TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRLIGI

MAGYMGULY ADYNDAKY TÜRKMEN
DÖWLET UNIWERSITETI

MYRAT ALLAKOW

ABU REÝHAN BIRUNY WE GEODEZIÝA YLMYNYŇ ESASLANDYRYLMAGY

AŞGABAT - 2011

Syn ýazanlar:
Hamraýew G. (Magtymguly adyndaky TDU-nyň uly mugallymy, g.y.k.)
Magtymow A. (Magtymguly adyndaky TDU-nyň uly mugallymy, g.y.k.)

Kitapda beýik alym Abu Reýhan Birunynyň durmuş ýoly, ylmy işleri, şeýle-de geodeziýanyň özbaşdak ylym hökmünde emele gelmegindäki hyzmatlary barada gysgaça maglumatlar berýär.

Kitap ýokary okuw mekdepleriň talyplary üçin niýetlenen. Ondan mekdep mugallymlary, kartografiýa, geodeziýa, ýer gurluşygy we beýleki ugurlaryň hünärmenleri-de peýdalanyp biler.

Jogapkär redaktor: f.y.k. Mämetjumaýew Araznepes

GARAŞSYZ, BAKY BITARAP TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

GARAŞSYZ, BAKY BITARAP TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,
Baýdagyň belentdir dünýäň öňünde.

Gaýtalama:
Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

Gaýtalama:
Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Türkmen halkynyň ençeme alymlary, şahyrlary uzak asyrlaryň dowamynda öz köptaraply ylmy we ajaýyp çeper eserleri bilen türkmeniň adyny şöhratlandyrdy. Olar ylmy we çeper döredijiligi bilen dünýä medeniýetiniň ösüşüne önjeýli goşant goşdular.

Türkmenistanyň Prezidenti
Gurbanguly Berdimuhamedow

SÖZBAŞY

Häzirki wagtda ýurdumyzyň bilim ulgamynýň öňünde işjeň, ukyply, aňly-düşünjeli, kämil bilimli ýaşlary ösdürip ýetişdirmek wezipesi durýar.

Kitapda orta asyrlarda dünýä ylmynyň ösmegine saldamly goşant goşan beýik alym Abu Reýhan al-Birunynyň durmuşy, ylmy işleri, aýratyn-da "Geodeziýa" ylmynyň özbaşdak ylym bolmagy ugrunda alyp baran işleri dogrusynda gysga hem bolsa gymmatly maglumatlar berilýär.

Biruny astronomiýa, matematika, geofizika, mineralogiýa, formokologiýa, kartografiýa ylymlary boýunça-da, dürli görnüşli astronomiki we geodeziki ölçeg gurallaryny ýasamakda hem wajyp işleri bitirpdir. Alymyň ýasan gurallarydyr esbaplary häzirki zaman optiki astronomiki we geodeziki gurallaryň esasy bolan limb we alidadanyň kämilleşmegine saldamly goşant goşupdyr. Ol minerallaryň udel agramyny kesgitlemekde, şonuň ýaly-da derman otlary (ösümlikleri) anyklamak, olardan dürli däri-dermanlary taýýarlamakda bahasyna ýetip bolmajak işleri amala aşyrypdyr.

Eliňizdäki bu kitap beýik galkynyşlar we täze özgerişler zamansynda döwrebap ylmy nesli ýetişdirmekde mugallymlara oňat gollanma bolup biler.

Golýazmany okap, onuň mazmunyny gowulandyrmak maksady bilen beren gymmatly maslahatlary we kömekleri üçin Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň türkmen dili kafedrasynyň dosenti f.y.k. B. Weýisowa, geografiýa kafedrasynyň dosenti g.y.k. A. Magtymowa, türkmen edebiýaty kafedrasynyň uly

mugallymy A. Mämmetjumaýewe, dünýä taryhy kafedrasynyň uly mugallymy J. Annaorazowa, gidrometeorologiýa kafedrasynyň müdiri, g.y.k. G. Hamraýewe öz minnetdarlygymyzy bildirýäris.

Kitap dogrusyndaky pikirleriňizi we maslahatlaryňyzy aşakdaky salga ibermegiňizi haýyş edýäris: Aşgabat şäheri, Türkmenbaşy şaýolunyň 31-nji jaýy. Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersiteti, kartografiýa kafedrasy.

Men Birunynyň akyl gymmatlygynyň tükeniksiz hazynasynyň diňe gözüme ilen merjenlerini goşawujyma gysmaga ýetişdim. Bu hazynany ähli dolulygynda, öwüşgüninde we baýlygynda öwrenmek biziň mukaddes borjumyzdyr

G. G. Lemmleýn polýak alymy, gündogary öwreniji

Biruna aýratynam filosofiki islegleri (meýilleri) çuň baýlaşdyrmak hem-de meselelere matematiki nukdaý nazardan seretmek endigi mahsus bolupdyr. Bu bolsa onuň işlerinde ýatdan çykmajak yz galdyrýar

Karra de Wo fransuz alymy

GIRIŞ

Her halk öz taryhynda ýatdan çykmajak yz galdyran beýik alymyny, beýik şahyryny, görnükli sazandasyny, dana serkerdesini, olaryň soňkylara miras goýup giden işlerini ebedileşdirýär.

Ahmet al-Merwezi, Muhammet al-Horezmi, Ahmet al-Fergany, Abu Bekr Muhammet Zakiriýa ar-Razy, Abu Nasr al-Faraby, Abu Abdylla al-Horezmi, Abu Reýhan al-Biruny, Abu Aly ibn Sina, Omar Haýýam, Muhammet Taragaý Ulugbek ýaly orta asyr alymlarymyz bilen jahana tanalýarys.

Bu kitapda eserleri bilen dünýä ylmyny baýlaşdyran Abu Reýhan Muhammet ibn Ahmet al-Birunynyň geçen durmuş ýoly we geodeziýa ylmy işleri hakynda durulýar.

Belli bolan maglumatlara görä, Biruny astronomiýa, matematika, geodeziýa, geografiýa, taryh, mineralogiýa, filosofiýa ýaly

A. Rozenfold, farmakognosiýa degişli ylmy işlerini U. M. Karimow, astronomiýa we geografiýa degişli işlerini G. Jalalow we H. U. Sadykowlar öwrenipdirler.

Abu Reýhan Birunynyň "Geodeziýa ("Ilatly punktlaryň arasyndaky aralyklary kesgitlemek üçin ýerleriň araçägini anyklamak")" kitabyny birnäçe çykdajylar bilen arap dilinden rus diline terjime eden P. G. Bulgakowyň işini aýratyn belläp geçmek gerek. Bu eser geodeziýa we geodeziki astronomiýa ýaly anyk tehniki ylymlara degişlidigine seretmezden terjimede ylmy pikirler dogry, düşnükli we aýdyň görnüşde berilýär.

Kitap birnäçe bölümlere bölünip, gysga we düşnükli dilde ýazylypdyr. "Geodeziýa" kitaby özünde gymmatly maglumatlary saklamagy we ondan peýdalanmaga amatly mümkinçilikleriň bolmagy bilen hem tapawutlanýar. Kitabyň ahyrynda ylma degişli doly we baý maglumatlaryň berilmegi terjime işiniň ajaýyp eserleriň biridigini görkezýär.

Birunynyň durmuşyny we eserlerini öwrenmekde Ýewropa alymlary hem çetde galmandyrlar. Meselem, K. E. Zahau, E. Wideman, S. A. Nallino, J. Sarton, H. Suter we beýlekiler öz işlerinde Birunynyň ylmy mirasy hakynda durup geçýärler.[1]

Akademik I. Y. Kraçkowskiniň pikiriçe şäherden daşda, obada doglandygy üçin horezimliler oňa "Biruny", ýagny obaly lakamyny beripdirler.

XII asyryň başlarynda ýaşan alymlaryň terjimehallary hakynda eser ýazan Zahiriddin Beýhaky, özüniň Biruna bagyşlanan makalasynda Birunynyň doglup ösen ýeriniň ajaýyp lälezarlyga baý oba bolandygy aýdylýar.

Birunynyň zamandaşy geograf, syýahatçy Makdisiniň (985-nji ýylda wepat bolan) ýazmagyna görä, Kät şäheri Buharadan uly bolan. Ol 995-nji ýylda, ýagny Gürgenç emiriniň basyp alan döwründe sagkenar Horezmiň paýtagty bolan. Birunynyň ýaşlyk ýyllarynda Horezmde yrakylar hökümdarlyk sürüpdir. Abu Reýhan

[1]Булгаков П. Г., Глобус Бируни. Общественные науки в Узбекистане, №1, 1965, стр. 39-44.

Birunynyň özi hem Kät şäherini Horezmiň esasy şäheri diýip belleýär.

Abu Reýhan al-Biruny iş wagtynda.[1]

Reýhan lakamy hem öz ady bolman “Reýhanyň atasy” we “reýhanly adam” diýen manyny aňladýar. Reýhan lakamyny Reýhan atly bir gyz bilen hem baglanyşdyrýarlar.

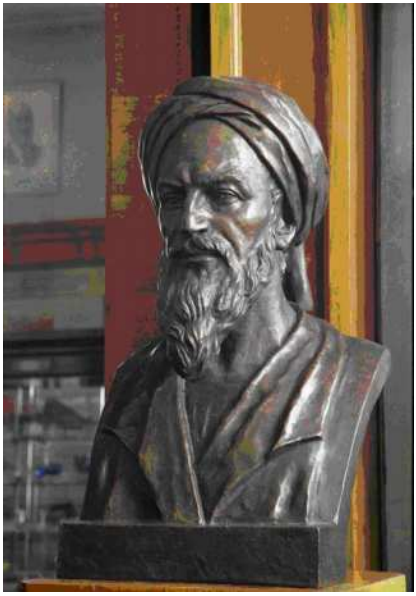
Biruny ýaşlykdan zehinli bolupdyr. Bu bolsa Horezm şasy Abu Abdyllah Muhammediň ýegeni, ylymly Abu Nasr ibn Aly ibn Yrakyň ünsüni özüne çekipdir. Biruny bu howandarynyň maddy kömegi we ruhy terbiýesi hakda şeýle belleýär:

Yrakylar özi deý süýt bilen bakan,
Mansury balam diýip terbiýe beren

[1] Suratlaryň köpsanlysy Internet ulagmyndan alnan.

Astronomiýa we matematika boýunça şol döwrüň belli alymy bolan Ibn Yrak Birunynyň alym bolup ýetişmeginde özüniň uly şahsy goşandyny goşupdyr. Ol Birunyny Ýewklidiň geometriýasy we Klawdiý Ptolomeýiň astronomiki garaýyşlary bilen tanyşdyrýar. Ibn Yrak sferiki üçburçlukdaky sinuslar teoremasy, astrolýabiýany taýýarlamagyň tehnikasy we mysallary boýunça 15-e ýakyn eser ýazyp, şolardan 12-sini öz okuwçysy Biruna bagyşlaýar.

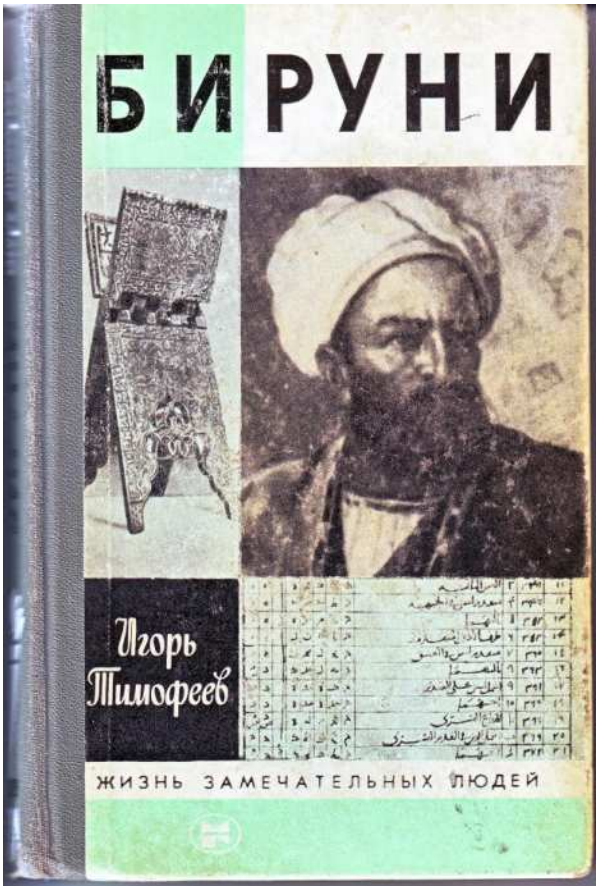
Birunynyň çagalyk ýyllary hakda, köplenç "ähtimal", "bolsa gerek" ýaly sözler ulanýar. Şular ýaly çaklamalar, Birunynyň terjimehalynyň gowşak öwrenilendigi bilen baglanyşykly däldir. Tersine dünýä ylmynda görnükli yz galdyran tanymal şahsyýetiň durmuşyna we ylmy mirasyna degişli islendik maglumat, anyk hemme taraplaýyn derňelip öwrenilýär.



Abu Reýhan Biruny bürünçden ýasalan heýkeli.

Alymyň ýaşlygy baradaky örän ujypsyzja maglumatlary, onuň doglan takyk senesini, ilkinji terjimahalyny ýazan, XIII asyryň alymy Töwrizli (Tebrizli) Gadanfar hasaplanylýar.

Birunynyň zähmetkeş maşgaladan gelip çykandygy ylmy edebiýatlarda tassyklanan. Ýöne akyldaryň durmuş ýoluny we ylmy mirasyny öwreniji alym P. G. Bulgakow tarapyndan bu maglumat inkär edilýär. G. P. Bulgakowyň pikiriçe, alymyň entek çagaka Yraklylar nesilşalygy köşgünde, Horezmşalaryň goldawynda ýaşamagy, öz döwrüniň ajaýyp bilimini almagy muňa şübhe döredýär.[1]



Igor Timofeýewiň ýazan Biruny atly kitaby.

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

Özüne ellinistik, eýran we hindi alymlarynyň pikirlerini ornaşdyrmak bilen Horezmde özboluşly ylmy mekdepler döräpdir. Bu ýerlerden Muhammet Musa al-Horezmi, Abu Nasr al-Faraby, Abu Abu Aly ibn Sina, Nasr Mansur ibn Aly ibn Yrak, Abu Abdylla al-Horezmi ýaly dünýä meşhur alymlar ösüp ýetişipdir.

Biruny ýaşlykdan örän zehinli, bilesigeliji, akylly we ýapyşan işini ahyryna çenli alyp gitmegi halaýan ynsan bolýar. Onuň çagalygy hakynda biziň günlerimize çenli saklanyp galan käbir rowaýatlara seredip geçeliň.

Abu Nasr bir gezek Kät (Kýät) şäheriniň bazarynda aýlanyp ýörkä, gul satýanlaryň üstünden barýar. Bir garry gula gözi düşýär, onuň durkuna seredip ýönekeý adam däldigine göz ýetirýär we soralan puldan iki esse köp pul berip guly satyn alýar. Haçan-da Ibn Yragyň pikir edişi ýaly ol garry ýönekeý gul bolman, eýsem rumly farmasewt bolup çykýar. Onuň her gün ir bilen turup, dürli-dümen otlardan toýun käselerde döwüp haýsydyr bir zatlar garyp, terezide takyk çekmek bilen däri-derman ýasaýandygyna ýaşajyk Muhammetjik haýran galyp sereder eken. Okuwdan boş wagtlary, gapynyň agzyndaky kürsüde oturyp garry rumlynyň işini synlamagy gowy görer eken. Garrynyň öz dilinde berýän gürrüňlerine Muhammetjik düşünmeýärdi. Wagtyň geçmegi bilen oglanjyk garrynyň käbir sözlerine düşünip başlaýar, bir gezek garry alymyň ýanynda grekçe (ýunança) bütin bir sözlemi düzjek bolup synanyşýar. Soňa baka olar bir-biri bilen ysnyşyp gidýärler.

Garry her gün ertir ir bilen arassa howadan dem almak üçin gara agajyň aşagynda kürside dynç alar eken. Muhammetjik bolsa birnäçe otlary, bugdaýy, bagyň miwelerini ýunança näme diýilýänini bilmek maksady bilen hatarlap goýýar eken. Käbir zatlaryň atlary dessine ýadynda galsa, beýlekilerini arap harplary bilen ýazyp alar eken. Şeýlelik bilen ýaş Muhemmediň beýnisi ýunan sözleri bilen dolup ugraýar. Wagtyň geçmegi bilen Muhemmet garry alymdan çekinmäni goýup, grekçe gürleşmäge başlaýar.

Oglanjyk ir oýanýar we dessine çaý-çöregini edinmek bilen garry dermançynyň ýanyna ylgaýar eken. Garry alymyň beren köp sanly gürrüňlerini ol birnäçe ýyl geçenden soň hem ýatlaýar. Ol bu barada: “Men öz tebigatym boýunça ýaşlykdan ylym öwrenmäge

gyssanýardym, öwrenmek höwesi gün günden möwjeýärdi. Muňa subutnama hökmünde biziň ýerlerimize bir grek ýaşamaga geldi, men oňa bugdaý, miwe tohumlaryň dürli görnüşini we beýlekileri getirýärdim. Olaryň her biriniň grekçe nähili aýdylýandygyny soraýardym we özüme belläp alýardym” diýip ýatlaýar.[1]

Takmynan müň ýyl geçenden soň alymlaryň arasynda Abu Reýhan al-Biruny grek dilini bilipmi? Eger-de bilen bolsa, nä derejede? Onuň Gomeriň “Iliada” we “Odissiýa” eserlerini öz ýazylan dilinde okamaga mümkinçiligi bolupmy? diýen soraglar goýlupdyr. Bu soraglaryň ählisine görnükli rus gündogary öwreniji alymy I. Ý. Kraçkowski “Abu Reýhan al-Biruny grek dilini kämil derejede bilipdir we gadymy grek alymlarynyň işini diňe arapça nusgada okaman, eýsem ýazylan dilinde hem okapdyr” diýip jogap berýär.

Abu Nasr Ibn Yrak ösüp barýan Muhammediň bilim öwrenmäge ukybyny görüp, bir gün ony ýanyna çagyrýar we özüniň hususy kitaphanasyndan peýdalanmaga rugsat berýär. Muhammedi “Aly Baba we kyrk garakçylar” atly ertekiniň baş gahrymanynyň hazynaly gowagyna meňzeýan bu kitaphana haýran galdyrýar. Kitaphanada diwaryň ugruna demir sandyklar bir-biriniň üstüne tertipli goýlupdyr. Her bir sandykda ylymlaryň dürli pudaklaryna degişli bolan kitaplar ýerleşdirilen. Sandyklaryň her birine gulplar asylgy bolup, onuň deşiklerinden Samarkandyň kagyzynyň we özüni sylaýan her bir hatdatyň (kalligrafyň) syýasyna goşýan muskusynyň (muskus) ýakymly ysy burnuňa urýardy.

Muhammet her gezek kitaphana gelende wagty ýadyndan çykarýar eken. Kitaplary ertir irden agşama çenli okap, soňra çyrany ýakyp, onuň yşygynda daňdana çenli okapdyr. Käte ýatmaga wagt tapylmandyr, oturan ýerinde gyşaryp, biraz uklapdyr.[2]

Ibn Yrak öz öýüne beýleki dinleriň wekillerini hem çagyryp, olaryň ylmy çekişmelerini höwes bilen diňläpdir. Bu ýagdaý

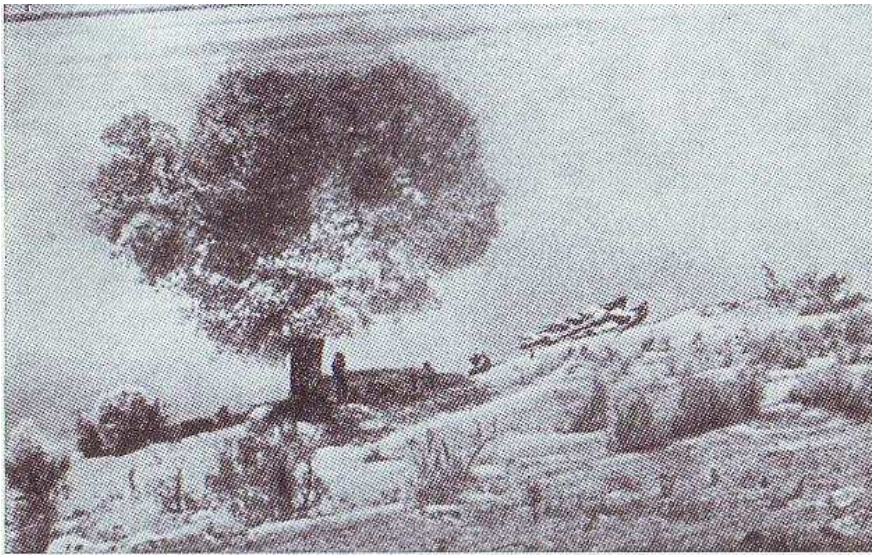
---

[1]Вороновский Д. Г., Астрономы Средней Азии от Мухаммеда ал-Хаваризми до Улугбека и его школы (IX-XVI вв.), сборник “Из истории эпохи Улугбека”, Изд-во “Наука”, Ташкент, [1965], стр. 100-172.

[2]Джалаллов Г. Д., Бируни и астрономическая наука, сборник – великий ученый средневековья, Ташкент, 1950, стр. 63-84.

Birunyny din erkinligi ruhunda terbiýelemäge ýardam eden bolsa gerek.

Şeýle terbiýe alany üçin hem ol soňra dini çeşmelere adalat gözi bilen seredipdir. Al-Biruny “Hindistan” diýen kitabyna ýazan girişinde beýleki dine ynanýanlaryň keramatly kitaplaryna hem salgylanypdyr. Alym hakykat, adalat dogruçyllyk hakda söhbet açan mahaly “Siz patyşalaryň öňünde hakykaty aýdanyňyzda, olaryň güýjinden heder etmäň. Olar diňe siziň teniňize erk edip bilerler, emma siziň janyňyza olaryň hökümi ýetmez” diýip, Injile ýüzlenipdir.[1]



Horezm sebitinde Amyderýanyň çep kenary.

Ibn Yrak ýaşajyk Muhammetde ylym bilen çynlakaý meşgul bolmak üçin ähli sypatlaryň: ukyp hem-de zehiniň bardygyny badabat aňypdyr. Öz terbiýeleýän oglanynda dykgatlylygyň, synçylygyň, her bir zadyň mazmunyna düşünmäge, başlan her bir işini ahyryna çenli alyp barmaga bolan yhlas hem hyjuwyň barlygyna bolsa

[1] Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

guwanypdyr. Ol Muhammediň kitap baryny okap, köp zatlary gözleýändigini, uly adamlaryň jogap tapyp bilmejek sowallarynyň üstünde kelle döwýändigini bilse-de, oňa ur-tut kömek berjek bolup durmandyr. Alym, bir tarapdan, öz şägirdiniň şol sowallara her edip-hesip edip, jogap tapjakdygyna ynansa, ikinji tarapdan, onda öz güýjüne ynanmak, sabyrlylyk, erjellik ýaly sypatlary terbiýelemek isläpdir. Bu sypatlar bolsa her bir adam üçin howa ýaly zerurdyr.

Şeýlelikde, Muhammet ibn Yragyň öýünde, onuň ýolbaşçylygynda ylymlaryň esasy ugurlary bilen mazaly tanşypdyr, ylmy tejribeleri, dürli tejribeleri (eksperimentleri) özbaşdak geçirmäge başlapdyr.

Horezmiň merkezi şäheriniň bir köçesi[1]

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

Muhammediň terjimehalyny öwreniji alym I. Timofeýew akyldaryň ilkinji tejribesi hakynda gyzykly wakany gürrüň berýär. Abu Nasr ibn Yrak ýabyň çuňlugyny ölçäp dur eken, howa bolsa yssymyş. Birden tüweleý turupdyr. Ibn Yrak Muhammedi gujaklap, arkasyny tüweleýe tarap tutup durupdyr. Şonda Muhammet onuň gujagyndan sypypdyr-da, bilindäki pyçagy gynyndan çykaryp, öz üstlerine abanyp gelýän tüweleýiň içine bat bilen zyňyp goýberipdir. Tüweleý - tozan ýatandan soň bolsa:

- Ana, gan-da ýok, kok-da-diýip, pyçagy ibn Yraga uzadypdyr.

Abu Nasr diňe şondan soňra nämäniň-nämädigine düşünip galanmyş. Halk düşünjesine görä, tüweleýiň içinde arwah – jyn barmyş, tüweleýe pyçak zyňylsa, ol jynyň bagryndan parran geçip, hökman ganjaraýmalymyş. Bu düşünje ýadyna düşen Abu Nasr ýylgyrypdyr, öz okuwçysynyň ilkinji geçiren ylmy tejribesine gaty begenipdir.

Abu Reýhan al-Birunynyň ilkinji ylmy işiniň 994-nji ýylda ýazylandygyna onuň terjimehalyny öwreniji rus alymy A. P. Bulgakow öz “Geodeziýa” kitabynda belleýär. Alymyň özi bu barada: “Kät şäherinde Günüň ýarym günlik beýikligini alidadasy 30′-dan bölünen armillanyň (ölçegiň netijesi ýarymdan köpräk gradusyň ülüşini almaga mümkinçilik bermeýän sada astronomiki guraly) kömegi bilen ölçedim. Men Ahmet al-Merweziniň zijini ulanmak bilen Günüň iki deňgünlülik ýagdaýynda hasaplary aldym. Ölçegiň netijesinde men onuň 48°30′ deňdigini anykladym” diýip belleýär.

Şeýlelikde, al-Birunynyň ilkinji gezek astronomiki gözegçiligi bilen meşgullanyp başlan döwri 21 ýaş diýilýär. Emma alymlaryň aglabasy bu senäni has ulaldylan diýip hasap edýärler. Muhammet astronomiki amaly (praktikasy) bilen has öňräk özbaşdak meşgullanmaga başlaýar. Geçirilen gözegçilikleriň ýagdaýyny hasaplamagy bolsa Horezm şäheri üçin düzülen zij boýunça geçirmän, eýsem Merwli alym Habaş Hasapçynyň düzen zijiniň esasynda geçirýär. Onuň astronomiýadan 990-njy ýyllarda hem

ýeterlik bilimi we ukyby bolupdyr, bu bolsa onuň 17 ýaşyna gabat gelýär.

Abu Reýhan al-Biruny bir gezek "Ýollaryň we döwletleriň kitaby" atly eseriň awtory Ibn Hordadbek bilen näbelli ýurtlara syýahata gidýär we ol ýurtlaryň ýaşaýjylaryny we geografiki ýerleşmek aýratynlyklaryny öwrenýär. Birunynyň geografiýa baradaky garaýyşlaryny al-Tabarynyň dünýä baradaky köp jiltlik taryhy kitabyny okandan soňra has-da kämilleşýär.[1]

Muhammet Bagdat şäherinde ýaşan Abul-Wafa al-Buzjanynyň amaly matematika boýunça köp taraplaýyn kitabyny Ibn Yragyň kitaphanasynda tötänlikde tapýar we ony uly gyzyklanma bilen okap çykýar. Abu Nasryň hususy kitapnamasynda sferiki trigonometriýa, geometriki gurluşlara, sazyň nazaryýetine degişli, täze ýazylan ylmy işler hem bar eken. Muhammet Ibn Yrak Muhammede Ewklidiň (Ýewklidiň) "Başlangyç" kitabyny, aýratyn hem VII, VIII we IX bölümlerini jikme-jik ünsli okamagy maslahat berýär. Bu bölümlerde nazary arifmetikanyň esasy meseleleri seredilýärdi, ondan soň bolsa pifogoriýaly (pifogoriýsa) Nokomah Gerezskiniň "Arifmetika giriş" diýen kitabyny okamaga başlaýar.

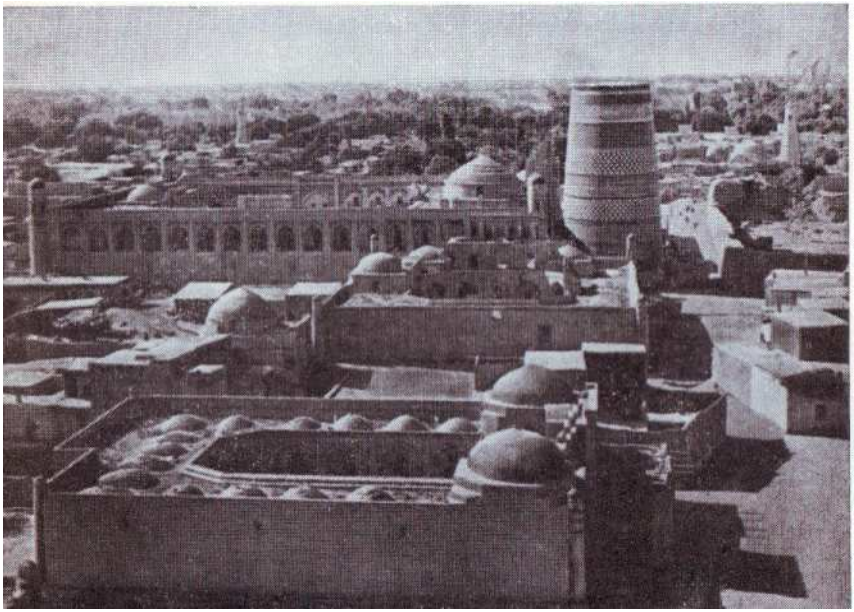
Muhammet on alty ýaşyna ýetende matematika we astronomiýa ylymlary boýunça ýeterlik bilim almagy başarýar. Muny duýan Aby Nasr özbaşdak ylmy barlaglary geçirmeklige rugsat berýär. Ol ilkinji ylmy barlaglarynda, ýeriň geografiki giňligini kesgitlemek bilen baglanyşykly sadaja mysallary çözüp başlaýar. Ol bir gezek ýazky we güýzki deň günlik (gije we gündiziň deň bolýan wagtlary) wagtynda Günüň beýikligini ölçemegi we onuň netijesine esaslanyp Kät şäheriniň geografiki giňligini kersgitlemegi maksat edinýär. Muhammet 990-njy ýylyň irki ýaz günlerinde çylşyrymly bolmadyk astronomiki guralyny – öz okunuň daşyndan erkin aýlanýan alidadaly halkany ýasamaga başlaýar. Muhammediň ýasajak bolýan alidadasynyň diametriniň uly bolmany üçin şkaladaky bölek bahasyny 30″-dan almaly bolýar.

---

[1] Абу Рейхан Бируни, (Индия), Избранные произведения, II, перевод А. Б. Халидова и Ю. Н. Завадовского, комментарии В. Г. Эрмана и А. Б. Халидова, Ташкент, Изд-во АН Уз ССР, 1963.

Ölçegi geçirmek üçin esas hökmünde Merwli alym Habaş Hasapçynyň tablisasyndan alýar we Horezm şäheri üçin iki deňgünlülik üçin hem ölçemegiň wagtyny(momenti) anyklaýar hem-de kesgitlenen güne çenli guraly taýýarlaýar. Berk agaçdan ýasalan taýagy belli agramly ýüki asanda ýykylmaz ýaly derejede gömýär. Muhammet ol agaja (syryga) gradirlenen halkasyny, asman meridianynyň tekizligi bilen gabat getirip berkidýar. Soňra asma ýüküň (agyrlyk güýjüniň ugry) kömegi bilen 90°-lyk bahany nadir çyzygy bilen gabat getirýär. Gabat getirmegi alidadany anyk gorizontal ýagdaýy eýelemegi, şonuň ýaly-da guralyň şkalasynyň nul ýagdaýyny görkezmegi bilen geçirmek zerur.[1]

Birunynyň durmuşynda ata, ene we halypa wezipelerini Yrakylar amal edipdirler. Hatda garran wagty hem Mahmyt Gaznala bagyşlap ýazan şygrynda öz halypasy Abu Nasr Mansur ibn Yragy we onuň ýaranlaryny hormatlap, göge göteripdir.



Hywanyň görnüşi

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

Halypasy ibn Yragyň belleýşi ýaly Abu Reýhan al-Biruny eýýäm 21 ýaşyndaka astronomiki gurallary ýasapdyr hem-de Gün we Aý tutulmagyna gözegçilik işlerini alyp barypdyr. Ol astronomiki gözegçilik işleri alnyp barlanda saglyga zyýan ýetmeginiň mümkindigini belleýär. Beýik akyldar bu barada: "Aýa gözegçilik etmegi Gün bilen deňeşdirip bolmaýar, çünki Güne seredende, gelýän şöhläniň gözüňi şikeslendirmegi mümkin. Eger-de köpräk seredilse gözüň öňi garaňkyraýar we görmek dumanlaşýar. Şonuň üçin Güne dogry garaman, eýsem onuň suwdaky serpikmesini almak amatlydyr. Günüň şöhlesiniň suwda serpikmesine syn etmek gowy netijäni berer (Şol döwürlerde hem ýagtylyk tolkunlarynyň dürli üstlerden serpilmek kanunalaýyklygyny bilipdirler). Beýik akyldar şu ýerde ýaşlykda Güne gözegçilik eden wagtynda gözüniň şikeslenendigini hem belleýär.[1]

Ol ýaşlykdan ylma berlip, gündogar we günbatar alymlarynyň eserlerini ürç edip öwrenýär. Onuň eserlerinde Günbatar alymlary bilen bir hatarda Fales we Pifagor, Galen (Žolinus) we Gipparh, Ýewklid we Ptolomeý (Batlimus), Eflatun we Arstun ýaly alymlaryň atlary köp ýatlanylýar. Bu bolsa Abu Reýhan al-Birunynyň olaryň eserleri bilen ýakyndan tanyş ekenligini görkezýär.

994-995-nji ýyllarda Merkezi Aziýada bolup geçen syýasy özgerişler Birunynyň ylmy işlerine-de täsir etmän galmaýar. Ýaşlygyna seretmezden (22 ýaş) afrigiýler nesilşalygy hökmirowanlygynda emiriň hyzmatynda bolan beýik akyldar howp astynda galýar. Ilki-ilkiler Kätiň özünde gaçyp ýöreýär, soňra bu ýerden hem gaçmaga mejbur bolýar[1]. Bu barada Biruny özüniň "Geodeziýa" kitabynda şeýle belleýär: "Günüň beýgelmesini iki gezek ölçedim. Birinji gezek 384-nji hijri (994-nji milady) ýylynda Jeýhunyň (Amyderýanyň) günbatar kenarynda Jürjaniýa (Gürgenç) bilen Horezmiň merkezi şäheri Kätiň arasynda ýerleşen Buşkanz obasynda. Men bu ýerde diametri 15 gez (7.5 metr) bolan gorizontyň tekizliginde ýerleşen tegelekden peýdalandym. Iň gysga kölegäniň

[1]Абу Рейхан Бируни, (Индия), Избранные произведения, II, перевод А. Б. Халидова и Ю. Н. Завадовского, комментарии В. Г. Эрмана и А. Б. Халидова, Ташкент, Изд-во АН Уз ССР, 1963.

uzynlygy boýunça Güniň iň ýokary beýgelmesini ölçedim, ol 71°59′45″ baha deň boldy. Soňra şu kölegä deň günlilik (gije-gündiziň deňligi) çyzygynda bolanlygynda onuň mukdaryny ölçedim. Emma Horezmde dörän gozgalaňlar sebäpli işlerimi togtadyp bu şäherden gaçmaga mejbur boldum”.

Abu Reýhan Biruny Horezmde burçlary ýokary takyklyk bilen ölçemek üçin diametri 7.5 metre deň bolan esbaby ýasaýar. Şonuň kömegi bilen Günüň beýgelmesini sekuntlarça takyklykda ölçemegi başarýar. Ýene-de şu eserinde: “Şol günden başlap (Günüň beýikligini ölçänden soňra) Horezmiň atly adamlarynyň arasynda gozgalaň başlanýar.[1]

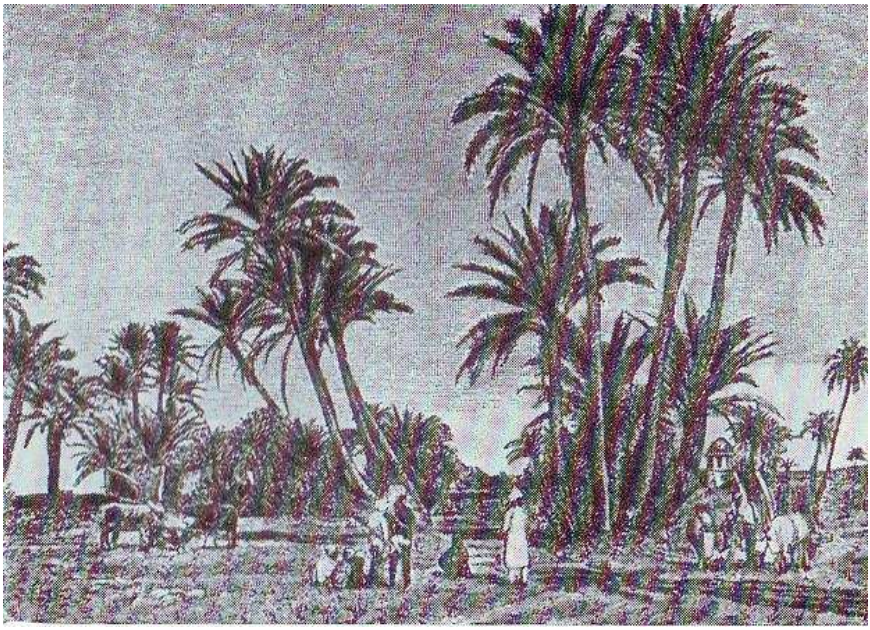
Bu ýagdaý meniň işlerimi bes etmäge we watany taşlap bigäne ýerlere gaçmaga mejbur etdi” diýip belleýär. Kätden Tähranyň ýakynyndaky Reý şäherine gelýär. Biraz wagt Reý şäherinde ýaşap, ol ýerdäki alymlar bilen tanyş bolýar. Reý şol döwürde uly medeni şäher bolup, onuň ylymlar öýünde köp sanly tanymal alymlary işläpdir.

Alym ol ýerde astronom we matematik Abu Mahmyt Hamid ibn al-Hojendi bilen dostlaşýar we Reýiň hökümdary Fahr ad-Dawlanyň buýrugy boýunça ýasan astronomiki esbaby - sektant bilen tanyş bolýar. “Fahri sektanty” diýlip atlandyrylan bu gural, soňra Muhammet Taragaý Ulugbegiň obserwatoriýasynda ornaşdyrylan ilkinji esbaplaryň biri hasaplanylýar. Bu esbap hakynda Biruny şeýle ýatlaýar: “Fahri sektanty hakynda şuny bellemek gerek, ýagny ol şu wagta çenli ýasalan esbaplaryň arasynda iň ulusy we takygydyr. Hamid al-Hojendi astrolýabiýa we beýleki gurallary ýasamakda öz döwrüniň beýik ynsanydyr”. Soňra Birunynyň özi bu gural hakynda ylmy makala ýazýar.

Olçegiň tehnikasy örän sadadyr. Alidadany asman ýagtyltgyçlaryna seretdirende graduirlenen tegelekde burç beýikligine deň bolan baha alynýar. Bu ýagdaýda seredilýän (gözegçilik geçirilýän) nokadyň geografiki giňligi aşakdaky düzgün boýunça, ýagny $\psi = \sigma \pm (90° - h_{max})$ degişlilikde, $90° - \psi + \sigma \leq 90°$ we $90° - \psi + \sigma < 90°$ ýaly hasaplanylýar. Bu ýerde ψ - duran

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

nokadyň giňligi, gradusda; σ - gyşarmak; h_{max} – meridianda Günüň ýarym günlük beýikligi.[1]



Penjap peýzaży.

Muhammet al-Birunynyň sferiki trigonometriýanyň has takyk aýdanda geodeziýanyň meseleleri bilen meşgullanmagy geň däldi. Amaly meseleleri çözmeklik, Bagdat ylmy mekdebiniň uçurymlaryna mahsus bolupdyr. Muny ondan soňraky musulman alymlary hem dowam etdiripdirler. Olar özleriniň gözegçiliklerinde Ptolomeý tarapyndan esaslandyrylan usuly giňden peýdalanypdyrlar. Ptolomeýiň galdyran ylmy mirasyny Biruny hem astronomiýa ylmynda gözegçilik geçirmekde ulanýar.

[1] Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

X asyryň ahyrlarynda Jeýhanynyň ady samanylar döwletiniň islendik künjeginde uly meşhurlyk alypdyr. Şu sebitlerde oňa gabat gelmedik we görmedik diýen gojalara duş gelmek örän kyn bolupdyr. Gojalaryň içinde Jeýhany bilen söhbetdeşlik edenleriniň hem köp sanly bolandygy mälimdir. Onuň ady nämäniň esasynda şeýle meşhurlyga eýe boldyka?! Elbetde, ony ýollar baradaky köp jiltlik kitabynyň bolmagy bilen düşündirmek bolar.

Jeýhanynyň meşhur bolmagyna ýokary derejede adamkärçiliginiň we gysganç bolmandygy, gerek bolan ýagdaýynda zada mätäç, syýahatdan gelen alymlara dürli kömekleri berendigi barada maglumatlar hem bar. Syýahatda bolan her bir alym bilen öz pikirini paýlaşýandygy hem-de öwrenen zatlaryny öz ýan kitapçasyna ýazyp alýandygy we olary öz işlerinde, gürrüň beren alymyň ady bilen peýdalanandygyny belleýär.

Abu Abdallah al-Jeýhanynyň Horasan emiriniň weziri bolandygy filosofiýa, astrologiýa we astronomiýa ylymlaryndan hem başynyň çykýandygy hakda alym al-Mukaddesiniň maglumatlarynda berilýär.

995-nji ýylda Abu Reýhan al-Biruny söwda kerweni bilen Reý şäherine gelýär. Şol wagtlar Eýranyň buidler nesilşalygynyň merkezi Reý şäheri hasaplanypdyr.

Ýaşlykdan uly meşhurlyga eýe bolan Abu Reýhan al-Birunyny Fahr emiriniň köşk astrology Abu Muamut Hamid ibn al-Hidr Hojendi Rud şäheriniň bazarynyň derwezesiniň ýakynynda ýerleşýän öýünde kabul etjekdigini habar berýär. Görnükli matematik we astronom alymyň Birunyny çagyrmagy ýöne ýerden däldi.

