha böyük olduğundan cisimlərin uzunluğu hərəkət istiqamətində qısalır həcmi isə müvafiq surətdə kiçilir. Hərəkətsiz sistemlərlə müqayisədə hərəkət edən sistemlərdə proseslərin zaman ritmi də yavaşır və müvafiq olaraq zaman uzanır. Lorentsın nəzərinə, boşluqda işıq sürəti maddi hissəciklərin hərəkəti üçün son həddir və işığın sürəti Yerin hərəkət istiqamətindən asılı olmalıdır. Hərəkət zamanı cisimlərin qısalmasını və proseslərin zaman ritminin yavaşmasını mütləq effektlər hesab edən Lorentsın elektron nəzəriyyəsi Qaliley, Nyuton mexanikasının məkan-zaman təsəvvürlərindən keyfiyyətə fərqlənən yeni təsəvvürlərə yol açsa da, XIX əsrin sonunda klassik fizikanın prinsiplərilə yeni eksperimental materiallar (məs. Mayqelson təcrübəsi) arasında meydana çıxan ziddiyyətləri həll edə bilmədi. Lakin elektromaqnit proseslərinin tədqiqi nisbilik nəzəriyyəsinin meydana gəlməsi üçün zəmin yaratdı və bu vəzifəni A.Eynşteyn yerinə yetirdi. Məkan və zamanın hərəkətdə olan materiya ilə və bir-birilə konkret əlaqə formalarını kəşf edən Eynşteyn yaratmış olduğu nisbilik nəzəriyyəsi əsasında bu əlaqələri müəyyən qanunlarla, riyazi modellərlə ifadə etdi. Metafizik təsəvvürləri aradan qaldıran nisbilik nəzəriyyəsi yalnız, hərəkət, məkan və zaman haqqında deyil, habelə kütlə, cazibə, enerji, implus və başqa fiziki kəmiyyətlər haqqında da yeni biliklərin yaranmasına zəmin yaratdı. Nisbilik nəzəriyyəsinin ən müxtəlif sahələri əhatə edən qanun və prinsipləri dərin fəlsəfi mənaya malikdir. Qeyd edək ki, məkan və zaman haqqında fəlsəfi təlimin təbii-elmi əsası kimi çıxış edən nisbilik nəzəriyyəsi öz inkişafında iki mərhələdən keçmişdir: xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi (1905) və ümumi nisbilik nəzəriyyəsi (1916).

Xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi iki postulat üzərində qurulmuşdur: birincisi – xüsusi nisbilik prinsipindən, ikincisi – boşluqda işıq sürətinin sabitliyi qanunundan ibarətdir. Birinci prinsip Qaliley tərəfindən irəli sürülüb, ancaq mexaniki hadisələr sahəsinə şamil edilmişdir. Lakin nisbilik nəzəriyyəsində məkan və zamanın yeni şəkildə başa düşülməsi ilə əlaqədar olaraq, bütün inersial sistemlərin ekvivalentliyini müəyyən edən Eynşteyn bu prinsipi belə ifadə etmişdir: «Bütün inersial koordinat sistemlərində təbiət qanunları bir-birinə uyğundur». Deməli, maddi inersial sistemlərdə cərəyan edən fiziki proseslər sistemin sükunət və ya bərabərsürətli düzxətli hərəkət halından asılı olmayaraq, həmişə eyni qanunlar əsasında baş verir. İkinci postulatı isə belə ifadə etmişdir. «İşığın boşluqda sürəti bir-birinə nisbətən bərabərsürətli və düzxətli hərəkət edən bütün koordinat sistemlərində eynidir». Birinci postulat təbiət qanunlarının inersial sistemlərin hərəkətindən asılı olmadığını, ikinci postulat isə məkan və zamanın üzvi əlaqəsini əks etdirməklə mühüm bir təbiət qanununu ifadə edir. Bu prinsiplər dərin fəlsəfi mənaya malik olmaqla, öz ifadəsini həmin prinsiplərin