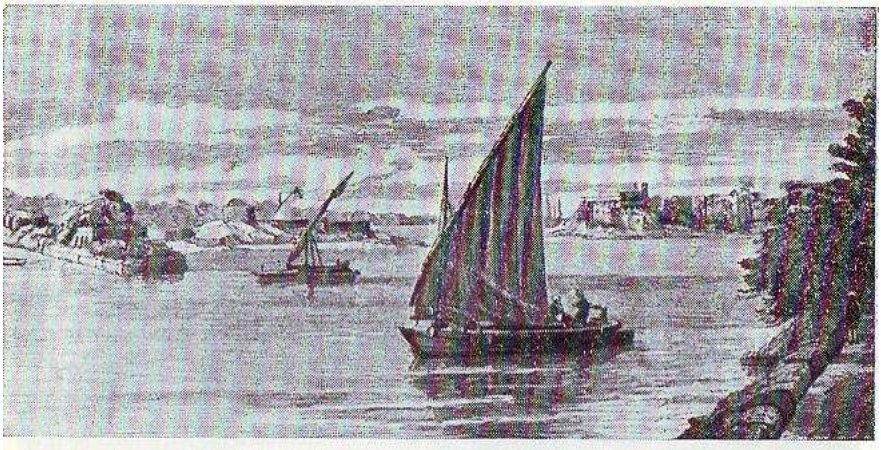
Birnäçe gün mundan ozal Horezmden kerwen bilen gelen Abu Reýhan Biruny halypasy Ibn Yrakdan hat we hatyň ýany bilen içi kitaply bukja alýar. Bukja-da görnükli alym Abu Nasryň täze ýazan sinuslar teoremasynyň subutnamasy bolan "Azimutlar kitabyndan" birnäçesi bolýar. Olaryň bir nusgasyny öz adyndan Hamid ibn al-Hidr Hojendä bermek haýyş edilýär. Al-Birunä bolsa sferiki trigonometriýanyň mysallaryny çözmek üçin has wajyp bolan sinuslar teoremasynyň täze subutnamasyny agtarmagy tabşyrýar.[1]

---

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва "Молодая гвардия" 1986.

Hamid ibn al-Hydyr (Hidr) Hojendi Abu Nasr ibn Yragyň sowgadyny uly höwes bilen alýar we işiň käbir ýerlerine syn edip teoremanyň sada we durnukly subutnamasynyň berlişine haýran galýar. Kitaby haýal etmän Bagdat şäherine, meşhur alym Abul Wafa al-Buzjana ibermegini Muhammede maslahat berýär.

Abul Wafa al-Buzjanynyň maňa ýazan hatynda şu wagt tegelege degişli bolan ähli trigonometriki funksiýalaryň üstünde işleýändigini, sinuslar teoremasynyň bu subutnamasynyň meni begendirişi ýaly, ony hem şatlandyrar diýýär.



Hind derýasynyň orta akymy.

Meşhur alym al-Buzjanynyň hut özi bilen hat alyşmagynyň teklip edilmegi Birunyny örän begendirýär. Mundan birnäçe ýyl özal arifmetikanyň başlangyçlary baradaky gollanmasyny okamak we ondan köp zatlary öwrenmek mümkinçiligi bolan bolsa, indi al-Buzjanynyň has düşnükli ýazylan Ptolomeýiň "Almagestini" öwrenmek üçin öz gapysyny açýar. Edil şu wagt bolsa Gündogaryň beýik alymy Abu Mahmut Hojendiniň sypasynyň üstünde onuň bilen deň derejede oturyp al-Buzjany (döwrüň beýik danasy) bilen hat alyşmak barada söhbetdeşlik edýär.

Duşuşygyň ahyrynda Hojendi Muhammede özüniň soňky “Uly bolmadyk gyşarmalary we şäheriň giňligini anyklamak” atly ylmy eserini gowşurýar.

Abu Reýhan al-Biruny Tabarak dagyndaky obserwatoriýa baryp görýär. Bu obserwatoriýa ýaş alymy haýran galdyrýar. Bu obserwatoriýanyň içinde 994-nji ýylda Abu Mahmut Hojendi tarapyndan gurlan ajaýyp burç ölçeýji gural – Fahri sektanty ýerleşýärdi.[1]

- Geçen ýyl men şu ýerde ekwatoryň tekizligine ekliptikanyň ýapgytlyk burçuny ölçedim, ol 23°32′31″ baha deň boldy! Sen hem maňa öz hatyňda bu mesele bilen Kät şäheriniň töwereginde iki gezek meşgullandym diýip ýazypdyň. Seniň ýadyňa ölçegiň netijeleri düşenokmy, oglum? – diýip, Hojendi soraýar.

Al-Biruny Kät şäheriniň sebitlerinde 994-nji ýylda geçiren ölçegleriniň netijesinde 23°35′40″ bahany alandygyny ýatlaýar. Bu näme gödek ýalňyşlykmy? Eger-de şeýle bolsa onda nämäniň hasabyna ýalňyşlyk goýberilen? – diýip, goja alym öz-özüne sorag berýär.

Abu Muhammet Hojendi özüniň ýasan guralynyň sektantynyň dioptrynyň, agyrlyk güýjüniň täsirinde aşak çökendigini ýatlaýar we ýalňyşlygyň şu ýerden gelip çykandygyny belleýär.

Abu Reýhan al-Birunynyň 994-nji ýylda ýasan hem-de Fahryň sektanty ady bilen alymlar dünýäsinde belli (mälim) bolan gural hakynda ýörite ylmy traktat hem ýazypdyr. Şol traktatyň bize gelip gowuşmagy Hamid al-Hojendiniň sektantynyň töwereginde bolan jedelleriň dogry çözülmegine ýardam edipdir.

Çünki al-Biruny Tabarak dagynyň üstündäki obserwatoriýa, onda gören zatlary hakynda birin-birin ýazypdyr.

Reýde ýaşan ýyllarynda Hamid al-Hojendiniň kömegi bilen emiriň kitapnahasyndan peýdalanmak hem al-Biruna başardypdyr. Bu kitaphanada hem şol döwrüň hökümdarlarynyň köşklerinde toplanýan kitaplar bar eken.

Hökümdarlar Gündogarda ýazylan, göçürilen, terjime edilen kitaplaryň hemmesini öz kitaphanalarynda görmek isläpdirler. Reýiň

---

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

baý kitaphanasynda Abu Reýhan al-Biruny Reýiň tanymal astronomlary ibn Amydyň hem al-Sufynyň, IX asyryň görnükli filologlary al-Jahyzynyň, al-Kindiniň we beýlekileriň ylmy traktatlaryny-da okapdyr.

997-nji ýylda Abu Reýhan al-Biruny ýene-de öz dogduk mekany Kät şäherine gaýdyp gelýär. Gaýdyp gelen dessine goja alym Abul Wafa al-Buzjana hat ýazmaga oturýar. Ilki bilen al-Biruny goja alyma Bagdat we Kät şäherlerinde bir wagtyň özünde 997-nji ýylda boljak Aý tutulmagyna syn etmegi teklip edýär. Bu pikir ýaş alymyň kellesine Reý şäherinde, haçanda ar-Razynyň ylmy işlerini öwrenip ýören wagtynda gelýär. Ar-Razy öz ylmy işleriniň birinde Bagdat we Reý şäherlerinden Aýyň tutulmagyň bir wagtda gözegçilik geçirmek bilen geografiki uzaklyklarynynyň tapawudyny kesgitlemegi teklip edýär.

Bu eksperimenti geçirmek goja alym al-Buzjana başardýar. Bagdatdan gelen hatda ýerli wagt bilen ýarym gije ýagdaýyny (momentini), kesgitländigi hakda habar berlipdir. Bu netijäni Abu Reýhan al-Biruny öz netijesi bilen deňeşdirip Bagdat we Kät şäherlerinde ýerli wagtlaryň tapawudynyň bir sagada deňdigini anyklaýar. Onda şäherleriň uzaklyklarynyň arasyndaky tapawudyň takmynan 15°-a deňdigini kesgitleýär. Bu Abul – Wafa al-Buzjany bilen al-Birunynyň bilelikdäki birinji we iň soňky eksperimenti bolýar. 998-nji ýylyň iýun aýynda Bagdat şäherinden al-Buzjanynyň aradan çykandygy barada gynançly habar gelip gowuşýar.[1]

Birunyň özi bu barada şu aşakdakyny ýazýar: “Men Abu Wafa Muhammet ibn Muhammet al-Buzjany bilen ol Bagdatda, men bolsa Horezmiň esasy şäheri Kätde bolanymda, Aýyň tutulyşyny birlikde (iki şäherden) gözegçilik geçirmegi gürleşdik. Biz muny 387 hijri (997 milady) ýylynda amala aşyrdyk”, 998-nji ýylyň ýaz aýlarynyň başynda Gürgen hökümdarynyň hut öz goly bilen Kät şäherindäki Ibn Yragyň howlusyna çakylyknama gelip gowuşýar. Gürgeniň hökümdary Kobus ibn Wuşmagir Muhammet ibn Ahmet Abu Reýhan al-Birunyny öz köşgünde gulluk etmäge çagyrýar, ylym

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

bilen meşgullanmaga ähli mümkinçilikleri berýändigi barada güwänämä berýär.[1]

Abu Reýhan al-Biruny Kobusyň köşgünde köşk astronomy wezipesine bellenýär. Täze ýerde ähli pikirini diňe ylym bilen meşgullanmaga berýär.

Bu ýerde ol özüniň "Astronomiýanyň açarlary" we "Astrolýabiýany ýasamakda mümkin bolan, çäklendirilen usullar" atly eserini ýazýar. Şu ýerde özüniň dünýäde uly meşhurlyga eýe bolan "Geçen nesillerimizden galan ýadygärlikler" diýen eserini ýazýar.

Birunynyň ýaşan döwründe wagt barada ýeke-täk düşünje, ýeke-täk wagt birligi bolmandyr. Bir-biri bilen serhetleşýän goňşy döwletlerde hem sagat, gün, aýlar, ýyllar ýüzýyllyklar dürlüçe görkezlipdir.

Biruny özüniň "Hronologiýa" kitabynyň üstünde 1000-nji ýyllarda işläp başlaýar. Eseri ýazmak üçin ylmy çeşmeleri okamaly bolýar. Olaryň içinden: Buhtunassaryň, Filippiň, Aleksandr Makedonskiniň, imperatorlar: Awgustanyň, Antoniniň, Diokletiýanyň hem-de gadymy Horezmiň eýýamlaryny çintgäp öwrenýär. Işde musulman alymlarynyň astronomiýa tablisalaryny hem ýerleşdirýär. Iş 1003-nji ýylda doly ýazylyp gutarylýar. Işde getirilýän etnografik maglumatlar özüniň gaýtalanmaýan ajaýyplygy bilen tapawutlanýar. Aýratyn hem Merkezi Aziýa ýurtlarynda, aýratyn-da Sogd we Horezm sebitlerinde ilatyň hojalyk durmuşynyň, gylyk - häsiýetleriniň, baýramlarynyň, dap-dessurlarynyň, gylyklarynyň, dine uýmalarynyň we ş.m. berilmegi eseriň gymmatyny artdyrýar.[2]

"Hronologiýa" eseri alymyň at - abraýynyň we şan - şöhratynyň Gündogarda uly meşhurlyga eýe bolmagyna getirýär.

998-nji ýyl Jürjan şäheri Kobus ibn Waşmagir Jürjany gaýtadan eýeleýär. Abu Reýhan al-Biruny 998-1000-njy ýyllar aralygynda şu ýerde şa köşgünde ýaşaýar. Kobus Biruny bilen gowy

---

[1]Толстов, По следам древнехорезмийской цивилизации – С. П. Толстов, По следам древнехорезмийской цивилизации, М. – Л., 1948.

[2] [2]Толстов, Бируни и его время. Сборник "Бируни", М.-Л. 1950. стр.4.

mynasybetli bolýar we oňa wezirlik wezipesini teklip edýär, emma akyldar özüniň ylmy işini wizirlikden ýokary görüp, şanyň teklibini ret edýär. Şu wagtda 27 ýaşly alym özüniň (1000-nji ýylda) “Geçen nesillerimizden galan ýadygärlikler” atly uly eserini ýazýar we ony hökümdar Kobusa bagyşlaýar.

Bu eser hakynda akademik I. Ý. Kraçkowskiý: “XI asyrda Merkezi Aziýada ylym üçin ajaýyp döwür başlanýar. 390/1000-nji ýylda Biruny özüniň “Ýadygärlikler” kitabyny ýazyp gutarýar. Ýakyn Gündogarda muňa taý gelýän eser ýok” diýip belleýär.

Abu Reýhan al-Biruny bu eserinde köp sanly astronomiýa we matematika bilen baglanyşykly dürli meseleleri çözmegiň esaslaryny görkezýär, şeýle-de olaryň atlaryny getirýär.

Beýik alym Jurjanda tebip, astronom, matematik we filosof Abu Sahl Isa ibn Ýahýa al-Masihi bilen tanyş bolýar, ondan tälim alýar. Ol görnükli tanymal alym bolanlygyna seretmezden juda sada bolupdyr. Özünden uly, tejribeli we bilimli kişilerden öwrenmegi kiçilik bilmändir. [1]

Taryhy maglumatlara görä, Biruny Buharada we Bagdatda okapdyr, emma haýsy ýyllarda we näçe ýyl bolandygy belli däl.

Birunynyň öz eserlerinde ýatlaýşy ýaly bilimini hususy zähmeti, her bir ylymy özbaşdak köp gezek okamagy bilen öwrenendigi ýatlanýar.

1004-nji ýylda Biruny Horezm şasy Abu Abbas Mamun ibn Mamunyň haýyşyna görä Jurjandan Gürgenje gaýdyp gelýär. Horezmiň hökümdary ony gowy garşy alýar. Mamun Gürgençde “Mamun akademiýasy" ady bilen ylmy merkez döredýär we oňa şol döwrüň tanymal alymlaryny, şahyrlaryny çagyrýar. Bularyň arasynda Abu Aly ibn Sina (980-1037), Birunynyň halypalary Abu Nasr ibn Yrak, tebip alym Abul Hasan Hammar, Ibn Niskawaýh ýaly birnäçe meşhur alymlar bar, Biruny bu ylmy merkeze 1017-nji ýyla çenli ýolbaşçylyk edipdir.

1005-nji ýylda Gürgenç şäherine Gündogaryň başga bir beýik akyldary Abu Aly Ibn Sina hem gelýär. Horezm şasy dünýä meşhur lukmany köşgiň lukmany wezipesine belleýär.

---

[1]Толстов, Бируни и его время. Сборник “Бируни”, М.-Л. 1950. стр.4.

Gürgenç şäherine ýygnanan beýik alymlaryň düzümi, başga hiç döwletde hiç wagt ýygnanmandyr. Gysga wagtda Horezm şalygynyň merkezi bolan Gürgenç şäheri Merkezi Aziýanyň ylmy merkezi hasaplanypdyr. Gürgençde alymlaryň arasynda bolan çekişmeler, jedeller bilen Ýewropa alymlary birnäçe asyrlar geçenden soňra tanyş bolýarlar.

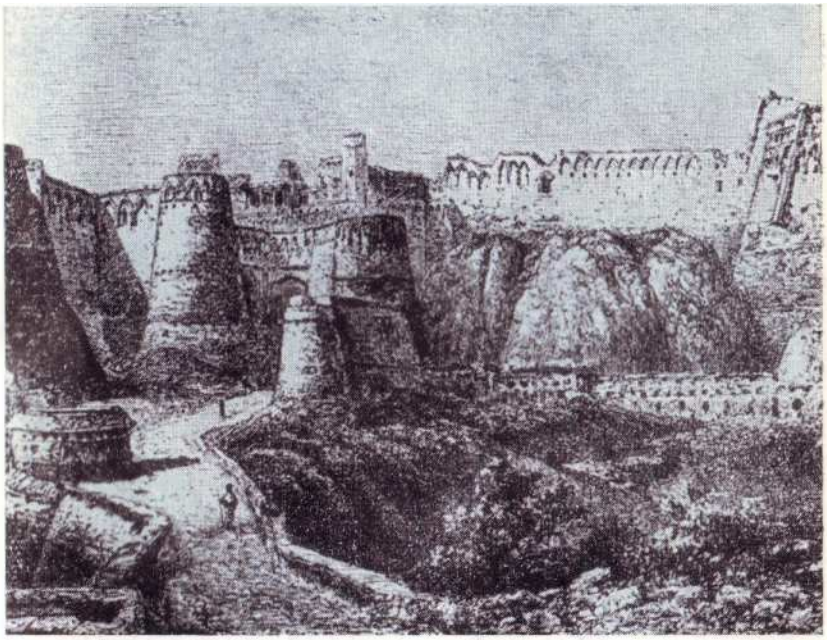
Abu Reýhan al-Biruny Gürgenç şäherinde geodeziki astronomiýa boýunça köp sanly işleri amala aşyrýar. Bu ýerde ol öň belli bolmadyk berlen nokatlaryň geografiki giňligini, Günüň ýa-da ýyldyzlaryň erkin beýikligi we şu beýikligiň azimuty ýaly iki ölçegi ulanmak bilen kesgitlemegi hödürleýär. Al-Biruny ýokary takyklyk bilen Gürgenç şäheriniň geografiki koordinatlaryny kesgitleýär. Şonuň bilen birlikde X asyryň görnükli alymy Sabbahyň hödürlän nokadyň geografiki giňligini uzak wagtlaýyn deň aralyk wagtda Günüň ýaşmagynyň üç dugaly azimuty boýunça kesgitlemegiň dogrylygyny barlaýar. Bu usulyň nokadyň geografiki giňligini kesgitlemekde ulanmagy birnäçe yzygiderli gysgaltmalary we trigonometriki funksiýalaryň bahalarynyň köp gezek hasaplanmagyny geçirmek we irrasional köklerin alynmagy bilen geçirilýär. Abu Reýhan Birunyny usulyň ulanylmagy gerek takyklygy bermeýändigi üçin ony ulanmaga ýarawsyz diýip hasap edýär.

Islendik geodeziki mysaly çözmek üçin Ýer şarynyň ölçeglerini bilmek zerur bolupdyr. Birunyda Ýeriň ölçeglerini kesgitlemek höwesi Gürgeniň hökümdary Kobusyň köşgünde gulluk edip ýören wagtynda döreýär. Gürgen şäherinde Dehistan düzlüginde (Türkmenistanyň territoriýasynda) tekiz ýeri hem saýlap alýar. Ýer ölçeglerini geçirmek üçin ekspedisiýany hem doly diýen ýaly taýýarlaýar. Emma bu arzuwuny Gürgeniň hökümdary Kobus ibn Wuşmagir bilen ara tow düşmegi sebäpli gyssagly Gürgenje gitmeli bolandygy üçin amala aşyrmaga ýetişmeýär.

Biruny we onuň halypasy Abu Nasr ibn Yrak 1017-nji ýylyň sentýabr aýynda Gazna şäherine gelýärler. Gaznaly türkmenleriň beýik soltany Mahmyt Gaznaly öz köşgüne ylymlaryň dürli pudaklary bilen meşgullanýan alymlary, şahyrlary, sazandalary we

aýdymçylary we beýlekileri gulluga çagyrýar. Olara her birine köp derejede maddy kömeklerini gaýgyrmaýar.

Abul Fazl Beýhaky “Masudyň taryhy” diýen kitabynda Biruny özüniň “Meşhur: Horezm (Horezmiň meşhur kişileri)” atly eserinde Horezm şasy Mamun II öwýär onuň köşgünde köp ýyl hyzmat edendigini ýazýar (bu ýerde fiziki hadysalaryň kanunyna degişli mysallaryň ussady Ibn Sina bilen Birunynyň arasynda mynasyp sorag – jogaplar bolýar).



Orta asyrlarda Gazna şäheriniň diwarlary.

Hökümdar bilen Birunynyň aralarynda hezzet-hormatyň nähili derejede bolandygyny bilmek üçin aşakdakyny bellemek bolar. “Bir gün Horezm şasy meý içip atyna münüp maňa tarap ýöredi we meniň çykmagymy buýurdy. Emma men biraz eglenip bardym. Şa atdan düşmekçi boldy. Men eglip, ýalbardym, onuň atdan düşmezligini haýyş etdim. Şa: “Ylym şalykdan köp derejede ýokarda durýar, oňa her kimiň özi barýar, emma onuň özi hiç kime gelmeýär,

ol hiç kime ýaranmasa hem adamlaryň özleri oňa ymtylýarlar”diýen manyda iki bent arapça şygryny okady.

Horezm şasynyň bu sözleri mende oňa bolan minnetdarlygy oýarsa-da men onuň aşakdaky “Halkymyzda kabul edilen bu urp-adatymyz bolmanda hem, ylmyň her ýagdaýdan öň sizi özüme çekerin, belkem men özüm size bararyn, çünki ylmyň kanuny her nähili hem bolsa hökümdir, dünýäde hiç zat ylymdan ýokary bolup bilmeýär” diýip aýdan arapça sözlerinden kanagatlanarly ýagdaýda galdym.

Biruny Horezmdäki ylmy merkeze ýolbaşçy bolmak bilen bir hatarda astronomiýa ylmyna degişli işlerini hem alyp barýar. Bu işleriň netijesinde 1016-njy ýylda “Günüň hereketini anyklamak ýollaryny belgilemek” atly eserini ýazýar.

1017-nji ýylda Horezm şasy Mamun ibn Mamun halk gozgalaňynyň netijesinde öldürilýär, soltan Mahmyt Gaznaly Horezmi zabt edýär. Biruny halypasy Ibn Yrak, şeýle-de beýleki alymlar bilen bilelikde Gazna gelýär. Alym Gaznada hökümdaryň köşgünde ýaşaýar.

Abu Reýhan al-Biruny Gaznada hem edil öňküleri ýaly ylmy işler bilen maşgullanmaga başlaýar. Biruny ylmy, syýasy we hojalyk babatda döwrüniň dana alymy, adyl we sada, öňdengörüji, hakykatçy we kiçigöwünli bir ynsan sypatynda ile tanalan şahsyýet bolupdyr.

Ýalançy, hyýanatçylyk – ynsan üçin ýaramaz, dogrulyk, hakykylyk bolsa ynsany beýik derejä ýetirip biljek gylykdyr. Bu hakda özi “Hindistan” kitabynda: “Ýalançy” kişini adalatdan ýüz öwürdýär, zulim, gybat, amanata hyýanat etmek, başgalaryň mülküni basyp almak, ogurluk, dünýä we halklaryň bozulmagyna sebäp bolýan beýleki ýaramaz gylyklardan saplanmalydyr” diýip belleýär. Birunynyň bu hakykatçylygy köplere, şol sanda soltan Mahmyda hem ýakmaýar. Bu hakda aşakdaky waka esaslanmak bolar: “Bir ýygnanyşykda köşk gullukçylarynyň biri soltan Mahmydyň öňünde Birunynyň bilimini öwüp astronomiýa ylmynda onuň bilmeýän syrynyň ýokdugyny aýdýar. Şol wagt soltan Mahmyt “Hemme zatdan habardar ýalňyz perwerdigär” diýip, onuň sözüni kesýär. Şol mejlisde Biruny “Tejribeli adamyň öz mertebesini ýokarlandyrmagy ýa-da peseltmegi mümkin” diýýär. Soňra pars dilinde “Eger soltan häzirki

aýdylan pikirimi kanagatlanarly diýip bilse, ol wagt mendäki gizlin bilimleriň ýok bolmagy mümkin” diýýär... Bu sözden soltan Mahmyt gazaba münip: “Meniň häzir näme oýlanýanymy tapyp görkez” diýýär. Biruny soltanyň birsözli we kesirligini bilenliginden, häzir ol akla sygmajak we hiç kimiň hyýalyna gelmejek bir zady oýlanýandygyny bilip, onuň oturan tagtyny we hanasyny görkezip, kagyza bir zatlar çyzýar we ony soltan Mahmydyň tagtynyň aşagyna goýup özi soltandan rugsat soramak bilen mejlisden çykyp gidýär. Bu jaýda 12 gapy bolanlygyna seretmezden, soltan ussalary çagyrdyp, öz tagtynyň dogrusyndan diwary bozduryp, gapy açdyryp şu gapydan çykyp gidýär. Soňra Birunynyň ýazuwyny alyp, onuň bilen tanyşýar, alym soltanyň haýsy tarapdan çykyp gidişini kagyzda dogry görkezendigini bilýär. Emma keçjal soltan Birunynyň danalygyna kaýyl bolmagyň deregine, gazaplanyp ony galanyň diwaryndan taşlamaga buýruk berýär. Weziri Hoja Hasan soltan Mahmydyň gaty gazaplanandygyny we häzirlikçe ony ähtinden gaýtarmagyň mümkin däldigini bilýär.[1]

Birunyny diwardan pagtanyň üstüne düşelen toruň üstüne taşlaýarlar. Bolan wakadan birnäçe gün geçenden soňra soltan Mahmyt Birunynyň heläk bolanlygyna gynanýar. Wagtdan peýdalanan wezir eger şa onuň günäsini geçse, ol häziriň özünde peýda boljakdygyny duýdurýar we wakany aýdyp berýär. Weziriň bu hilegärligi soltanyň göwnünden turýar we Birunyny çagyrmagy buýurýar. Biruny gele –gelmäne soltan Mahmyt: “Eger sen hemme zatlary bilýän bolsaň, näme başyňa düşjek ýagdaýlary öňünden bilmediňmi?” diýip soraýar[1].

Şonda ýanyndan özüniň gündeligini ýazýan depderini alyp: “bir gün soltan tarapyndan agyr jeza berilmegi mümkin” diýlip ýazylan bendini görkezýär. Soltan Mahmyt ýene-de gaharlanyp alymy zyndana taşlamagy buýurýar. Alym zyndanda alty aý ýatýar.

Bir gün Abu Reýhan al-Biruna rehimi gelen wezir Hoja Hasan awda soltanyň keýpiniň gowy bolan wagty onuň dogry sözlänligi üçin nähak jezalandyrylandygyny aýdýar. Soltan: “Iki sany sowalymyň jogaby hem meni kanagatlandyrmady. Şalar bilen

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

gürleşende diýjegiňi pikirlenip geplemelidigini bilse gowy bolardy. Ertir ony zyndandan azat etmäge buýruk ber” diýýär.

Şundan soň Birunynyň abraýy ýene-de şan – şöhrata beslenip galyp başlaýar. Hatda soltan alymdan maslahat soramagy-da makul bilýär. Soltan Mahmyt Gaznaly: “Eger-de siz meniň döwletimde bagtly bolmagy halar bolsaňyz, öz ylmyňyzyň sözüni aýtman, meniň keýpime seredip sözläň” diýipdir (Internet ulgamyndan alnan maglumatlar).

Ýakut Hamawiniň ýazmagyna görä, soltan Mahmyt Biruny bilen Ýer we planetalar dogrusynda söhbetdeşlikleri halar eken. Bir gün soltana türk döwletinden ilçi gelýär. Ilçi deňziň demirgazyk tarapyndaky döwletlerde Günüň belli wagtlarda batmaýandygyny aýdýar. Soltan öz adatyça ilçä ynanmaýar. Ilçi muňa syr bildirmän, bu hadysany öz gözi bilen görendigini aýdýar. Soltan bu hakda Birunynyň pikirini bilmekçi bolýar. Alym ýeriň polýuslaryna ýakyn ýerlerde belli wagtlarda şunuň ýaly ýagdaýyň bolýandygyny aýdyp düşündiriş berýär.

Abu Reýhan Biruny Gaznada astronomiki gözegçilik işleri geçirmek üçin gurallaryň ýoklugy sebäpli juda gynanypdyr. Özi bu hakda “Geodeziýa” kitabynyň “Giňlikleri anyklamak” babynda aşakdakylary belleýär: “Bu bölümi ýazanynda 1018-nji ýylyň 21-nji oktýabrynda, şenbe güni Kabulyň ýakynyndaky Jaýpur obasyndadym. Men şu ýeriň giňligini kesgitlemäge juda gyzykdym we bu işi geçirmekde örän kynçylyk çekendigini belleýär. Olardan soň üçünji bolsam gerek. Men ölçemek üçin esbap tapyp bilmedim we taýýarlamak üçin gerekli zatlar hem tapylmady, hasap tagtasynyň arka ýüzüne aýlanyp töwerek çyzdym, onuň graduslaryny alty bölege böldüm, her haýsysy on minutdan boldy, ony şowuň (uzynlyk ölçeg guraly) kömegi bilen berkidip ornaşdyrdym”.[1]

Biruny Gaznada “Ýamin rasathanasy” ady bilen kiçiräjik bir obserwatoriýa gurýar. Ony gerekli esbaplar we öziniň ýasan şkalasynyň takyklygy bir minutly, diametri 9 geze (4.5 metre)

---

[1]Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

barabar bolan kwadrat bilen berkidýär. Bu ylmy merkezde özüniň ylmy işlerini we astronomiki gözegçilikleri dowam etdirýär.

Abu Reýhan Birunynyň Aşgabatdaky “Ylham” seýilgähindäki heýkeli.

1021-1024-nji ýyllar aralygynda Hindistanda saparda bolýar. 1024-nji ýylda sapardan yza gaýdanda Gaznada ýazyp başlan “Geodeziýa” kitabyny ýazmagy dowam etdirýär. Kitapda onuň Horezmde, Gaznada we Hindinstanda alyp baran işleri hem-de alan netijeleri getirilýär. Kitaby 1025-nji ýylda ýazyp gutarýar. Hindistana saparynda hindileriň dili we däplerini öwrenýär. “Hindileriň akyla sygýan we sygmaýan taglymatlaryny anyklamak kitabyny”, gysgaça “Hindistan” atly eserini ýazýar. Şu kitabyny 1031-nji ýylda ýazyp gutarýar. Bu kitip hindileriň däpleri, urp-adatlary, dünýägaraýyşlary, medeniýeti we başgalar hakynda doly maglumat berýär.

Alymyň bu kitabyny biziň döwrümizden 115 ýyl öň rus arapşynasy R. W. Rozen aşakdaky ýaly bahalaýar: “Bu şolar ýadygärlik, gündogar we günbataryň we orta asyr ylmy edebiýatynda deňi bolmadyk eserdir”. Hindi professory S. K. Çatterji “Hindistan” kitabyny öwmek bilen: “Biruny birinji hindişynas alym bolmak bilen birlikde, birnäçe hindişynaslaryň hem iň ulusydyr... Biruny ynsaýanyýetiň beýik danalaryndan biri hasaplanmagy gerek” diýip belleýär.[1]

Biruny özüniň “Hindistan” atly eserinde köp meseleleriň üstünde durup geçipdir. Geografiki atlaryň özgermeginiň sebäpleri hakynda hem öz pikirlerini aýdypdyr we şular ýaly belleýär: “Dili başga bolan halkyň ýerli halka hökmürowan edip başlamagy bilen atlar çalt özgerýär. Köplenç dilleri başga halk ol sözleri özüçe kabul edýär.

Abu Reýhan Birunynyň Tährandaky heýkeli
(Internet ulagmyndan alnan surat).

Netije-de käbir suratlaryň atlary özgerip, şu aşakdaky ýunan adaty siňenden soňra, öz dillerine öwrülipdir. Muňa mysal hökmünde

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

asly türki sözi bolup “daş - şaş” görnüşini alypdyr. Jugrafiýa kitabynda ol “Burž al Hijora (Daş gala)” diýip atlandyrylan.

Araplar çet dildäki atlary araplaşdyryp, asyl talabyny bozýan ýaly derejede, bir diliň beýleki dildäki harplaryň döwlüşini (bogna bölünişini) öz talabyny ýeňilleşdirýän ýagdaýynda çalşypdyrlar”.

Biruny 1029-1034-nji ýyllarda Hasan atly dostunyň gyzy Horezm şasy Mamunyň ýegeni Reýhana bagyşlap “Kitab at-tafhim (astronomiýa senetiniň syrlaryny düşündiriş kitaby)” atly eserini ýazýar. Bu astronomiýa, geodeziýa we matematika ylymlar degişli 511 sowal – jogapdan ybarat eserdir.

Beýik akyldaryň önjeýli işlemegi üçin iň oňat döwür soltan Mahmydyň ogly soltan Masudyň şalyk süren döwridir (1020-1041). Alym bu döwürde (1036-1037-nji ýyllar) özüniň “Kanuny Masud” atly eserini ýazyp gutarýar.

“Kanuny Masud” kitabynyň mukaddesligi dogrusynda alym soltan Masudyň özüne bolan garaýyşlary hakda: “Ol ömrümiň galan wagtyny ylma hyzmat etmek üçin giň mümkinçiligi döredip berdi” diýip belleýär.

Görnükli rus alymy P. A. Bulgakow: “akyldaryň ýazan eserleriniň hemmesini biziň döwrümizde neşir etsek, olar hersiniň möçberi 35 çap sahypadan ybarat bolan 40 tomluk kitap bolardy” diýip belleýär.

Abu Reýhan al-Birunynyň ýokarda bellenen ägirt ylmy mirasyndan biziň günlerimize diňe 27 sanysy gelip ýetipdir, galanlary bolsa diňe ylmy çeşmeleriň hasabyna ylma aýan bolupdyr.

1048-nji ýylyň dekabr aýynyň 11-nde ertir irden Abu Reýhan al-Birunynyň ýagdaýy erbetleşip başlaýar. Ol ýanyna Abul Fazl al-Sarahsyny çagyrýar we dessine gyssagly Abu Hamidi getirmegi haýyş edýär.[1]

Dünýä ylmynyň ösmegi üçin önjeýli goşant goşan beýik alym doly aňynda, ýygnanan dostlarynyň we ýakynlarynyň her birine ölmezinden ozal gowy sözler aýdyp aradan çykýar.

---

[1] [1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

ABU REÝHAN BIRUNYŇ YLMY IŞLERI

1. Abu Reýhan Birunyň ylmy işleri barada düşünje

Abu Reýhan al-Birunynyň ömür ýoly bilen tanşan her kim onuň durmuşynyň agyr we birneme dartgynlykda geçendigini görer. Emma muňa seremezden, sabyrly alym öz pikirlerine maýyl bolup, maksadyna ýetimegiň ýolunda güýç, gaýrat bilen dyngysyz işleýär, ylmyň dürli ugurlary boýunça ençeme eserleri ýazýar. Bu eserler taryhy ähmiýete eýe bolup, häzire çenli ylmy, metodiki gymmatyny ýitirmän gelýär. Birunydan öň we onuň döwründe, şeýle-de soňraky wagtlarda hiç bir ynsanyň ylymlaryň dürli şahalaryna degişli şeýle köp we gymmatly eserleri ýazan adamy taryh bilmese gerek. Özüniň 80 ýyllyk ömründe 150-den (käbir maglumatlarda 154-den) gowrak eser döredýär. Biz häzire çenli bu eserlerden deňe 31-sini (ýagny biziň günlerimize gelip ýetenlerini) bilýäris.

1036-njy ýylda 63 ýaşly Biruny özüniň ýazan 133 sany eseriniň sanawyny beripdir. Ýakut Hamawy Merw şäheriniň metjitleriniň biriniň kitap bölüminde Birunynyň ownuk harp bilen ýazylan eserleriniň köp sanlysyny görendigini ýazýar.

Biruny özüniň 113 eserini mazmuny boýunça 13 topara bölüp, her topardaky eserleriň adyny, ýazylmagynyň sebäbini we haýsy ugur boýunça berilýändigini belleýär. Daşkendiň Biruny adyndaky Gündogary öwreniş institutynyň ylmy işgäri we tejribeli bibliografy A. Nosirow Birunynyň 63 ýaşyndan soňraky ýazan sanawda görkezilmedik eserlerinden 41-siniň adyny anyklaýar. Netijede, Birunynyň eserleriniň sany 113 sany bolman, eýsem 154-de ýeten eken. Abu Reýhan al-Birunynyň eserleriniň golýazma nusgasynda 31 jiltligi Aziýanyň, Afrikanyň we Ýewropanyň 23 şäheriniň kitaphanalarynda iň gymmatly eserleriň saklanylýan hazynasynda saklanýar (Meselem, Ystambulda - 22, Parižde - 9, Angliýada – 8 eseriniň saklanýandygy bellidir). Birunynyň 154 eseriniň 35-isi geodeziýa we geodeziki astronomiýa ylymlaryna degişlidir.

H. U. Sadykow “Biruny we onuň astronomiýa we matematiki geografiýa degişli işleri” atly eserinde gündogarşynas alymlardan H.

Suteriň we E. Widemanyň düzen “Birunynyň astronomiýa degişli eserleri” hem-de 38 eseriniň adyny getirýär. Bu ýerde geodeziýa degişli eserleriň ady sanalanda hem “Geodeziýa”, “Kitab at-tafsum”, “Masudyä kanuny” ýaly bize belli eserleri sanawda getirilmeýär.[1]

P. G. Bulgakowyň “Geodeziýa” kitabynyň terjimesinde Birunynyň eserleriniň 150-den ybarat aşakdaky sanawy getirýär.

Sözümizi jemläp aýdanymyzda Abu Reýhan al-Biruny özüniň 80 ýaşynyň içinde 150-ä ýakyn ylmy eserleriň awtory hasaplanylýar. Olary ylymlaryň pudaklary boýunça alsak onda: astronomiýa - 70-e ýakyn, olardan umumy astronomiýa we hronologiýa degişli eserler – 37, meteorlar we kometalar – 6, astronomiki gurallar – 9, aýan etmek we astrologiýa boýunça gysgaça soraglara – 18 eseri degişli; matematika degişli ylmy işleri 20 bolup, arifmetika – 8, geometriýa – 7, stereometriýa – 4, trigonometriýa – 1 işleri degişli.

Galan ylmy işleri ylymlaryň dürli pudaklaryna degişli bolup, aşakdaky ýaly berilýär: matematiki geografiýa we geodeziýa–8; kartografiýa–4; klimatologiýa we meteorologiýa–3; mineralogiýa–3; fizika–1; farmokologiýa-1; taryh, etnografiýa we diniň taryhy - 15; filosofiýa-4; edebiýata, bibliografiýa, edebi ýadygärliklere terjimeler – 18.[2]

P. A. Bulgakow: “alymyň ýazan eserleriniň hemmesini biziň döwrümizde neşir etsek, olaryň hersiniň möçberi 35 çap sahypadan ybarat bolan 40 tomluk kitap bolardy” diýip belleýär.

Biruny öz eserlerini mal – dünýä artdyrmak üçin ýazman, eýsem ylma hyzmat etmek, dünýäniň syrlaryny açmak, hakykaty düşündirmek üçin ýazyp mundan lezzet alar eken. Kimde – kim alymyň işlerini (golýazmasyny göçürmäge) kömekleşen bolsa, onuň adyny ebedileşdirmek maksady bilen, öz eserini oňa bagyşlaýar eken.

Abu Reýhan Biruny tebigat hadysalaryň üýtgeýişlerine, olaryň sebaplerini öwrenen dogry düşündiren alymdyr. Ol **Kopernikden** 550 ýyl öň Ýeriň öz okunyň daşyndan aýlanyşy hakynda “Astronomiýa syrlary” atly eserini ýazýar. Gün sistemasynyň düzülmeginde geliosentrik garaýşa dogry düşünýär.

---

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.
[2] Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 58-65.

Ösümlik we haýwanat dünýäsinde tebigy saýlaw kanunynyň bardygyny seçgini **Darwinden** birnäçe asyr öň aýdyp geçýär. Gymmatly daşlaryň, minerallaryň düzümini, olaryň udel agramyny kesgitlemek bilen meşgullanýar. Owaz we ses hadysalary, olaryň geçiş tizlikleri bilen hem gyzyklanýar. Kölleri, olaryň döreýşini, baýlygyny we artezian guýularyň sebäplerini öwrenýär. **Aristunyň** okean we deňiz suwlarynyň ýok bolup gidişi hakyndaky pikirlerini ret edýär.

Howa gatlaklaryndan we tozanlaryndan geçen Gün şöhlesiniň döwülmegi arkaly şöhläniň ugurunyň özgerişi, ýagny **refraksiýa** hadysasyny öwrenýär. Bu bolsa häzir hem geodeziýanyň gözegçilik işlerinde esasy we iň gyzykly meselerden biri hasaplanylýar.

Abu Reýhan Biruny tebigat hadysalaryny öwrenmekde birlige obýektiw garaýar, "Özüm tejribe edip görmesem ynanmaýaryn" diýen söz onuň esasy şygary hasaplanylýar. Bu progressiw usuly Biruny, iňlis alymy Rojer Bekondan takmynan 650 ýyl öň goldaýar.

Biruny ýer üstüniň hemme ýerinde jisimleriň ýeriň merkezine dartylýandygyny (ymtylýandygyny), Ýeriň togalak, şar şekillidigi onuň öz kanuny boýunça özgerip durşuny, ynsanyň haýwandan pikirlenmegi bilen tapawut edýändigi ilkinji bolup aýdýar. Alymyň bu we beýleki garaýyşlary materialistik garaýyş bolup, öz döwründäki beýleki garaýyşlara ynanmazlyga çagyrýar. Ol "*Gara ýylanyň gözi zümmeret daşyna düşse, gözi akýar*" diýen nakylyň esassyzdygyny belleýär: zümmeret daşyny ýylanyň gözüniň öňünde dokuz aýyň dowamynda yssy günlerde, sowuk günlerde tutanda hem onuň gözine hiç zat bolmaýandygyny, tersine gözüniň röwşen bolýandygyny aýdýar. "Çakmak daşlar bir-birine urulsa, ýagmyr ýagýar" diýen garaýşyň-da hädorydygyny ylmy esasda düşündirýär.

Beýik akyldar älemdäki zatlaryň hemmesiniň wagtyň geçmegi bilen çalşyp üýtgäp durýandygyny hem belleýär.

Özüniň ylmy garaýyşlaryny zamanyndaky, degerli kişileriň goldaw etmekleri üçin ol öz eserlerinde Gurhandan aýatlar getirýär.

Birunynyň pikiriçe her bir alymyň öz gözegçiliklerin-de howlukman, gaýrat we güýç bilen işläp, özüne talap bolmagy zerurdyr. Biruny öz aýdyşy ýaly edip uly işler bitirýär.

Alymyň döwürdeşi Abul Fazl Muhammet Beýhaky Biruny hakynda şeýle ýazýar: “Ol döwründe matematika we filosofiýa boýunça danalykda deňi – taýsyz bir alymdy, hiç zady çuňňur öwrenmezden ýazmazdy”. Bu Biruna zamandaşynyň beren beýik bahasydyr.

Biruny özüniň “Horezmiň ajaýyp kişileri” atly eserinde Horezmiň taryhyna degişli köp meseleri aýdyňlaşdyrýar. Merkezi Aziýa halklarynyň VIII – IX asyrlarda araplara garşy gozgalaňy hakynda “Mubeýidler we garamatlar hakynda maglumat” atly taryhy eserini ýazýar. Emma bu eserleriň köpüsi ýokarda belleýşimiz ýaly, biziň döwrümize gelip ýetmändir. Alymyň 1027-nji ýylda Gaznada ýazan geometriýa degişli “Tegelegiň içinde çyzylan döwük çyzygyň kömegi bilen hordalary anyklamak hakynda traktat” atly eseri şularyň biridir. Biruny bu eserinde tegelege we hordalara degişli birnäçe teorema hem-de meseleleri getirýär, olary çözmegiň ýollaryny çyzmalar bilen doly görkezýär. Şu kitapdan geometriýa ylmyna ýüzleý garan şol döwrüň alymy Abu Bekr ar-Raza: “Ynsanlar özleriniň bilmeýän zatlaryna täsirli nazar bilen garamaýarlar” diýip baha beryär. Ylmy meselelere amal etmekde bir usul maksadyňa ýetmedik bolsa, umytsyz bolman başga usuly barlap görmek gerekdigini belleýär. Birnäçe samarkantly alymlaryň ylmy eserlerine hem-de birnäçe teoremalary ýerine ýetirmegiň usullaryna öz garaýyşlaryny belleýär. Onuň “Ölçegi ýerine ýetirmek bilen anyklamak”, “Habaşyň astronomiki jedweline bellikler” we “Horezminiň astronomiki jedwelindäki kemçiliklere degerli sowal we akylly jogaplar” ýaly kitaplarynda köp sanly geometriki meselelere seredip geçýär. Ýunan alymy Arhimediň üçburçlugyň beýikligini tapmak baradaky eserine hem komentariýany ýazýar. “Gnomonyň” kömegi bilen berlen üçburçlugyň meýdanyny kesgitlemekde Geronyň formulasyny derňeýär. “Ýer hadysalarynda döwrüň täsirini barlamak” atly eserinde bolsa aralygy (kesimi) kesgitlemekdäki meseläni çözýär. Kitabyň mazmuny barada aýdanda tegelegiň dugasynyň hordasyny kesgitlemekde astronomiýa ylmy üçin örän möhümlidigi aýdylýar.

Abu Reýhan Biruny matematikanyň arifmetika şahasyna, geometriýa, trigonometriýa bilen meşgullanmak bilen çäklenmän,

hindi matematikasynyň üstünde hem takyk işleri alyp barýar. Muňa akyldaryň “Hindi raşikasy hakynda” atly eseri mysaldyr. Hindilerde bir dürli arifmetiki kadalara raşik (sanlaryň ýerbe-ýer ýerleşmegi) diýilýär. Bu traktatda hindilerde goldanylýan zat, proporsiýa we beýleki amalyýetleri barada maglumat berilýär.

XIII asyr alymy Nasreddin at-Tusy özüniň “Doly dört taraply şekil hakynda traktat” atly eserinde Birunynyň “Sferanyň üstündäki ýagdaýlaryny anyklamak kartasy” atly sferiki trigonometriýa bagyşlanan eseriniň bardygyny belleýär we ondan göçürmeleri hem getirýär.

Birunynyň “Asrtolýabiýanyň dürli torlaryny ýasamagyň usullary hakynda”, “Astrolýabiýa hakynda makala”, “Günüň hereketine düzetme girizmek”, “Kölegäniň hereketi bilen işlemek hakynda”, “Horezminiň astronomiki jetweline görkezme”, “Ötmek (geçmek) hakynda” ýaly eserleri biziň döwrümize gelip ýetipdir.

2. Matematika degişli işleri

Beýik alym astronomiýa, geodeziýa, taryh we beýleki ylymlar bilen bilelikde matematika degişli-de birnäçe eserleri ýazýar.[1] Olardan aşakdakylary bellemek bolar:

1. “Hindi raşilary hakynda kitap (Makala fi rişikat al-Hind)” atly makalasynda düzümli gatnaşyklaryň teoriýa tablisalary we shemalary berilýär. Hindilerde ulanylýan 17 ululyga (islendik täk sanly) çenli umumylaşdyrmagyň düzgünleri berilýär.

2. “Tegelegiň içinden çyzylan döwük çyzyklaryň kömegi bilen hordany kesgitlemek boýunça kitap (Makala fi istihradi al-awtar fi-l-hawass al-hatt al-muhani fiha)” atly işi, bu işde Arhimediň, al-Jürjanyň, ibn al-Hasamyň we beýlekileriň geometriki işlerine düzündiriş berýär. Şonuň ýaly-da bu işde ABC üçburçlugyň meýdanyny hasaplamakda ulanylýan aş-Şanniniň, Geronyň, Arýabhattynyň teoremalaryna subutnamalar getirilýär.

---

[1]Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

3. “Ýagtylgyjy (asman jisimlerini) we döwletleri şekillendirmek barada (Fi taswir wa-l-buldan)” atly traktatyny ýazýar.

4. ““Sferika” - sferanyň üstünde namäniň bolup geçýändigi barada astronomiýa ylmynyň açarlar kitaby (Kitab makalid ilm al-haýa ma ýahlasu fi basit al-kura)” diýlip atlandyrylyp, bu kitap sferiki trigonometriýa degişli bolan eserdir.

5. “Sferanyň tekizligi barada merjen kitaby (Kitap ad-durar fi sath al-kura)” diýlip, bu eser sferany tekizlige proýektirlemek baradaky ylmy traktat hasaplanylýar.

6. “Abu Saida hat (Kitab ala Abi Said)” atly kitaby Habaş al-Hasybyň analemmasy baradaky traktatdyr.

7. “Sindiň we hindileriň sanlarynyň kömegi bilen arifmetika we hasaplamalar baradaky kitaby (Tazkira fi-l-hasib wa-ald bi arkam as-Sind wa-l-Hind)” atly makalasynyň golýazmasynyň göwrümi 30 sahypadan ybarat bolup, onuň mazmuny as-Said we hindi hasaplamalarynyň görnüşleri, sanlaryň üstünde dürli amallar dogrusynda maglumatlar berilýär.

8. “Kub köki çykarmak we olardan soňra arifmetiki razrýadlar barada ýatlama (Fi istihraj al-kiab we adla ma waraahu min maratib al-hisab)” atly traktatynyň göwrümi golýazma görnüşinde 100 sahypadan ybarat. Bu kitabyň düýp mazmuny ≥3 derejeden kökleri almak baradaky traktatdyr.

9. “Sanly sankalit barada (Fi sankalita al-adad)” atly traktatynyň golýazmasy 30 sahypadan ybarat bolup, onda “sankalit” sanlary barada maglumatlar berilýär.

10. “Hindileriň arifmetikany okatmakda ulanýan şekillendirmegiň usullary (Kaýfiýýa rusum al-Hind fi tallum al-hasib)” atly makalasy 20 golýazma sahypasyndan ybarat bolup, onda hindi sanlary we olar bilen tilsimler hakynda giňişleýin maglumatlar berilýär.

11. “Sanlaryň razrýadlary baradaky araplaryň pikiriniň hindilerden artykmaçlygy barada (Fi anna raý al-Arab fi maratib al adad aswab min raý al-Hind fiha)” atly makalasy 15 golýazma sahypasyndan ybarat bolup, bu işiň mazmuny hem arap we hindi sanlarynyň düzgünleri baradaky traktatdyr.

12. “Köpeltmegiň usullaryny goýmak (Mansubat ad-darb)” atly eseri hem sanlary bir-birine köpeltmek we olaryň dürli usullary barada maglumatlary berýär.[1]

Ýokarda bellenenlerden başga-da beýik akyldar matematika degişli bolan “Tegelegiň hordasyny kesgitlemek üçin ähli mümkin bolan subutnamlar (Jam at-turuk as – saira fi mafira awtar ad-daira)”, “Tekizlige proýekirlemegiň sungatyna goşmaça (Takmil sina a at-tastih)” ýaly ylmy traktatlaryny ýazýar.

Birunynyň “Sanlar (sifrler) kitaby (Kitab al-arkam)” eseri hem sanlar we olar baradaky amallar baradaky traktatdyr. Bu barada özüniň “Hronologiýa” kitabynda berýän maglumatlaryna göra şahmat tagtasynda çözülýän mesele bolup, bu traktatynda $+2+2^2+2^3+...+2^{63}$ progressiýanyň jemi barada käbir gurluşlary getirýär. Akyldar bu işinde bitin sanlary belgilemegiň pozision 60-lyk sistemasyny hödürleýär.

3. Matematiki kartografiýa degişli işleri

Orta asyr alymlarynyň kesgitlän koordinatlarynyň esasynda (tablisalaryň esasynda) häzirki zaman alymlary geografiki kartalary düzjek bolup birnäçe gezek synanyşypdyrlar. Bu ýerde polýak alymy I. Leleweliň (Lelevel, 1850) eden işini ýatlap geçeliň. Ol ilkinji bolup Ýewropada okan we öwrenen arap çeşmelerinden (köplenç golýazma maglumatlaryndan), esasan hem astronomiki tablisalaryň maglumatlary esasynda ýer üstüniň geografiki kartasyny düzüpdir[1]. OI özüniň şu işinde punktlary 50-ä ýetiripdir. I. Lelewel özüne belli bolan ilatly punktlaryň ýagdaýyny, olaryň geografiki koordinatlaryny karta geçirmekde *Abu Reýhan Birunynyň* işlerinden, **Musa al-Horezminiň**, **Nasreddin Tusynyň, Ulugbegiň** eserlerinde berlen maglumatlardan ýerlikli peýdalanmagy başarypdyr.[2]

---

[1]Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

[2] Захидов В. Ю., Бируни как мыслитель, в сборнике “Бируни”, М. – Л., 1950, стр. 30-54.

I. Lelewel **al-Istarhynyň** we **Abul-Fidiň** awtory näbelli *"Uzaklyklaryň kitaby"* diýen işden hem peýdalanypdyr. Ol kartografiki eserleriniň aşagynda gündogar alymlarynyň ýene-de *11-sinden* peýdalanandygyny we olaryň her biriniň atlaryny belläpdir. Bu kartalar arap halyfatynyň bitewi territoriýasyny, şeýle hem Merkezi Aziýany öz içine alypdyr.

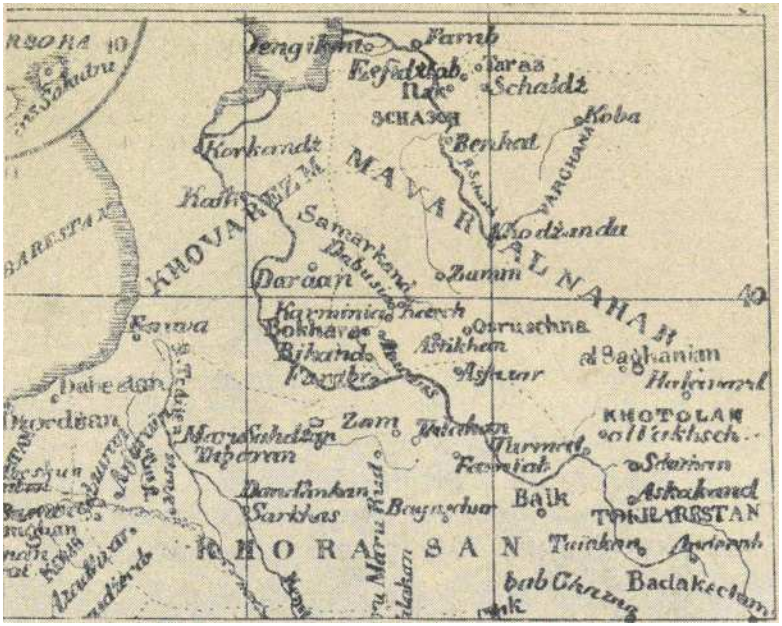
I. Leleweliň kartalary **Abu Reýhan al-Birunynyň** materiallary esasynda düzülip, Merkezi Aziýanyň territoriýasyny Hazar (Mare Tabarestan) we Aral deňzi bilen bilelikde, *Syrderýany* (Schash), *Amyderýany* we *Tejen* (Tedzien), *Murgap* derýalaryny, şonuň ýaly-*da Merw, Sarahs, Farap, Isfidžap, Hojent, Zemin, Samarkant, Kät, Kermine, Buhara, Horezm, Gürgenç (Köneürgenç)* we beýleki şäherleri öz içine alýar[1].

Bu ýerde ýene-de bir zady bellemek, ýagny eger-de karta üns berip seretsek, onda onuň demirgazygynda Amyderýanyň we Syrderýanyň aýagynda ýerleşýän suw basseýnini görmek mümkin. Bu bolsa elbet-de Aral deňzidir. Bu kartada Aral deňziniň sudury XX asyryň 60-njy ýyllaryndaky görnüşine has-da meňzeşdir. Eger-de Amyderýa bilen Syrderýanyň guýýan ýerlerine üns berip seretsek onda kä bir meňzeşlikleri görüp bileris. Bu bolsa geografiki obýektleri şekillendirmekde haýran galdyryjy täzelikdir.

Merkezi Aziýanyň kartografiki häsiýetli geografiki maglumatlary **"Ýollaryň kitaby"** atly eserde hem saklanylypdyr. Ýokarda bellenen maglumatlar arap çeşmelerinde *"Aragatnaşyk menzilleri baradaky ylym"* ady bilen saklanylýar. Ýol kartalarynda ähli şäherleri birikdirýän marşrutlar we halifatyň ilatly punktlary berilýär. Bu işde bar bolan kerwen ýollary we poçtanyň şu ýollarda eglenişi dogrusynda hem maglumatlar berilýär. Görkezilen materiallar dürli punktlaryň arasyndaky aralyklaryň diýseň takyk ölçenilmegi bilen tapawutlanýar. Olarda has wajyp ýollar bellenilýär, kesişýän territoriýalar we şäherleriň ýerleşýän ýerleri giňişleýin beýan edilýar. Şeýle edebiýatlara **Ibn Hordadbegiň** *"Ýollaryň we döwletleriň kitaby"*, **al-Ýakubynyň** (IX asyrda) *"Ýurtlaryň kitaby"*

hem-de **Kudama Ibn Jafaryň** (X asyrda ýaşan) *“Haraja kitaby”* we **Abu Reýhan Birunynyň** *“Ýerleriň ahyrky serhedini kesgitlemek*” diýen eserlerini hem goşmak bolar[2].

Biziň pikirimizçe, I. Leleweliň düzen Merkezi Aziýanyň kartasynda Amyderýa we Syrderýanyň berlişi örän ýokary takyklydyr. Bu kartada derýalaryň aýagy we Aral deňziniň şekillendirilişi häzirki zaman kartalarynda berilýän görnüşine has meňzeşdir. Kartada getiriýän geografiki obýektler koordinatlary boýunça gurlan hem bolsa geografiki obýektleriň berlişi Aral deňziniň akwatoriýasynda has-da takykdyr.[1]



I. Leleweliň Abu Reýhan Birunynyň maglumatlary esasynda düzen Merkezi Aziýanyň kartasy.

Eger-de karta üns berip seretsek, onda bu kartada geografiki koordinatlar tory, ýagny meridianlar we paralleller hem 10°-lyk

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

tapawut bilen şekillendirilipdir. Bu karta boýunça islendik obýektiň geografiki koordinatlaryny
kesgitlemek mümkin.

Kartada Hazar deňziniň görkezilmegi Girkan, Hazariýa ady bilen berilip, onda deňziň görkezilmegi meridianlaryň ugry boýunça süýndürilen görnüşindedir.[1]

Abu Reýhan al-Biruny özüniň "Matematiki kartografiýa" ylmyna degişli bolan "Ýyldyzlary tekizlige teswirlemek we sferany tekizlikde şekillendirmek" işini ýazýar. Beýik alym Bu işini kartografiki proýeksiýalara bagyşlaýar. Bu iş dünýäniň alymlary tarapyndan birnäçe dillere (nemes, rus, özbek we ş.m. dilerine) terjime edilýär.

1-nji tablisa

Abu Reýhan al-Birunynyň "Hindistan" atly işinde berlen ilatly punktlaryň geografiki koordinatlary

№	Ilatly punktlaryň ady	Punktlaryň geografiýa koordinatlary, gradusda	
		Giňlik, B	Uzaklyk, L
1	Merw	37°40′	86°30′
2	Sarahs	36°40′	85°00′
3	Nusaý	37°40′	83°30′
4	Abiwerd	37°45′	84°00′
5	Daňdanakan	37°00′	86°20′
6	Kuşmeýhan (Mary şäherine ýakyn ýerleşen gadymy şäher)	38°00′	86°40′
7	Merwerud	37°30′	87°40′
8	Zemm (häzirki Atamyrat säheri)	37°40′	88°00′
9	Balkan (häzirki Balkanabat şäheri)	40°00′	78°00′
10	Fabawa (Rabat)	39°25′	85°55′

[1]Хасанов Х., Из географического наследия ученых Средней Азии, Известия Узбекстанского филиала географического общества СССР, VII, Ташкент, 1963, стр. 107-110.

11	Miýançak	40°25′	83°55′
12	Gürgenç (häzirki Köneürgenç şäheri)	42°17′	84°01′
13	Kät (Özbegistanyň häzirki Biruni şäheri)	41°36′	85°00′
14	Sutkant (atatürkmenl. ýaşan ýeri)	43°10′	84°20′
15	Dargan (häzirki Birata)	40°30′	86°20′
16	Amul (häzirki Türkmenabat şäheri)	39°10′	87°05′
17	Farap	38°40′	86°35′
18	Astrabat (häzirki Gürgen şäheri)	37°00′	83°20′
19	Jürjan (Eýranyň demirgazygynda ýerleşýän şäher)	38°10′	80°10′
20	Dehistan (Hazar deňziniň günorta-gündogaryndaky ilatly ýer)	38°20′	81°10′

Bellik: *Abu Reýhan al-Biruny tablisada berlen ilatly punktlaryň geografiki uzaklygyny kesgitlemek maksady bilen demirgazyk Afrika materiginiň günbatarynda ýerleşen Kanar adasynyň gündogar kenar çyzygyndan peýdalanypdyr* (**L=0°00′**).[1]

Bu kitap jemi 6 sany bölümden ybarat:

1. Ýyldyz asmanyny we Ýeriň üstüni tekizlikde şekillendirmek maksady bilen sferany proýektirlemek meselesiniň wajyplygy;[2]

[1] Абу Рейхан Бируни, (Индия), Избранные произведения, II, перевод А. Б. Халидова и Ю. Н. Завадовского, комментарии В. Г. Эрмана и А. Б. Халидова, Ташкент, Изд-во АН Уз ССР, 1963.

[2]Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2.

2. “Raspalstan” astrolýabiýasynda Ahmet al-Ferganynyň we Ahmet al-Merweziniň usullary bilen proýektirlemek barada;

3. Birunynyň hödürlän silindrik proýeksiýasy barada;

4. Sfera kagyzy galtaşdyrmagyň kömegi bilen as-Sufynyň sferasynyň tekizlige geçrilmegi we onuň egrelmegi. Tekizligi sfera takyk goýmagyň mümkin dälligi barada;

5. Birunynyň teklip eden globulýar proýeksiýasy barada. Onda meridian ýarym sfera bilen çäklenýär. Tegelek görnüşinde, meridian bolsa oňa perpendikulýar şekillendirilýär. Emma ekwator – tegelegiň diametrine wertikal we gorizontal ýerleşýär;

6. Sferany tekizlige proýektirlemegiň beýleki usullary barada maglumatlar berilýär.

4. Geofizika degişli işleri

Abu Reýhan al-Birunynyň “Geodeziýa” kitabynyň bir bölüminde geofiziki hadysalara (ylmyna) degişli gipotezalar berilýär. Bu bolsa ylmy esasda, häzirki döwrüň taryhyny öwrenijileriň ünsüni özüne çekýär. Ol bolsa Gündogaryň beýik akyldarynyň danalygynyň ýene-de bir subutnamasydyr.

Alymyň gipotezasynda “ilki bilen Ýeriň üstündäki ähli jisimleriň Ýeriň merkezine ymtylmagy mahsusdyr” diýlip bellenilýär. Bu barada beýik alym ýeriň üstündäki jisimleriň agyrlyk merkezi bolup: “astronomiýanyň esaslaryna baglylykda şar şekilli älemleriň arasynda Ýer şar sypatlydyr. Onuň üstündäki elementlere ähli tarapdan Ýeriň merkezine ymtylmak häsiýeti mahsusdyr” diýilýär. Bu bolsa häzirki döwür alymlary tarapyndan dünýä okeanlarynyň suwunyň üst derejesiniň formasynyň şara (sfera) meňzeşligi bilen, Ýeriň şar şekillidigi ylmy taýdan subut edilýär.

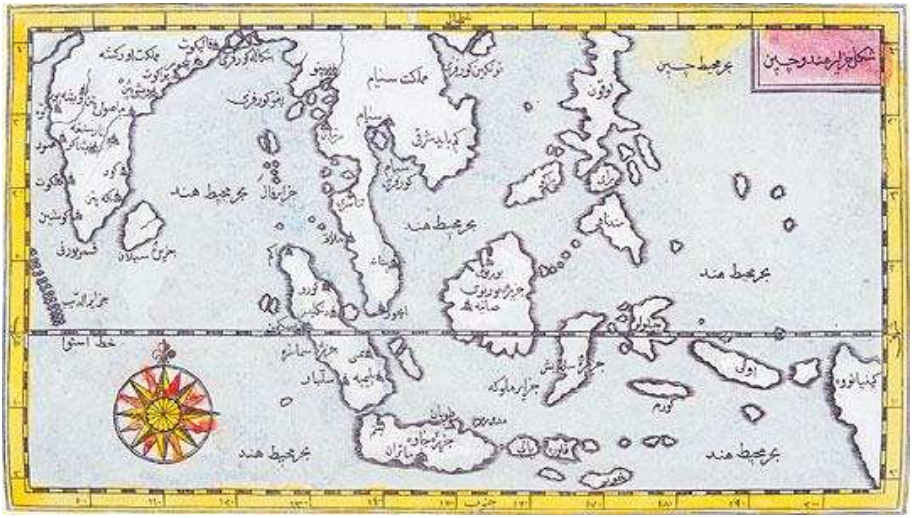
Mundan ugur almak bilen al-Biruny Ýeriň içindäki (jümmüşindäki) hereket we massalaryň bir ýerden beýleki ýerlere süýşmegi “onuň gyralaryna” agramlaryň deňagramlaşdyrylmagynyň bolup geçýändigini belleýär. Munuň bolsa häzirki zaman ylmy

---

Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

dilinde **izostatistiki kompensasiýa** problemalaryna örän ýakynlaşmagyna getirýär (Internet ulgamyndan alnan maglumatlar).

Abu Reýhan Biruny: “Haçan-da gury ýeriň bölegi bir ýerden beýleki ýere süýşse, onuň bilen birlikde Ýer gabygyndaky massalaryň agramy hem hereketde bolýar. Ol bolsa öz gezeginde Ýeriň gyralarynda dürli bahalary alýar” – diýip bir ýerde belleýär, emma ikinji bir ýerde bu pikirini dowam etdirýär. Beýik alym Ýeriň üstündäki massalaryň hereket etmegi bilen Ýer gabygyndaky bölekleriň hem göçýändigini (hereketde bolýandygy), ýagny Ýeriň umumy hereketde bolýandygy bellenilýär.



Abur Reýhan Birunynyň “Materikleriň dreýfleşmegi (ýüzmegi)” boýunça pikiriniň arapça nusgasy.

Ýer massasynyň hereketi, Birunynyň pikiri boýunça, üstleýin we çuňlaýyn, yzygider we bir gezeklik (однократным) itergi (толчок) görnüşinde bolup bilýär. Bu barada beýik akyldar ýene-de bir gezek “onuň emele gelmeginiň sebäbi – agramyň bir ýerden beýleki ýere göçmegidir” diýip belleýär (Internet ulgamyndan alnan maglumatlar).

Biruny deňiz tolkunlarynyň galmagynyň we düşmeginiň sebäbini Aýyň hereketi bilen baglanyşykly diýip hasap edýär. Bu hadysany subut etmek üçin akyldar ýörite ylmy barlaglary geçirmegi hem maksat edinýär. Bu bolsa alymyň ylmyň dürli ugurlarynyň progressiw ösmegi üçin hiç zady gaýgyrman zähmet çekendigini görkezýär.

Alym özüniň "Geodeziýa" kitabynda gury ýeriň böleginiň gorizontal ugurda süýşýändigi barada gipotezany dünýäde ilkinji bolup aýdýar. Häzirki zaman geotektonikleriniň dilinde muňa materikleriň **dreýfleşmegi** diýilýär. Emma muňa garamazdan dünýä ylmynda materikleriň süýşýändigi baradaky ikinji gipoteza, 1877-nji ýylda rus alymy **Ýewgraf Byhanow** tarapyndan aýdylýar. XX asyrda bu pikire mobilizm teoriýasy hökmünde nemes geofizigi **A. Wegeneriň** işlerinde-de duş gelmek bolýar. Bu taglymat 1970-1980-nji ýyllarda ylmy taýdan subut edildi. Häzirki wagtda takyk **GPS** (duran ýeriňi kesgitlemegiň sebitara sistemasy) gurallarynyň kömegi bilen geçirilen geodeziki gözegçilikleriň netijesinde materikleriň süýşmeginiň ýylyň dowamynda 2 santimetre çenli aralykda bolýandygy anyklanyldy.

5. Geografiýa degişli işleri

Antik geografiýanyň däpleri, aýratyn-da Klawdiý Ptolomeýiň mekdebiniň geografiki garaýyşlary orta asyrlaryň dowamynda Ýakyn Gündogarda dowam edip gelipdir.[1]

I. Ý. Kraçkowskiýniň bellemegine görä: "Arap geografiki edebiýatynyň esasy kemçilikleri, öňden bar bolan ylmy pikirlere boýun bolmagy, käbir ýagdaýlarda olaryň praktiki maglumatlar bu gurmalary (düşünjeleri) kämilleşdirmäge esas döredipdir ýa-da olary düýbünden inkär (ret) edipdirler. Grekleriň mysalynda araplar Ýer üstüniň demirgazyk sferasynyň dörtden bir bölegini ýaşalýan, ýagny "Ýaşalýan çärýek" diýipdirler. Olar yssy we sowuk ýerlerde ýaşaýyş ýok diýip hasap edipdirler".

[1] Крачковский И. Ю., Арабская географическая литература, в кн. Академик И. Ю. Крачковский, Избранные сочинения, IV, М.-Л., Изд-во АН СССР, 1957.

Abu Reýhan Biruny özüniň “Geodeziýa” kitabynda antik geografiýanyň bu pikirine garşy çykýar. Ol bu barada: “Ýeriň ýaşalýan bölegi ýedinji klimatyň gutarmagy ýa-da birinjiniň başlanmazyndan öň dessine kesilmeýär. Olar şu ugurlarda kemelýär we kiçiräk tapawutlanýan tegmiller görnüşinde bolýar” diýip belleýär. Akyldar Sudan çölüne parallel ýerleşen Afrika materiginiň töweregindäki adalarda we Warýaž (Baltika) deňziniň slawýanlaryň ýerinden demirgazygyny, Orta Ýer deňziniň töwereginden daşlaşýan ýerleri hem ýaşalýan hasaplapdyr.

Biruny Klawdiý Ptolomeýiň Afrika materiginiň formasy baradaky konsepsiýasyna has ynamly garşy durýar. Afrika materigi Ptolomeýiň pikirine görä Hind okeanynyň günorta kenarlary hökmünde gündogara süýndürilýär. Ýagny Klawdiý Ptolomeý Hindi okeanyny ýapyk basseýn görnüşinde göz öňüne getiripdir[2]. Akyldar bu ýerde Abu Zeýd as-Sirafynyň işlerine olar bilen baglanyşykly umumy çeşmelere esaslanyp aşakdaky mysaly getirýär:

Atlantik we Hind okeanlary günbatarda we gündogarda bir - birinden aýrydyr. Emma olar boýunça ýüzüş eden deňizçileriň bellemeklerine görä, gämi heläkçiligine sezewar bolanlaryň aýtmaklary boýunça turýan tupanlaryň öwüsmekleri boýunça olary bir – biri bilen birleşýän hasaplapdyrlar. Häzirki döwürde olaryň bir - biri bilen birleşmegini tassyklaýan subutnamalar bolup, olar hakykata gabat gelýär. Bu bolsa Aýlanýan deňziň (Atlantik okeanynyň), tersine Siriýa deňzi (Ortaýer deňzi) bilen goşulýandygyny subut edýän maglumatlaryň bardygyny belleýär. Bir deňizde (okeanda) heläkçilige uçran gäminiň bölekleriniň beýleki deňizden (okeandan) tapylmagy muňa ajaýyp subutnama bolup biler. Okeanlaryň arasyndaky bu birleşmäniň Gulzum deňzi (Gyzyl deňiz) bilen Siriýa deňziniň arasynda däl-de, ýaşalýan ýeriň (Afrika materiginiň) günorta tarapynda ýerleşýändigini belleýär.[1]

Beýik alym hat-da Ortaýer deňzi bilen Gyzyl deňziniň arasyndan kanal gurmak baradaky pikiri hem aýdýar.

---

[1]Хасанов Х., Из географического наследия ученых Средней Азии, Известия Узбекстанского филиала географического общества СССР, VII, Ташкент, 1963, стр. 107-110.

Şu ýerde hem Biruny günbatarda we gündogarda okeanlary birleşdirýän gündogar akymyny (proliwini) belleýär. Birunynyň Bering akymynyň bardygyny bilen bolmagy hem mümkindir. Bu barada alym gaty ynamly pikiri belleýär.

Biruny özüniň "Hindistan" atly eserinde Hindi ýarym adasynyň geografiki ýerleşişi, onuň durmuş we ykdysady geografiýasy hakda beren geogafiki maglumatlary şu günki günde hem ylmy gymmatyny ýitirmeýär.

Biruny "Geodeziýa" kitabynyň esasy bölümlerinde geodeziýa ylmynyň ýokarydygyny görkezmek üçin oňa degişli birnäçe mysallar hakda öz pikirlerini we duýgularyny galdyrýar. Meselem, matematika, geografiýa, geologiýa, taryh ylymlarynyň wezipeleri hakynda öz garaýyşlaryny aýdýar. Matematika ylmy barada "Şular ýaly derejede üstleri ölçemek (uzynlygyny, inini, radiusyny, meýdanyny kesgitlemek) matematika ylmynyň esasy bolup, bularyň amaly işlere baglylygy geometriýa ylmyny döredýär" diýip belleýär. Amaly geometriýa bolsa geodeziýa ylmynyň esasyny emele getirýär. Soňra Ýeriň geologiki gatlaklaryny ölçemek bilen emele gelmegiň taryhyny anyklamak, daglaryň ösmegi we guraklyk bilen suwuň orunlarynyň almaşmagyna degişli meseleleriň üstünde birnäçe teoriýalar döredýär. Muňa Horezm ýerleriniň geçmişini mysal alýar we Amyderýanyň akymynyň özgermegi dogrusynda birnäçe pikirleri belleýär. Aýyň täsirinde deňiz suwlaryň göterilişi we peselişi, Hindi we Atlantik okeanlarynyň serhedinde suwlarynyň goşulyşmagy, Aziýa bilen Amerika materikleriň arasynda bogazyň bolmagyny we günortada guraklygyň möwç alýandygynyň aýdyp geçýär. Ýene-de Demirgazyk buzly okean Hind okeanynyň birleşýändigi hakynda aşakdakylary belleýär: "Olaryň birleşýädigi dogrusynda sözleýänler gündogardaky suw üstüniň günbatardaky suwuň üstünden beýgelmesi (h) ýer ölçeg (geodeziki) işleriniň netijelerinden kesgitlenişiçe Gyzyl deňziň suwunyň Orta Ýer deňziniň üstünden bolan beýgelmesine deňdir. Ähtimal bu hakyky beýgelme Aýyň gündogardan günbatara bolan hereketine parallel ýagdaýda dogulýandygy bilen baglanyşykly göteriliş we beýleki sebäpler arkaly sezewar bolýan suw akymyna baglydyr, men bu meseläni,

eger-de saglygym bolsa, ýokary göterilişini we peselmä bagyşlanan mahsus kitabymda düşündirip geçerin”.[1]

Deňziň ýakasyndaky halklar barada: “Bu halklaryň arasynda balyk awlamak ýa-da talaňçylyk bilen meşgullanyp gezýärler. Olar ýaz günleri deňizde demirgazyk ugurly azimut boýunça gidip, täsin ýerlere barýarlar. Olar Günüň ýazky ýagdaýda duranda gorizont boýunça bir derejede aýlanyp durýandygyny, öz gözleri bilen görüp bütinleýin gije bolmaýan ýerlere gelenlerinde geň galmak bilen hiç zada düşünmändirler” – diýilmek bilen şol döwürde ýeriň polýuslaryna ýakyn bolanlaryň ýagdaýlary dogrusynda doly maglumat berilýär.

6. Dünýäde ilkinji Ýer globusy

Ýer globusynyň ýasalyş taryhy öz gözbaşyny gadymy döwürlere alyp gidýär. Taryhy maglumatlardan belli bolşy ýaly ikinji gödek shematiki görnüşli globusyň prototipi ilat ýaşalýan ýerleri şekillendirilen pergam grammatiki mekdebiniň baştutany, hökümdar Atillanyň köşk gullukçysy **Krates Malosly** (b.e.öňki 145-nji ýylda aradan çykan) tarapyndan ýasaýar. Grek alymynyň bu işi baradaky maglumatlary grek alymy Strabon getirýär. Starbon: “Her bir ynsan öz maksadyna ýakynlaşmakda eli bilen ýasan Ýeriň şekilini şar görnüşinde görüp bilipdir, Krates hem edil şolar ýaly edipdir[1]. Ol bu globusda dörtburçlyk bilen ýaşalýan ýerini görkezip, onuň içinde geogfafiki tablisany çyzýar. Emma oňa uly togalak gerek bolanlygyndan, bu dörtburçlugyň örän kiçi ýer tutmagyny (togalagyň üstünde), onuň hem öz gezeginde Ýeriň ýaşalýan böleginiň ähli şeklini şaryň üstünde aýdyň ýazmak üçin ulanýar”.

Ýeriň şekiliniň şara meňzeşdigi baradaky ilkinji pikirleriň gadymy greklere degişlidigini Ibn Yrak Biruna gürrüň berýär. Bu pikir soňraklar köp sanly alymlaryň Ýeriň kiçeldilen göçürmesini ýa-da modelini döretjek bolup synanyşmaklaryna getirýär.

---

[1]Хасанов Х., Карта мира из книги Бируни “Ат - Тафхим” Общественные науки Узбекстане №8, 1963, стр. 59-61.

Strabonyň bu berýän maglumatlaryna esaslansak, Kratesiň globusy gury ýeriň suratynyň umumy meňzeşligini göz öňüňe getirýär. Gadymy grek geografy Klawdiý Ptolomeý (takmynan 100 - 178 ýý.) özüniň "Geografiýa boýunça görkezme (gollanma)" eseriniň XXII babynda globusy ýasamak boýunça görkezmeleri berýär. Onda globusyň üstüne meridianlary, parallelleri we aýratyn ilatly punktlary geçirmek göz öňünde tutulýar.[1]

Martin Behaýmyň ýasan Ýer globusy.

Anyk maglumatlara görä, Ýer şarynyň kiçeldilen modelini ýasamaga meşhur grek alymy Ptolomeýiň özi synanyşýar. Ol sekiz müňden gowrak ilatly punktlaryň atlaryny öz içine alan "Geografiýa" kitabynda tekizlikdäki şaryň perspektiwasynyň stereografiki we ortografiki proýeksiýalarda düzülen geografiki kartalaryny ýerleşdirýär. Bu iş onuň kellesinde ýer globusy baradaky pikirleri oýaran bolsa gerek. Eger-de ýer şarynyň üstünde geografiýa koordinatlary belli bolan nokady alsaň, onda onuň üstündäki beýleki

[1] Булгаков П. Г., Глобус Бируни. Общественные науки в Узбекистане, №1, 1965, стр. 39-44.

punktlaryň koordinatlaryny berlen nokatlaryň bir-biri bilen aralygyny we geografiki giňligi bilmek bilen kesgitlemek mümkin.

Ýer şarynyň kiçeldilen modelini döretmek meselesi Birunyda örän gyzykly bolup görünýär. Ptolomeýiň "Geografiýasyny" we musulman geograflarynyň ýollar baradaky işlerini jikme-jik öwrenmek bilen ol gyssanman işlemäge başlaýar.

Abu Reýhan al-Biruny bu barada "Men Ptolomeýiň "Geografiýa" kitabynda berlen usul bilen Jeýhanynyň "Ýollar barada kitap", şeýle hem beýleki alymlaryň işlerinde berlen usullary birleşdirjek bolup synanyşyk etdim.

- Men birnäçe dagynyk, mälim bolmadyk(nätakyk) bilimiň bu pudagynyň üstüni doldurdym. Men ilatly punktlaryň atlaryny we aralyklaryny bilýärin, gördüm diýen syýahatçylardan soramak bilen olardan eşiden gürrüňlerimiň esasynda anyklap başladym. Ilki bilen ýygnalan maglumatlaryň ygtybarladygyny we şol bir obýekt barada birnäçe adamdan (syýahatçylardan) ýygnalan meňzeş ýa-da dürli maglumatlary biri-biri bilen deňeşdirip, ýalňyşlaryny aradan aýyrdym" diýip belleýär.

Merkezi Aziýanyň meşhur alymy Jeýhanynyň "Ýollaryň we döwletleriň kitaby" işi şol döwrüň geografiýa ylmy baradaky düşünjäni dolulykda suratlandyrypýar. Bu kitap Ýer şarynyň kiçeldilen modelini ýasamakda taýsyz gollanma bolup hyzmat edýär. Ýerine ýetirmesi has kyn bolan işi, Biruny gije-gündiz diýmän, ukyny hem ýatdan çykaryp, köp zahmetler çekip amal edýär.

X asyryň ahyrlarynda Jeýhanynyň ady Samanlylar döwletiniň islendik künjeginde uly meşhurlyk alypdyr. Şu sebitlerde oňa gabat gelmedik we görmedik diýen gojalara duş gelmek örän kyn bolupdyr. Gojalaryň içinde Jeýhany bilen söhbetdeşlik edenleriniň hem köp sanly bolandygy mälimdir. Onuň ady nämäniň esasynda şeýle meşhurlyga eýe boldyka, elbetde, ony ýollar baradaky köp jiltlik kitabynyň bolmagy bilen düşündirmek bolar.

Jeýhanynyň beýle meşhur bolmagyna ýokary derejedäki adamkärçiliginiň we gysganç bolmandygy, gerek bolan ýagdaýynda zada mätäç, syýahatdan gelen alymlara dürli kömekleri berendigi barada maglumatlar hem bar. Syýahatda bolan her bir alym bilen öz pikirini paýlaşýandygy hem-de öwrenen zatlaryny öz ýan kitapçasyna

ýazyp alýandygy we olary öz işlerinde, gürrüň beren alymyň ady bilen peýdalanandygyny belleýär.[1]

Abu Abdylla al-Jeýhanynyň Horasan emiriniň weziri bolandygy barada alym al-Makidisiniň maglumatlarynda berilýär. Şonuň ýaly-da alymyň filosofiýa, astrologiýa we astronomiýa ylymlaryndan hem başynyň çykýandygy bellenilýär.

Germaniýanyň Nýurnberg şäheriniň muzeýleriniň birinde eýýäm birnäçe asyrlaryň dowamynda "Ýer almasy" diýlip atlandyrylan kiçijik, diametri 0.54 metre deň bolan ajaýyp eksponat, metaldan ýasalan üç aýagyň üstünde saklanylýar. Ýer şarynyň kiçijik bu göçürmesini 1492-nji ýylda nýurnbergli alym Martin Behaým ýasaýar we dünýäde ilkinji ýasalan globus diýlip kabul edilýär. Martin Behaýmyň "Ýer almasy" hakykatdan hem Ýewropada ýasalan ilkinji geografiki globusy diýmek bolar. Emma hakykatda welin orta asyrlar Gündogarynda 995-nji ýylda dünýäde ilkinji globusy ýasan Abu Reýhan al-Biruny diýip düzediş girizmek ýerlikli bolardy.

Ýerler we şäherlerde aralyk arkaly uzaklygy we giňligi (geografiki koordinatlary) kesgitlemek üçin diametri 10 gezli (5 metr) ýarym globusy ýasadym, emma aralyklar köp bolup, olary hasaplamakda matematiki amalyýetleriň ençeme we uzyn bolanlygyndan wagt ýetmedi. Alan netijelerimi ýatda saklamadym, ählisini ýazyp alyp bardym, oýlandym, munda dynçlyk bolup, alan maglumatlaryny ýitirmäýin diýen maksada eýerdim.[2]

Alym bu globusyň üstünde sferiki üçburçluklary gurmak, bu üçburçlykda taraplaryň uzynlygy bir şäheriň üstünden geçýän meridianyň dugasy we ikinji şäheriň üstünden geçýän parallelliň dugasy bilen kesişmeginiň netijesinde iki şäheriň arasyndaky aralyklaryň uly tegelek boýunça geçmegine esaslanýar. Şäherleriň arasyndaky aralyklar we giňlikleriň tapawudy boýunça näbelli uzaklyklaryň tapawudyny ýa-da tersine haçan-da uzaklyklar belli bolsa, onda giňlikleriň tapawudyny köp sanly matematiki

---

[1] Булгаков П. Г., Глобус Бируни. Общественные науки в Узбекистане, №1, 1965, стр. 39-44.

[2] Бартольд В. В. Историко – географический обзор Ирана, СПб, 1903.

hasaplamalary geçirmek bilen kesgitlemek bolýar (Internetden alnan maglumatlar).

7. Astronomiýa degişli işleri

Biruny 1025-nji ýylyň oktýabr aýyndan 1027-nji ýylyň awgust aýyna çenli edýän işiniň arasyny bir gün hem üzmän özüniň "Tegelegiň içinden çyzylan döwük çyzyklaryň gurluşynyň kömegi bilen hordany kesgitlemek barada" ýa-da gysgaça aýdylanda "Hordalar" kitabyny ýazýar. Bu iş meşhur grek alymy Arhimediň tegelegiň içinden çyzylan döwük çyzyklaryň gurluşyna degişli belli teoremasynyň üç sanysyndan başga-da dürli subutnamalaryny özünde jemleýär. Subutnamalaryň hemmesi 15 sany bolup, olaryň 12 sanysy Orta Gündogaryň matematiklerine degişlidir. Abu Reýhan subutnamalaryň içinden biriniň öz halypasy ibn Yragyň işidigini, emma galan sekiz sanysynyň özüniňkidigini belleýär.