məzmununda əks olunan dialektik ziddiyyət ideyasında tapır. Məntiqi cəhətdən bu prinsiplər bir nəzəriyyəyə sığa bilmirlər. Belə ki, eksperiment vasitəsilə təsdiq olunan prinsiplərdən birincisində mexaniki hərəkətin ancaq nisbiliyi, ikincisində isə ancaq mütləqliyi ifadə olunmuşdur. Eynşteynin nəzərinə bu ziddiyyət məntiqi ziddiyyət olmayıb, yerdəyişmənin, mexaniki hərəkətin mahiyyəti ilə bağlı olan dialektik ziddiyyətdir.

Eynşteyn nisbilik prinsipi ilə işıq sürətinin sabitliyi qanunu arasındakı ziddiyyəti, sürətlərin toplanmasının ( $v_2 = v_1 + v$ ) klassik riyazi modelindən relyativist riyazi modelə keçilməsi yolu ilə həll etmişdir. Eynşteyn yaratdığı  $v_2 = \frac{v_1 + v}{1 + \frac{v_1 \cdot v}{c^2}}$  riyazi modelə əsaslanaraq,

sübut etmişdir ki, bu prinsiplər nəinki bir araya sığmazdır, hətta onlar birlikdə yeni bir fundamental nəzəriyyənin xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinin əsasını təşkil edirlər. Xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi məkan və zaman haqqında əvvəlki təsəvvürlərə əsaslanaraq, dialektik metodla, Evklidin, Qalileyin, Nyutonun adı ilə bağlı olan klassik nəzəriyyə əsasında yaranmışdır.

Qeyd edək ki, klassik fizikada məkan və zaman təsərrüfatı öz riyazi ifadəsini inersial hesablama sistemlərində mexanika qanunlarının kovariantlığını təmin edən Qaliley çevirmələrində  $x = x' + v_0 t$ ,  $y = y'$ ,  $z = z'$ ,  $t = t'$  tapır. Buna baxmayaraq Qaliley modelləri hadisələrin bir sahəsini əhatə etməklə, yalnız kiçik sürətli mexaniki hərəkətlər üçün doğrudur. Xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi isə işıq sürətli elektromaqnit prosesləri ilə əlaqədar olduğundan, nisbilik prinsipinin elektromaqnit proseslərinə tətbiqi onun riyazi modelinin dəyişməsinə və bu çevrilmələrin inersial hesablama sistemlərində Maksvell tənliklərinin kovariantlığını ödəyən Lorents modelləri ilə əvəz edilməsinə səbəb olur:

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad y = y'; \quad z = z'; \quad t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Burada  $x, y, z, t$  nöqtənin hərəkətsiz sistemdə  $x', y', z', t'$  isə hərəkətdə olan inersial sistemdəki məkan və zaman koordinatlarıdır.

Qaliley və Lorents modellərinin müqayisəsində nəzərə çarpan ilk cəhət məkan və zaman koordinatlarının bərabərhüquqlu olmasıdır. Burada hərəkət edən sistemin ( $M'$ ) məkan koordinatı ( $x'$ ), hərəkətsiz sistemin ( $M$ ) məkan və zaman koordinatlarından ( $x, t$ ) asılı olduğu kimi, hərəkət edən sistemin zaman koordinatı da ( $t'$ ) hərəkətsiz sistemin məkan və zaman koordinatlarından ( $x, t$ ) asılıdır. Buradan, aydın olur ki, Qaliley modellərində məkan və zaman koordinatları arasında mövcud olan asimmetriyanın yerini

Lorents modellərində məkan və zamanın qarşılıqlı əlaqəsini əks etdirən simmetriya tutur.

Lorents modellərinə əsaslanan xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi eynivaxtlılıq haqqında metafizik təsəvvürləri aradan qaldıraraq, müəyyən etdi ki, hərəkətsiz inersial sistemin müxtəlif nöqtələrində eyni vaxtda qeyd edilən iki hadisə bu sistemə nəzərən hərəkət edən digər inersial sistemlərdə hərəkət sürətindən və hadisələrin baş verdiyi nöqtələr arasındakı məsafədən asılı olduğu üçün eyni vaxtda deyil, ardıcıl qeyd olunmalıdır. Həqiqətən də hərəkətsiz  $M$  sisteminin (məsələn, Yer)  $X_A$  və  $X_B$  nöqtələrində eyni vaxtda ( $t_B = t_A$ ) baş verən  $A$  və  $B$  hadisələri, bu sistemə nəzərən  $V$  sürətlə hərəkət edən  $M'$  sistemində (məsələn, Kosmosda) Lorents

modelinə görə, müvafiq olaraq zaman  $t_A^1 = \frac{t_A - \frac{v^2}{c^2} \cdot X_A}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  və

$t_B^1 = \frac{t_B - \frac{v^2}{c^2} \cdot X_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  anlarında qeydə alınacaqdır. Deməli,  $A$  və  $B$  hadi-

sələri  $M$  sistemində eyni vaxtda qeydə alındıqları halda,  $M'$  sistemində biri tez, digəri isə gec olmaqla ardıcıl qeydə alınacaq və

zaman etibarilə bu fərq  $\Delta t = t_A^1 - t_B^1 = \frac{\frac{v^2}{c^2} (X_B - X_A)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  kimi olacaqdır.

Buradan görünür ki, iki hadisənin eynivaxtlılığı nisbi olub, sistemin hərəkət sürətindən -  $v$  və hadisələrin baş verdiyi nöqtələr arasındakı məsafədən  $X_B = X_A$ -dan asılıdır. Deməli, «eynivaxtlılıq» anlayışına mütləq məna vermək olmaz, çünki, bir koordinat sistemində eyni vaxtda baş verən iki hadisə bu sistemə nəzərən hərəkət edən digər sistemdə artıq eynivaxtlı olmayacaqdır. Beləliklə, aydın olur ki, hər bir inersial sistemin özünəməxsus «indiki anı» vardır. Kainatda keçmiş hadisələri gələcək hadisələrdən ayıran ümumiyyətlə vahid an «indi» yoxdur. Məkan və zaman kimi hadisələrin eynivaxtlılığı da obyektivdir. Onun nisbiliyi isə real eynivaxtlılığın obyektiv xassələrindən biridir.

Xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinin müəyyən etdiyi eynivaxtlılığın nisbiliyindən belə bir nəticə alınır ki, hərəkətsiz sistemə nəzərən  $v$  sürətlə, bərabərsürətli və düzxətli hərəkət edən sistemdə cismin uzunluğu hərəkət istiqamətində  $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  qanunu üzrə qısalır,

yəni  $L < L_0$ . Deməli, bu inersial sistemdən digərinə keçdikdə cismin uzunluğu dəyişir. Hesablamalara görə Günəşlə bağlı inersial sistemə nisbətən 30 km/san sürətlə fırlanan Yer in radiusu bu hərəkət nəticəsində 3 sm qısaldır.

Xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi zamanın hərəkətlə üzv əlaqəsinə əsasən, zamanın nisbililiyi məsələsini aşkara çıxarmış və onun metrik xassəsi olan sürəkliliyin də mütləq olmayıb, hərəkətdən asılı olduğunu sübut etmişdir. Nisbilik nəzəriyyəsinə əsasən əgər iki hadisənin baş verməsi arasındakı zaman müddəti hərəkətsiz  $M$  sistemində  $\Delta t$ -dirsə, bu müddət  $M$  sistemində nəzərə alınmayan  $v$ -sürətlə hərəkət edən  $M'$  sistemindəki saatin göstərişi  $\Delta t'$  olacaqdır.  $M$  sistemindəki müşahidəçinin hesablamalarına əsasən zaman intervallarının nisbəti  $\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  olacaqdır. Burada  $\Delta t'$ - ifadəsinə

daxil olan  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < 1$ , (ifadəsi 1-dən kiçik) olduğu üçün  $\Delta t' > \Delta t$