Beýik alym bize öňler taryha belli bolmadyk orta asyr astronomlarynyň atlaryny beýan edýär. Bu ýerde IX asyrda ýaşan Abul Abbas ibn Hamdun we Süleýman ibn Isma as-Samarkandy ýalylary bellemek bolar. Bularyň arasyndan Süleýman ibn Isma as-Samarkandynyň amala aşyran işlerini bellemek bolar. Ol astronomiki gözegçilikleri Balh şäherinde 888-889-njy ýyllarda diametri 8 gez (4 metr) bolan diwar kawdrantynyň kömegi bilen geçirýär. Alymyň alan ekwatora ekliptikanyň tezizligine ýapgytlygy 23°33′42″ baha deň bolýar. Bu netijäniň Nýukombynyň bahasy bilen aratapawudy, takmynan 1′20″ deňdir.[1]

Merkezi Aziýada antik astronomiki däplerde wagty we araçäkleri öwrenmek meselerine degişli Birunynyň getirýän maglumatlary örän wajyp bahalara eýedir. Ol Gazna şäherinde köne pergamentde, gadymy döwre degişli bolan ziji görendigini, onuň bolsa Diokletian eýýamynda öz içine alýandygyny belleýär. Zij

[1] Вороновский Д. Г., Астрономы Средней Азии от Мухаммеда ал-Хаваризми до Улугбека и его школы (IX-XVI вв.), сборник "Из истории эпохи Улугбека", Изд-во "Наука", Ташкент, [1965], стр. 100-172.

häzirki Owganystanyň demirgazyk serhedinde bolup, ol miladynyň 709-719-njy ýyllaryna degişlidir.

Abu Reýhan Biruny Gazna şäheriniň köçeleriniň birinde gezelenç edýär.

Beýik akyldar 1016-njy ýylda Köneürgençde diametri 6 gez (3 metr) bolan kwadrant bilen işleýär. Bu kwadrantyň bölek şkalasynyň takykylygy 1′-a baha deňdir.

Şol döwürlerde Biruny yzly yzyna üç sany işi: “Ferganynyň “elementlerine” düzediş”, “Öýleriň merkezlerini kesgitlemek üçin tegelekleriň azimutlaryny ulanmak barada” we “Gnomonika” atly ylmy işlerini ýazýar.

Abu Reýhan al-Biruny 1027-nji ýylda özüniň “Hindistan” atly işini ýazmaga başlaýar. Bu işi ol gije - gündiz diýmän ýadawsyz zähmet çekmek bilen 1030-njy ýylyň başlarynda ýazyp gutarýar.[1]

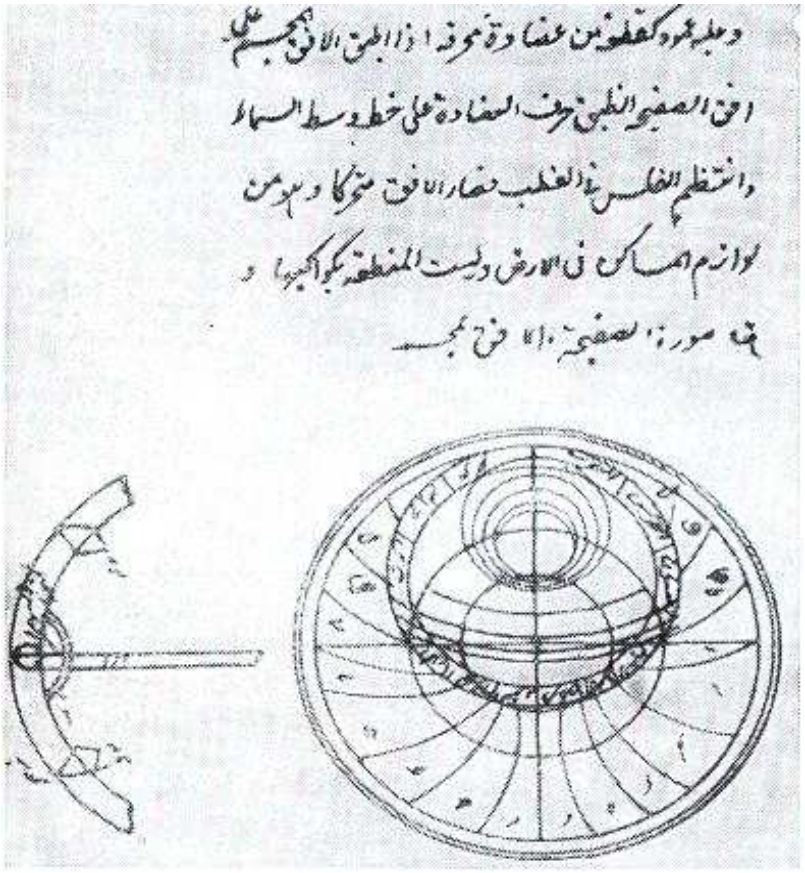
[1]Булгаков П. Г., Фахриев сектант в “Геодезии” Бируни, журн. “Общественные науки в Узбекистане” № 6, 1963, стр. 50-55.

Iş jemi 80 bapdan ybaratdyr. Baplar aşakdaky tertipde: 1-12) baplary hindiler barada umumy düşünjeleri, olaryň dinleri we dini kitaplary; 13) grammatika we poeziýa boýunça hindi kitaplary, şu ýerde hindi goşgularynyň düzülüş tertipleri barada; 14) astronomiýa boýunça hindi kitaplary (sidhindler) Brahmaguptanyň sindhidiniň baplarynyň sanawy, hindileriň beýleki ylymlar boýunça ýazan kitaplary barada; 15) hindi ölçeg birlikleri barada; 16) hindi hatlary, hasaplamalary, şahmat oýunlary we birnäçe däp-dessurlary barada; 17) hindi alhimiýasy we beýleki ylymlar barada; 18) Hindistan barada geografiki maglumatlar; 19-20) hindileriň astronomiýa we kosmokologiýa baradaky maglumatlary; 21-24) dini düşünjelere görä Ýeriň we asmanyň şekilleri, şu ýerde Balabhadranyň Meru dagy baradaky pikiriniň nädogrydygynyň trigonometriki hasaplamalary geçirmek bilen tassyklanyşy; 25) Hindistanyň daglary hakynda; 26) hindi astronomlarynyň öwretmegi boýunça Ýeriň we asmanyň şekili barada; 27) Iki asman hereketleri barada hindi astronomlarynyň we dini düşünjeleriniň öwrenilmegi barada; 28) 10 ugur barada (sekiz sany "gözýetimiň ugurlary", ýokary we aşak); 29-31) Ýeriň ýaşalýan ýerleri we ilatly mesgenleriň arasyndaky aralyklary kesgitlemek barada; 32-44) wagt, günüň dowamlylygynyň bölünişi, aýlaryň, ýyllaryň we birleşdirilen ýyllaryň görnüşleri barada; 45) Uly Ýedigen ýyldyzlarynyň hereketi barada; 46-47) Naraýan we Wasydew barada rowaýat; 48) goşun bilen baglanyşykly arifmetiki hasaplamalar barada; 49-53) hindileriň erasy barada; 54) planetalaryň hereketi barada; 55) asman ýagtylgyçlarynyň asyndaky aralyklar we ölçegleri barada; 56-57) gozganmaýan ýyldyzlar barada; 58) daşgynlar we gaýtgynlar barada; 59-60) Günüň we Aýyň tutulmagy barada; 61-62) hronologiýanyň käbir meseleleri; 63-77) hindileriň däp dessurlary we baýramlary barada; 78-79) wagtyň käbir periodlary barada we 80) hindi astrologlary barada maglumatlary özünde jemleýär.[1]

---

[1]Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство "Наука", Москва 1983.

Abu Reýhan Biruny Hindistanda bolanda dürli däp-dessurlara gabat gelipdir. Olaryň birini halasa, beýlekisini halamandyr. Alym olaryň käbirini makullasa, käbirine gaharlanypdyr. Ýöne öz pikirini kagyza geçirende welin rahatlyk duýupdyr. Hindileriň dinini näçe çuň öwrendigiçe, Birunyda induizm diňe bir din däl-de, eýsem giden bir dini-etik toplum bolup, eneden doglanyndan başlap, tä ölýänçä adamlaryň her birisiniň durmuşyny kesgitleýär diýen düşünje peýda bolupdyr. Induizmiň däp-dessur taraplaryny öwrenensoň, Biruny onuň esasyny düzýän düşünjelere aralaşypdyr.



Astrolýabiýanyň shemasy we ýazgysy.

“Hindistan” diýen eserini ýazmak Abu Reýhan al-Biruna ýeňil düşmändigini biz aýdylanlardan hem görýäris. Bu ýerde ene-de bir zady belläp geçmekçi bolýarys. Sanskrit dilinde ýazylan edebiýatlar özleriniň görnüşi, stiliniň täsin göçme manylylygy bilen tapawutlanypdyr. Käwagtlar welin köne kitaplaryň üsti täze pikirler bilen doldurylyp, olaryň asyl manylary ýitirilipdir.

Abu Reýhan Birunynyň astrologiýa ylmyna gedişli rus dilindäki kitaby.

Üstesine hindileriň hat göçürijileri (kätipleri) hem tekstleri harlaýar ekenler, bulaşdyrýar ekenler. Bu ýagdaýy belläp, özüniň "Hindistan" kitabynyň "Hindiler hakynda umumy maglumat" diýen bölüminde Abu Reýhan Biruny şeýle ýazypdyr: "Hindi hat göçürijileri dile ünssüz garaýarlar we onuň takyklygy barada az alada edýärler. Munuň netijesinde awtoryň hyjuw bilen ýazan işi puja çykýar, onuň kitaby eýýäm birinji ýa-da soňky göçürmelerde ýoýulýar, asylky tekst bütinleý bir täze zada öwrülýär, bu teksti bolsa belet hem, näbelet hem – goý ol hindi bolsun, musulman bolsun, parhy ýok, - seljerip bilmeýär". Şeýle bolansoň Abu Reýhan al-Birunynyň yzarlap barýan pikiriniň ujuny ýitirip, yzyna öwrülip, täzeden pikir yzarlap başlamaly bolan wagtlary az bolmandyr. Ýöne onuň Hindistanda bolmagy, köp zatlary öz gözi bilen görmegi bu uly işiň hötdesinden gelmäge ýardam eden bolsa gerek.[1]

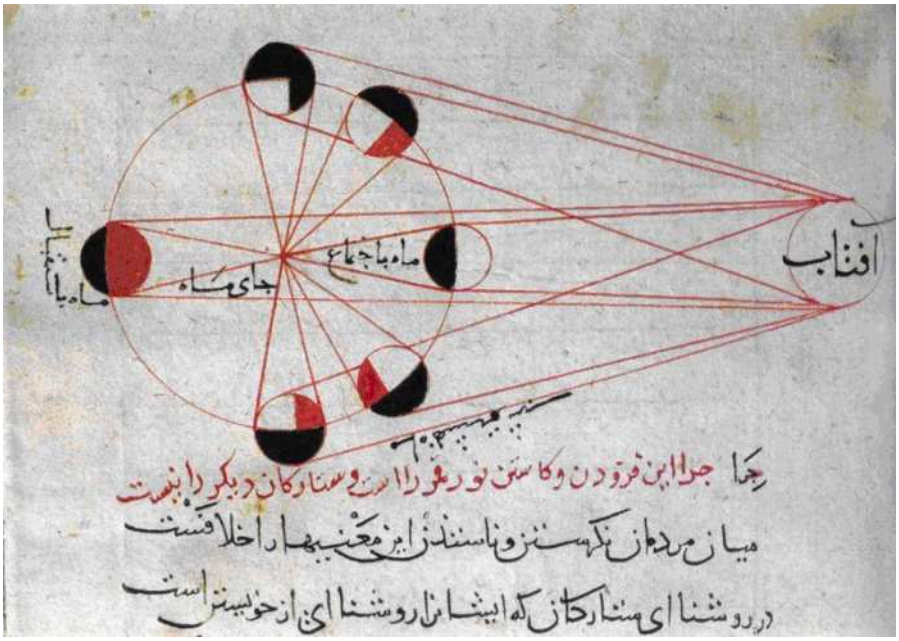
Birunyny "Hindistan" kitabyny "Eşiden deň bolmaz, gören göz bilen" diýen nakyl bilen başlamagy hem biziň pikirimiziň janynyň bardygyna güwä geçýän bolsa gerek. Ýewropaly belli gündogarşynas E. Zahaw al-Biruny "Hindistany" 1030-njy ýylyň iýun aýynyň 30-y bilen Sentýabr aýynyň 30-y aralygynda ýazyp gutarypdyr diýip tassyklaýar.

"Ýyldyzlar ylmy" atly kitaby göwrümi boýunça örän uly eser bolup, Birunynyň bu iň meşhurlyga eýe bolan işidir. Alym bu işini takmynan 1030-njy ýylda ýazýar we Reýhan atly bir aýal maşgala bagyşlanýar.

Bu aýalyň maşgalasy barada hiç hili goşmaça maglumat berilmeýär we şu günki güne çenli onuň kimdigi mälim däldir. Aýal maşgalanyň adynyň Reýhanadygy, onuň al-Hasan atly Horezmli adamyň gyzydygyny anyklamak alymlara başardýar. Galanlary barada, diňe pikirler we çaklamalar bilen oňaýmak galýar. Rus alymy I. Ý. Kraçkowskiniň pikirine görä, Reýhana horezm şasynyň ýakyn garyndaşy, ol 1017-nji ýylda Gazna şäherine gelipdir diýip bellenilýär. Gündogar öwreniji rus alymy A. A. Semýonow hem şu

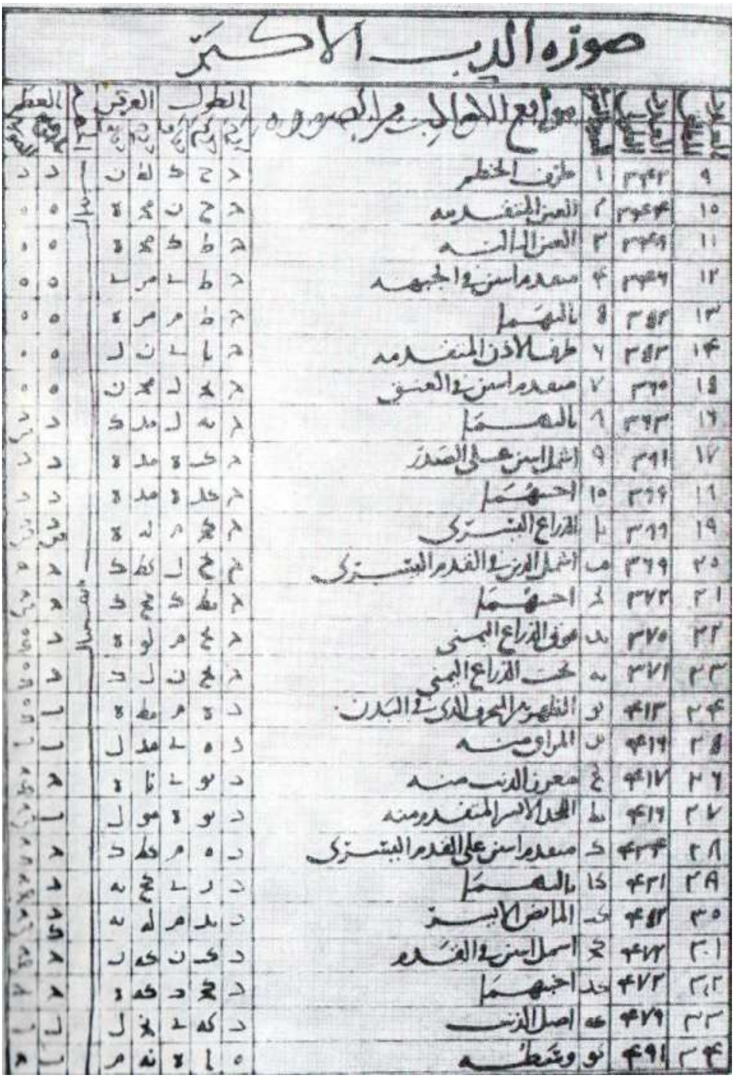
[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва "Молодая гвардия" 1986.

pikiri goldaýar we onuň üstüne Reýhana horezm şasynyň uýasy bolmaly diýip belleýär. Meşhur alym M. Nizamuddin, näbelli aýal Birunynyň horezmli hemaýatkäri bolmaly diýip belleýär (Internet ulgamyndan alnan maglumatlar).



Abu Reýhan Birunyň astronomiýa ylmyna degişli bolan Aýyň fazalaryna degişli eserinden bir surat.

Musulman Gündogarynda asman jisimleriniň hereketini kinematiki ýazmaklygyň ýüze çykmagy we kämilleşmegi hindileriň we grekleriň däpleriniň täsirinde döreýär. Halyfatyň merkezinde ilkinji gezek siddhantyň arap diline terjime edilmegi bilen bu ýerde täze žanr – zijler emele gelýär. Zijler adatça uly bolmadyk nazary girişlerden we köp sanly kalendar, trigonometriki, sferiko-astronomiki we geografiki tablisalaryň, Günüň, Aýyň we planetalaryň hasaplama düzgünlerine laýyklykda tertipleşdirilýan ululyklardan düzülipdir.

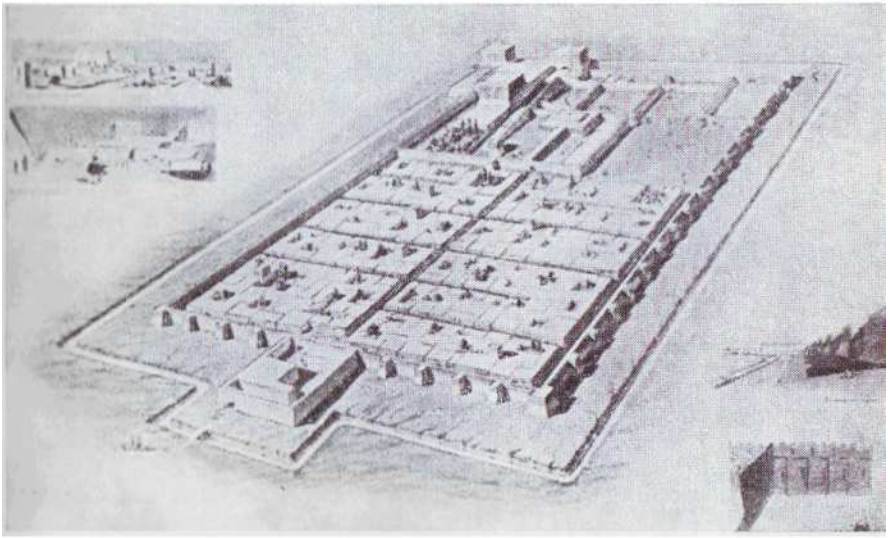


صورة الدب الاكبر

Gozganmaýan (bir ýerde durýan) ýyldyzlaryň tablissasy (Uly Ýedigen ýyldyzlar topary).

Musulman Gündogarynda ilkinjileriň biri bolup trigonometriýanyň elementlerini tablisalarda goýmaga dünýä belli horezmli meşhur alym Musa al-Horezmi synanyşýar. Oňa dünýäde ilkinji bolup trigonometriki funksiýa bolan sinusy ylymda ulanmaga

çykarmak başardýar. Ol özüniň zijinde esasan-da hindi alymlarynyň däplerine eýerip sinusyň bahalaryny tablisada ýerleşdirýär. Bu zij bilen Abu Reýhan al-Biruny ýaşlyk ýyllarynda tanyş bolýar we ildeşi Musa al-Horezminiň sinus düşünjesiniň hindi matematiklerinden alandygyny belleýär. Emma ol öz tablisasyny her 3°45′ minutlyk aralykdan (interwaldan) alman, eýsem Ptolomeýiň hordalar tablisasyndaky argumentiň beýany boýunça her 1°-dan alýar.

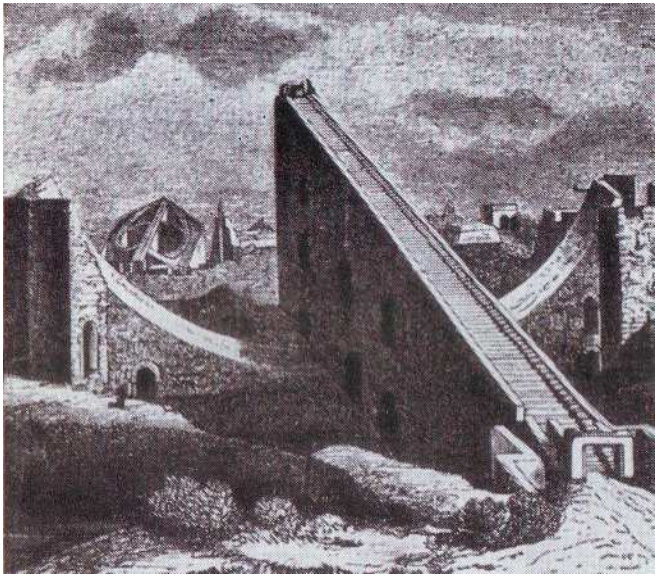


Toprak-gala berkitmesi (rekonsruksiýa edilen görnüşi).

Trigonometriýanyň özbaşdak ylym hökmünde döremeginde aýgytlaýjy ädimi X asyryň ikinji ýarymynda bagdatly beýik alym Abul-Waffa al-Buzjany amala aşyrýar. Ol ilkinji gezek matematikanyň taryhynda tegelekde alty sany trigonometriki funksiýany kesgitlejek bolup synanyşýar. Şu ylmy işi üçin hem ol öz döwrüniň beýik alymy diýen ada mynasypdyr. Emma Gündogaryň beýik alymy ýene-de dünýä belli ajaýyp açyşlaryň birnäçesini edýär.[1]

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

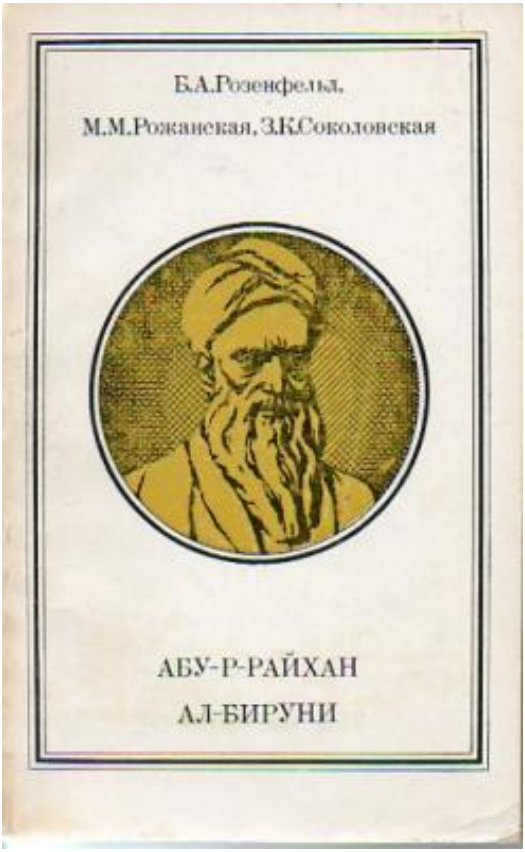
Biruny 1031-nji ýylda öz döwrüniň görnükli eseri “Musudyň kanuny” atly 11 sany kitapdan ybarat bolan işini ýazmaga başlaýar. Bu işi 1037-nji ýylda doly ýazyp gutarýar.



Orta asyrlar Gündogar obserwatoriýasy.

1036-njy ýylyň ahyryna çenli Biruny ýene-de bir uly kitap ýazyp gutarypdyr. Oňa “Masudyň kanuny” diýilýär. Kitaby 1037-nji ýylda soltan Masuda gowşurylýar diýen pikir bar. Özüniň adyna garamazdan akyldaryň bu kitaby esasan matematikanyň hem astronomiýanyň meselelerine degişlidir. Bu kitabyň ähmiýetine professor P. G. Bulgakow örän ýokary baha beripdir. P. G. Bulgakow: “Astronomiýanyň taryhy üçin “Masudyň kanunynyň” ähmiýeti edil Ibn Sinanyň “Medisinanyň Kanunynyň” lukmançylygyň taryhy üçin ähmiýetli bolşy ýaly, örän beýikdir we deňsiz-taýsyzdyr. Bu iki uly ylmy eserde Merkezi Aziýa alymlarynyň ylymlaryň dürli ugurlary boýunça döreden, her bir-biriniň belli ugurlara degişli ylymlaryň ösüşiniň gutarnykly jemi jemlenýär. Bularyň ikisi-de ylymlardaky progressiw antik däplere daýanypdyr; soňunda, olaryň ikisi-de bu jeme özleriniň ajaýyp teoretiki we

praktiki gazananlaryny goşupdyrler” diýip ýazýar. Özüniň pikirini dowam etdirip, professor “Masudyň kanunyny” orta asyrlaryň astronomik ensiklopediýasy hasap edipdir. Çünki bu işde astronomiýanyň ýekeje ugry-da, onuň düýpli meseleleriniň hiç haýsysy ýatdan çykarylmandyr.[1]



B. A. Rezenfeld we beýlekileriň Biruny barada ýazan rus dilindäki kitaby.

[1] Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

Işiň düzümine girýän kitaplar aşakdaky tertipde berilýär: 1) Kosmologiýa we hronologiýa; 2) Hronologiýa we kalendarlar; 3) Trigonometriýa; 4) Sferiki astronomiýa; 5) Geografiýa; 6) Günüň hereketi; 7) Aýyň hereketi; 8) Günüň we Aýyň tutulmagy; 9) Ýyldyz astronomiýasy; 10) Planetalaryň hereketi; 11) Astrologiýa bilen baglanyşykly astronomiýanyň meseleleri öz içine alýar.

Bu kitaplaryň käbirleriniň mazmunlaryna seredip geçeliň:

Abu Reýhan Biruny özüniň I kitabynda: 1) "Dünýäde bar bolanlaryň ählisiniň formalary barada"; 2) Ptolomeýiň sistemasynyň prinsipleri; 3) asman tegelekleri; 4-11) dürli halklaryň günleri, aýlary we ýyllary diýen ýaly bölekleri getirýär.

II kitap öz mazmunyna: 1-3) üç esasy kalendar: musulman Aý, grek-siriýa Gün (hristian) we eýran (pars) Gün kalendarlary (zoroastrriý) we "Bu üç eýýamyň kalendaryny bir-birine öwürmek" barada; 4-6) beýleki halklaryň eýýamlary barada; 5-6) bibliý patriarhlarynyň hronologiki, wawilon, assriý we eýran (pars) şalarynyň, Aleksandr Makedonskiniň, Ptolomeýlileriň we wizantiýa imperatorlarynyň, Muhammet we Abu Reýhan al-Biruna çenli döwürleri, dünýä taryhynda möhüm wakalary görkezmegi öz içine alýan tablisalary; 7-12) ýewreýleriň, hristianlaryň, musulmanlaryň, zoroastriýleriň we grek-siriý belli (meşhur) günleri baradaky maglumatlary alýar.

III kitap: 1) "esasy hordalar barada": tegelegiň *1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/8, 1/10* hordalaryny kesgitlemegiň düzgünleri, "Arhimediň predposylkalary" we bu düzgünleriň subutnamasy; 2) esasy hordalaryň netijeleri barada; 3) $x^3=1+3x$ we $x^3+1=3x$ görnüşli kub deňlemeleriň we iterasion usullaryň kömegi bilen tegelegiň *1/9* hordasyny kesgitlemek; 4) *1°-lyk* burçuň triseksiýasyny we hordalaryny kesgitlemek; 5) "Diametriň we töweregiň gatnaşyklary barada" (π barada "bu töweregiň sanynyň diametriň sanyna bolan gatnaşygydyr, emma bu gatnaşyk irrasionaldyr", bu ýerde $\pi \approx 1628681471/518500000$ ululykdyr); 6) "bölekleri hordalar bolup durýan diametriň sanyny saýlamak barada" (bu ýerde diametr 2-ä deň diýlip göz öňünde tutulýar), birinji we ikinji tapawutly her 15′-dan 4 altmyş onluk belgilerde sinuslar tablisasy; 7) "sinuslary dugalar we dugalary sinuslar boýunça kesgitlemek barada" (sinuslar

tablisasyndan, çyzykly we kwadrat görnüşli interpolirlemekden peýdalanmagyň düzgünleri); 8) “Predmetiň şöhlelendiren kölegeleri barada, kölegeleriň görnüşlerini kesgitlemek we olary peýdalanmak barada” (tangensiň, kotangensiň, sekansyň we kosekansyň çyzyklary, tangensiň, tablisasyndan peýdalanmagyň düzgünleri, çyzykly we kwadrat görnüşli interpolirlemek (aralyk bahasyny tapmak) barada), birinji we ikinji tapawutly her 1°-dan alnan 4 alty onluk belgili tangensler tablisasy, *a, b, c* taraply tekiz ABC üçburçluk üçin sinuslar teoremasy, formula aşakdaky görnüşde berilýär:

$$\frac{Sin\,A}{a} = \frac{Sin\,B}{b} = \frac{Sin\,C}{c};$$

Abu Reýhan Birunynyň “Ýyldyzlar ylmy” eserinde dünýäniň kartasy.

9) “sferada kesişýän figuralar we olaryň sinuslarynyň gatnaşyklary barada” (sferiki doly dörtburçluk üçin Meneliň teoremasy), *a, b, c* taraply ABS sferiki üçburçluk üçin sinuslar teoremasy getirilýär, formula aşakdaky ýaly berilýär:

$$\frac{Sin\,A}{Sin\,a} = \frac{Sin\,B}{Sin\,b} = \frac{Sin\,C}{Sin\,c};$$

10) “kesişýän figuralarda sinuslar bilen kölegeleriň özara gatnaşyklary barada” (gönüburçly sferiki üçburçluk üçin tangensiň sferiki teoremasy) ýaly temalary birleşdirýär.

Abu Reýhan Birunynyň “Hindistan” atly eserinden alnan şekil (Internet ulagmyndan alnan surat).

IV kitap aşakdaky bölümleri: 1) asman ekwatorynyň ekliptikanyň ýapgytlyk ε burçy barada(bu ýerde Abu Reýhan al-Biruny öz ölçeglerini we özünden öň ýaşap geçen ildeşleriniň maglumatlaryndan peýdalanýar); 2-6) ekliptiki koordinatlar sistemasyndan asman sferasyna ekwatorial sistema (uzaklyk λ we giňlik φ) - göni dogulmaga α_o we δ gyşarmaga ýa-da tersine geçmek barada, λ - dan δ $Sin\ \delta = Sin\ \lambda\ Sin\ \varepsilon$ formuladan peýdalanyp

geçmeklik; 7-12) Ýerdäki nokadyň φ giňligini ýagtylgyjyň beýikligi we olaryň dogulmagynyň aralyklary boýunça kesgitlemek; 13-17) asman sferasynda ilkinji iki koordinatlar sistemasyndan gorizontal sistema geçmeklik we tersine; 18) ýeriň üstündäki φ diňlikli nokatda ekliptikanyň gradusynda α_φ ýokary galmagy boýunça λ uzaklyga geçmeklik; 19) ýagtylgyjyň ýokary galmak we ýaşmak graduslary; 20-22) gündiziň we gijäniň geçen böleklerini kesgitlemek; 23-24) "gazyklary" (gorizont we meridian bilen ekliptikanyň kesişme nokady) kesgitlemek; 25-26) dürli gorizontlarda ýokary göterilme barada ýaly maglumatlary öz içine alýar.

Abu Reýhan al-Biruny özüniň V kitabynda aşakdaky ýaly bölümleri: 1-2) Gün batmagy we olaryň arasyndaky aralyk boýunça ýeriň üstündäki nokadyň uzaklygyny kesgitlemek, bu ýerde ýeriň üstündäki iki nokadyň uzaklyklarynyň tapawudy (θ_1 - θ_2), olaryň giňlikleri (φ_1 we φ_2) we aralygy (ρ) sferiki kosinusyň sferiki teoremasy boýunça kesgitlenilýär. Formula aşadaky ýaly berilýär:

$$Cos\,\rho = Sin\,\varphi_1\,Sin\,\varphi_2 + Cos\,\varphi_1\,Cos\,\varphi_2\,Cos(\theta_1 - \theta_2).$$

3) Iki nokadyň arasyndaky aralygy olaryň belli geografiki uzaklyklary we giňlikleri boýunça kesgitlemek; 4) ýeriň üstündäki nokatlaryň giňliklerini we uzaklyklaryny olaryň arasyndaky aralyk we iki sany belli nokadyň giňlikleri we uzaklyklary boýunça kesgitlemek; 5-6) Bir ýeriň azimutyny beýlekisiniň gatnaşygy boýunça kesgitlemek; 7) Ýeriň töwereginiň uzynlygyny kesgitlemek, beýik akyldar bu ýerde gorizontyň ýapgytlyk burçuny (α) we dagyň beýikligini (*h*) ölçemek bilen ýeriň radiusyny aşakdaky formula boýunça kesgitleýär:

$$r = h\frac{Cos\,\alpha}{1 - Cos\,\alpha};$$

8-9) Ýer şarynyň parallelleri barada we "7 klimatlar barada"; 10) 581 şäheriň we beýleki punktlaryň geografiki giňligi we uzaklygy berlen tablisa; 11) "okatmakda hödür edilýän mysallar barada" ýaly maglumatlary girizýär.[1]

---

[1]Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2.

Abu Reýhan Birunynyň “Hindistan” kitabynda Hindileriň ulanýan esbaplary (Internet ulgamyndan alnan surat).

Beýik alym 1025-1037-nji ýyllarda has hem döredijilikli işläpdir. Alymlar şu döwri Birunynyň döredijilik aktiwliginiň has ýokary galan ýyllary hasap edilýär. Ol “Geodeziýa”, “Hindistan”, “Gnomika”, “Ýyldyzlar hakynda” we “Masudyň kanuny” ýaly uly kitaplardan başga-da kiçiräk traktatlaryň onlarçasyny ýazypdyr.

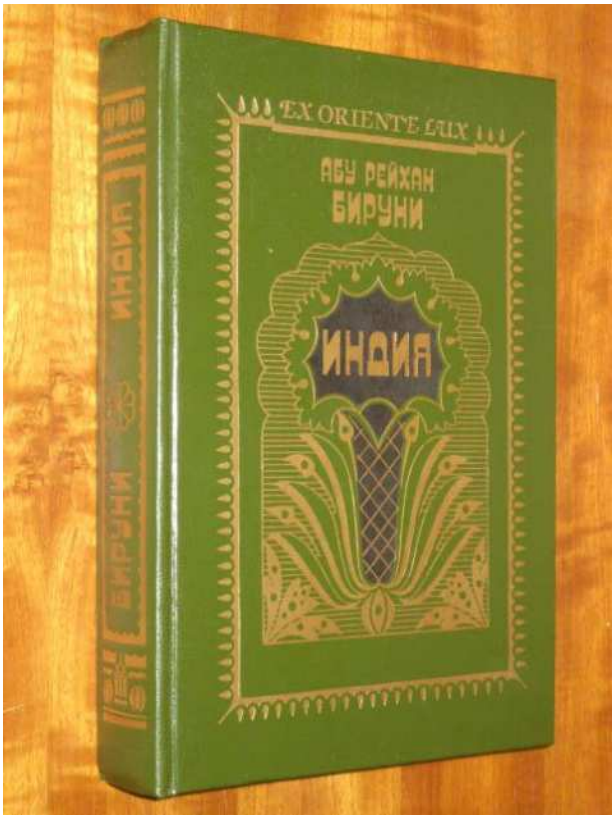
Şu döwürde Abu Reýhan al-Birunynyň ýem-de bir örän oňat iş edendigini bellemek mümkin. Ol Abu Bakr Muhammet ibn Zakiriýa ar-Razynyň işleriniň bibliografiýasyny (“Fihrist”) düzüpdir. Bu tötänden däldir. Gündogaryň filosofiýasynyň hem Abu Reýhan Birunynyň “Ýyldyzlar ylymy” traktatynda dünýäniň kartasy berilýär. Ylym taryhçylarynyň IX asyryň tutuş ahyryny we X asyryň başlaryny “Ar-Razynyň zamanasy” diýmäge doly haklary bar. Çünki

---

Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

progressiw filosofik hem ylmy pikirleriň ösmeginde onuň roly diýseň uly bolupdyr.

Abu Bekr Muhammet Zakiriýa ar-Razynyň ebedileşdirilmeginde Abu Reýhan al-Birunynyň “Fihrist” diýen işiniň uly ähmiýeti bardyr. Ol ar-Razynyň köp eserlerini, aýratyn hem himiýa, medisina hem filosofiýa degişlilerini ýygnapdyr. “Fihrist” diňe bir himiýa ylmyna degişli traktatdyr beýleki işleriň 21-siniň ady tutulýar. Şu ýygyndy-da Biruny ar-Razynyň medisinadan ýazan eserleriniň 56-syny ýatlap geçipdir. Bu kitapda ar-Razynyň eserleriniň 184-siniň sanawy hem ýerleşdirilipdir.



Abu Reýhan Birunynyň “Hindistan” atly kitabynyň rusça mysalynyň daşy.

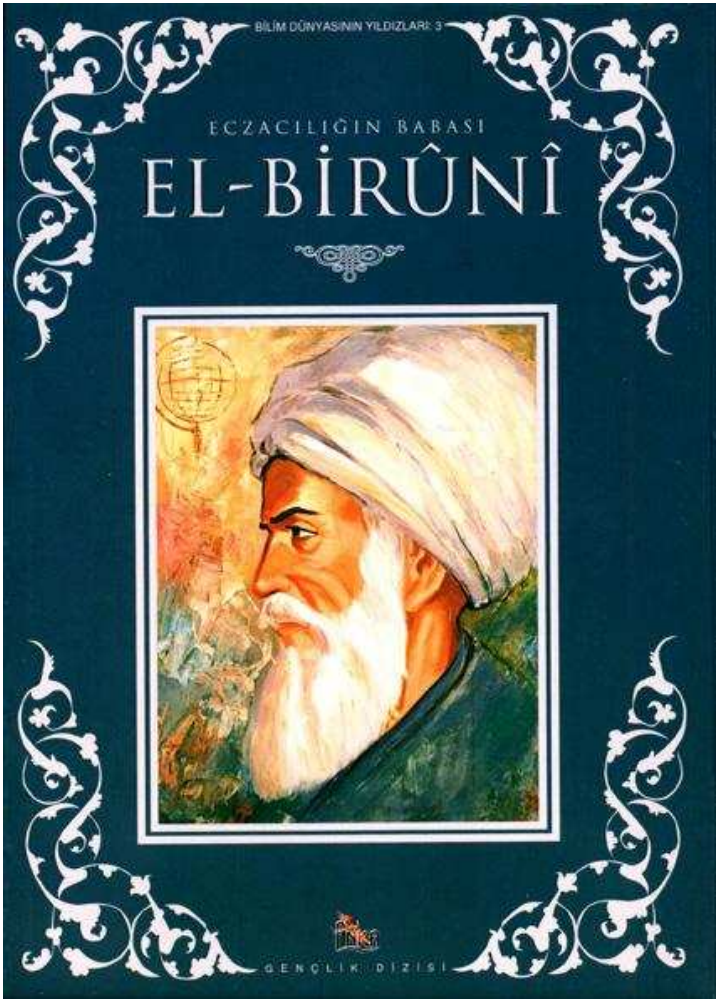
Bir gezek ýaş alym Abul Fazl Sarahsy “Masudyň kanuny” boýunça astronomiýany öwrenýär we düşünmedik ýerlerini soramak maksady bilen uzak ýol söküp Abu Reýhan Birunynyň ýanyna gelýär. Ýaş alym gelen wagtynda Biruny bir ylmy tejribäniň üstünde işläp oturan bolýar. Edip oturan işini ahyryna çenli ýerine ýetirmese kanagat tapmaýan goja alym Sarahsyny sowuk garşylaýar. Emma onuň birnäçe farsah ýoly geçip beýik alym bilen duşuşmak maksady bilen gelendigini eşidip, gaharyny ýuwudýar we al-Sarahsyny öýüne goýberýär.

Ýaş alym bilen halypanyň gürrüňi uzaga çekipdir. Soňra olar bile agşamlyk edinipdirler. Wagt giç bolansoň, Abu Reýhan Biruny ýaş alymy düşlän kerwensaraýyna goýbermändir. Abul Fazl Sarahsy beýik akyldaryň öýünde bir gijesini geçiripdir. Biruny irden turup iş otagyna barsa, ol tanar ýaly däl eken. Hemme ýeri tämiz, hemme zady ýerbe-ýer, jaýyň poly ýuwlup, kitaplar öl esgi bilen süpürilgi eken. Bu ýagdaý goja alymyň göwnünden turupdyr. Şeýlelikde türkmen topragyndan Gazna baran ýaş alym, ady dünýä belli akyldaryň okuwçysy hem kömekçisi bolup, tä al-Biruny aradan çykýança onuň ýanynda bolupdyr. Alymlar Abu Reýhan Birunynyň aradan çykan wagtyny hem Abul Fazl al-Sarahsynyň galdyryp giden maglumaty bilen kesgitläpdirler.

Abul Fazl Sarahsy Abu Reýhan al-Birunydan sferiki astronomiýa, matematika, trigonometriýa we ş.m. ylymlaryna degişli bolan birnäçe leksiýalary alýar we beýik alymyň ömrüniň soňky günlerine çenli ýanynda galýar. Ol beýik alymyň köp sanly golýazma eserlerini okap berýär, ýazuw-göçürme işlerine kömek berýär.

8. Mineralogiýa degişli işleri

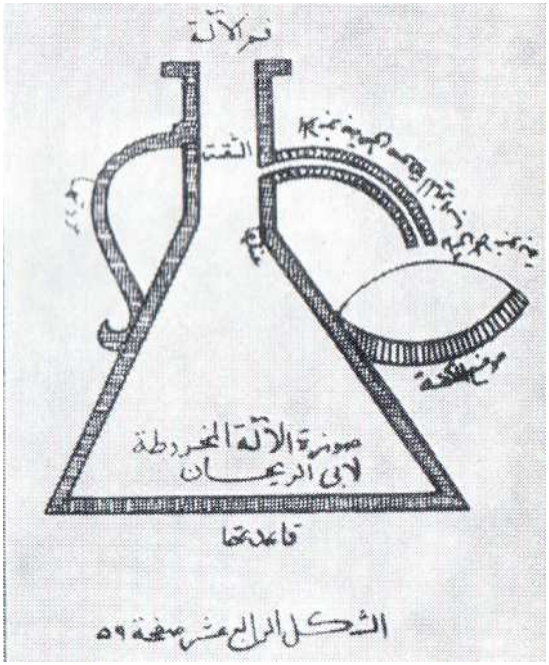
Abu Reýhan Biruny Abul Fazl Sarahsynyň kömegi bilen, Gürgençden getirilen köp sanly metallar we gymmat bahaly daşlar baradaky ylmy işlerini yzygiderlikde tertibe getirýär. Entek Gürgenç şäherindekä Biruny gymmat bahaly daşlaryň udel agramyny kesgitlemek maksady bilen birnäçe tejribeleri geçirýär. Ol şol ýerde islendik metalyň udel agramyny kesgitlemek üçin ýörite terezini hem ýasaýar.