olacaqdır. Buradan görünür ki, hərəkətsiz sistemə nisbətən hərəkət edən sistemdə proseslərin zaman ritmi yavaşdır və zaman uzanır. Beləliklə, «Lorents yavaşması» adlanan bu effekt göstərir ki, uzunluq kimi zaman müddəti də sistemin hərəkət sürətindən asılı olan nisbi kəmiyyətdir. Deməli, məkan kimi zamanın da mahiyyəti materiyanın hərəkət vasitəsilə təzahür edən daxili xassəsidir.

Xüsusi nisbilik nəzəriyyəsində məkan və zamanın daxili dialektik əlaqəsi öz ifadəsini polşa alimi K.Minikovskinin irəli sürdüyü 4 ölçülü «məkan və zaman» anlayışında tapır. Bu anlayışı səciyyələndirən əsas cəhət, real aləmin elementlərindən üçünə məkan  $(x, y, z)$ , dördüncüsünü isə zaman  $(t)$  koordinatı təşkil edən, 4 ölçülü «məkan-zaman» kontinuumu şəklində təsvir olunmasıdır. Dördölçülü kontinuumda iki hadisə arasındakı interval belə bir riyazi modelə ifadə olunur:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2 = dt^2 - c^2 dt^2$$

Bir inersial sistemdən digərinə keçdikdə hadisələr arasındakı məkan və zaman intervalları dəyişdiyi halda, vahid məkan-zaman intervalı dəyişməyib, məkan-zaman koordinatlarının çevrilməsinə nəzərə alınmayan invariant qalır. Deməli, «məkan-zaman» anlayışı məkan və zamanın vəhdətini əks etdirirsə də, xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi çərçivəsində məkan, zamandan asılı olmadığı üçün mütləqdir.

Beləliklə, məkan və zaman ayrı-ayrılıqda nisbi, onların vəhdəti mütləqdir. Məkan və zaman münasibətlərinin tədqiqində qravitasiya sahəsinin təsiri nəzərə alınmadığı xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinin məhdud cəhətləri ümumi nisbilik nəzəriyyəsi yaradılması sayəsində aradan qaldırıldı. Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinə görə, təbiət qanunları bütün hesablamada sistemlərində kovariantdır. Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin əsasını təşkil edən ümumdünya cazibə qanunu göstərir ki, qravitasiya sahəsinin təsi-

rinə məruz qalan məkan və zamanın xassələri onların Evklid həndəsəsində təsvir olunan xassələrindən kəskin surətdə fərqlənir. Evklid məkanı mütləq boş məkan olduğundan, yəni nə maddə zərrəciklərinin, nə də maddi sahələrin olmadığı məkandır. Cazibə kütlələrinin olmadığı Evklid məkanı bircinsli olduğundan, burada işıq şüaları düzxətli yayılmalıdır. Əslində Evklid məkanı elmi abstraksiyadır. Real məkan Evklid məkanından fərqlənir və cazibə sahəsinin gərginliyi ilə mütənasib olaraq artan «əyrilik anlayışı» ilə təsvir olunur. Məkan-zaman münasibətlərinin tədqiqində qravitasiya sahəsinin təsirinin nəzərə alınması, ümumi nisbilik nəzəriyyəsi sayəsində məkan və zamanın məlum olmayan bir sıra yeni xassələrini aşkara çıxarmağa imkan yaratdı. Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin əsasını, qravitasiya və təcil sahələrinin ekvivalentliyində ifadə olunan qravitasiya və ətalət kütlələrinin eyniyyəti qanunu təşkil edir. Ümumi nisbilik prinsipinə görə eyni bir cismin ətalət və qravitasiya kütlələri bərabərdir, başqa sözlə təbiətdə bərabər ətalət kütlələri eyni qüvvə ilə cəzb olunur. Bərabər qravitasiya kütlələri isə eyni qüvvənin təsiri ilə eyni təcil alırlar. Buradan da təcil və cazibə sahələrinin ekvivalentliyi prinsipi meydana gəlir. Bu prinsip təbiət qanunlarının yalnız inersial sistemlərdə deyil, ümumiyyətlə təcilli sistemlərdə kovariant qaldığını göstərir. Ümumi nisbilik nəzəriyyəsi sübut edir ki, məkan və zamanın metrikası, yalnız cazibə sahəsi olmadıqda və ya bu sahə nəzərə alınmaz dərəcədə zəif olduqda Evklid xarakterlidir. Bütün başqa hallarda və metrika cazibə kütlələrinin paylanması və onların hərəkətindən asılıdır.

Məkan və zaman metrikasının cazibə sahəsindən asılılığı prinsipi öz ifadəsini Eynşteynin  $R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = -\kappa T_{ik}$  cazibə

tənliyində tapmışdır. Burada  $R_{ik}$  - Riççi tenzoru,  $T_{ik}$  - isə enerji-impuls tenzorudur. Eynşteynin bu tənliyi məkan-zaman həndəsəsini müəyyən etməklə yanaşı, cazibə sahəsinin hərəkətini və maddi kütlələrin paylanması da ifadə edir. Buraya daxil olan  $g_{ik}$  - metrik tenzoru ixtiyari koordinat sistemində məkan-zaman kontinimunun metrik münasibətlərini, həm də cazibə sahəsini təsvir edir. Tənliyin sol tərəfindəki ifadə Eynşteyn tenzoru adlanmaqla, metrik tenzordan  $g_{ik}$  və onun koordinatlara görə birinci və ikinci tərtib törəməsindən asılıdır. Bu cazibə tənliyi, bir tərəfdən cazibə sahəsilə məkan həndəsəsinin vəhdətini, digər tərəfdən, cazibə və məkan həndəsəsinin maddi kütlələrlə əlaqəsini əks etdirir. Bu əlaqəni isə tənliyin sağ tərəfində yerləşən, «materiya-enerji-impuls» tenzoru adlanan  $T_{ik}$  kəmiyyəti ifadə edir. Qravitasiya sahəsinin Eynşteyn tənliyi, məkan və zamanın metrik xassələrini ifadə edən metrik tenzorun ( $g_{ik}$ ) maddə sıxlığından asılılığını əks etdirir.

Akademik V.A.Fok məkan-zaman metrikasının cazibə

sahəsinin potensialından asılılığını xüsusi hal üçün aşağıdakı riyazi modellə ifadə etmişdir:

$$ds^2 = (c^2 - 2u)dt^2 - \left(1 + \frac{2u}{c^2}\right)(dx^2 + dy^2 + dz^2)$$

Burada  $c$  - işıq sürəti,  $u$  - cazibə sahəsinin potensialıdır. Məkan-zaman metrikasının cazibə sahəsinin potensialından asılılığının Fok modeli, işığın tezliyinə cazibə sahəsinin təsirini (qırmızı sürüşmə) və nəhəng kütləli səma cisimlərinin yaxınlığında işıq şüasının əyilməsi hadisəsini izah etməyə imkan verir.

Beləliklə, deyilənlərdən aydın olur ki, məkan və zamanın xassələrinin maddi kütlələrin sıxlığından, məkan-zaman metrikasının cazibə sahəsindən asılılığı ideyası, ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin məzmununu təşkil edir. Məkan və zamanın xassələrinin qravitasiya sahəsindən asılılığı özünü bunda göstərir ki, cisimlərin məkan ölçüləri və onlarda cərəyan edən proseslərin zaman ritmi cismin böyük qravitasiya sahəsində yerləşib-yerləşməməsindən asılıdır. Güclü cazibə sahəsində cismin xətti ölçüləri qısalır və zamanın Ritmi zəifləyir, yəni zaman uzanır.