Abu Reýhan Birunyň durmuş ýolyna we bititen ylmy işlerine niýetlenilip ýazylan türk dilindäki

Abu Reýhan al-Biruny özüniň “Mineralogiýasyny” şeýle hem iň soňky kitaby bolan “Farmakognosiýasyny” ýazanda, Abul Fazyl Sarahsynyň kömeginden peýdalanypdyr. Özüniň adaty boýunça ýeke işlemäge öwrenen, töwreginde dost-ýar hem köp bolmadyk Biruny ýaşy 70-e ýakynlaberende güýçden gaçyp başlapdyr. Onuň gulagy

ýaramaz eşidip, gözi hem çala görüpdir. Emma akyl-huşy ýerinde, ýatkeşligem diýseň oňat bolupdyr. Ýöne ozal bir günde edýän işi üçin indi iki-üç, ondan hem köp gün gerek bolupdyr. Işiň haýal ilerlemegi akyldaryň sabyr-takatyny elinden alypdyr, onuň gaharyny getiripdir.



Abu Reýhan Birunynyň ýasan minerallaryň udel agramyny ölçeýji serişdesi.

Biruny “Gymmatlygy tanamak üçin maglumatlary ýygnamak” ýa-da “Mineralogiýany” XI asyryň 40-njy ýyllarynda ýazýar. Bu kitap iki sany deň bolmadyk bölekden ybarat. Olaryň birinjisi “Gymmat bahaly daşlar baradaky”, beýlekisi bolsa “Metallar baradaky” maglumatlary öz içine alýar. Işleriň birinji bölümi özüniň göwrümi boýunça has uludyr. Bu bölekde özüne belli bolan gymmat bahaly minerallar barada anyk ýazgy berýär. Şu ýerde hem organiki gelip çykyşy bolan käbir zatlara: gagat, asfalt, ýantar, şeýle-de emeli ýol bilen alynýan: aýna, farfor, emal we glazur ýaly

elementler barada gymmatly maglumatlar berilýär Ikinji bölümde dürli metallaryň we olaryň garyndysynyň gurluşy, şu ýerde hem udel agramlary ölçemek bilen baglanyşykly tejribeler getirilýär.[1]

Abu Reýhan Biruny 1048-nji ýylda özüniň "Mineralogiýa" kitabyny doly ýazyp gutarýar.

Kitabyň ikinji bölüminde Biruny simap, mis, kümüş, altyn, gurşun hem galaýy ýaly metallar, gymmatbaha zatlar hakynda käbir maglumatlary belläpdir.

2-nji tablisa

Gymmatbaha daşlaryň we minerallaryň udel agramlarynyň deňeşdirme tablisasy

Mineral-laryň Atlary	Biruny	Häzirki döwrüň maglum.	Mineral-laryň Atlary	Biruny	Häzirki döwrüň maglum.
Altyn	19.08	19.25	Ýakut daşy	3.96	3.97-4.12
Simap	13.55	13.55	Lagyl	3.85	3.94-4.08
Kümüş	10.42	10.50	Göwher	2.75	2.67-2.77
Mis	8.71	8.03	Dag billury	2.55	2.59-2.66
Gurşun	11.47	11.34	Ýantar	0.85	1.05-1.10
Demir	7.06	7.96			

Biruny minerallary olaryň gatylygy, reňki, tagamy, udel agramy boýunça toparlara bölüpdir. Ol köp minerallaryň hem metallaryň udel agramyny dünýäde ilkinji gezek şeýle takyk, dogry kesgitläpdir. Onuň kesgitlän himiki elementleriň udel agramy häzirki zaman hünärmenlerini hem haýran galdyrýar. Abu Reýhan Birunynyň ylmy işlerini öwreniji alym G. Umarow metallaryň we minerallaryň beýik akyldar tarapyndan kesgitlenen udel agramy bilen häzirki döwrüň ylmy-nyň gazananlaryny deňeşdirýär we oňa degişli tablisa düzýär.[2]

---

[1] (Абу Рейхан Мунаммет ибн Ахмед ал-Бируни, Собрание сведений для познания драгоценностей (Минералогия), перевод А. М. Бленецского, Москва, Изд-во АН СССР, 1963.)

[2] Абу Рейхан Мухаммет ибн Ахмед аль-Бируни, Собранне сведение для познания драгоценностей (Минералогия), перевод А. М. Беленицского, М.: Изд-во АН СССР, 1963, стр. 271-291.

Bu sanlar hem geňeşdirmeler goşmaça düşündirişi talap etmeýär. Mundan on asyr ozal ýaşap geçen alymyň ylym üçin eden hyzmatynyň biçak uludygy ýokarky tablisadan hem görnüp dur. Abu Reýhan Birunynyň hasaplamalarynyň häzirki döwrüň ylmynyň, barlag serişdeleriniň ykrar eden görkezijilerinden daşda däldigini bu tablisa açykdan-açyk habar berýär.

Abu Reýhan Birunynyň ýasan terezisi (1048 ý.).

Abu Reýhan Birunynyň minerallaryň bir toparynyň udel agramyny ilkinji bolup dogry kesgitlemegiň aýratyn hem fizika we alhimiýa ylymlary üçin bahasyna ýetip bolmajak ähmiýeti bolupdyr. Bu meseläniň ilkinji gezek iş ýüzünde, tejribede çözmek bilen, beýik dana minerallary tapawutlandyrmagyň täze usullaryny açypdyr.

9. Farmokologiýa degişli işleri

Abu Reýhan Biruny özüne belli derman otlary barada kitap ýazjagyny Abu Hamid Nahşaýa gürrüň berýär. Abu Hamid öz döwründe gazna keselhanasynyň baş dermançysy bolup işläpdir. Birunynyň düýpli farmokognostika işini ýazmak pikiriniň örän

dogrudygyny we özüniň doly goldaýandygyny aýtmak bilen, bu barada birnäçe pikirleri gürrüň berýär. Abu Hamidiň beren ýerlikli pikirleri öz gezeginde işi ýazmakda anyk ugry we praktiki manysyny saýlap almaga mümkinçilik berýär.[1]

Abu Reýan Biruny iş wagtynda.

Birunynyň "Formokognoziýa" işinde ýatlaýan awtorlarynyň sany 250-ä ýakynlaýar. Olaryň içinde beýik alym: Ýahýa ibn Masaweýhany, Masarjaweýhany, Huneýn ibn Ishakyny, Ibn al-Bitrikany, Abul Hasan al-Ahwazini, Abu Zeýda al-Arradjanyny, Aly ibn Rabbana at-Tabaryny, öz gürgençli dostlary Abu Saýlýa al-Masihini we Ibn al-Hammaryny, elbetde Gündogaryň beýik lukmany Abu Bakr ar-Razyny ýokary derejede belleýär.

[1] Захидов В. Ю., Великий мыслитеь X-XI веков в сборнике "Бируни – великий ученый средневековья" Ташкент, 1950, стр. 43-62.

Abu Reýhan Birunynyň bu işiniň mazmuny 1500 ýylyň dowamynda farmakologiýadan ýygnalan maglumatlaryň esasynda ýazylýar. Beýik alymyň bu işi 1116 bölümden ybarat bolup, Onda 750-ä ýakyn derman otlary (ösümlükleri), 101 sany haýwan organizmlerinden, 107 sany mineral önümlerden we 30-syny çylşyrymly dermanlar barada maglumatlar berilýär. Bu dermanlar keseliň garşysyna göreş çärelerini amala aşyrmak we dietiki serişdeler hökmünde ulanmaga niýetlenilýär.

Abu Bekr Muhammet Zakiriýa ar-Razynyň ebedileşdirilmeginde Abu Reýhan Birunynyň "Fihrist" diýen işiniň uly ähmiýeti bardyr. Ol ar-Razynyň köp eserlerini, aýratyn hem himiýa, lukmançylyk hem filosofiýa degişlilerini ýygnapdyr. "Fihristde" diňe bir himiýa ylmyna degişli traktatlardyr beýleki işleriň 21-siniň ady tutulýar. Şu ýygyndy-da Biruny ar-Razynyň medisinadan ýazan eserleriniň 56-syny ýatlap geçipdir. Bu kitapda ar-Razynyň eserleriniň 184-siniň sanawy hem ýerleşdirilipdir.

BIRUNYNYŇ GEODEZIÝA DEGIŞLI YLMY IŞLERI

1. Umumy düşünje

Biruny **“Geodeziýa**” kitabyny 1018-nji ýylyň oktýabr aýynda **Gürgençden** (*Häzirki Köneürgençden*) **Gazna şäherine** (Owganystanyň bir şäheri) gelenden soňra ýazyp başlapdyr. Şol wagtlar onuň elinde astronomiýa gözegçiligini we meýdan barlaglaryny geçirmek üçin hiç hili guraly bolmandyr. Ol ilki başda Gürgençden getiren materiallaryna esaslanmaly bolupdyr.

“Geodeziýa” kitabynyň mazmuny birnäçe bölümleri öz içine alýar. Onuň girişi aşakdaky ýaly mazmuny alýar: Birunynyň Gazna şäherine gelmezinden öňki durmuşy, geodeziýa ylmy we onuň öwreniliş taryhy barada, alymyň “Geodeziýa” kitabyna bolan dünýägaraýşy, ylmyň seredýän esasy meseleleri, “Geodeziýada” Birunynyň sözleri we adalgaşynaslygy berilýär.[1]

“Geodeziýa” kitabyny ýazmakda esasy çeşmeler bolup amaly astronomiýa boýunça gadymy grekleriň, hindileriň, aýratyn-da Klawdiý Ptolomeýiň “Almagasty” bolupdyr. Bu eserde berilýän käbir maglumatlara, meselem, Eratosfeniň uly bolmadyk gyşarmasy, Rodos adalarynda Gipparhyň asman ýagtyltgyçlaryna gözegçiligi we Ptolomeýiň Aleksandriýada alyp baran gözegçiliklerniň maglumatlary sebäp bolýar.

Bu kitaby ýazmakda Abu Reýhan Biruny musulman alymlarynyň, ilki bilen Mamunyň “Ylymlar Akademiýasynda” işlän alymlaryň birnäçesiniň işlerini peýdalanýar. Ýahýa ibn Abu Mansuryň we Halid ibn Abdylmälik al-Merwerrudyň astronomiýa degişli bolan maglumatlaryny ulanýar. Işde Hindi astronomlarynyň Ýeriň ölçeglerini we şekilini kesgitlemekde alyp baran işleri beýan edilýär, şeýle hem al-Fazarynyň “Ziji” we hindi dilinde ýazylan “Ýeriň we sferanyň araçäklerini kesgitlemek” diýen işleri bellemek mümkin.

---

[1]Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

2. Geodeziýa ylmy bilen baglanyşykly traktatlary

Ýokarda belleýşimiz ýaly, "**Geodeziýa**" – *Ilatly punktlaryň arasyndaky aralyklary kesgitlemek üçin ýerleriň serhetlerini anyklamak kitaby* (Kitab tahdid nihaýýat al-amakan li-tashih masafat al-masakin) diýlip atlandyrylýar. Bu kitabyň stambul golýazmasy rus diline görnükli gündogarşynas P. G. Bulgakow tarapyndan terjime edilýär.[1]

Bu kitabyň girişinde geometriýanyň, arifmetikanyň we beýleki ylymlaryň gelip çykyşy, Birunynyň Ýer globusyny ýasamagy we dagyň emele gelmeginiň teoriýasy hakynda giňişleýin maglumatlar berilýär. Bu kitap 38 bölümden ybarat bolup, olar: 1-5) şäherleriň giňliklerini, uzaklyklaryny we asman ekwatoryna ekliptikanyň ýapgytlyk burçuny kesgitlemek, Birunydan öň ýaşap geçen alymlaryň hem-de öz ölçegleri, 6-25) dürli şäherleriň giňliklerini we uzaklyklarynyň tapawutlaryny kesgitlemek, 26-38) Ürgençde we Gaznada Birunynyň özüniň Gipparha çenli dürli alymlaryň deňgünlüligiň wagtyny kesgitlemeklerinden ybarat.

Kitabyň bölümleri aşakdaky ýaly mazmuny öz içine alýar:

- Şäheriň giňligini gönüden göni kesgitlemek barada söz;
- Iň uly gyşarmany gönüden göni kesgitlemek barada söz;
- giňligi kesgitlemek we olaryň haýsy hem bolsa biriniň ululygy boýunça doly ýa-da hususy gyşarmalaryny hasaplamak;
- şäherleriň uzaklyklarynyň tapawudyny hasaplamak;
- iki sany punktyň geografiki koordinatlary (giňlik we uzaklyk) boýunça aralyklary kesgitlemek;
- Bagdat we Reý şäherleriniň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek;
- Jürjanyň uzaklygyny kesgitlemek we onuň giňligini Reý we Jürjanyň geografiki koordinatlary boýunça hasaplamak;
- esasy şäher Horezmiň uzaklygyny, özümiziň tapan Jürjanyň uzaklygynyň dogrulygyny subut etmek üçin ulanmak;
- Jürjanyň we Balhyň uzaklygynyň tapawudyny kesgitlemek;

[1] Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. "Наука". 1968, стр. 49-52.

- Darganyň (Biratanyň) giňligini we uzaklygyny (geografiki koordinatlaryny) Jürjanynyň we Balhyň geografiki koordinatlary boýunça kesgitlemek;

- Amulyň (Türkmenabadyň) geografiki koordinatlaryny Balhyň we Jürjanynyň geografiki koordinatlary boýunça kesgitlemek;

- Buharanyň geografiki koordinatlaryny Dargan we Amulyň koordinatlary boýunça kesgitlemek;

- Buhara we Balhyň arasyndaky aralygy olaryň geografiki koordinatlary boýunça kesgitlemek (ters geodeziki mysaly);

- Bagdadyň we Şirazyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek;

- Şirazyň we Zerenjiň, şeýle-de esasy şäher Sijistanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek;

- Balhyň we Gaznanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek;

- Bustyň we Sijistanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek;

- Bustyň we Gaznanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek;

- Gazna we Sijistanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek;

- Bustyň geografiki koordinatlaryny Gaznanyň we Sijistanyň geografiýa koordinatlary boýunça kesgitlemek;

- Kybla tarap ugry kesgitlemek, ony kesgitlemek üçin başga ýol, kesgitlemegiň ýene-de bir üçünji ýoly;[1]

- Bagdadyň we Rakkanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek;

- Rakkanyň we Isgendriýanyň (Aleksandriýanyň) uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek;

- Gipparhyň Radosdaky gözegçiligi, Ptolomeýiň Isgendriýadaky gözegçiligi;

- Şammasiýada we Bagdatda gözegçilikler;

---

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 53-55.

- Halidiň Damaskdaky gözegçiligi, Näbelli alymyň Bagdatdaky gözegçiligi;
- Muhammet ibn Alynyň Nyşapurdaky gözegçiligi;
- doganlar Musanyň Samarradaky gözegçiligi;
- al-Battanynyň Rakkadaky gözegçiligi;
- Süleýman ibn Ysmynyň Balhdaky gözegçiligi;
- Abul Hüseýin as-Sufynyň Sirazdaky gözegçiligi;
- Abul Waffa al-Buzjanynyň Bagdatdaky gözegçiligi;
- Abu Reýhanyň Jürjandaky gözegçiligi;
- Abu Reýhanyň Gaznadaky gözegçiligi.

Abu Reýhan Biruny özüniň kitabynyň ahyrynda ylma degişli bolan birnäçe goşmaça maglumatlary hem getirýär.[1]

Goşmaçalar aşakdaky ýaly:
- bibliografiki gysgaltmalary görkezgiçler;
- atlaryň görkezgiçleri;
- geografiki we etniki atlary görkezgiçler;
- "Geodeziýada" ýatlanylýan eseriň görkezgiçleri;
- astronomiki predmet görkezgiçleri berilýär.

"Masudyň kanuny" we "Ýyldyzlar hakynda ylym" baradaky eserlerinde hem geografiýa degişli bolan bölümler-de giňişleýin maglumatlar getirýär. Ol geodeziýa ylmyna degişli aşakdaky traktatlaryň awtorydyr:

1. "Giňlik we uzaklyk barada sözleri gowulandyrmagyň kitaby (Kitab tahaýb al-akwal fi tashih al-urud wa-l-atwal)" 200 sahypadan ybarat;

2. "Giňlige we uzaklyga girizilýän ýalňyşlyklar boýunça kitap (Kitab tashaf al-mankul min al-ard we-l-tul)" 40 sahypadan ybarat;

3. "Ýeriň ýaşalýan ýerinde giňligi we uzaklygy anyklamak barada kitap (Makala fi tashih at-tul wa-l-ard li-masakin al-mamur min al-ard)" 20 sahypa;

4. "Giňlik we uzaklyk boýunça ýerleri kesgitlemek barada kitap (Makala fi taýyn al-balad min al-ard wa-t-rul)" 20 sahypa;

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. "Наука". 1968, стр. 56-58.

5. “Aleksandiýa minarasynda (maýagynda) Günüň batmagy barada (Fi gurub aş-şams ind minara al-Iskendiýa)” 40 sahypadan ybarat;

6. “Giňligi we eňňidi kesgitlemekde agdyklyk edýän tapawutlar barada (Fi yhtilaf zawi al-fadl fi istihraj al-ard wa-l-maýl)”;

7. “Kyblanyň azimutyny anyklamak boýunça soraglar we jogaplar kitaby (Kitab al-adjwiba wa-lasila li-tashih samt al-kibla)” 30 sahypadan ybarat;

8. “Kyblanyň azimutyny kesgitlemek barada görkezmeleri düşündirmek (Idah al-adilla ala kaýfiýýa samt al-kibla)” 25 sahypadan ybarat;

9. “Kyblanyň azimutyny anyklamak üçin şertli täsirleri gowulandyrmak (Tahaib şurut al-amal li-tashih sumut al-kibal)” 40 sahypa;

10. “Bustda onuň giňligini we uzaklygyny anyklamak bilen Kyblany goýmak barada (Fi takwim al-kybla bu-Bust bi-tashih tuliha wa ardiha)” 15 sahypa;

11. “Kyblanyň täzeden (gaýtadan) anyklanmagy barada (Fi inbias li tashih al-kybla)” 45 sahypadan ybarat;

12. ““Kyblany görkezmek kitabynda” tötänleýin ýalňyşlygy düzetmek (Talafi awarid az-zallat fi kitab dalail al-kybla)”;

13. “Ýeriň ýaşalýan ýeriniň araçägini kesgitlemek we olary şekilde anyklamak (Tahdid al-mamura wa tashihuha fi-s-sura)”.

“**Geodeziýany**” ýazmak işleri örän haýal gidipdir, kähalatlarda arakesme hem ara düşüpdir. Birunynyň bu arakesmeleri özüniň boş wagtlaryny islegine görä peýdalanyp bilmändigi bilen baglanyşyklydyr. Şeýle bolsada, kynçylyklara döz gelip, köp güýjüni harç etmek bilen ukusyz gijeleriň netijesinde *1018-nji ýylyň* güýzünde işiň üçden bir bölegini ýazyp gutarypdyr. Birunynyň özüniň aýdyşyna görä “**Geodeziýany**” ol 1025-nji ýylyň Oktýabr aýynyň 20-sine doly ýazyp gutarypdyr.[1]

Biz Abu Reýhan Birunynyň dünýägaraýşy we eserleri bilen tanşanda onuň giň düşünjeli çuňňur bilimli bir danalygyny gördük.

[1] Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 59-62.

Biruny özüniň ylmy durmuşynda ylmyň köp meseleri bilen meşgullanýar we juda uly işleri bitirýär.

Al-Biruny "**Geodeziýa**" eserinde ylmyň halk hojalygyndaky ornuny, wezipelerini esaslandyrypdyr. Ol bu barada "Umuman alnanda - geodeziýa ýeriň üstünde erkin alnan nokadyň koordinatlaryny kesgitlemegiň usullary, şu nokadyň uzaklyk boýunça günbatar we gündogar meridianlaryň hem-de giňlik boýunça Demirgazyk we Günorta polýuslaryň arasynda ýerleşişini, nokatlaryň arasyndaky aralyklaryň we olaryň azimutlarynyň bir-birine otnositellikde kesgitlenişi, başlangyç nokadyň koordinatasy, punktlaryň arasyndaky aralygy we azimuty belli bolsa göni, ilatly punktlaryň koordinatlary belli bolanda ters geodeziki mysallary çözmek" we ş.m. baradaky eserdir diýip ýatlapdyr.

Ýeriň üstündäki obýektleriň ožara arabaglanyşyklaryny görkezmek bilen grafiki şekillendirmek meselesi gadym wagtlarda ýüze çykypdyr. Gadymy wagtlarda adamlar eýýäm öz ýaşan, gezen ýerleriniň meňzeş planlaryny agaçlaryň gabygyna, daşlara, mamontlaryň gyýaklaryna(dişlerine) kesip çyzmagy başarypdyrlar. Kartografiki işler bilen **Gadymy Müsürde, Merkezi Aziýada, Hytaýda, Hindistanda** meşgullanypdyrlar.

Komus yl-ylym adyny alan Abu Reýhan Biruny beýleki ylymlar hatarynda geodeziýa ylmyna degişli köp ylmy işleri amala aşyrýar we täzelikler getiren alymdyr. Onuň "*Ilatly punktlaryň arasyndaky aralyklary kesgitlemek maksady bilen ýerleriň araçägini aýdyňlaşdyrmak*" atly gysgaça "Geodeziýa" diýlip atlandyrylýan eserine tankytçylar astronomiýa ylmyna degişli hasaplap ýa-da matematiki geografiýa ady bilen ýüzleý seredip gelýärler[2].

[1]Толстов, Бируни и его "Памятники минувших поколений": Бируни. Избранные произведение. 1958. стр.8.

[2]Томсон, Истории древней географии – Дж. О. Томсон, Истории древней географии, Москва, 1953.

Birunynyň geodeziýa, ýokary geodeziýa we inžinerçilik geodeziýasyna degişli birnäçe ylmy meseleleri çözmek bilen meşgullanyp, saldamly netijeleri alýar. Onuň takyk işleriniň we alan netijeleriniň ylmy gymmaty uludyr.

Alymyň alyp baran takyk işleri “Geodeziýa” kitabyndaky däl, belki-de “Masudyň kanuny”, “At-Tahsym”, “Ýadygärlikler”, “Hindistan” we beýleki eserlerinde hem berlen bolmagy ähtimal.

Abu Reýhan al-Birunyň geodeziýa ylmy baradaky alyp baran takyk ylmy işlerini manylary boýunça aşakdaky bölümlere bölmak mümkin:

1. Ýer şarynyň ölçeglerini anyklamak;
2. Geografiki koordinatlar boýunça dogry we ters geodeziki mysallary çözmek;
3. Astronomo – geodezik esbaplary döretmek we düzetmek;
4. Inženerçilik geodeziýasyna degişli mysallary çözmek;
5. Kartografiki proýeksiýalar hakynda.

Bulardan başga-da refraksiýa, görmekde (obýektlere seretmekde) gorizontynyň uzaklygyny kesgitlemek, ýer şekiline täsir edýän ýer gatlaklarynyň ýerleşmegine geofiziki ýagdaýlary ýaly meseleler hakda hem akyldar öz garaýyşlaryny bildirýär. Beýik alym bu temalaryň üstünde takyk işleri alyp baryp, her bir hakykata bagyşlap düşündiriş traktatlaryny ýazýar. Emma bu traktatlarynyň köp sanlysy häzirki döwre gelip ýetmändir ýa-da tapylmandyr.

3. Ýer şarynyň ölçeglerini kesgitlemek

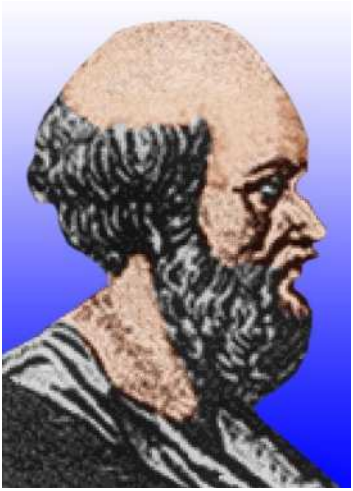
Adamlaryň ýaşap ýören ýeriniň şekilini we ululygyny bilmäge ymtylypdyrlar we Ýeriň şekilini dürlüçe hasaplapdyrlar. Bu hemmelere hem mälimdir.

Miladydan 6 asyr öň grek alymy Pifagor ilkinji bolup Ýer togalak we şar şekilinde diýen pikiri aýdýar. Hatda şol döwürde Eýran we Yrak döwletleriniň goňşy ýerlerinde ýaşan holdeýleriň Ýer şar şekilde diýip, onuň radiusyny kesgitländikleri hakynda hem maglumatlar bar.

Miladydan dört asyr öň ýaşan grek alymy Arastu bolsa okean suwlarynyň bitewiligine, Ýeriň şar şekillidigine esaslanýan we bu şaryň aýlanmasynyň uzynlygyny 400 müň stadiýa ýa-da 60 müň kilometre deň çykarýar, emma onuň bu aralygy nähili tapandygy barada maglumat belli däldir.

Miladydan üç asyr öň ýaşan ýunan alymy Arhimet Ýer hakyky şar şekilinde däl-de, eýsem sferoid (sünmek gawuna meňzeýän) şeklinde diýen pikiri aýydýar. Mahlasy (Hullasy), miladydan öň ýaşan alymlaryň arasynda Ýer şar şekilli (togalak) diýen pikir bolupdyr.

Görnükli grek alymy Pifagor (b.e.öňki VI asyr)



Görnükli grek alymy Eratosfen (b.e.öňki III-II asyrlar).

Şol döwürde ýaşan **Parmenid, Sokrat, Eflatun, Arhit, Ewdoks, Dikearh, Aristah** ýaly alymlar hem Ýeriň şekilini we ululygyny bilmäge gyzyklanypdyrlar. Hatda **Ewdoks** we **Dikearh** (miladydan takmynan 370 ýyl öň ýaşan) Ýer şarynyň ölçeglerini kesgitlemek üçin **Aswan** (Asuan) we **Lisimahiýa** (Dardanilda) şäherleriň bir meridianda ýerleşýär diýip (bularyň uzaklyklarynyň tapawudy 6°-a deňdir) hasaplap, şu iki şäherden belli ýyldyzyň (Kanopus) beýgelmesini (beýikligini) ölçeýär. Soňra bu şäherleriň zenit aralygynyň tapawudyny meridianyň uzynlygynyň on bäşden birine (1:15) deň edip alýar. Iki şäheriň arasyndaky aralyk 20000 stadiýa (eger-de bir stadiýanyň uzynlygy 172 metr diýip alsak onda alnan netije 3440000 metre ýagny 3440 km-e deňdir) deň diýip alyp, meridianyň uzynlygy 300000 stadiýa (metre ýa-da 51600 km-e deň bolar) deň çykarýar (stadiýanyň dünýä boýunça ýedi görnüşi bardyr).

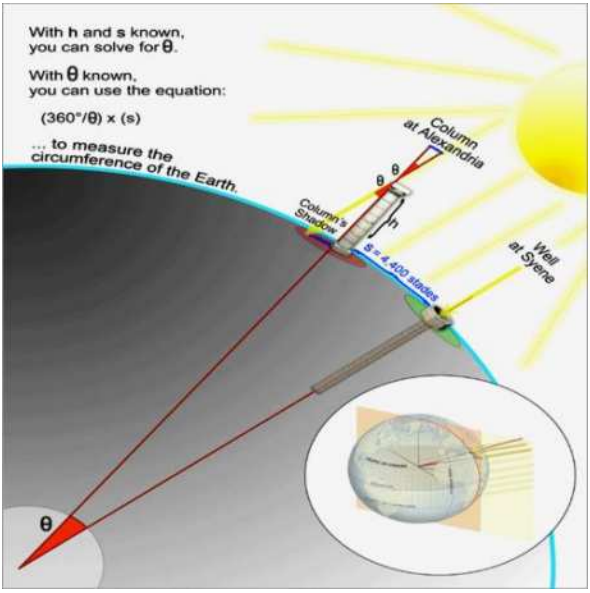
Görnükli grek alymy Gipparh (b.e.öňki II asyr).

Geografiki koordinatlaryň atlary bolan “*giňlik*” we “*uzaklyk*” adalgalarynyň düşünişmezligiň netijesinde emele gelipdir. Bu düşunjäni ilkinji bolup b.e. öňki II asyrda ýaşan grek alymy **Gipparh**

girizýär. Ol “Ýer üstüniň gury böleginiň günbatardan gündogar tarapy günorta we demirgazyk ugur bilen deňeşdirende, takmynan iki esse uzyn” diýip hasaplapdyr. Biraz soňrak **Gipparhyň** bu pikiriniň ýalňyşdygy we Ýer şarynda geografiki “*giňligiň*” we “*uzaklygyň*” yokdugy anyklanyldy, emma adalgalar has çuňlaşyp, şu gün hem ulanylýarlar.

Taryhy maglumatlara görä **Dikearh Ýunanystanda** (Gresiýada) alnyp baran geodeziki ölçeg işleriniň netijesine esaslanyp, Ýeriň töwereginiň uzynlygynyň altmyşdan birini (1:60) 5000 stadiýa deň diýip alýar.

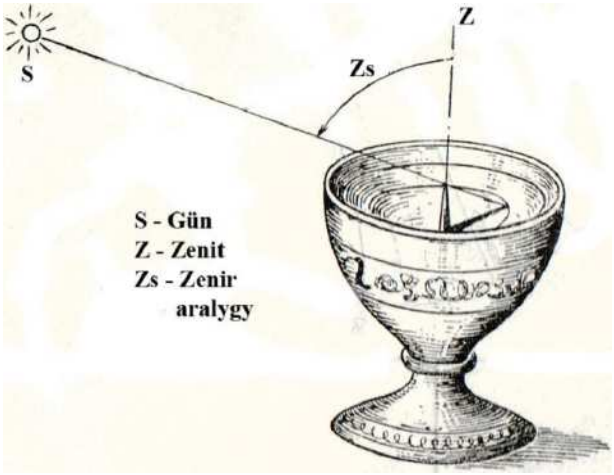
Ýeriň şekilini we onuň ölçeglerini kesgitlemek bilen dünýäniň görnükli alymlar meşgullanypdyrlar. Olar Ewdoksyň ölçeglerinden nähili peýdalanandyklary barada hiç hili maglumat ýok.



Görnükli grek alymy Eratosfeniň Müsürde geçiren ölçegleri.

Miladydan 250 ýyl öň ýaşam müsürli alym Eratosfen (276-196) özüniň üç tomluk “Geografiýa” eseriniň II tomunda ýazmagyna görä ol Ýer şarynyň ölçeglerini kesgitlemek maksady bilen

Alaksandriýa (giňligi 31°) bilen Siýena (häzirki Assuan, giňligi 24°) şäherleriň bir meridianda ýatýar diýip hasap edýär, şu şäherleriň arasyndaky aralygy kerweniň geçişi boýunça 5000 stadiýa deň diýip alýar. Alym Asuanda Günüň ýazky günlerinde Gün şöhlesiniň çuňňur guýynyň düýbüne düşýändigini we dik ornaşdyrylan taýagyň (gnomonyň) kölögesi bolýandygyny kesgitleýär. Bu ýagdaý-da Günüň zenitde (dik depede) we zenit aralaygy 0°-a deň bolýandygyny bilýär. Edil şu wagt Alaksandriýa şäherinde "gnomonyň" kömegi bilen Günüň şöhlesiniň düşýän wagtynda zenitden aýlanmagynyň 50-den bir böleginiň (7°12′) uzaklaşýandygy kesgitleýär (muny Gün sagat käsesi boýunça anyklaýar). Müňkürlige ýol goýmazlyk maksady bilen şu gözegçiligi gyşky Gün durşunda hem ýerine ýetirýär. Netijeler bir meňzeş alynýar. Soňra 5000-i 50-ä köpeltmek bilen Ýer togalagynyň uzynlygyny 250000 stadiýa, radiusynyň uzynlygynyň bolsa 39789 stadiýa deňdigini hasaplap çykarýar. Eger-de bir stadiýany ortaça 172 metre *(148.5 metre)* deň diýip alsak, Ýeriň radiusynyň uzynlygy 6844 km-e, töwereginiň uzynlygy 430000 km, bir gradus meridianyň dugasynyň uzynlygy 119.4 km-e deň bolar. Eratosfeniň ulanan bu usuly "Gradus ölçeg usuly" diýlip atlandyrylýar. Bu usul häzirki döwürde hem ulanylýar.



Eratosfeniň ulanan skafis guraly.

Ýer şarynyň ululygyny kesgitlemegiň geometriki (geodeziki) usuly gradus ölçegleri diýlip atlandyrylýar. Ýer togalak şekilli diýip alnanda, bir gradus meridianda ýerleşen iki sany nokadyň arasyndaky(D) aralygy geodeziki usulda we bu nokatlaryň arasyndaky merkezi burçyny (φ) astronomik usulda ölçäp, meridianyň *1°-lyk* dugasynyň uzynlygyny kesgitlemekden ybaratdyr. Ýer ellipsoidiniň merdianynyň *1°-lyk* dugasynyň uzynlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$S = \frac{D}{\Delta \cdot \varphi_2},.$$

Meridianyň *1°-lyk* dugasynyň uzynlygy(S) belli bolsa, ýer şarynyň radiusynyň uzynlygy aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$R = \frac{360^o \cdot S}{2 \cdot \pi};$$

Geodeziýa ylmy gadymy zamanda Arabystanda, Hytaýda, Hindistanda, Merkezi Aziýada, Gresiýada matematika, astronomiýa ylymlary bilen bir hatarda ösüpdir. Bu ýurtlaryň alymlary Ýeriň ululygyny kesgitlemekde köp işler alyp barypdyrlar.

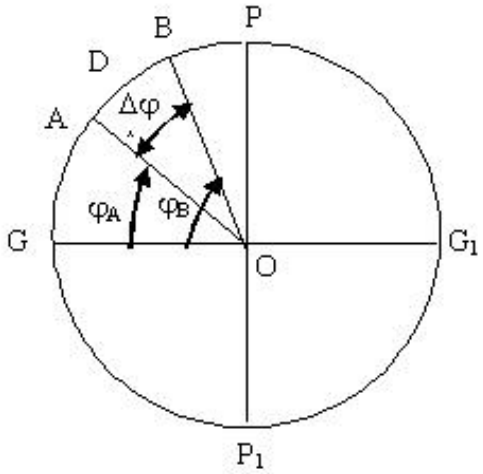
Musür astronomy we filosofy Posidoniý (b.e. öňki 135 - 50 ýý.) Alaksandriýa şäheri bilen Orta Ýer deňziniň Rodos adasynyň arasyndaky meridianyň dugasynyň uzynlygyny gämileriň geçiş wagty bilen ölçeýär. 5000 stadiýa we astronomik gözegçiligi geçirmek arkaly bolsa duganyň burç bahasynyň 7.5° deňdigini, Ýer töwereginiň uzynlygy 240000 stadiýa ýa-da 41280 km, radiusy 6570 kilometrdigini hasaplaýar.

Aleksandiýaly alym Klawdiý Ptolomeýiň (b.e. 87 – 165 ýý. Käbir maglumatlarda b.e. 100 – 178 ýý. Diýlip berilýär) Ýeriň ölçeglerini kesgitleýşi hakynda maglumat bolmasa hem, onuň “Geografiýa” atly kitabynda Ýeriň şar şekillidigi barada maglumat berilýär we bir gradus meridianyň dugasynyň uzynlygy 500 stadiýa (86000 metre ýa-da 86 km-e), Ýer töwereginiň uzynlygynyň 180000 stadiýa (30960 km-e) deňligi hakynda maglumatlar bar.

Görnükli grek alymy Ptolomeý (b.e. II asyry).

Abu Reýhan Biruny “Masudyň kanuny” atly eserinde ýokardaky alymlaryň: “Dürli halklar aralyklary ölçemekde ölçeg birliklere daýanyp Ýeriň töwereginiň uzynlygyny dürli – dürli beýan edýärler. Rumlylarda “stadiýa” ulanylýar. Žolinusyň (Golen) aýtmagyna görä, Eratosfen Asuan bilen Aleksandriýanyň aralygyny stadiýa bilen ölçeýär. Žolinus we Batlimus (Ptolomeý) eserleriniň her birindäki mukdarlar bir – birinden tapawutlydyr” – diýip belleýär[1]. Biruny hindi alymlarynyň Ýeriň şekilini we ölçeglerini kesgitlemeýişleri hakynda durup geçip, “Hindistan” eserinde aşakdakylary belleýär: “Olaryň (hindileriň) pikirine görä, asman we älem sfera (şarsuman), Ýer bolsa şar şeklindedir: Ýeriň demirgazyk tarapynyň ýarymy guraklyk, günorta tarapynyň ýarysy bolsa suwa çümen. Olaryň pikiriçe, Ýeriň ululygy grekleriň pikirlerine hem, soňraky we häzirki garaýyşlara meňzeş hem-de ulurakdyr”.

Hindileriň Meru dagynyň beýgelmesini (beýikligini) kesgitlemekde öz hasabyny ýöredip, onuň beýikligini 1184 km-e deň diýip çykarýarlar we “Bu dagyň buzlukda görünmesi uzak, sowuk ýerde bolanlygynda däl-de, eýsem gözýetimdem peslidir: muňa bolsa Ýeriň togalaklygy we agyrlyklaryň Ýeriň merkezine tarap dartylmagy sebäp bolýar” – diýip belleýär. Hindileriň hasaby boýunça Ýer radiusyň 63636 mile ýa-da 2121.2 farsaga deň bolýar. Muny metr hasabynda görkezsek, onda Ýeriň radiusy 12556.6 km-e deň çykýar. Bu bolsa Ýeriň radiusy bolman, eýsem diametriniň uzynlygynyň bolmagy mümkindir.[1]



827-831-nji ýylda Ýeriň ölçeglerini kesgitlemek bilen baglanyşykly Eratosfeniň geçiren işleriniň shematik çyzgysy.

V – VI asyrlarda ýaşan **Brahmagupta** Ýeriň töwereginiň uznylygyny 5000 ýa-da 4800, diametrini bolsa 790.5 žujana deň diýip görkezýär. Eger-de žujanyň uzynlygy Birunynyň bellemegine görä 8 mile ýa-da 32000 gez, gezi bolsa 0.4933 metr biýip alsak onda Ýeriň töwereginiň uzynlygyny 39202.5 km-e, radiusynyň

[1]Садыков, Бируни и его роботы по астрономии и математической географии. Садыков У. Х. Москва. 1953. стр.28.

uzynlygynyň bolsa 6239.2 km çykýandygy, Ýeriň hakyky uzynlygyna örän ýakyndygyny bellemek bolar.

VIII – IX asyrlarda Arabystanda hem Ýeriň ölçeglerini kesgitlemäge degişli geodeziki ölçeg işlerini alyp barypdyrlar. Bu döwürde Halyf Haryn ar-Reşidiň we onuň ogly Mamunyň halyflyk döwridi. Bagdat şäheri Gündogaryň syýasy we medeni merkezi hasaplanyp, bu ýerde "Hikmet öýi (şol döwrüň Ylymlar akademiýasy)" gaýtadan dikeldilýär we ol ýerde Ahmet ibn Abdallah al-Merwezi, Muhammet ibn Musa al-Horezmi, Ahmet ibn Muhammet ibn Kosir al-Fergany, Halid ibn Abdulmälik al-Merwerudy ýaly Gündogaryň meşhur alymlary ýygnanýar. Olar ylymlaryň dürli şahalary, şonuň ýaly-da Ýeriň şar şekillidigini subut etmek we onuň ölçeglerini kesgitlemegiň üstünde hem takyk ylmy işlerini alyp barypdyrlar. Grek alymlarynyň alyp baran ylmy işleriniň netijeleriniň dürli bolanlygy hakynda Biruny aşakdakylary aýdýar:

Muhammet Musa al-Horezmi (783-850 ý.)

"Grek alymlarynyň eserlerinde bir gradus duganyň uzynlygy şol döwrüň uzynlyk birligi boýunça, 500 stadiýa deň diýip görkezilmegi al-Mamunyň ölçeg işlerini geçirmelerine sebäp bolýar.

Ol tejribelerden bu uzynlyk mukdary hakynda kanagatlanarly maglumat alyp bilmeýär. Şundan soňra Ahmet Habaşyň, Halid al-Merwerudiniň we başga alymlaryň sözlerine esaslanyp aýtmaklaryna görä, al-Mamun meridianyň dugasynyň uzynlygyny kesgitlemek maksada laýyk diýip, Ýer ölçeg (geodeziki) işlerini alyp barmak üçin gerekli esbaplary taýýarlamaga we ölçeg ýeri bilen tanyşmaga perman berýär". Birunynyň bellemegine görä bu perman 827-nji ýylda "Hikmetler öýüniň" alymlary Yragyň Masul şäheriniň ýakynyndaky 35°-lyk giňlikde ýerleşen Sanjar sährasyndaky mynasyp ýer taýýarlanýar we bu ýerde "gradus ölçeg" usuly bilen meridianyň uzynlygy kesgitlenilýär. Taýýarlykly alymlar gerekli esbaplar bilen baş (esasy) nokatda (belgilenen nokatda) ýygnanýarlar, ilki bilen Günüň düşýän beýgelmesi (beýikligi) ölçenilýär. Soňra iki topara bölünip, bir topar Halid al-Merwerudy we Said ibn Alynyň ýolbaşçylygynda demirgazyk tarapa, ikinji topar bolsa Aly ibn Isa al-Asturlabiniň ýolbaşçylygynda günorta tarap meridianyň ugry boýunça ýöreýärler. Olar öz ýollaryny Günüň düşýän beýgelmesi başlangyç nokada görä bir graduslyk özgerýänçä dowam etdirýärler. Ýörän ýollaryny ölçäp, belli ýerlerde belgi goýup gidipdirler: soňra yzyna gaýdyşda hem barlamak üçin ýörän ýollaryny gaýtadan ölçäpdirler. Şu tertipde ölçäp, iki toparda esasy, başlangyç nokada gelýärler we bir-birleri bilen duşuşýarlar. Soňra her bir topar özleriniň ölçäp tapan netijeleri boýunça bir gradus meridianyň dugasynyň uzynlygyny hasaplaýarlar. Bir toparyň hasaby boýunça bir graduslyk meridianyň dugasynyň uzynlygy 56 mile deň çykan bolsa, ikinji toparyň alan netijesi 56 2/3 mile deň bolupdyr. Bu gabat gelmezlikleriň üstünde dürli pikirler bolupdyr. Meselem, Biruny bu ölçeg dogrusyndaky hemme maglumatlar 56-a üçden iki mili goşmagyň dogrylygyny we muny Ahmet al-Ferganynyň tassyklandygyny belleýär (Emma häzirki döwürde ýeriň sferik şekliniň bardygy doly subut edildi we ekwatordan polýuslara tarap ugurda bir graduslyk duganyň uzynlygynyň kiçelýändigi bellidir, emma bu hadysany şol döwrüň alymlary bilmändirler). Ol ölçeg netijesiniň iki ýagdaýda çykyş sebäbini alymlaryň iki topara bölünip işlemeginden görýär. Munuň bilen Abu Reýhan al-Biruny ölçeg ýalňyşlyklarynyň teoriýasynda esasan bu ýalňyşlyk ölçeglerdäki

şahsy ýalňyşlygyň täsiri diýmekçi bolýar. Bir mil 1973.2 metre deň bolup, bir topar alymlaryň hasaplaryna görä duganyň uzynlygy 56.66 mile ýa-da 111.815 km-e deň çykýar; ikinji toparyň hasabyna görä duganyň uzynlygy mundan kem çykýar.