Beləliklə, cisimlərin uzunluğunun və proseslərin sürəkliyinin cazibə sahəsinin potensialından asılılığı müvafiq olaraq aşağıdakı riyazi modellərlə ifadə olunur:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{2u}{c^2}} ; \Delta T = \frac{\Delta T_0}{\sqrt{1 - \frac{2u}{c^2}}}$$

İşıq şüalarının güclü qravitasiya sahəsində əyilməsi hadisəsi də, məkan-zaman metrikasının cazibə sahəsindən asılılığını sübut edir. Qüvvətli cazibə sahəsində spektr xətlərinin dalğa uzunluğu,  $\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \frac{2u}{c^2}}}$  riyazi modelə müvafiq olaraq, qırmızı sərhəddə tərəf

sürüşür, proseslərin zaman ritmi isə  $\Delta T = \frac{\Delta T_0}{\sqrt{1 - \frac{2u}{c^2}}}$  qanunu üzrə

yavaşılır. Hesablamalar göstərir ki, Yer, onun səthi yaxınlığından keçən işıq şüasını saniyədə 10 m əyir. Daha böyük kütləyə və qravitasiya sahəsinə malik olan Günəş isə işıq şüasını bundan 27 dəfə çox əyir. Müasir elm sübut edir ki, Günəşin yaxınlığından keçən işıq şüalarının əyilməsi hadisəsi işıq fotonları ilə Günəşin cazibə sahəsinin qarşılıqlı təsirinin nəticəsi olub, meqaaləmdə real məkan və zamanın xassələrini qeyri-Evklid xarakterlidir.

Məkan və zamanın xüsusi nisbilik nəzəriyyəsində müəyyən edilən əlaqəsi, məkan və zamanın hərəkətdən asılılığının nəticəsi olub, həndəsi xarakter daşdığı halda, ümumi nisbilik nəzəriyyəsində müəyyən edilmiş əlaqəsi, məkan və zamanın bilavasitə materiyadan asılılığının nəticəsi olub, fiziki xarakter

daşıyır.

Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin fəlsəfi əhəmiyyəti, onun dördölçülü məkan-zaman metrikasının cazibə sahəsindən asılılığını aşkar etməsindən, məkan və zamanın xassələrinin materiyadan asılılığının konkret fiziki mənzərəsini yaratmaqdan ibarətdir.

Beləliklə, A.Eynşteynin yaratdığı nisbilik nəzəriyyəsi məkan və zamanın hərəkət edən materiya ilə dialektik vəhdətini təbii-elmi cəhətdən sübut edir və onların ayrılmazlığını göstərir.

#### **ƏDƏBİYYAT**

1. Azərbaycan Sovet Ensiklopediyası III cild, 1979 və VI cild, 1982.
2. Эйнштейн и философские проблемы физики XX века. М., 1979.
3. Cavadov M.Ə. Böyük rus alimi N.İ.Lobaçevski. B., 1961.
4. Kərimov V.M. V.İ.Lenin və müasir fizikanın bəzi fəlsəfi məsələləri. B., 1983.
5. Məmmədov Ə.V., İsmayılov V.İ. Müasir fizikaya fəlsəfi baxış. B., 2001.
6. Abışov V.Ş. Modelləşdirmə, onun məntiqi-qnoseoloji aspektləri. B., 2004.

#### **РОЛЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ В АНАЛИЗЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЕНИ**

**В.Ш.АБЫШОВ**

#### **РЕЗЮМЕ**

В изучении связи между пространством и временем и, находящейся в движении материей, особая роль принадлежит внедрению моделирования в геометрическую и физическую науку. Отражающее в точности взаимоотношение пространство в макром мире, геометрия Эвклида в течение 2200 лет считала пространство единственной научной теорией. Однако реальное пространство отличается от пространства Эвклида. Пространство Эвклида не содержит массы притяжения и не является однородной, вследствие этого здесь, световые лучи распространяются прямолинейно.

Возникновение анти-Эвклид геометрии, учитывание роли области гравитации в исследовании взаимоотношений пространство и времени помогло выявить в области общей относительной теории ряд неизвестных свойств пространство и времени.