Abu Reýhan Biruny.

Abu Reýhan al-Biruny muny barlamakçy bolýar. Bu hakda özüniň aşakdaky pikirlerini aýdýar: “Bu tapawut mende Ýer ölçeg işlerini gaýtadan alyp barmak we barlap görmek gerek diýen pikiri döretdi. Emma bu işde kim maňa kömekleşer. Çünki bu işi ýerine ýetirmek üçin köp aralygy basayp ötmek gerek bolanlygyndan köp güýç we dürli usullardan, howp – hatardan hem saklanmak zerur.[1]

Meniň bu maksadyma ýetmegim üçin Jurjana ýanaşýan Dehistan bilen Türk – Oguz welaýatlarynyň ortasyndan ýer hem taýýarladym. Emma bu işi amal etmäge maňa bagt bermedi, ymtylmagym peýdasyz boldy, hiç kim maňa kömek bermedi”.

[1]Томсон, Истории древней географии – Дж. О. Томсон, Истории древней географии, Москва, 1953.

Biruny ilkinji bolup Eratosfeniň amala aşyran “Gradus ölçeg usulynyň” ähmiýetini aşakdaky ýaly aýdyňlaşdyrýar: “Eger-de bir gradus duganyň uzynlygy belli bolsa, Ýeriň töwereginiň uzynlygy we muňa degişli bolan mukdarlar hem belli bolýar. Eger-de iki nokadyň aralygyny duga boýunça ölçesek, Ýer töwereginiň ölçeglere täsir edýän ululyklar belli bolanda, olar arkaly bir gradus duga we bütin töweregiň uzynlygy hem belli bolýar”.

Soňra Klawdiý Ptolomeý Ýeriň töwereginiň uzynlygyny kesgitlemegiň üstünde özüniň “Geografiýa” atly kitabynda getiren usulyny hem düşündirip geçýär. Ýeriň ölçeglerini “gradus ölçeg usuly” bilen kesgitlemek üçin giňlikdäki tekiz, on kilometer barabar bolan aralygy takyk ölçemek gerek. Bu usul köp wagty, uly islegi, uly zähmeti, ünsliligi, erjelligi talap edýär. Ol öz maksadyny amala aşyrmak üçin sabyrly bolýar: “Gorizontyň peselmesini ölçemek” usulyny oýlap tapýar. Ol: “Ýeriň töwereginiň uzynlygyny sähralardan kesip geçmezden hem kesgitlemek bolar. Munuň üçin deňziň üstünde ýa-da tekiz ýerde beýik dag depesinde durup, Günüň dogmagyny ýa-da batmagyny öňünden ýarymy görünýän wagtda alidadaly armilýaryň tegelek esbap bilen onuň peseliş burçy ölçenilýär” – diýip belleýär we bu usulyň üç wariantyny çyzyp formulalar bilen görkezýär. Birunynyň bellemegine görä bu usulyň özüne çenli belli bolandygyny onuň öz sözünden bilýäris: “Bu usul bilen al-Mamun Ýeriň töwereginiň uzynlygyny hasaplaýar, Abu Taýyp Sind ibn Alynyň bellemegine görä al-Mamun Ruma (Wizantiýada) amala aşyran saparynda ol hem bilelikde bolýar. Olaryň ýoly deňziň ýakasyndaky beýik dagyň ýanyndan düşýär. Al-Mamun Abu Taýyba dagyň depesine çykyp Gün batmazynyň öň ýanynda peselmegiň ýapgytlyk burçuny ölçemegi buýurýar. Abu Taýyp bu işi ýerine ýetirip, soňra ýer aýlanmak töwereginiň uzynlygyny aşakdaky usul bilen hasaplaýar”, diýip Abu Taýybyň ulanan “Gorizontyň peselmek burçuny ölçemek” usulynyň üçünji wariantyny düşündirýär. Emma bu ölçegiň netijesi hakynda hiç hili maglumat saklanyp galmandyr. Birunynyň pikirine üçünji wariant Abu Taýybyň ulanan usuly bolup, iki warianty Biruna makul bolýar. Bu usulda peselmegiň ýapgytlyk burçunyň bahasyny bilmekden daşary beýikligi hem bilmek gerekdir. Bu dogrusynda akyldar dagyň

beýgelmesini kesgitlemekde aralygy ölçemek dogry diýip hasap edýär we muny sada, her kimiň ýasamagy mümkin bolan esbap arkaly ölçemek bolýandygyny düşündirýär. Soňra bu geodeziki esbabyň ýasalyş shemasyny, işleýiş ýollaryny çyzgy we formulalar bilen beýan edýär.

Alymyň köp ýyllaryň dowamynda arzuw edip gelen Ýeriň şekilini we ölçeglerini kesgitlemek bagty Mahmyt Gaznalynyň Hindistana eden ýörişleriniň birinde, ýagny 1022-nji ýylda hasyl bolýar.

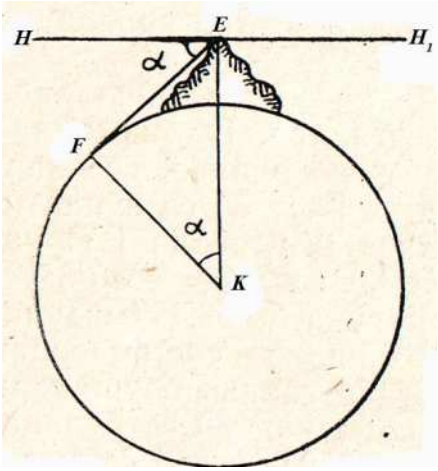
Abu Reýhan al-Biruny Gazna şäherine gelenden soňra soltan Mahmyt Gaznalynyň Hindistana eden saparynyň birinde akyldary hem özi bilen alyp gidýär. Ýolda Multan şäherinde bolan wagtlaýynça dynç almagy dogry bilýär. Goly galamdan, gözi gözegçilikden, pikiri oýlanmakdan durmaýan, hyýaly hemişe ylym bilen meşgul bolan akyldar wagtyny boş geçirmegi onyn (amatly) görmeýärdi, ylym hazynasyna dürli göwherler goşup, ony baýlaşdyrmagyň üstünde zähmet çekýärdi. Öz göwnüne çyg mesele bolan – Ýer şarynyň ölçeglerini kesgitlemek maksady bilen, özge ýurtda bolmagyna seretmezden, Multondan 400 kilometr günbatarynda Nandna düzlüginde (sährasynda) geodeziki işlerini geçirmegi maksat edinýär. Şu ýeriň geodeziki giňligini kesgitläp, ony 32°00′-a deň çykarýar. Soňra tekizligiň (düzlügiň) beýik ýerinde durup gorizontyň peselme burçuny ölçeýär. Bu hakda alymyň özi aşakdaky ýaly belleýär: “Hindistanyň ýerindäki düzlüginiň günbatar tarapynda beýik dag göterilip, onuň günorta tarapy giň sähradan ybarat bolandygyny gördüm we alan usulymy barlap görmek gerek diýen pikir hyýalyma geldi.

Dagyň depesinde durup Ýer gorizontynyň ugry bilen bir derejede asman bilen çaknyşýandygyny gördüm (1-nji surat). Wizirlemegiň çyzygy wertikala perpendikulýar (gorizontal) çyzykdan $0°34'$ peselýändigini anykladym. Perpendikulýar bolan dag beýgelmesini ölçedim, ol şu ýerde goldanylýan ölçeg bilen $652°03'18''$ (652.055) geze deň boldy”.

Ýer şarynyň radiusy aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$R = \frac{Cos\,\nu}{1 - Cos\,\nu} \cdot h.$$

Bu ýerde h - dagyň beýgelmesi.



1-nji surat Abu Reýhan Birunynyň geçiren ölçeginiň shematiki çyzygysy.

Birunynyň Ýeriň radiusyny hasaplamak usuly 1-nji suratda berilýär. Onda *K* – Ýeriň merkezi, *E* – dagyň depesi (çüňki) *KF* – *KC* = *R* – Ýeriň radiusy, *E* – *h* – dagyň beýgelmesi (*652.055* geze deň), HH_1 – dagyň çüňkünden geçýän gorizontal çyzyk, *EF* – gözegçilik çyzygy, α - gorizontyň ýapgytlyk burçy, (*0°34′-a* deň). Eger-de α - ni *90°-a* doldurgyç burç, *FEK* – ni β diýip alsak, bu *89°26′-a* deň bolar. Üçburçlyk *FEK* – niň gipitenuzasy bolan *KE* = *R* + *h* – ni Biruny doly sinus diýip *60-a* deň edip alýar. *KF* radiusy β burçuň garşysynda ýatýar. Bu burçuň sinusy *0.99995-e* deň bolup, muny altmyşlar sistemasynda *59°59′49″* deň alýar. Şol wagt dagyň beýgelmesi h hasaby $60^p = 59^p59'49'' = 0^p00'11''$ galýar. Soňra *FK* radiusynyň dagyň beýgelmesine baglylygy $59^p59'49''$-niň $0^p00'11''$ - *a* bahasyna deň diýip alyp, şu proporsiýadan radiusy tapýar we ony

12803337.036 (*1280337^{p}02′09″*) geze deň çykarýar. Arap geziniň (локтя) XX asyryň başlarynda Nil derýasyndaky **Kohiraga** ýakyn **Rodas** adasyndan tapylan ýonulan daşyň (**Ahmet al-Ferganynyň** ornadan gidrometrik gurluşynyň galyndysy) ýüzüne çyzyklar arkaly kesgitlenişiçe *0.4933* metre deň. Şoňa görä Birunynyň tapan Ýer radiusynyň uzynlygy *6315.9 km-e* deň bolýar. Bu ululyk öňki SSSR-de kabul edilen referens – ellipsoidine has ýakyndyr. Ýer şarynyň uzynlygy *6371.116 km-den 55.2 km* tapawut edýär. Birunynyň goýberen uzynlyk ýalňyşlygy 0.9 %-e deň bolýar. Bu işler mundan *1000 ýyl* öň Biruny sada esbaplary ulanmak bilen dogry, hakykata ýakyn netijelere ýe bolmagyny, bu bolsa akyldaryň şular ýaly uly göwrümli işleri dogry çözmegi, gözegçilik işlerini gynçylyk bilen alyp baranyny we hasaplamak işlerine wagtyny aýaman takyklyga uly ygtybarly berenini görkezýär. Ýokardaky köp belgili sanlar bilen hiç hili hasaplama maşynsyz alyp barlan hasaplamak işleriniň dory ýerine ýetirilişi işleýäniň çuňňur bilimli, ötgür akylly, zähmete çydamly alym bolandygyny tassyklaýar.

Beýik akyldar Ýer ölçeglerini kesgitlemegiň üstünde özüniň alyp baran geodeziki ölçeg işleriniň netijeleri boýunça Ýer şarynyň radiusy we beýleki elementlerini hasaplamak işleri **“Geodeziýa”** kitabyny ýazyp bolandan soňra hem dowam etdirýär. Ol **Nandna** düzlüginde ýerine ýetiren işiniň üstünde ýene-de **1037-nji ýylda** ýazan **“Kanun Masudy”** kitabynda: “Hindistanyň ýerinde tekiz üstli sährada beýik daga duş geldim. Ol hakda alym başga bir ýoldan geçdim; sähranyň düzlügi deňiz üstüniň ornuna tekizlik hökmünde geçýärdi, ýeriň asman bilen birleşýän ýerinde, ýagny ýapgyt tegelegi peselýän görnüşde ýerleşdirdim. Şu ýagdaýda ony gural bilen ölçäp gündogar we günbatar çyzygyndan bir böleginiň üçden birini we dörtde görä azrak kem tapdym we ony *0°34′* hasap aldym (bu ýerde Biruny gündogar we günbatar bilen serhetleşen ýarym şaryň *180°-den* birini alyp, onuň üçden biri *20′-a*, dörtden biriniň ornuna *14′* alyp goşýar we *34′* çykarýar). Dagyň beýikligini iki ýerde kesgitledim we ony *652 gez* we geziň ondan ýarysyny deň edip çykardym (*652.05* gez)” diýip belleýär. Soňra *β* burçuň sinusyny *59^{p}59′49″02″29^{IV}*, bu bahanyň *60-dan* tapawudyny *0^{p}00′10″57″32^{IV} - a* deň edip, ýeriň radiusyny gaýtadan aşakdaky ýaly kesgitleýär:

$$R = \frac{652.055 \cdot 59.9969558641975}{0.0030441358024} = 12851369.845\, gez.$$

Bu bahany metre öwürsek, *p=6339580.745 metr = 6339.6 kilometr* bolýar. Bir gradus duganyň uzynlygy *110650 m-e* (häzirki takyk bahasy bilen deňeşdirende *32°00′* parallelde *1°-lyk* duganyň uzynlygy *110684 m-e* deň), ölçegleriň tapawudy *110684 – 110650 = 34 metre* deň bolar. Birunyň alan netijelerine görä şu paralleliň uzynlygy *39834.0 km-e*, emma häzirki ölçegler boýunça *110.684 * 360 = 39846,24 km-e* deň bolar. Ululyklaryň arasyndaky tapawut *39846.24 – 39834.00 = 12.24 metre* deňdir. Biruny öz hasaplaýyş işlerini şolar ýaly takyklyk bilen alyp barýar, munuň üçin näçe wagt we zähmet sarp edýär. Birunynyň tapan bahalary häzirki kabul edilen Ýeriň ölçeglerine şeýle bir ýakyn bolup, Ýeriň radiusynyň uzynlygyndaky tapawudy *31.5 km*, bir gradus meridianyň dugasynyň uzynlygyndaky tapawut bolsa bary ýogy *252 metre* deňdir. Beýik akyldaryň ýaşan döwüründe Ýeriň sferik şekliniň bardygyny bilmändirler. Görşüňiz ýaly, Biruny dagyň beýikligi we onuň gorizontdan ýapgytlyk burçunyň bahalaryny şol döwürde ýasama esbaplaryň kömegi bilen, takmynan tapan, emma şuňa seretmezden ençeme dogry netijeleri almagy başarýar. Esasy gürrüň akyldaryň Ýeriň ölçegleri üçin ýygnan bahalarynyň takyklygy hakda bolman, eýsem mundan takmynan *1000 ýyl* öň ýokary geodeziýanyň esasy meseleri bilen gyzyklanmagy, bu dogrusynda özünden öň bar bolan edebiýatlary okap, ulanylan usullar bilen tanşyp, netijelerdäki tapawutlara bir taraply baha bermek üçin, ýagny usullary oýlap tapyşy we soňkylara galdyrmak maksady bilen, şol döwürde takyk ylmy işlerini amala aşyrylmagyndadyr. Birunynyň özüniň ulanyp ynamly netijeleri alan "gorizontyň ýapgytlygyny ölçemek" usuly hakynda "Dagyň depesinden gorizontyň peselşini ölçemek ýoly bilen Ýeriň ölçeglerini kesgitlemek" atly traktat ýazýar. Emma bu eser biziň döwrümize gelip ýetmändir.

1682-nji ýylda meşhur iňlis alymy Isaak Nýuton (1642-1727) bütindünýä dartylma kanuny dogrusyndaky teoriýany yglan edýär. Bu teoriýa görä Ýer öz okynyň töwereginde aýlanýandygyndan merkezden daşlaşdygyň saýyn güýçleriň täsiri polýuslara oklary

boýunça çekilýär we ekwatoryň boýuna giňelýär. Hakykatdan hem Fransiýanyň Ylymlar akademiýasynyň (1735-1742-nji ýyllar) Peru we Laplandiýada (Finlýandiýadan demirgazykda) alyp baran ölçeg işleri I. Nýutonyň bu pikiriniň dogrudygyny tassyklaýar. Şondan soňra Ýeriň şar şeklinde bolman, eýsem polýuslary boýunça çekilýän ellipsoid şeklinde diýip, onuň ýarym oklarynyň uzynlygy kesgitlenip başlanýar.

3-nji tablisa

Gadymky we orta asyr alymlary tarapyndan kesgitlenen Ýer şarynyň ölçegleri

Kesgitlen en wagty	Alymlaryň ady	Radiusy-nyň uzyn., km	1°-lyk meridianyň dugasynyň uzynlygy, km	Töwere-giniň uzynly-gy, km	Näçe gradus-da, giňlikda
Miladyda n 6.5 asyr öň	Holdeýler	6310.5	110.2	39650.1	-
4 asyr	Arastu	9549.3	166.7	60000	-
2.5 asyr	Eratosfen	6943.6	119.4	43000	30
1.0 asyr	Posidoniý	6569.9	114.7	41280	35
B.e. öňki II asyry	Ptolemeý	6059.0	105.8	38070	40
827 ý.	Arabystan	6406.5	111.8	40253.3	-
1037 ý.	Biruny	6339.6	110.6	39832.8	35
1528 ý.	Fernel	6337.0	110.6	39816.7	32
1616 ý.	Snellius	6153.1	107.4	38661.3	49
1636 ý.	Norwud	6412.6	111.9	40292.0	52
1670 ý.	Pikar	6372.0	111.2	40036.6	49

I. Nýutonyň teoriýasyna görä, ýer şar şekilde diýip, onuň radiusyny kesgitlemek mümkindir. Aşakdaky getirilen 3-nji tablisada alymlar tarapyndan kesgitlenen Ýer şarynyň ölçegleri berlen.

Diýmek, Ýer şarynyň radiusy we bir graduslyk meridianyň dugasynyň uzynlygynyň Birunynyň kesgitlän bahasy gymmatly

bolup, ol häzirki kabul edilen radiusy 6371.116 km, bir graduslyk dugasynyň uzynlygy 110.9 km-den bir az tapawut edýär eken. Rus alymlaryndan professor W. Witkowskiý 1911-nji ýylda neşir edilen "Ýokary geodeziýa" kitaby şular bir görnidir. Emma öňki SSSR-iň Ylymlar akademiýasynyň agzasy prof. F. N. Krasowskiýniň "Ýokary geodeziýa gollanma" atly eserlerinde Gündogar alymlaryna mundan 1000 ýyl öň belli bolan, Ýeriň ölçeglerini kesgitlemekde ulanylyp gelnen "gorizontyň peselişini ölçemek" usulyny näme üçindir XVIII asyrda ýaşan iňlis alymy Raýta (1560-1615) mynasyp diýip nädogry görkezipdir. Bu bolsa olaryň Abu Reýhan Birunynyň geodeziki işlerinden habarsyzdygyny görkezýär.

Ýer ellipsoidiniň häzirki zaman takyk ölçegleriniň berlişini 4-nji tablisadan görmek bolar.

4-nji tablisa

Ýer ellipsoidiniň häzirki zaman ölçegleri

Kesgitlemeleriň awtory	Kesgitlemeleriň çap edilen ýurtlary	Kesgitlenen ýyly	Uly ýrym oky, *a*	Gysylma, α
1	2	3	4	5
Delambr	Fransiýa	1800	6 375653	1/334.00
Bessel	Grmaniýa	1841	6 377397	1/299.15
Klark	Angliýa	1880	6 377397	1/293.52
Heýford	ABŞ	1910	6 378388	1/297.00
Krasowskiý	Rossiýa	1940	6 378245	1/298.32

Indi bolsa Abu Reýhan Birunynyň geodeziýa ylmyna goşandy we geodeziýanyň taryhynda tutýan orny hakynda gysgaça belläp geçmekçi. Geodeziýanyň taryhy bilen tanşan adam şu aşakdakylary okap biler. II asyrda Klawdiý Ptolomeýiň kesgitlän Ýer ölçeglerinden soňra 827-nji ýylda Arabystanda ýerine ýetirilen gradus ölçeg işlerine çenli hiç kim (6 asyryň dowamynda) tarapyndan hiç hili geodeziýa degişli ölçeg işleri alyp barmaýar. 827-nji ýyldan 1528-nji ýylda fransuz alymy Fernel tarapyndan geçirilen Pariž meridianynyň uzynlygyny kesgitlemek işine çenli (7 asyryň dowamynda) hem

Birunydan başga hiç kim geodeziýa degişli işleri bilen maşgullanmandyr. Emma Birunynyň geodeziýa degişli dünýä ähmiýetine eýe bolan uly işleri taryhyň sahypasynda näme üçindir öz ornuny almaýar. Abu Reýhan al-Biruna çenli bolan alymlar geograf, astronom bolup, olar geodeziýanyň hakyky bir meselesiniň, ýagny Ýer şarynyň ölçeglerini kesgitlemegiň üstünde iş alyp barmandyrlar, geodeziýanyň başga meseleleri bilen gyzyklanypdyrlar. Şeýle bolsa-da olar geodeziýanyň taryhynda mynasyp orun alýarlar, hakyky geodeziýa alymy bolan Biruny bolsa özüniň hakly ornuny eýeläp almandyr.[1] Muňa sebäp onuň eserleriniň öz wagtynda belli bolmazlygy ýa-da Ýewropaly alymlaryň işleriniň arapçadan latyn diline terjime edilen görnüşini näme üçindir gizläp gelipdirler. Bu kitabyň birnäçe golýazmasynyň dünýäniň iň meşhur belli kitaphanalarynda iň gymmatly kitaplar hökmünde saklanýandygy mälimdir. Özüniň geodeziýa degişli eserleri bilen tanalýan professor W. Witkowskiý Eratosfeniň hyzmatlaryny öwüp: “Geodeziýany ylym hataryna goýan alym Eratosfen hasaplanýar” – diýip belleýär. Emma Eratosfen Kirenalynyň geodeziýa degişli Ýeriň häzirki ölçeglerinden has daşda bolan, nädogry hasaplan ölçegleri bolaýmasa, onuň bu ugurda fundemental işi ýokdur. Emma onuň ilkinji gezek kartalary düzmekde meridianlary we parallelleri ulanmagy ylma aýandyr. Eger-de W. Witkowskiý Birunynyň Ýer ölçeglerini kesgitlemekdäki ylmy işleri, özüne ýakyn hasaplamak usullary hem-de ýokarda biziň sanap geçen we aşakdaky doly maglumat berlen birnäçe geodeziki işleri bilen tanyş bolan bolsady, ol Birunyny hem Eratosfen hatary “Birunynyň geodeziýa ylmyna esasly girizen we bu ylmyň döremeginde öz döwründe mynasyp alymlaryň biridir” diýen bolardy[1].

Biruny beýleki alymlar ýaly, Ýeriň ölçeglerini kesgitläp bilendigini çaklama hasaplaman, eýsem geodeziýanyň başga-da köp mysallarynyň üstünde hem uly ylmy işler amala aşyrýar. Olar bilen bolsa biz aşakdakylardan tanyş bolarys.[2]

---

[1]Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.
[2]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

Alymyň “**Geodeziýa**” eserinde özüne belli bolan ýerleriň, ýagny **Ýewropa, Afrikanyň** demirgazyk bölegine, **Aziýanyň** günorta bölegine, **Ispaniýadan Türküstana** çenli, **Hind derýasynyň** kenaryna çenli aralykdaky ýaşaýan halklara, ilatly punktlary sanamak arkaly, medeni ösümlüklerini, ýerleriň topragyny, gazylyp alynýan peýdaly baýlyklaryny, şol ýerleriň fiziki-geografiki häsiýetnamasyny we klimatiki şertlerini ýazmakdan daşary, senagatyny, medeniýetini, ulanýan dillerini hem beýan edipdir. Birnäçe asyrdan soňra Ýewropalylara Birunynyň şu eserindäki maglumatlary diňe anyklaşdyrmak galypdyr[2].

Abu Reýhan Biruny dünýäde ilkinji bolup Ýeriň Günüň daşyndan aýlandygyny aýdypdyr. Bu pikiri Aýyň we Günüň tutulmagy bilen baglanyşyklykda ylmy taýdan düşündirmegi başarýar.

GÖNI WE TERS GEODEZIKI MYSALLARY ÇÖZMEK

1. Umumy düşünje

Plan, karta çyzmak we ondan peýdalanmak işlerinde nokatlaryň ýagdaýyny belgileýji koordinatlar boýunça geodeziýa degişli dürli mysallaryny çözmek işi köp duş gelýär. Belli bolşy ýaly Ýeriň üstündäki (ýüzündäki) nokatlaryň orny gadymdan hemmä belli bolan, destlapky Gipparhyň ulanan giňlik we uzaklyk bilen kesgitlenýär. Bulara geografiki koordinatlar diýilýär.

Abu Reýhan Biruny öz eserlerinde geodeziki meseleleri geografiki koordinatlar boýunça, ýagny şaryň üstünde çözmegiň ýollaryny ylmy esasda görkezýär. Özüniň "Geodeziýa" eserinde esasy maksady dogrusynda: "Meniň maksadym Ýeriň üstündäki ygtybarly alnan bir punktyň (şäheriň) koordinatlaryny esaslandyrmak, ýagny onuň gündogar we günbatar bilen arasyndaky uzaklygy, demirgazyk we günorta polýuslaryň arasyndaky giňligini hem-de ýerleriň (punktlaryň) arasyndaky aralyklary we biriniň ikinjisine baglylykda azimutyny kesgitlemegiň usullaryny beýan etmekden ybarat. Anyk aýdanda Gündogaryň paýtagty bolan Gazna şäheriniň koordinatlaryny kesgitlemekdir" diýip ýazýar.

Birunyň bu eserini ýazmakda esasy maksady islendik nokadyň geografiki koordinatlaryny tapmak, şäherleriň ortasyndaky aralyklary we bu çyzyk ýönelişini (azimutyny) geografiki koordinatlar boýunça kesgitlemekdir. Bu işler geodeziýa we geodeziki astronomiýanyň esasy wezipeleri hasaplanylýar. Bu ylmy we amaly meseleleriň dogry amala aşyrylmagy akyldaryň çuňňur bilimini, yhlasly işlemegini talap edýär.[1]

Biruny giňlik, uzaklygy astronomiki (geoidiň üstünde astronomiki gözegçilikleri geçirmek bilen) we geodeziki (ýeriň üstünde geodeziki ölçegleri geçirmek bilen) usullar bilen kesgitlemegiň ýollaryny görkezýär. Ol nokadyň giňligini kesgitlemek hakynda "Geodeziýa" kitabynyň "Şäher giňligini ýalňyşsyz kesgitlemek dogrusynda" atlandyrylan birinji babynda, bu meseläni

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. "Наука". 1968, стр. 50-55.

iki ýol bilen çözülişini belleýär. Bulardan ilkinjisi, giňligi herektsiz ýyldyz boýunça kesgitlemek, ikinjisi Gün boýunça kesgitlemekdir. Hereketsiz ýyldyz boýunça tapmagyň özi hem üç halda (ýagdaýda) duş gelýändigini, bular aşakdakylardyr: a) parallelleri (görünýän geçiş ýollary) ýerden bütinleý görünýän ýyldyzlar boýunça; b) parallelleri gorizonta ornaşýan ýyldyzlar boýunça we ç) parallelleri gorizont bilen kesişýän ýyldyzlar boýunça alýar.

Abu Reýhan Birunyň ýokarda getiren ýagdaýlary çyzgylaryň kömegi bilen düşündirip, giňligi tapmagyň formulalaryny berýär. Özi we beýleki alymlar tarapyndan ulanylan usullary, esbaplary düşündirip mysallar getirýär. Soňra şäherleriň giňliklerini gysga we doly ölçegler (ýoluň) bilen kesgitlemegiň mümkindigini, munda Gün ýa-da ýyldyzyň dürli, iki wagtdaky, iki beýgelmesi (beýikligi) we her beýgelmäniň azimutyny ölçemegiň gerekdigini belläp, muny hem çyzmalar (çyzgylaryň) bilen düşündirip berýär. Özüniň giňligi kesgitlemekdäki köp işlerini mysal edip getirýär. Köneürgenjiň (Gürgenjiň) giňligini birnäçe usul bilen kesgitleýşini, bu işlerde özüniň ýasan esbaplaryny işledendigini ýazýar. Soňra geodeziki usul bilen giňligi kesgitlemäge geçip, iki şäheriň koordinatlaryny, olaryň arasyndaky aralygy hem-de üçünji şäheriň giňligini hasaplap, formulalary getirýär we mysallary berýär.

"Şäherleriň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek hakynda" atly babynda uzaklyklar we olary kesgitlemegiň mysallarynyň üstünde giňişleýän maglumatlar berýär. Şäherleriň uzaklyklaryny kesgitlemek giňligi kesgitlemäge baglylykda kynrak bolýandygy üçin bu meseläniň üstünde köp durýar. Soňra hasaplary ýöretmekde ulanylýan esasy meridian barada: "Giňlik ekwatordan belli nokada baglylykda alynýandygyndan ol elin görünip durýar we ahyrky esasy (baş) nokatlar bilen alynýar...Uzaklygy kesgitlände bolsa bir esasy we ahyrky nokat ýokdur. Adamyň duran – ýeri bütiwi ekwatory eýeleýändiginden, onuň uzaklyk boýunça gündogary we günbatary, ýagny iki tarapy bar" – diýilýär. Esasy baş meridian hytaý, hindi we eýran alymlary gündogardan, emma ýunan we müsür alymlary günbatardan, ýagny Atlantik okeanyndaky "al-Halidat" atly adadan hasaplanandygyny bellenilýär. Gündogardan hasaplaýanlaryň tarapdarlary bilen günbatardan hasaplaýanlaryň tapawudy 10° burça

deňdir. Bagdat şäheriniň uzaklygy günbatarlylaryň hasaby boýunça 70°00′, gündogarlaryň hasaby boýunça 80°00′ bolýar. Soňra uzaklygy kesgitlemegiň birinji nobatda Ýeriň üstüni kartada teswirlemek üçin gerekdigini belläp meridianlaryň karta çyzmakdaky ähmiýetiniň üstünde ýazýar. Biruny bir şäheriň uzaklygyny kesgitlemek üçin ilki bilen şäheriň uzaklygy bilen uzaklygy belli bolan başga şäheriň arasyndaky uzaklyklarynyň tapawudyny tapýar. Soňra şu tapawudy belli uzaklyga goşup ýa-da aýyryp berlen şäheriň nämälim uzaklygyny kesgitleýär.

Uzaklygy kesgitlemek barada birnäçe aýratynlyklary beýan edip, şäherleriň ýagdaýyna seredip, uzaklyklary we olaryň arasyndaky tapawut nähili emele gelişiniň üstünde astronomiki maglumatlary berýär. Meselem, eger-de iki şäher bir parallelde ýatsa (ýerleşse), onda olaryň giňliginde tapawut bolmaýar, meridianlaryň arasyndaky tapawut uzaklyklaryň tapawudy bolýar. Bu parallellerdäki Gün dogulýan wagtynyň tapawudy uzaklyklaryň aýyrmasynyň hut özüniň bolýandygyny aýdyp, uzaklyk tapawudyny wagta baglaýar.

Soňra "Ýer we suwlaryň sfera meňzeşligi (şar şekilindedigi), şäherleriň arasyndaky daglyk we peslikler hem-de görüş burçunyň üýtgeýşinden daşary Gün dogulmagyň gijikýändigini, bir şäherden ikinji şäheriň görünmegine ähmiýet bermeýär we ýerde ornadylan bir belgi (signal) arkaly belli bir wagty bildirmäge gelişmegine ýol goýmaýar" diýip iki şäherdäki wagty, bu arkaly wagt tapawudyny bilmek dogry bolanlygyndan onuň dürli sebäplerini dogry sanap geçýär. Biruny öz öňünde goýan wagt tapawudyny bilmek meselesini oňyn ýagdaýda almak üçin bir usul getirýär, emma bu islän zady onuň döwründe amala aşmaýar.

Bu hadysa XIX – XX asyrlarda döredilen radio signallaryna esaslanyp kesgitlemek mümkin bolýar. Şular ýaly Abu Reýhan Biruny şäherleriň uzaklyklarynyň tapawudyny iki şäherden durup bir wagtda Aýyň tutulmagyna gözegçilik geçirmek arkaly kesgitlemegiň ýollary hakynda ýazýar. Ol "Men bir kitapda gadymky alymlaryň Müsüriň Aleksandriýa şäherinden gidip şäherleriň uzaklygyny Aýyň tutulyşyna gözegçilik ýoly bilen kesgitländiklerini tapdym. Aýyň tutulmagy Aleksandriýa şäherinde sagat 4 ^{30} minutda, Rakkada bolsa

sagat 5 ^{20} minutda bolan. Bular uly sandan kiçini aýryp 50 minut çykarypdyrlar, bu bolsa iki şäheriň uzaklyklarynyň tapawudy bolýar” diýýär. Emma uzaklyklaryň tapawudyny Aýyň tutulmagy arkaly kesgitläp bolmaýar. Şoňa görä-de iki şäheriň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek üçin Biruny astronomiki usulyň ornuna aşakdaky geodeziki usulyny teklip edýär.[1]

Eger-de iki şäheriň giňlikleri (φ_1 we φ_2), şu şäherleriň uzaklyklarynyň tapawudy $\Delta\lambda$ we olaryň arasyndaky aralyk (s) bular üçin umumy bolýar. Eger-de bu mukdarlardan üçüsi belli bolsa bu ýagdaýda dördünjisini kesgitlemek bolar. Eger-de iki şäheriň giňlikleri we şu şäherleriň arasyndaky aralyk berilip, uzaklyklaryň tapawudy anyklansa, muňa dogry geodeziki mysal diýilýär. Başgaça, iki şäheriň giňliklerininiň we uzaklyklarynyň tapawutlary berlip, şäherleriň arasyndaky aralyk kesgitlense onda oňa ters geodeziki mysaly diýilýär.

Ýokardaky ýagdaýyň her biri üçin sferiki trigonometriýanyň berlenlerine esaslanan takyk formulalar berilýär we şu formulalary ulanyp Merkezi Aziýanyň, Arabystanyň we Horasanyň şäherlerini mysal getirýär we birnäçe amaly mysallary çözüp, koordinatlaryny kesgitläp görkezýär. Hassa ýagdaýynda bolandygy sebäpli hasaplamak işleriniň ýalňyşsyz bolmaýandygyny, özüniň kämil däldigini belleýär. Sanly mysallaryň ähmiýetini düşündirýär, bu mysallary çözmekde hasaplamak işlerinde uçran kemçilikler üçin kemter gaýtmalaryň bolandygyny ýazýar. Köp sanly şäherleriň arasyndaky geografiki uzaklyklaryň tapawutlaryny kesgitlemäge girişýär. Iki şäheriň uzaklyklaryny anyklamak üçin şu şäherleriň arasyndaky aralygyň belli bolmagy zerur. Emma bu iki şäheriň arasyndaky aralyk göni çyzyk boýunça geçmän, eýsem şäherleriň arasyndaky kerwen ýollarynyň uzynlygyna deň bolýar. Biruny bu aralyklary koordinatlary kesgitlenilýän şäherleri gören – bilen we ýollardan ýörän ynsanlaryň we söwdagärleriň sözlerine, aýratyn hem köp ýyllaryň dowamynda kesgitlenen uzynlygy kabul edip alýar. Emma kerwen ýollarynyň göni çyzyk görnüşinde bolmazlygyny nazarda tutup, olaryň egriligine düzedişleri girizýär. Bu hasaplarda

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

Birunyň işlerine açygrak düşünmek üçin mysalyň üstünde durup geçeliň, ýagny Jurjan bilen Reý şäheriniň arasyndaky aralygy nähili kesgitländigi bilen tanyşalyň. Bu aralyk hakda Biruny: “Bu şäherleriň arasyndaky aralyk gumly sähra, daglyk we jarlar arkaly geçýän ýylanyň yzy ýaly ýol boýunça uzynlygy 185 farsaha (farsah *3 mile (5919,6 m),* mil bolsa *1973.2 metre* deň) barabardyr. Bu bahadan azyndan altydan birini aýyrýarys, netijäni mile öwürsek, takmynan *463 mil* bolýar. Bu gradus boýunça (duga) *8°10′14″-a* deň, hordasy bolsa $8^p54892 = 8^p32'56.1''$*-a* altmyşlyk sistemanyň bahasyna barbar bolýar.

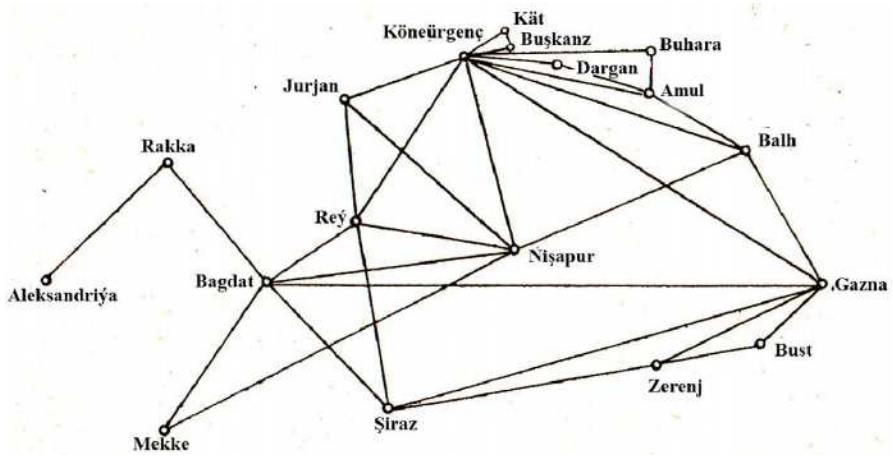
Biruny aralygy gradus bilen döretmek üçin *463-i* $56^p40' = 56^p$, *66* mile (bir gradus duganyň uzynlygy) bölüp, *8°10′14″* çykarýar. Hordanyň uzynlygyny göni çyzyk boýunça altmyşlyk sistemada aňlatmak üçin aralygy gradus bahasynyň ýarysyny alyp, onuň sinusyny gradusyň ikeldilen bahasyna (radiusyny *60-a* deň diýip alýar) *120-ä* köpeldýär. Meselem, *8°10′14″ : 2 = 4°05′07″-a,* munuň sinusy *0.071241-i 120-ä* köpeltsek, $8^p54892 = 8^p32'56.1''$ bolýar.

Aralygyň tapylan aňlatmasyny we şäheriň giňligi arkaly özüniň teklip eden formulasy boýunça ýokardaky iki şäheriň uzaklyklarynyň tapawudyny hasaplap, *6°01′26″* çykarýar. Muny Reýiň uzaklygyna goşup Jurjanyň uzaklygyny tapýar. Şu usul bilen Daşkant Samarkant şäherleriniň uzaklyklarynyň tapawudy tapawudy *2°24′* çykýar, bu hakykatdan dogrudyr.

Biruny bu usul bilen Bagdat – Reý, Reý – Jurjan, Jurjan – Amul (häzirki Türkmenabat şäheri), Dargan – Köneürgenç, Köneürgenç – Balh, Balh – Gazna we başga şäherleriň arasyndaky uzaklyklaryň tapawutlaryny hem hasaplaýar.

Ol öz işlerinde Bagdat bilen Gaznanyň arasynda birnäçe üçburçluklar zynjyryny (düzümini) ýasaýar. Soňra Bagdadyň uzaklygyny 70°00'-a deň edip, hasaplan uzaklyklary boýunça yzma-yz beýleki şäherler we Gaznanyň uzaklyklaryny tapýar. Birunynyň şäheriň uzaklyklaryny kesgitlemekde ulanan üçburçluklar zynjyryny (düzümini) ýasan usulyna geodeziýada triangulýasiýa diýilýär. Üçburçluklaryň burçlary ölçenmän, taraplary kesgitlenýän bolsa,

onda muňa çyzykly triangulýasiýa ýa-da häzirki zaman dilinde trilaterasiýa diýilýär. Biruny mundan müň ýyl ozal triangulýasiýa usulyna esaslanýar we ony ulanyp birnäçe şäherleriň koordinatlaryny hasaplapdyr (2-nji surat). Emma häzire çenli bu usuly birinji bolup gollandiýaly alym Snellius (1580-1627) döreden diýip onuň ady bilen aýdylýar.



2-nji surat. Geodeziýada ilkinji triangulýasiýa torlarynyň ulanylmagy.

Meselem, çeh alymy I. Rişawiý özüniň "Ýokary geodeziýa" atly kitaby nda triangulýasiýa usulyny Snelliusdan 60 ýyl öň çeh alymy Tadeuş Gaýekiň *1556-1563-nji* ýyllarda Praganyň töwereginiň planyny almakda ulanandygyny belleýär. Triangulýasiýa usulynyň taryhy hakynda professor W. W. Danilow aşakdakylary aýydýar: "Triangulýasiýa usulyny ilkinji bolup Snellius teklip edip diýen pikir nädogrydyr. Bu usuldan gadymky müsürliler, ýagny musulman alymlary ilkinji bolup peýdalanypdyrlar". Görşüňiz ýaly triangulýasiýanyň taryhy araplara baryp direlýär. Bilşimiz ýaly Gündogar alymlary, şonuň bilen birlikde Abu Reýhan Biruny hem öz eserlerini arap dilinde ýazýar. Ýewropa alymlaryna arap alymy bolup tanalýar, ylmy işleri hem araplaryňky bolup giden. Şoňa görä Birunynyň döreden triangulýasiýa usuly hem araplaryňka meşhur

bolup gitmegi hakykatdan uzak däldir. Çünki Müsüriň (araplaryň) taryhynda häzirlikçe triangulýasiýa degişli hiç hili maglumat ýok.

Birunynyň döwründe esasy (baş) meridian hökmünde Atlantik okeanyndaky al-Holidat adalaryndan geçen meridian kabul edilendigini aýtmak gerek. Emma bu adalaryň häzir haýsy adalardygy hakda dürli pikirler bar. H. U. Sadykow Birunynyň hasabyny ýöreden esasy meridiany Grinwiç meridianyndan 17°40′ günbatardan geçmegi mümkin. Merw, Oş, Daşkent, Ferdana, Samarkant, Buhara, Amul, Dargan, Köneürgenç, Tbilisi, Baku ýaly şäherleriň Birunynyň tapan uzaklyklaryny alýar. Emma Birunynyň "Geodeziýa" kitabynda bu şäherlerden birnäçesiniň ady tutulmaýar. Biz aşakda "Geodeziýa" kitabynda atlary tutulan esasy şäherleriň Birunyň kesgitlän hem-de häzirki karta boýunça tapylan giňlik we uzaklyklaryny görkezýän tablisasyny getirýäris (4-nji tablisa).

4-nji tablisa

Birunynyň koordinatlaryny kesgitlän şäherleriň geografiki koordinatlary

Şäherleriň Ady	Goegrafiki koordinatlar, gradusda				Uzaklyk-laryň tapawudy, gradusda
	Giňlik		Uzaklyk		
	Biruny	Karta	Biruny	Karta	
Bagdat	33°25′	33°25′	70°00′	44°49′	25°11′
Merw (häzirki Mary şäheri)	37°33′	37°34′	85°50′	61°52′	23°58′
Reý	35°35′	35°36′	78°05′	51°38′	26°27′
Jurjan	38°08′	36°50′	80°14′	54°25′	25°49′
Gürgenç (Köneürgenç)	42°17′	41°35′	84°07′	60°32′	23°35′
Kät (häzirki Biruny şäheri)	41°36′	41°47′	85°00′	60°43′	24°17′
Buşkanz	41°36′	41°47′	84°55′	60°39′	24°16′
Dargan (Birata)	40°30′	40°24′	86°24′	62°08′	24°16′
Çärjew (Türkmenabat)	39°12′	39°08′	87°45′	63°35′	24°10′

Buhara	39°20′	39°48′	87°45′	64°28′	23°02′
Balh	36°42′	36°46′	91°00′	66°53′	24°07′
Gazna	33°35′	33°35′	92°39′	68°17′	24°22′
Nyşapur	36°10′	36°15′	82°30′	58°50′	23°40′
Şiraz	29°36′	29°39′	76°24′	52°31′	23°53′
Zerenj	30°52′	30°14′	86°36′	61°34′	25°02′
Bust	32°15′	31°21′	89°14′	64°17′	24°57′
Rakka	36°01′	35°58′	63°39′	39°01′	24°38′
Mekke	21°26′	21°26′	63°36′	39°46′	23°50′
Aleksandiýa (Isgenderiýa)	30°58′	31°13′	51°54′	29°45′	22°14′

Tablisadan görnüşi ýaly, Birunynyň hasabyny ýöreden esasy meridian häzirki kabul edilen baş meridiandan takmynan 24° töwereginde tapawut edýär. Bu tablisadan görnüşi ýaly akyldar öz durmuşy bilen baglanyşykly ýa-da musulmanlaryň mukaddes ýeri bolan punktlaryň koordinatlaryny has-da takyk kesgitlemegi başarypdyr. Olardan ilki bilen Bagdat, Merw, Kät, Balh, Şiraz, Mekke ýaly şäherleri bellemek bolar.[1]

Birunynyň hasap ýöreden esasy meridiany **H. U. Sadykowyň** aýdyşy ýaly, **Grinwiçden** *17°40′* bolman, eýsem *24°* günbatardan geçýän hasaplanylýar.

“Geodeziýa” kitabynyň terjimesinde berilýän al-Holidat adalary häzirki Kanar adalary diýip belleýär. Atlantik okenanyndaky Kanar adalary *13°-dan 17°-a* günbatar uzaklyklarda ýerleşendir. Emma Atlantik okeanyň iň günbatardaky duran ýerleri “Ýaşyl burun” adalary bolup, bular Grinwiç meridianyndan günbatar tarapda *24°* töwereginde ýerleşýär. Şoňa görä, biziň pikirimizçe, al-Holidat adalary **“Ýaşyl burun”** adalary bolmagy ähtimaldan uzakda däl.

G. D. Mämmedbeýli gündogarlylaryň hasaby boýunça Bagdatyň uzaklygynyň *80°00′* diýip alnany, munda Nasreddin at-Tusynyň döwründäki esasy (baş) meridian Grinwiçden *34 - 35°*

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

günbatardan geçýändigini belleýär hem-de al-Halidat adalary takmynan häzirki Kuba adalaryna dogry gelýändigini bellýär.

Şäherleriň uzaklyklarynyň tapawudy we giňlikleri arkaly şu şäherleriň arasyndaky aralyklary ölçemegiň ýollary bilen gysgaça tanşalyň. Aralygy kesgitlemekden başga-da geodeziki meseleler köp bolup, olary çözmekde Biruny trigonometriki formulalardan peýdalanýar. Aralygy iki şäheriň giňlikleri, bularyň tapawudy we uzaklyklaryň tapawudy boýunça altmyşlyk sistemasynda hasaplamak işlerini alyp barýar. Çünki uzaklyklaryň tapawudynyň kwadratyny giňlikleriň kosinusyna köpeldýär we muňa giňlikleriň tapawudynyň kwadratyny goşýar. Bu ýygyndynyň kwadrat köki bolsa şäherleriň arasyndaky hordanyň uzynlygy bolar. Eger-de muny *120-ä* bölsek, horda dogry gelýän burçuň ýarymynyň sinusynyň bahasy gelip çykýar. Muňa baglylykda bolsa duganyň gradus bahasy hasaplanyp çykarylýar. Ony bir gradus duganyň uzynlygyna köpeltsek, iki şäheriň ortasyndaky aralyk gelip çykýar. Şu ýol bilen Daşkent – Samarkandyň arasyndaky aralygy kesgitlände onuň gradus aňlatmasy $2°24'42'' = 2.41°$ bolýar. Eger-de bir gradus duganyň uzynlygyny uly tegelek boýunça alyp, ol *111.7 km-e* deň diýsek (Birunyň görkezmegi boýunça) Daşkent – Samarkant şäherleriniň arasyndaky aralyk 269.2 km çykýar, bu bolsa hakykata dogrudyr. Şular ýaly edip, Biruny bu usul bilen birnäçe şäherleriň arasyndaky aralyklary kesgitleýär.

Biruny ýokardaky üç geodeziki meseläni çözmegiň ýoluny mysallar bilen görkezýär, soňra geodeziki meseläni (çyzyk, ýönelişi – azimuty kesgitlemek) çözmegiň usullary dogrusynda ýazýar. Şäherleriň arasyndaky çyzyk ýönelişi azimut burçy bilen aňlanýar. Akyldar azimut burçuny geodeziýadaky ýaly meridianyň demirgazyk ujyndan hasaplaman, eýsem astronomiýadaky ýaly günortadan alsaň gowy bolardy diýip belleýär.

Çyzygyň azimutyny formulalar bilen kesgitlemegiň birnäçe wariantyny (ýoluny) görkezýär. Bulardan biri öňden ulanylyp gelýän usul bolsa, galanlary Birunynyň özi teklip eden usulydyr. Bu meseläni çözmek üçin köp zähmet çekmeli bolup, bir formula bilen kesgitlemek mümkinçiligi bolmanlygyndan, her usulda hem kömekçi ululyklar alnyp, şularyň esasynda netijelere çemeleşýär. Munda hem şäherleriň giňliginiň we uzaklyklarynyň tapawutlarynyň belli

bolmagy gerek. Azimuty kesgitlemek üçin beren formulalaryny islän şeheri bilen Mekge şäheriniň arasyndaky çyzyk azimutyny kesgitlemäge esas döredip kesgitlenen mysallary çözýär. Azimuty kesgitlemekde köpräk Ýeriň üstündäki dürli şäherlerde musulman ybadathanalaryny gurmakda, metjit mährabyny kybla (Mekgä) tarapa garadyp bejermek işlerinde ulanýar. Akyldar azimuty kesgitlemek ýahudileriň ybadathanasynyň dörän ýerine dogurlap gurmakda hem gerekligini belleýär.[1]

Abu Reýhan al-Biruny formulalar boýunça azimuty hasaplamagyň ýollaryny düşündirip "...Munda şäherimiziň ýarym gün çyzygyndan (meridian çyzygyndan) hasaplanýan azimut burçunyň ululygy alynýar. Bir ybadatda şäherimiziň Mekgä baglylykda nirede ýerleşendigine seredip ýarym gün çyzygyndan (meridiandan) gündogara ýa-da günbatara şu azimut burçuna bagly öwrülýäris" – diýip belleýär. Soňra Gaznadan Mekgä bolan ýönelişiň azimutyny hasaplap, ony *70°48′15″* çykaryp, bu burç Gaznadan kybla tarap bolan ýönelişiň azimuty we şu ýerli meridianyň günortadan hasaplanýandygyny aýdýar.

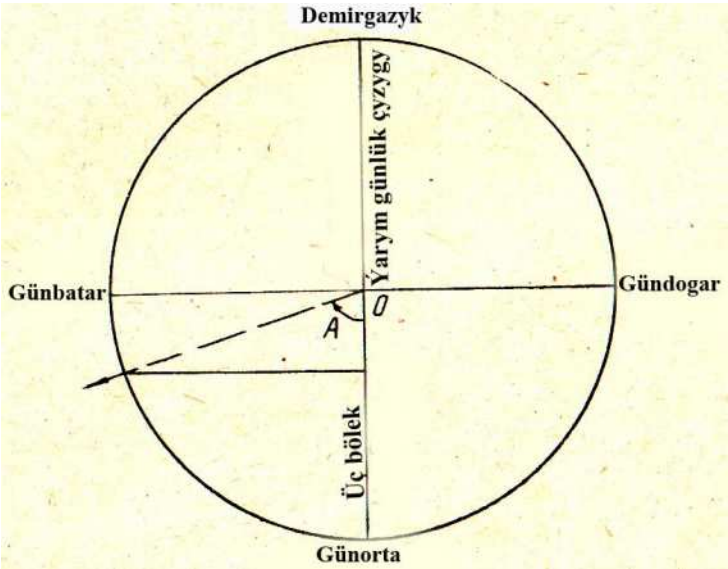
Soňra kesgitlemegiň ýollaryny çyzmak bilen esaslandyrýar. Yzma-yz, ýagny iki usuly düşündirip, şu usullar boýunça hem Gazna-Mekge ýönelişiň azimutyny hasaplap, ýokardaky bahalary tapýar.

Samarkant bilen Daşkent şäherleriniň arasyndaky ugruň (ýönelişiň) Birunynyň usuly boýunça azimut burçuny *45°39′24″* bu häzirki hasaby ýöredilýän baha dogry gelýär.

Bu ýerde bir zady bellemek, ýagny astronomiki azimutyň başlangyç hasabynyň nähili, Günüň aýlanma ugruna ýa-da tersine alnyşy dogrusynda hiç zat ýazmaýar. Häzirki geodeziýada alnan azimut burçy (azimut 0°-dan 360°-a çenli aralykda üýtgeýär) berlen nokadyň üstünden geçýän geografiki meridianyň demirgazyk ugrundan başlap berlen çyzyga çenli hasaplanýar. Meselem, Mukaddes Mekge şäheriniň azimuty *70°48′15″* bolýan bolsa, onda Samarkant şäheriň günorta meridiana baglylykda günorta – gündogarda ýerleşýär. Bu ýagdaýda alnan(Samarkant şäheriniň

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. "Наука". 1968, стр. 50-55.

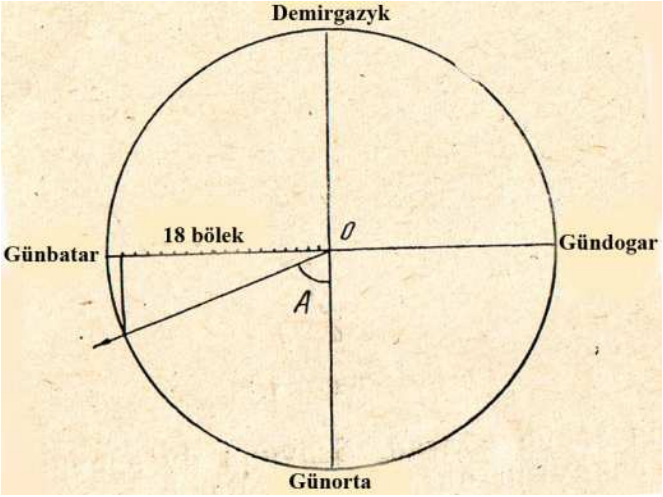
ýerleşýän günorta meridianyna baglylykda) baha 45°39′24″ baha deň bolman, eýsem *360°00′00″ - 45°39′24″ = 314°20′36″* baha deň bolmagy ähtimaldyr.



3-nji surat.

Soltan Mahmydyň döwletiniň paýtagty bolan Gaznada metjitdir medreseleri gurmaga uly üns berýän ekenler. Hatda şäherleriň suw geçirijisi we kanalizasiýasy gurulýar. Metjitleri gurmakda kybla tarapa üns bermek zerur bolupdyr. Biruny bu zerurlyga jogap bermek üçin azimuty nazary tarapdan kesgitlemegiň ýollaryny görkezmek bilen çäklenmeýär. Onuň esasy we hemme taraply amaly ýollaryny görkezýär. “Bu getiren ajaýyp usullar we mysallar muny öwrenýänler üçin ýeterlikdir. Emma biziň hasaby ýöreden ululyklarymyzy belli ölçeglerden peýdalanandan, olary gurujylar we senetçiler (ussalar) goldapmaýarlar. Şonuň üçin olar aşakdaky işleri geçirmegi mümkin” - diýip Gaznadan kyblany kesgitlemekde aşakdaky sada usul ulanylýar. Bu usulda tekiz ýerde diametrini ýarym gün (meridianyň ugry) boýunça geçirip tegelek çyzylýar (radiusy 1- 2 metr); soňra merkezden günorta tarapa

radiusyny üç bölege bölýäris (3-nji surat), merkeziň ýakynyndaky birinji bölegiň ujyndan günbatara ugrukdyryp radiusa perkendikulýar çykarylýar (3-nji surat). Onuň tegelek bilen kesişen nokadyny tegelegiň merkezi bilen birleşdirende emele gelen gözi çyzyk kyblanyň ugruny görkezer. Metjit mährabynyň diwarynyň şu çyzyga perpendikulýar edileip gurulmagy zerurdyr. Eger-de bu ýol bilen emele gelen ugruň azimutyny hasaplasak, ol *70°31′44″* çykýar. Soňra ýene-de şu usuly ulanýar. Munda tegelegiň günbatar radiusyny *18* sany deň bölege bölüp, günbatardan birinji bölegiň ujyndan günorta tarapa günbatar radisyna perpendikulýar geçirilýär (4-nji surat). Bu çyzygyň tegelek bilen kesişen nokadyny merkez bilen birleşdirende emele gelen çyzyk kybla tarap ýönelmegi (ugry) görkezýär we bu çyzygyň azimut burçy *70°48′15″-a* deň bolar.[1]



4-nji surat.

Birunynyň teklip eden amaly ýollary bilen hem teoretiki netijelere deň baha tapylýar. Bu bolsa onuň matematika we tehnika ylymlaryny gowy bilenligini, ýagny beýik akyldardygyny görkezýär

[1]Садыков, Бируни и его роботы по астрономии и математической географии. Садыков У. Х. Москва. 1953. стр.28.

2. Azimuty, aralygy we ilatly punktlaryň geografiki koordinatlaryny geodeziki kesgitlemek

Ýagtyltgyjyň ýagdaýy boýunça geografiki koordinatlary kesgitlemek usuly düşündirmek Birunynyň "Geodeziýa" kitabynda aýratyn uly orun eýeleýär. Akyldar bu meseläni baş maksady edip goýmaýar. Bu meseläniň esasy bolup iki punktyň arasyndaky aralygy we azimuty kesgitlemek, ondan daşary hem bu ýerde bir şäheriň koordinatasyny beýlekisi ulanmak bilen tapmak we şäheriň arasyndaky aralyklary bilmekden ybaratdyr. Bu meseläni çözmegiň "Geodeziýa" kitabynda getirilen usullary gönüden göni awtoryň özi bilen baglanyşyklydyr. Bu usullar Abu Reýhan al-Birunyň birnäçe pikirleri we esaslandyrmalary bilen beýan edilýär.[1]

Ilki bilen Birunynyň beýan edýän usullary ondan öň ýaşan alymlaryň hiç biriniň bize gelip ýeten ylmy işler duş gelmeýär. Başga-da Birunynyň "Geodeziýa" kitabynda ulanan her bir usulynyň awtorlary dogrusynda hiç hili maglumat berilmeýär. Alym özünden öňki döwrüň alymlarynyň esaslandyran ylmy pikirlerini we açyşlaryny has anyklyk bilen resminamadyr. Ýagny işiň awtory, ýaşan döwri, awtoryň garaýyşlaryna özüniň bellikleri we komentarileri bilen beýan edýär. Ol birnäçe gezek özünden öň ýaşan alymlaryň işlerinde duganyň göni çyzyk görnüşinde alynmagyny ýa-da ünsden düşürilen parallelleriň uly tegelek görnüşinde alynmagyny gödek ýalňyşlyk (inkär) diýip hasap edýär.

Bir punktdan beýlekisine tarap ugruň azimutyny kesgitlemekde Abu Reýhan al-Biruny üç usuly birnäçe mysal bilen teklip edýär. Olaryň ilkinjisi onuň özüne degişli bolman, onuň sözlerine esaslansak, onda ol zijiň esasynda amala aşyrylýar.

Birinji nokadyň φ_1 bilen azimuty kesgitlenýän birinji punktyň giňligini φ_2, azimuty hasaplanýan ikinji punktyň giňligini we α bilen iki punktyň uzaklyklarynyň tapawudyny belgiläliň. Şeýle-de S – iki punktyň arasyndaky näbelli aralygy we A – agtarylýan azimuty esaslandyralyň.

Hasaplamak aşakdaky dört tilsim bilen amala aşyrylýar:

---

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. "Наука". 1968, стр. 50-55.

1. $\cos \varphi_2 \cdot \sin \alpha = \sin D$; 2. $\dfrac{\sin \varphi_2}{\cos D} = \sin E$;

3. $\cos D \cdot \cos (E - \varphi_1)$; 4. $\dfrac{\sin D}{\sin S} = \sin A$.

Birinji tilsimiň netijesini Abu Reýhan Biruny “deňagramlaşdyrylan uzaklyk”, ikinjisini “deňagramlaşdyrylan giňlik” diýip atlandyrýar. Beýik alym üçünji tilsimi uly tegelek boýunça iki şäheriň arasyndaky kosinus dugasyny anyklaýar we dördünji hasaplamak bilen agtarylýan azimutyň sinusyny kesgitleýär.

Abu Reýhan Birunyň miniaturaly suraty.

Şu usulyň mysaly hökmünde Biruny aşakdakylary getirýär:

1. $\cos \varphi_1 \cdot \sin \alpha = \sin B$; 2. $\dfrac{\sin \varphi_1}{\cos B} = \sin C$;

3. $\cos B \cdot \cos (C - \varphi_2) = \sin F$; 4. $\dfrac{\sin \varphi_2 \cdot \sin \alpha}{\cos F} = \sin A.$

Şäherleriň uzaklyklarynyň tapawudy β belgilenen üçünji has çylşyrymly usuly, Abu Reýhan Birunynyň özüne deňgişlidir. Bu ýerde aşakdaky tilsimler ýerine ýetirilýär:

1. $\dfrac{\sin \beta}{\cos \varphi_1} = Q$; 2. $\sin \alpha \cdot \cos \varphi_1 = \sin D$;

3. $(1-\cos \alpha) \cdot \cos \varphi_1 = L$; 4. $\dfrac{\sin \varphi_2}{\cos \varphi_1} = W$;

5. $\dfrac{\sin D}{\sqrt{(L-W)^2 + \sin^2 D}} = \sin A.$

Azimuty kesgitlemegiň dördünji usuly hem akyldaryň özüne degişlidir. Bu ýerde hasaplary geçirmek üçin aşakdaky ýaly formulalar getirilýär:

1. 1. $\cos \varphi_2 \cdot \sin \alpha = \sin D$; 2. $(1-\cos \alpha) \cdot \cos \varphi_2 = K$;
3. $K \cdot \sin \varphi_1 + (1 - \cos \alpha) \cdot (\varphi_2 + 90^\circ - \varphi_1) = W_1$;
4. $\dfrac{\sin D}{\sqrt{(L-W_1)^2 + \sin^2 D}} = \sin A.$

Iki şäheriň arasyndaky aralygy (S) olaryň geografiki koordinatlary boýunça kesgitlemek üçin birinji usulyň üçünji tilsimini ulanmak bilen Biruny aşakdaky ýoly teklip edýär:

1. $\cos \varphi_1 \cdot hrd\ \alpha = hrd\ I$; 2. $\cos \varphi_2 \cdot hrd\ \alpha = hrd\ U$;
$\sqrt{hrd\ I \cdot hrd\ U + hrd^2 \beta} = hrd\ S.$

Iki şäheriň arasyndaky uzaklyklaryň tapawudyny (α) we olaryň arasyndaky aralygy giňlikleri boýunça kesgitlemek Klawdiý Ptolomeýiň teoremasy boýunça esaslandyrylýar. Bu ýerde trapesiýanyň içinde çyzyp boljak trapesiýanyň diagonallarynyň köpeltmek hasylynyň, gapdal taraplarynyň köpeltmek hasyllarynyň jeminiň we esaslarynyň köpeltmek hasyllarynyň deňligi aşakdaky formula getirýär:

$$hrd\,\alpha = \frac{1}{\cos\varphi_1} \cdot \sqrt{\frac{(hrd^2 S - hrd^2 \beta) \cdot \cos\varphi_1}{\cos\varphi_2}}.$$

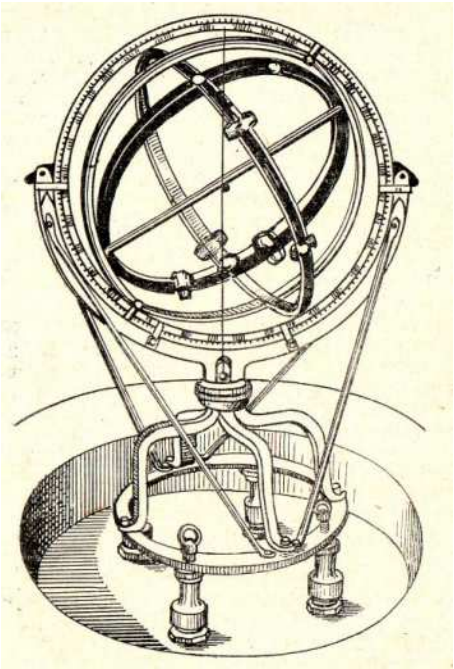
Abu Reýhan al-Biruny şäherleriň arasyndaky aralyklar barada anyk maglumatlar almasa hem bu usul bilen hasaplap alan netijeleri häzirki döwrüň bahalary bilen aratapawudy bir-birine örän ýakyndyr. Hususan-da Bagdat bilen Şiraz şäherleriň kesgitlenen bahasy 8°33′, hakykysy bolsa 8°16′, Birunynyň ýalňyşlygy bary ýogy 0°17′ deňdir. Amul (häzirki Türkmenabat) şäheri bilen Köneürgenjiň uzaklyklarynyň tapawudy 3°44′ bahada kesgitlenilip, goýberilen ýalňyşlyk 0°20′ aralygynda saklanýar.[1]

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

GEODEZIÝA WE ASTRONOMIÝA DEGIŞLI GURALLARY

1. Umumy düşünje

Astronomiýa we geodeziýa degişli ölçeg işleri öňden belli bolan gurallardyr esbaplaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Beýik alym hem özüniň ylmy – tejribe işlerini amala aşyranda dürli gurallardan peýdalanýar. Bu gurallar şol döwürde bilim we tehnika elýeterli derejede işlenilip, elbetde sada düzümli we pes takyklykda ýasalýar.[1]



5-nji surat.

Abu Reýhan Biruny öz döwründe astronomiýa we geodeziýa barada gadymdan ulanylyp gelinýän gurallar bilen tanyşýar we takyklaryny ýokarlandyrmak çärelerini hem görýär. Ýokarda tanşyp

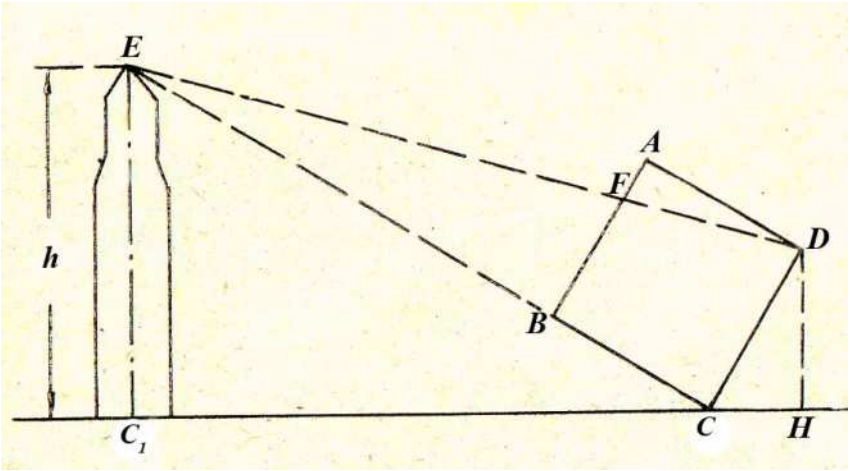
[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

geçişimizden belli bolşy ýaly, astronomiki gözegçilik işlerinde ýokary takyklyga eýe bolmak üçin diametri 15 gezli (7.5 metrli) gorizontal ornaşdyrylan gnomonly esbabyny ýasaýar. Şeýle burçlary 2′ (minutlyk) takyklykda ölçemegi başarypdyr. Bu häzirki nukdaý nazardan alanda göwrümi uly "gigant" esbap hasaplanýar. Emma şol döwürde Gündogaryň alymlary dürli geodeziki gurallaryň ýasalyş esaslaryny görkezip gidipdirler.

Soňraky döwürlerde esbaplar kämilleşdirip ýasalypdyr. Meselem, sektant, kwadrant gurallary häzirki geodeziki gurallary bolan teodolidiň, taheometriň, kipregeliň we beýlekileriň gorizontal we wertikal tegeleklerinin işleýiş prinsiplerine laýyk gelýär. Astrolýabiýa armilliýar tegeleginiň bir görnüşi bolup, altazimut bolsa häzirki teodolidiň detlapky ulanylýany diýsek ýalňyş bolmaz. Biruny armillýar tegelek bilen gözegçilik işlerini alyp barlany hakynda "Geodeziýa" kitabynda aşakdakylary aýdýar: "Klawdiý Ptolomeý özüniň "Almagest" kitabynyň birinji traktatynda (makalasynda) taýakly (ştatiwli) asman meridianynyň tekizligi boýunça ornaşdyrylýan halkanyň (armillýar tegelegiň) kömegi bilen köp ýyllaryň dowamynda Günüň duran beýgelmesini (beýikligini) ölçändigini belleýär. Bu halkanyň oky taýakdaky wtulkada (meslemede) aýlanýar. Halkanyň daşky tarapynda ikinji halka ornaşdyrylan bolup, onuň diametriniň iki ujyna iki dioptr (seretmekde meslenýän serişde) ornaşdyrylan" – diýip belleýär. Birunynyň sözüne görä armillýar tegelegi iki halkaly, meridianyň tekizligi boýunça ornaşdyrylan we wertikal burçlaryny ölçemäge niýetlenen gural bolýar (5-nji surat).

Biruny döwründäki guraldyr esbaplar bilen çäklenip galman, olary kämilleşdirýär we täze esbaplar hem ýasaýar. Jisimleriň beýikligini kesgitlemek üçin ölçengiç, meridianyň ugruny kesgitlemek üçin "hindi tegelegi" atly guralyny döredýär. Astrolýabiýanyň täze torlaryny döredýär we ony armillýaryň sferasynyň ornunda hem işledýär. Bu hakda birnäçe traktatlar ýazýar. Olardan: "Astronomik esbaplar we olary ulanmak", "Astrolýabiýany taýýarlamagyň dürli usullary", "Demirgazyk we Günorta ýarymsferaly astrolýabiýalary ýasamak" ýaly eserleri görkezmek bolar.

Meşhur “Kitab al-Tafhim” eserinde bolsa esbaplar hakynda gysgaça bölüm ýerleşdirýär. Birunynyň ýasan esbaplarynyň esasylaryna seredip geçeliň.



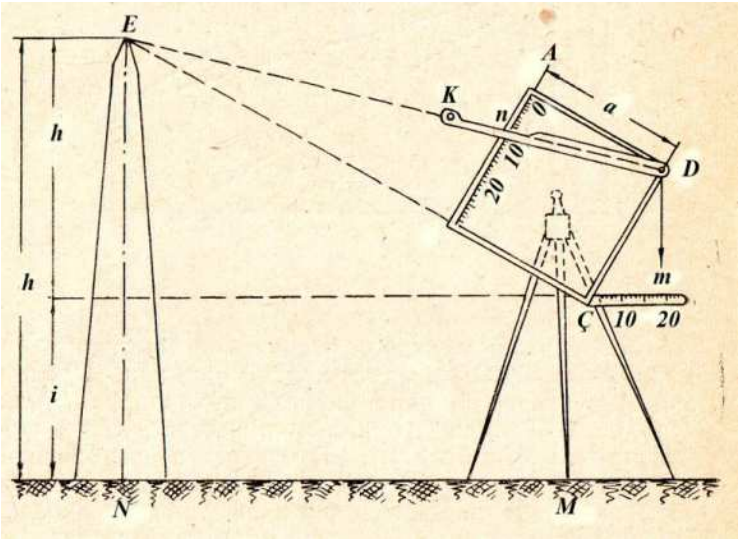
6-njy surat.

Beýgelme ölçeýji. Geçen bölümde Biruny Hindistandaky Nandna düzlüginde dagyň depesinde durup gözýetimiň peselmek (ýapgytlyk) burçuny ölçäp Ýer şarynyň ölçeglerini kesgitleýşi bilen tanyş bolupdyk. Bu ýerde Biruny iki esbaby (guraly) ulanýar: biri wertikal burçy ölçeýji esbap bolup, muny alymyň özi “armillýar tegelegi” diýip atlandyrýar. Ikinjisi dagyň beýgelmesini (beýikligini) ölçeýän düzülişli sada bolan esbapdyr. Muny “Beýgelme (beýiklik) ölçeýji” diýsek bolar. Biruny bu gurala at goýmasa hem onuň düzülişini hem-de ulanmagyň ýollaryny doly düşündirýär. Bu esbabyň ýasalyşynyň (gurluşynyň) shemasyny 6-njy suratdan görmek bolar.[1]

Guraly ýasamak üçin faner tagtasyndan taraplary *40-50 sm* bolan **ABÇD** kwadraty kesip alýarys. *AB = a* tarapy **A** nokatdan başlap deň böleklere (millimetrde) bölýäris (muňa millimetrli kagyz

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

zolagy (lentasy) ýelmeşdirilse hem bolýar. **D** nokatda uzynlygy **DB** diagonala deň çyzyk bir depesinde (ujynda) bilen aýlanýan edip berkidýäris.



7-nji surat.

Çyzygyň iki ujyna bir çyzykda *5 sm-li* çüý (myh) kakylýar, bular guralyň haýsy tarapa seretdirilmeginde dioptryň ornuny tutýar. Bu çyzyga alidada diýilýär. Kwadratyň **B** we **Ç** derelerine hem *5 sm-li* gazyklar kakylýar. Emele gelen bu beýgelme ölçeýji esbaby bilen bolsa minara, gümmez ymaratlaryň beýgelmesini ölçeýärler. Munda **C** we **B** nokatdaky dioptrlar arkaly seredip **ÇB** çyzygyny minaranyň depesi **E** nokada seretdirilýär. Şu duruşda tagtany gozgaman alidadanyň dioptrlaryny hem **E** dogurlanýar. **AF** kesime we **D-dan** düşürilen çyzygyň kömegi bilen **ÇH** aralygyň uzynlyk bahasy kesgitlenilýär. Şundan soňra meňzeş üçburçluklaryň matematiki baglanyşyklaryna esaslanyp minaranyň beýgelmesi h aşakdaky deňlikden tapylýar:

$$h = \frac{AD \cdot ÇH}{AF}.$$

Biruny tarapyndan düzülen shema esaslanyp Daşkendiň demir ýol inženerçilik institutynyň inžinerçilik geodeziýa kafedrasynyň agzalary **“Birunynyň beýgelme ölçeýjisi”** atly guraly ýasaýar (7-nji surat). Bu guralda **ÇB** we **DK** dioptrlary **E** dogurlaýjydan *“n”* san alynýar; soňra **ÇH** çyzygy gorizontal ýagdaýa getirip **D-den** düşürilen çyzyk arkaly *“m”* san alynýar; **C** nokadyň ýerden beýgelmesi *i* ölçenilýär. Soňra bolsa minaranyň beýgelmesi aşakdaky ýaly hasaplanyp çykarylýar:

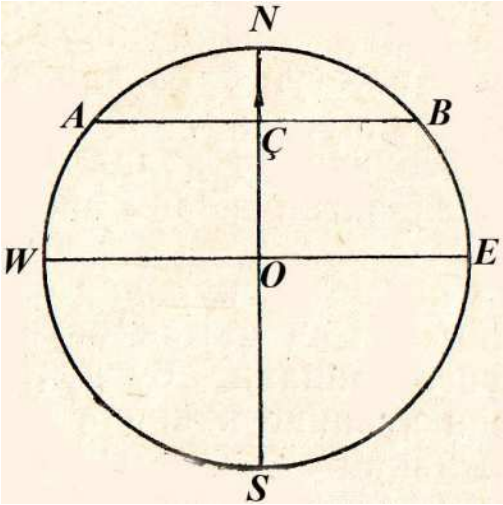
$$h = \frac{a \cdot m}{n} + i.$$

Guraly dürli beýgelmeleri kesgitlemekde ulananda gowy netijeleri berýär.

2. Hindi tegelegi (gnomony)

Abu Reýhan al-Biruny dürli ýerleri görmekde, saparlara gitmekde ýeriň dört tarapyny (demirgazygy, gündogary, günortany we günbatary) anyk bilmek uly ähmiýete eýe bolýandygyny belleýär we bu taraplary nähili kesgitlemegiň ýollaryny aýdyp berýär. Belli bolşy ýaly ýeriň demirgazyk we günorta taraplary kesgitlense galan taraplary öz-özünden anyklanýar. Ýeriň demirgazyk we günorta taraplary ýarym gün çyzygy – dik duran taýagyň gündiz sagat *12-däki* kölegesiniň ýönelmegi bilen kesgitlenilýär. Ýarym gün çyzygyny kesgitlemek hakynda Biruny şeýle diýýär: “Ýarym gün çyzygyny kesgitlemek üçin gözegçilik geçirilýän ýeriň ortasynda öňki döwürlerde peýdalanylan hindi tegelegini ulanmak amatlydyr. Eger-de bu çyzgyda ölçeg işini bir wagtda ýerine ýetirmek ýoly bilen kesgitlense aşakdaky işleri geçirmek mümkin” diýip birnäçe usul bilen teswirleýär we ony çyzmalaryň kömegi (çyzgylaryň) bilen matematiki görkezýär. Ýarym gün çyzygyny kesgitlemekde köpräk işledilýän we bir günde birnäçe gözegçilik geçirmegi talap edýän ýoluny düşündirýär. Munuň üçin saýlanan meýdan özüniň görnüşi boýunça tekiz ýere suw guýlanda her tarapa bir meňzeş akýan bolmagy zerurdyr. Eger-de suw bir tarapa aksa, şu tarap ýeriň aýlanmasyna ygtybarly bolýar. Meýdan taýýar bolansoň, şu ýere

ygtyýarly radius bilen tegelek çyzylýar. Merkezine ujy ýitilenen göni taýak ornaşdyrylýar. Onuň uzynlygy çyzylan tegelegiň radiusynyň ýarymyna deň bolmalydyr. Taýagyň ýeriň üstüne perpendikulýar bolmagy wajypdyr, taýagyň depesinden düşürilen göni çyzyk tegelegiň merkezinden geçýär.[1]



8-nji surat.

Soňra taýagyň kölegesini görkezmek zerur, ol Günüň birinji ýarymynda günbatar tarapa düşýär. Kölege kiçelmek bilen baryp tegelegiň üstüne düşýär we oňa ornaşýar, bu nokat ýerde belgilenilýär. Soňra gözegçilik Günüň ikinji ýarymynda ýerine ýetirilýär, kölege tegelekden çykyp gitmezden, tegelek bilen galtaşma nokady ýerde ýene-de belgilenilýär. Soňra kölegäniň tegelege girýän we tegelekden çykýan iki nokady kenep ýüpi ýa-da reýka bilen birleşdirilýär: bu nokatlary birleşdirýän çyzygyň uzynlygynyň deň ýarysy bilen tegelegiň merkezinden geçýän çyzygy birleşdirsek, alnan ugur ýarymgünlik çyzygy bolýar. Munuň kölegesiniň demirgazyk ujyna (depesine) “demirgazyk”, ikinji garşylykly ujyna (depsine) “günorta” diýip ýazylýar. Bu çyzyk bilen tegelek iki deň

[1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

bölege bölünýär, biri günbatar, ikinjisi bolsa gündogar taraplar bolýar. Bu ýarym tegelekleri iki deň bölege bölüp, merkez arkaly geçirilen çyzyk gündogar we günorta çyzygy bolup, bularyň ujyna hem “gündogar” we ikinjisine “günbatar” diýip ýazylýar. Bu günorta – günbatar çyzygyna “deň günlük çyzygy” diýilýär. Bu çyzyklar bilen tegelek dört deň bölege bölünýär.

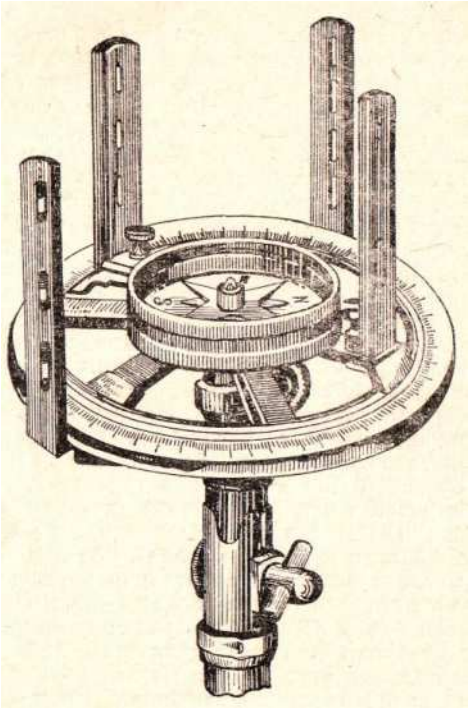
Her haýsy bölegiň ady bolup, bular şu bölekleri emele gelen iki çyzygyň atlaryndan amal edýär (hasaplaýar). Demirgazyk bilen gündogaryň arasynda demirgazyk gündogar, günorta bilen gündogary arasynda günorta – gündogar, günorta bilen günbataryň arasynda günorta – günbatar we demirgazyk bilen günbataryň arasynda demirgazyk – günbatar ugruň ýerleşýändigi baradaky sözler bilen derslik (okuw) kitaplardaky ýaly düşündirýär. Bu ýerde akyldar hindi tegeleginiň çyzygyny getirýär (8-nji surat). Suratda **EW** – deň günlük çyzygy; **SN** – ýarym günlük çyzygy, **A** – kölegäniň giriş nokady; **B** – kölegäniň giriş nokady; **Ç – AB** cyzygyň ortasy, **O** – tegelegiň merkezi, taýagyň orny **N** – demirgazyk, **S** – günorta, **E** – gündogar, **W** – günbatar.

Birunynyň hindi tegelegi (gnomony) öz döwründe uly ähmiýete eýe bolýar: astronomiýa, geodeziýa we geografiýanyň gözegçilik işlerinde şular ýaly gurluşyk işlerinde meridianyň ýönelmegi (ugry) şu guralyň (esbabyň) kömegi bilen kesgitlenilýär. Alymyň gnomony şäherleriň giňliklerini kesgitlemekde hem işledilipdir.

3. Kwadrant

Bu esbap öňden belli bolup, astronomlar olar bilen gözegçilik işlerini alyp barypdyrlar. Beýik alymyň ýazmagyna görä, Klawdiý Ptolomeý asman meridianynyň tekizligi boýunça ornaşdyrylan diwar kwadrantyň kömegi bilen ölçeg işlerini alyp barypdyr. Birunynyň aýtmagyna görä al-Mamun Halid Abdymälik al-Merweruda Damaskda ölçeg işlerini (Günüň geçişini kesgitlemek üçin) alyp barmaga perman berýär we Merwerudi Daýr Murran dagynda tarapy 10 gez (5 m-li) uly diwar kwadratyny ýasadýar. Kwadrantyň töwereginiň mermer dugasynda hereketlenýän oýma dioptrly latun

esbap ornaşdyrýar, bu arkaly kwadrantyň merkezindäki gazyga we Güne garadýar. Ol şu esbap bilen ýylyň dowamynda ölçeg işlerini alyp barýar. Muhammet ibn Jabr al-Horrany al-Battanynyň Rakkada alidada ornaşdyrylan diwar kwadranty bilen Günüň beýikligini ölçändigini belleýär. Sajistanyň (Owganystanyň günorta - günbatary) merkezi Zerenj şäherinde Abu Hasan Ahmet ibn Muhammet ibn Süleýman diametri 20 gez (10 metr) bolan kwadrant bilen şäheriň giňligini kesgitleýär; bular ýaly ägirt (gigant) esbap bir minuta çenli takyk ölçemäge mümkinçilik berýär. Öz işine ussat Biruny şeýle diýýär:



9-njy surat.

“Men 409 hijri (1019-nji milady) ýylynda diametri 9 gezli, töweregi minutlara bölünen kwadrantyň kömegi bilen Günüň belentligini Gaznada 80°00′-a deň çykardym”.

Kwadrant köplenç mahsus (niýetlenip) gurlan binanyň daş diwaryna we asman meridianynyň tekizligi boýunça ornaşdyrylýar (9-njy surat). Kwadrantyň dugasy graduslara, minutlara bölünýär. 0°-dan 90°-a çenli bölekler bahasy sanlar bilen ýazylman, eýsem san bahasy belli bolan harplar bilen görkezilýär. Tegelegiň merkezine dioptrly alidada ornaşdyrylýar, bu arkaly ýagtylgyçlara seredilipdir.[1]

Biruny öz eserlerinde kwadrant esbaby we onuň gurluşy hakynda belleýär, emma onuň çyzgysyny getirmeýär. Ýokardakylardan kwadrant esbabyny şular ýaly düşündirmek mümkin: kwadrant bir halka bolup, töweregi gradus, minutlara bölünen, halka nol ştrihi gorizontal edip diwara berkidilen; tegelegiň merkezi uçlaryna dioprlar berkidilen alidada (çyzgyç) ornaşdyrylyp, bu arkaly asman ýagtylgyçlaryna seredilen we alidadanyň ujundaky belgi (indeks) boýunça töweregiň bölekleriniň bahasyna seredip sanlar dürli takyklykda alnan, bu sanlar ýagtylgyjyň beýikligi (beýgelmesi) bolan. Bu esbap şol döwürde köp synanylypdyr. Beýik alymdan soňra ýasalan köp kwadrantlar gozgalmaýan edilip işlenilipdir (XIII asyrda Nasreddin at-Tusynyň diametri 6.5 metrli kwadranty ýaly), bu ýagdaý Birunynyň döreden täzeliklerinden ugur alnandygyny görkezýär.

4. Armillýar sferasy (şar halkasy)

Bu gural gadymy astronomik esbap bolup, bu esbap miladydan 3 asyr öň asman ýagtylgyçlaryna gözegçilik etmekde peýdalanylypdyr. Gural birnäçe gorizontal, wertikal we ýapgytlyk metal halkalaryny aýlandyrýan edilip birleşdirilmeginden ýasalyp, belli meslemäniň (gurluşyň) kömegi bilen ştanga ornaşdyrylan ol burçlary ölçemekde işledilipdir. Armillýar sferasy II asyra çenli işledilip gelnipdir, soňra gözegçilik işlerinde köpräk astrolýabiýa ulanylyp başlanýar. Astrolýabiýa astronomiýa, geodeziýa degişli meseleleri çözmekde ulanylan esbapdyr. Bu gural gadymy bolup, Gipparh, Ptolomeý ýaly beýik alymlar şu esbabyň kömegi bilen

[1]Булгаков П. Г., Глобус Бируни. Общественные науки в Узбекистане, №1, 1965, стр. 39-44.

gözegçilik işlerini alyp barypdyrlar. Biruny bolsa bu esbaby ýagtylgyçlar beýgelmesini ölçemekde däl-de eýsem ähli gözegçilik işlerinde ulanypdyr.

Astrolýabiýa dürli diametrdäki iki konsentrik "armilden (tegelek halkadan)" ybarat bolup, biri ikinjisiniň içinde aýlanýan bolýar. Tegelekleriň aýlanmasy böleklere bölünip, bir diametri boýunça dioptrli alidada ornaşdyrylan (9-njy surat).

Birunynyň döwründe astrolýabiýa hakyky ýagtylgyçlaryň ekliptiki koordinatlaryny kesgitlemekde işledilmän, eýsem geodeziýa we geodeziki astronomiýanyň birnäçe meserlelerini çözmekde hen ulanylan (günüň uzynlygyny, binalaryň beýgelmesini, ýanyna baryp bolmaýan aralyklary ölçemekde, çyzyklaryň ugruny kesgitlemek ýaly).

Astrolýabiýanyň işleýiş prinsipi, takyk işlerde ulanylyp başlamagy bilen, talaba jogap berýän täze we ýakyn torlary döredýär. Birnäçe torly adaty esbaplary üstünlik bilen bir-birine goşup, berkişdirilen täze gurallary ýasaýarlar. Bu bolsa gural gurluşygynda alymyň bitiren hyzmatlarynyň diýseň uludygyny görkezýär. Ol astrolýabiýanyň birnäçe "şarsuman", "gawunsuman" görnüşli berkleşdirilen torlaryň emele getirijisidir. Bu astrolýabiýanyň gurluşyny we çyzgylaryny Biruny özüniň "Astrolýabiýany ýasamagyň dürli usullary" we "Astrolýabiýa hakyndaky traktat" ýaly eserlerinde doly görkezýär.[1]

Gawunsuman astrolýabiýaň asmanyň demirgazyk we günorta ýarym şardaky ýyldyzlarynyň proýeksiýasyny düşürýär. Bu guraly ýeriň hemme ýerinde bir meňzeş (ýagdaý) işletmek mümkin bolýar.

H. U. Sadykowyň pikiriçe, bu guralyň üstki tarapynda diametri 10-50 sm-e çenli bolan tegelek ýuka guty (gap) bolup, onuň içine birnäçe disk ýasy tegelek planisfera (ýeriň ýa-da asmanyň ýarymy teswirlenen ýarym şar kartasy) mahsus mesleme (gurluş) bilen bitertip ornaşdyrylan. Her haýsy planisferanyň ortasyndaky deşikden astrolýabiýanyň oky çykýar. Bu disklere asman sferasynyň ekwator tekizligindäki proýeksiýasy düşürilen, tekizlige bolsa berlen giňligiň ziniti we gorizonty, soňra beýgelmeler (beýiklikler) tegelegi,

---

[1] [1]Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. "Наука". 1968, стр. 50-55.

asman sferasynyň wertikaly, ekliptika we esasy ýagty ýyldyzlar düşürilen bolýar.

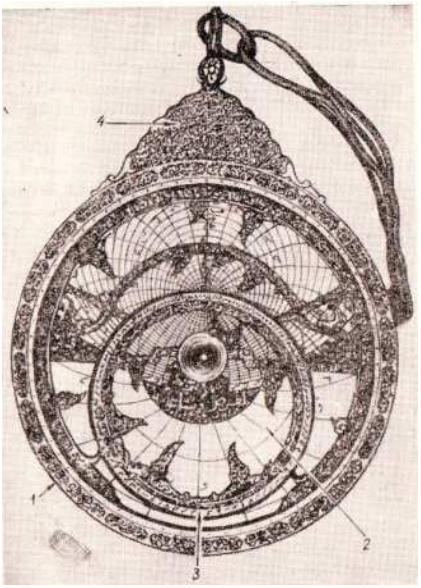
Her astrolýabiýa aşakdaky üç esasy bölekden ýasalýar:

a) timpan – asman jisimleriniň proýeksiýasy düşürilen ýasy tegelek;

b) pauk (tor) – ekliptikanyň ekwator tekizligi düşürilen proýeksiýasy we Günüň, ýyldyzlaryň hereketleri boýunça görkeziji köp çyzyklardan ybarat şekil;

ç) alidada – iki ujuna dioptr ornaşdyrylan (dioptryň kömegi bilen ýagtylgyçlara seredilýär), astrolýabiýanyň merkezi aýlanýan çyzykdyr.[1]

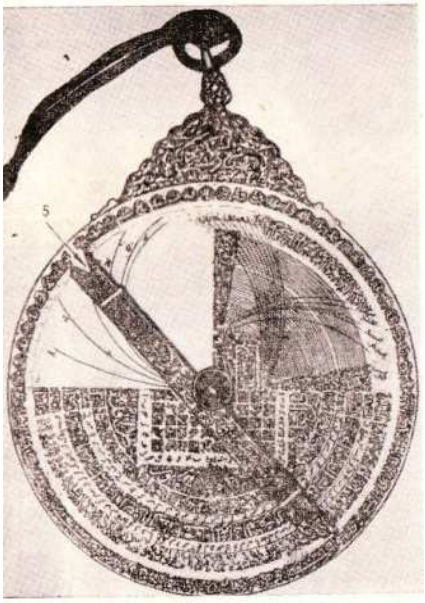
Bulardan "pauk" we "alidada" astrolýabiýanyň merkezinde aýlanýar.



10-njy surat.

[1]Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство "Наука", Москва 1983.

Astrolýabiýanyň korpusynyň arka taraýpynda dürli nomogrammalar (egri çyzyklar) bolup, olar astronomiýa, geodeziýa meselelerini çözmekde peýdalanylýar. Arka tarapy dört çärýege bölünen. Ýokardaky iki çärýek we alidadanyň kömegi bilen asman hem-de ýerdäki zatlaryň beýgelmesini kesgitlemek we beýleki geodeziýa degişli tegelek (takmynan) meseleri çözmek mümkin. Peski iki çärýekde bolsa "kölegeleriň kwadraty" diýlen iki kwadrat ýasalan. Çep kwadratyň wertikal we gorizontal taraplary deň ýedi bölege (pogonlara), onuň tarapdakysy bolsa on iki bölege bölünendir (10-njy surat).



11-nji surat.

Gadymky gündogar alymlary gnomonyň kölegesini ölçemekde ölçeg birligi sypatynda gnomony kabul edýärler. Kölege gnomonyň uzynlygyna deň bolanda Günüň beýikligi 45° bolýar. Bu wagtdaky kölegäniň uzynlygyny 7 bölege bölüp, ony "pagona" ýa-da 12-ä bölüp, ony "barmak" diýip atlandyrypdyrlar. Bu kwadratlar köp

meseleleri çözmekde ulanylypdyr. Meselem, gnomonyň kölegesiniň uzynlygyny bilip, alidadanyň kömegi bilen Gün beýgelmesini ýa-da baryp bolmaýan, ölçäp bolmaýan aralyklary gradusda kesgitlemek mümkin bolupdyr (11-nji surat). Astrolýabiýanyň kömegi bilen dürli geodeziki meselelerini çözmek üçin Biruny bu guraly has-da kämilleşdirenden soňra mümkin bolupdyr. Onuň arka tarapyndaky nomogrammalary beýik alym hasaplap çykarypdyr.[1]

Ýokarda belläp geçilen guraldyr esbaplar bilen bir hatarda akyldar özüniň şäherleriň giňligini kesgitlemek işlerinde we şäherlerde (köşklerde) gurluşyk işlerini geogeziki alyp barmak, şeýle-de gidrotehniki desgalary teswirlemek we gurmak işlerini ýerine ýetirmek maksady bilen birnäçe işleri geçirýär, täze gurallary hem ýasamagy başarypdyr.

5. Abu Reýhan Birunynyň ýasan beýleki gurallary

Üç taýakly gural. Biruny adaty üç taýagyň kömegi bilen Ýeriň üstünde berlen nokadyň giňligini kesgitlemegiň ýollaryny görkezip, onuň çyzgylaryny berýär we bu usuly matematiki tarapdan esaslandyrýar. Bu esbaba Birunynyň döreden üç aýakly guraly diýilýär.

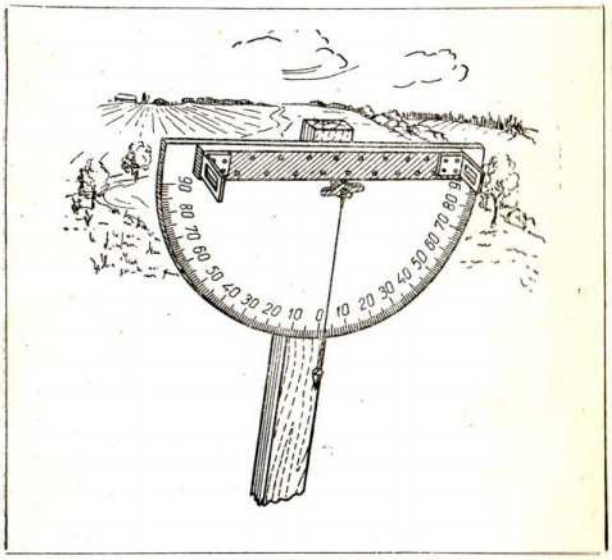
Konus guraly. Bu ýarym şaryň üstüne esasy (galyby) bilen ornaşdyrylan konus sypatynda ýasalan gural bolup, ol giňligi kesgitlemekde işledilýär. Emma ol taýakly guraldan birneme tapawutlanýar. Her iki esbabyň kömegi bilen şäheriň giňliklerniň bahasy kesgitlenmän, eýsem onuň dolduryjy burçlarynyň bahasy kesgitlenilýär.

Bir taýakly gural. Bu şaryň üstüne dik ornaşdyrylan taýak arkaly ýasalan esbab bolup, giňligiň 90°-y emele getiriji burçy kesgitlemek üçin işledilýär. Birunynyň bellemegine görä, ýokarky her iki esbapdan sada bolup, onuň işledilişi hem ýönekeýdir.

---

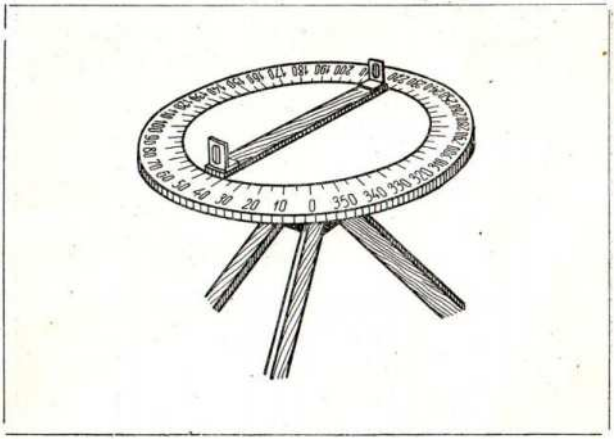
[1]Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

Gnomonly gural. Bu guralyň kömegi bilen kwadrat tagtanyň merkezine taýak ornaşdyrylan gnomondaky taýagyň kölegesiniň tagta çyzylan töwerege urmagy arkaly şu nokadyň giňligini kesgitleýär. Biruny bu guralyň ýasalyşy we işledilişi hakynda dolu maglumaty berýär.



12-nji surat.

Ýer üstüni tekizleýji esbap. Bu gural tegelegiň ýarysyna gradus bölekleri geçirilen, taýagyň ujyna çüý bilen berkidilen we taýagyň ujyna uzynlygy 1 - 1.5 metr uzynlykdaky ýüpe asylan (daňylan) agram daşly guraldyr. Bu gural sadaja niweliriň ýasalyşyny ýadyňa salýar. Gural ýerleri tekizlemekde giňden ulanylypdyr. Bu gural bilen Biruny Gazna şäherinde soltanyň köşgüniň içini takizlemekde ulanýar. Ýagny bu guralyň kömegi bilen köşgüň içine ýagýan ýagmyryň, içinde hiç hili suw galmaz ýaly derejede tekizlenýär. Bu guralyň kömegi bilen ýerleri ajaýyp tekizlemek mümkin bolupdyr. Ýagan ýagyşlar (erän garlar) bolsa bir akaba gelip düşüp, ondan hem merkezi ýap bilen akyp gidipdir. Megerem bu gural sadaja niweliriň görnüşini ýadyňa salsa gerek (12-nji surat).



13-nji surat.

Ýeriň üstünde gorizontal burçlary ölçeýji esbap. Bu gural 0°-dan 360° çenli böleklere bölünen tegelegi taýagyň ýa-da üç aýagyň üstünde goýmak bilen görnükli alym ýasapdyr. Bu guralda tegelegiň üstünde ýerdäki predmetlere aýdyň seredirmek maksady bilen göz dioptryny hem ýerleşdiripdir. Bu guraly beýik akyldar jaý gurluşyk işlerinde binalary biçmekde giňden ulanypdyr (13-nji surat).

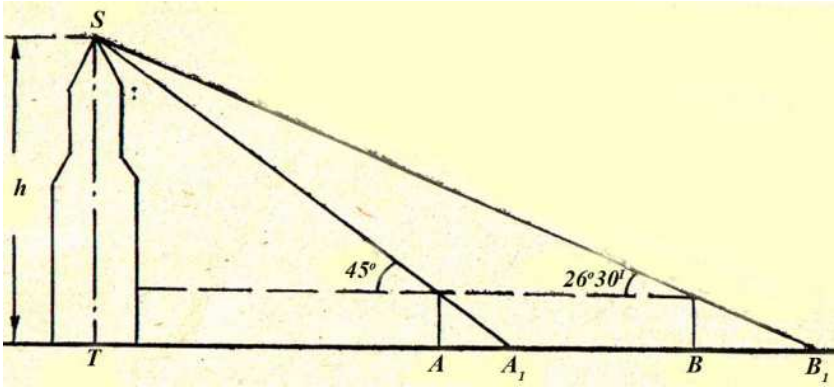
6. Inženerçilik geodeziýa degişli meseleleri çözmek

Biruny özüniň geodeziýa we astronomiýa degişli eserlerinde inžinerçilik geodeziýa degişli bolan meseleleriň üstünde hem öz pikir – düşünjelerini aýtmak bilen, esasy meselerini nähili çözmegiň ýollaryny görkezip geçýär. Biz bularyň käbirlerini (azimuty kesgitlemek, beýgelmeleri kesgitlemek) ýokarda tanyşyp geçipdik. Indi bolsa esasy inženerçilik geodeziýasyna degişli meseleleriň üstünde durup geçeliň.[1]

Beýgelmeleri kesgitlemek. Öňki bölümlerimizde Birunynyň Nandna düzlüginde dagyň depesinden gorizontyň peseliş burçuny

[1] [1]Horhujaýew K. Biruniý wa uniňg geodeziýa faniga dair işlari. Toşkent. 1973.

ölçäp Ýer şarynyň ölçeglerini kesgitlemek wagtyndaky iki ýerden dagyň beýgelmesini (beýikligini) ölçändigi bilýänsiňiz.



14-nji surat.

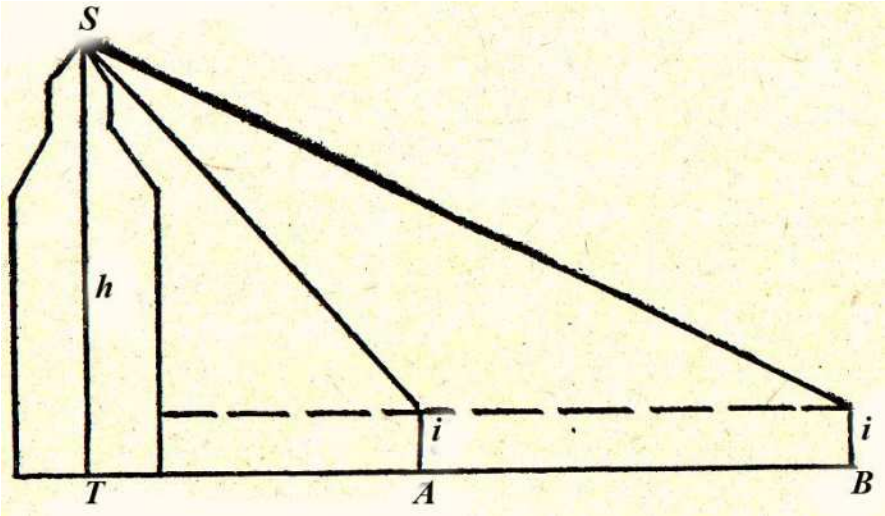
Akyldar beýgelmäni kesgitlemekde aralyk ölçemek bir dogry diýip seredýär. Baryp (geçip) bolmaýan aralyklary ölçemekdäki ýaly dag, binalaryň beýikliklerini kesgitlemekde hem belli ölçenen ululyklaryň esasynda hasaplamagyň ýoly bilen nämälim beýgelmeleri kesgitlemegiň usullaryny görkezýär. Minara, bina we dürli jaýlaryň beýgelmeleri (beýiklikleri) köplenç gönüden – göni ölçäp bolmaýar . Şoňa görä hem, Birunynyň teklip eden usul häzirki wagtda hem ähmiýetini ýok etmeýär (ýagny ulanylýar). Muny geçen bölümimizde doly görüp geçdik. Minara, jaýlaryň (binalaryň) beýgelmelerini akyldar özüniň ýasan beýgelmäni ölçeýji guralyny ulanmazdan, astrolýabiýa, kwadrant ýaly esbaplaryň kömegi bilen hem kesgitlemek mümkindigini görkezýär.

Abu Reýhan al-Biruny özüniň “Kitap at-Tafhim”, “Astralýabiýany ýasamagyň dürli usullary” ýaly eserlerinde inžinerçilik geodeziýasyna degişli meseleleriň çözüliş ýollaryny görkezip berýär. Meselem, minaranyň beýikligini ölçemek üçin ilki bilen Günüň ýa-da Aýyň beýikligini (beýgelmesini) kesgitleýär. Eger-de duralyň alidadasynyň halkasyndaky ölçeg şkalasy orta

çyzykda dursa, bu wagt ýagtylgyjyň beýgelmesi 45°, minaranyň beýgelmesi bolsa öz kölegesiniň uzynlygyna deň bolýar.

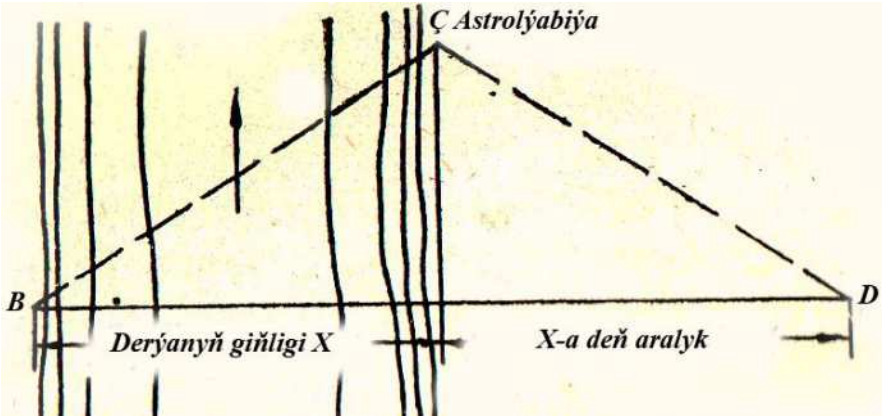
Eger-de Günüň beýgelme burçy 45°-dan uly bolsa ýa-da kiçi bolsa, minaranyň beýgelmesi alidadanyň görkezişi we kölegäniň uzynlygyna bagly bolýar. Meselem, Günüň beýgelmesi 45°-dan uly bolsun: munda alidadany Güne seretdirip, kölegäniň kwadratyndan alidada boýunça *"n"* sany alynýar. Soňra kölegäniň uzynlygy *"m"* ölçenilýär. Kwadrat tarapyndaky bölekleriň sany 12 bölünýär, minaranyň beýgelmesi $h = \frac{12 \cdot m}{n}$ -ä deň bolar.

Akyldar ýene-de aşakdaky usuly synag edýär: minaranyň beýgelmesi **TS**-ni ölçemek üçin (14-nji surat) minaraniň aşagy bilen bir tekizlikde ýerleşýän nokatdan astrolýabiýa arkaly $45°$ burç emele gelýär, minaranyň depesine (ujyna) guraly seretdirýär. Soňra gözegçi öz boýunyň uzynlygyny **A** nokatdan ölçäp goýup, $\mathbf{A_1}$ nokady tapýar. Soňra $\mathbf{TA_1}$ çyzygyň dowamyny ýöräp **B** nokatdan $26°30'$ burç emele gelip, ýene-de minaranyň depesine (ujyna) seretdirilýär. Şu ýerde hem $\mathbf{A_1B_1}$ çyzygyň uzynlygy minaranyň beýgelmesi bolýar.



15-nji surat.

[1]Horhujaýew K. Biruniý wa uniňg geodeziýa faniga dair işlari. Toşkent. 1973.

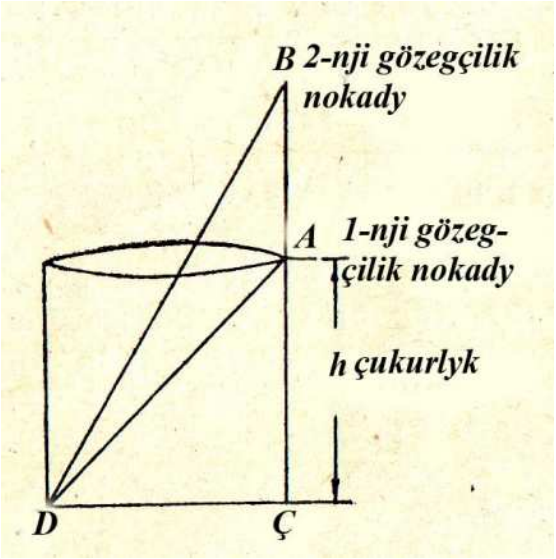


16-nji surat.

Minaranyň beýgelmesini wetikal burçy ölçemezden kölegäniň kwadratynyň kömegi bilen aşakdaky ýaly kesgitlemek mümkin. Gözegçi ýerdäki **A** nokatda durup (15-nji surat) astrolýabiýany minaranyň depesine (ujyna) seretdirýär we kölegäniň kwadratyndan *n* sany alýar. Soňra **TA** çyzyk boýunça ýöräp geçip **B** nokatdan ýene-de minaranyň depesine seredip, kölegäniň kwadratyndan *m* sany alýarys. Şeýle-de **AB** aralygy **d-ni** ölçeýäris. Eger-de gözegçiniň boýuny *i* diýsek, minaranyň beýgelmesi $h = \frac{d}{n-m} + i$ -a deň bolýar.

Derýanyň giňligini ölçemek. Birunynyň çözen inženerlik geodeziýasyna degişli meselerinden ýene-de biri derýanyň giňligini kesgitlemekdir. Akyldar bu meseläni çözmekde astrolýabiýa guralyny ulanýar. Meselem, deýanyň giňligi (16-njy surat) **AB-ni** ölçemek üçin derýanyň ýakasyndan **Ç** nokat belgilenilýär. Şu nokatda durup astrolýabiýanyň alidadasyny ilki bilen **B** nokada seretýäris, soňra **A** seretdirip ýeriň üstünde belgiler goýulýar. Soňra şu belgiler boýunça astrolýabiýany burup **A** we **D** nokatlara

seredilýär. **ÇD** we **BA** ugurlaryň kesişen **D** nokadynyň **A-dan** bolan uzynlygy derýanyň giňligi bolýar.[1]



17-nji surat.

Guýynyň çuňlugyny kesgitlemek. Munuň üçin çep golda astrolýabiýanyň kwadratyny özüňe seretdirilen ýagdaýda tutup guýynyň ýokarsynda **A** nokatda durulýar; dioptrlar arkaly guýynyň düýbüne (**D** nokada) seredip kölegäniň kwadratyndan belgi edilýär. Soňra alidadanyň görkezgijini bir bölek kem ştrihe bölüp alidadanyň durşuny bozman şu nokatdan ýokary (**B** nokada) şular ýaly getirmek gerek, ýagny alidadanyň soňky durşunda hem **D** nokat görünmelidir. Soňra **AB** beýgelmäni ölçäp, ony kölegäniň kwadratyndaky bölege köpeldilse, guýynyň çuňlugy kesgitlenilýär (17-nji surat).

Abu Reýhan al-Biruny başga-da dürli ýagdaýda dürli inženerçilik geodesiýasyna degişli meseleleri çözmegiň ýollaryny görkezip berýär. Meselem, ol özüniň "Hindistan" atly eserinde gorizontyň uzaklygyny nähili kesgitlemegini çyzgylaryň üsti bilen düşündirýär. Bu mesele geodeziýanyň esasy işleri bolup,

[1]Horhujaýew K. Biruniý wa uniňg geodeziýa faniga dair işlari. Toşkent. 1973.

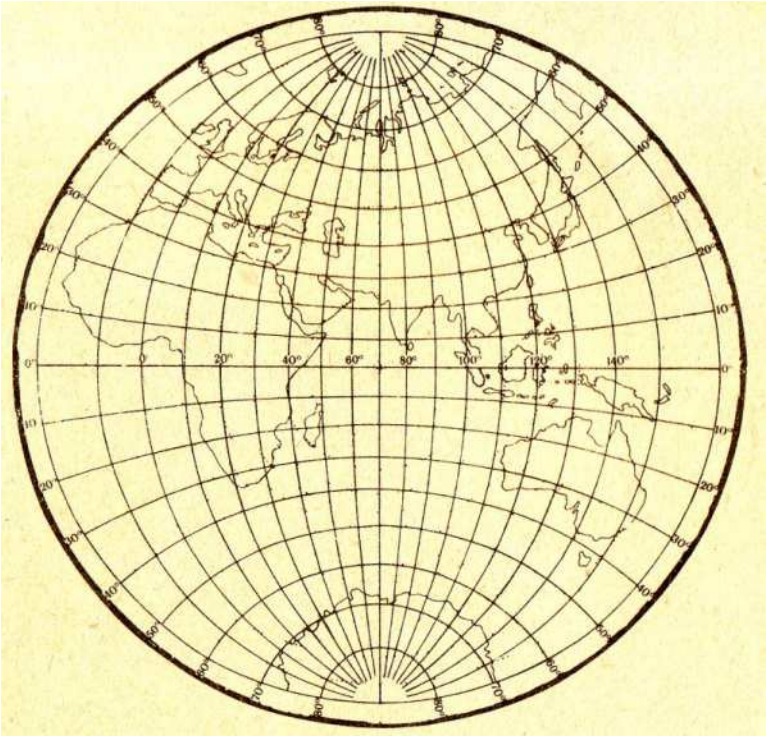
triangulýasiýa, poligonometriýa torlaryny döretmekde nokatlara ornaşdyrylan gözegçilik signallarynyň beýgelmesini kesgitlemekde uly ähmiýete eýedir.

7. Kartografiki proýeksiýalar hakynda

Beýik akyldar ylymlaryň dürli şahalarynda täzelikleri döreden öz döwrüniň meşhur alymydyr. Ol geodeziýa ylmyna bagly bolan kartografiýa pudagynda hem döwrüne laýyklykda işlerini esaslandyryp gidýär. Ýer şary we onuň böleklerini (elementlerini) kagyzda teswirlemegiň ýollary häzirki döwrümiziň hem möhüm meselerinden biri hasaplanylýar. Biruny 1000 ýyldan gowrak öň bu hakda birnäçe dogry pikirleri aýdýar we ony matematiki taýdan esaslandyryp berýär. Bu tema bagyşlap "Ýyldyzlaryň ýagdaýyny (halyny) proýektirlemek", "Teswirleri tekizlikde görkezmek" ýaly eserleri ýazýar. Ol özüniň "Gadymky halklardan galan ýadygärlikler" atly kitabynyň ahyrky babynda şeýle diýýär:

"Aý menzillerini we beýleki asman ýagtylgyçlarynyň şekillerini tekizligiň üstlerinde nähili teswirlemek hakynda bu kitapda bir babyň goşulmagy zerurdyr. Çünki adamlar ýagtylgyçlaryň dogşynyň (çykyşynyň) dürli wagtlarda dürli dürli bolýandygyny bilenliginde olaryň Zadiak ýyldyzlar toparynyň wezipelerini esas edip alýar". Soňra "Aý menzillerini teswirlemekde we kyrk sekiz görnüşi (ýagdaýy) öz içine alýan ýyldyzlaryň durkuny tekizlige teswirlemekde dürli derejeligi dogrusynda birnäçe ylma umumy bolan köp sanly maglumatlar bar". Bu obýektleri (hadysalary), ýurtlary, şäherleri we ýer üstüniň beýleki ýerlerini tekizlikde teswirlemek (şekillendirmek) bilen hem habarly bolupdyr diýip özüniň proýektirlemegiň usullaryny şu sözler bilen başlaýar; "Şardaky uly – kiçi tegelekleri we nokatlary tekizlige proýektirlemek mümkin; munda şaryň bir depesini konusuň okuna baglylykda kabul edip, olaryň gapdal taraplarynyň üstleri tegelekden we nokatlardan geçmegi hem-de berlen tekizlik bilen kesişmegi hökmanydyr. Bu tekizligiň konusyň üsti bilen kesişen (eger-de olar tegelekden ötse) ýa-da galtaşýan çyzykdan geçýän (eger-de olar nokatdan geçse)

çyzyklar tegelegiň we çyzyklaryň tekizlikdäki proýeksiýalary alynýar.



18-nji surat.

Astrolýabiýa usuly: demirgazykda konusyň oky günorta, emma konusuň oky bolsa demirgazyk tarap boýunça alýarlar; belli bolmadyk tekizlik ekwatora parallel bolan üstleriň biri bolýär. Şeýle ýagdaýda şaryň uly tegelekleri proýeksiýada tegelek we göni (dogry) çyzyk şeklinde görkezilýär”.[1]

Beýik alym konus proýeksiýalar barada maglumatlar berýär. Bu proýeksiýada haçan-da konus ýer ellipsoidine polýuslarda galtaşsa we galtaşma çyzyklar arkaly proýektirlemek geçirilse

[1]Horhujaýew K. Biruniý wa uniňg geodeziýa faniga dair işlari. Toşkent. 1973.

döreýändigini belleýär. Häzirki zaman kartografiýa ylmynda şeýle proýektirlemek bilen alnan görnüşine normal (göni) konus proýeksiýalar diýilýär. Bu bolsa Birunynyň konus proýeksiýalarynyň döremeginde hem öz pikiriniň bolandygyny subut edýär.

Biruny "Ýurtlar we ýyldyzlar durkunyň proýeksiýasy" atly traktatynda kartografiki proýeksiýalaryň üstünde durup ýarym şary karta düşürmekde proýektirlemegiň usullaryna degişli maslahatlar berýär. Bu proýeksiýada burçlaryň ýa-da üstleriň deňligini saklap bolmaýandygyny, şoňa görä-de ony "erkin" ýa-da "şertli" proýeksiýa diýmek bolýandygyny belleýär. Bu proýeksiýa XVIII asyrda Ýewropada "Şar (tegelek) şekilli" ýa-da "globulýar" ady bilen ulanylýan proýeksiýa meňzeşdir (18-nji surat).

[1]Хасанов Х., Карта мира из книги Бируни "Ат - Тафхим" Общественные науки Узбекстане №8, 1963, стр. 59-61.

[2]Хасанов Х., Памятники среднеазиатской картографии. Известия Узбекстанского филиала географического общества, VIII, 1964, стр. 52-65.

Umuman aýdanda, akyldar proýektirlemegiň üç ýoluny görkezýär:

1. Şaryň bir depesinden ekwatoryň ýa-da oňa parallel tekizlige proýektirlemek;

2. Şaryň içindäki ýa-da daşarsynda şaryň okunda ýatan nokatdan ýokardaky tekizlikleriň birine proýektirlemek;

3. Şaryň oky boýunça ýokardaky tekizlikleriň birine parallel proýektirlemek.

Abu Reýhan Birunynyň kartografiýa degişli ylmy işleri onuň teswirlemek barada ýeterlik, çuňňur bilimli alymdygyny görkezýär.

SÖZSOŇY

Biz Abu Reýhan Birunynyň geodeziýa degişli eserlerini we girizen täzeliklerini kitabyň talabyna laýyk gelýän derejede mümkin boldugyça dolulykda aldyk. Köp sanly okyjylar köpçüligini göz öňünde tutmak bilen pikirleri sada we düşnükli dil bilen ýazmaga synanyşdyk.

Birunynyň mirasyndan geodeziýa ylmyna degişli meseleler hakynda söz açdyk. Şonuň bilen birlikde akyldaryň diňe bir geodeziýa degişli işlerini göz öňünde tutulman, eýsem alymyň durmuş ýoly we ylymlaryň ähli pudaklary boýunça ýerine ýetiren işleri dogrusyndaky maglumatlary mümkin boldugyndan getirdik.

Akyldaryň matematika degişli girizen täzelikleri astronomiýa we geodeziýa ylymlarynyň rowaçlanyp ösmegine ýardam berýär. Sferiki trigonometriýanyň teoriýasy, aýratynda sinuslar teoremasyny çözmegiň usullary, trigonometriki funksiýalaryň bahasyny hasaplamak, sanlaryň teoriýasy ýaly ylmy işleri döwründe uly ylmy täzelikler bolýar.

Birunynyň eserleri bilen tanyş bolan her bir ynsan onuň ylmy fazada burgüt ýaly parlaýanyny, ylymlar okeanynda kit ýaly urunýandyny görer.

Ýewropada Alibaron ady bilen tanalan Gündogaryň beýik alymy Abu Reýhan Birunynyň ylmy ösdürmek üçin ýaşapdyr. Bular ýaly alymlar jemgyýete her 1000 ýyllyklaryň dowamynda diňe bir gezek gelýär. Ol özüniň döredilen ererleri we açyşlary bilen tanalan hakyky ynsan we deňsiz dana bolupdyr.

Biruny öz işleri barada “Masudyň kanuny” kitabynda şeýle belleýär: “Men ylma degişli gerek bolan hemme işlerimi dykkat bilen ýerine ýetirdim (işledim), ýagny geçmişden galan işleriň netijelerinden peýdalandym, olarda bolan ýalňyşlyklary düzetmäge dyrjaşdym, alan netijelerimi eseriň awtoryna mümkin gadar ýazyp galdyrmaga urundym”. Bu ýerde Birunynyň umumy maksada we işlemek usulyny eýerip, eden ylmy işlerini gysga, açyk we aýdyň düşündirmegi başarandygyny bellemek mümkin. Ol özünden öň ýaşap geçen alymlaryň galdyran baý mirasyny minnetdarlyk bilen kabul edýär.

Amala aşyran ylmy işleriniň üstünde erjellik bilen işläp, birnäçe ylmy eserleri döredipdir. Bu baý miras bilen tanşyp, işleri alyp barmak we bu arkaly Biruny öz döwrüniň dünýäde iň tanymal adamlarynyň biri bolandygyny görmek bolar.

Beýik alym geodeziýa ylmyna degişli köp sanly meseleler bilen meşgullanan we birnäçe ylmy eserler ýazan geodeziýaçy alymdyr. Bu hakda "Geodeziýa" kitabyny arapçadan rus diline birnäçe gymmatly düşündirişler bilen terjime eden filosofiýa ylymlarynyň doktary P. G. Bulgakowyň: "Biruna "Geodeziýa" kitabyndaky esasy nazary pikirleriň mugallymy diýip bileris. Onuň Ýakyn Gündogarda we Merkezi Aziýada birinji bolup geodeziýa degişli meseleleri amaly astronomiýadan ylmy esasda tapawutlandyryp, ylmy ýagdaýyna getirmekdäki hyzmaty bellemäge mynasyp" diýen sözleri akyldara berlen hakyky bahadyr.

Eger-de biz birunyşynaslaryň sözlerini we Birunynyň işlerini jemläp, Biruny we oňa çenli bolan alymlaryň geodeziýa ylmyny döretmekde goşan hyzmatlaryny hakyky bahalasak, onda biz Birunynyň şärikli talabyny düşündirmek üçin P. G. Bulgakowyň ýokardaky sözlerine: "Buruny Ýakyn Gündogarda we Merkezi Aziýada däl-de, eýsem bütin dünýä möçberinde hem ilkinjileriň hatarynda, geodeziýa ylmynyň döremegine düýpli goşant goşan geodeziýa alymydyr" diýip goşmak dogry bolar.

Beýik akyldaryň geodeziki we astronomiýa degişli ýasan gurallary Daşkendiň demir ýol inženerçilik institutynyň inžinerçilik geodeziýa kafedrasynyň we Özbegistanyň Gündogary öwreniş Milli ylmy-barlag institutynyň alymlary tarapyndan akyldaryň "**Ilatly punktlaryň arasyndaky aralyklary kesgitlemek üçin ýerleriň serhetlerini anyklamak kitaby** (Kitab tahdid nihaýýat al-amakan li-tashih masafat al-masakin)", ýagny "Geodeziýa" kitabynda berilýän materiallaryň esasynda dikeldilýär (döredilýär). Bu gurallary biz alym K. Horhujaýewiň "Biruniý wa uniňg geodeziýa faniga dair işlari" atly ylmy işinden berlen suratlaryndan peýdalandyk (Horhujaýew K. "Biruniý wa uniňg geodeziýa faniga dair işlari" Toşkent. 1973).

BIRUNYNYŇ DURMUŞY WE DÖREDIJILIGI BILEN BAGLANYŞYKLY SENELER

973-nji ýylyň 4 sentýabry - Abu Reýhan Biruny Kät şäherinde dogulýar.

990-njy ýyl - Biruny halkaly guralyň kömegi bilen Günüň ýarymgünlik beýikligini ölçeýär.

994-995-nji ýyllarda Biruny diametri 10 gez (5 metr) diametrli Şer globusyny gurýar.

995-997-nji ýyllar - Yrakylar dinastiýasynyň ýok edilmegi bilen Birunynyň bialaç Horezmden Reýe gaçmagy.

995-997-nji ýyllar - Biruny Reý şäherinde dünýä belli astronom we matematik Abu Hamid Hojendi bilen duşuşýar.

997-998-nji ýyllar - Abu Aly ibn Sina bilen filosofiki hat alyşyk.

998-999-njy ýyllar - Birunynyň Kobus ibn Wuşmagiriň çagyrmagy bilen Gürgene gelmegi.

Takmynan 1000-nji ýyl - Birunynyň ilkinji uly işi bolan "Hronologiýa" eserini ýazyp gutarmagy.

1003-1004-nji ýyllar - Horezme gaýdyp gelmegi.

1004-nji ýylyň iýun aýy - Biruny Gürgençde (Köneürgeçde) astronomiki gözegçiligini geçirýär.

Takmynan 1005-nji ýyl Abu Aly ibn Sinanyň Buharadan Köneürgenje gaýdyp gelmegi we Biruny bilen tanyş bolmagy.

1010-1017-nji ýyllar - Birunynyň syýasat bilen baglanyşykly işeňňir hereketleri (Bu döwürde Horezm şasynyň maslahatçysy wezipesini ýerine ýetirýär).

1017-nji ýyl - Abu Reýhan al-Birunynyň Mahmut Gaznalynyň köşgüne gulluga Gazna çagyrylýar.

1022-1024-nji ýyllar - Biruny Hindistanda saparda bolýar. Penjap düzlüginde ýerleşýän Nandna galasynyň ýakynynda Ýer şarynyň radiusyny ölçeýär.

1025-nji ýyl - Biruny "Geodeziýa" eserini doly ýazyp gutarýar.

1025-1030-njy ýyllar - astronomiýa we matematika degişli bolan birnäçe ylmy traktatlaryny ýazýar.

1030-njy ýyl - beýik akyldar “Hindistan” atly uly göwrümli kitabyny ýazyp gutarýar.

1034-nji ýyl - Gaznada halypasy, mugallymy we dosty Abu Nasr ibn Yrak aradan çykýar.

1031-1036-njy ýyllar - “Masudyň kanony” eserler (11 kitapdan ybarat bolan) ýygyndysyny ýazyp gutarýar.

1037-nji ýyl - “Masudyň kanony” eserler ýygyndysyny soltan Masuda sowgat edýär.

Takmynan 1048-nji ýyl - “Mineralogiýa” atly eserini ýazyp gutarýar.

1048-nji ýyl - “Farmakognoziýa” eserini ýazýar. Saglygy erbetleşýär.

1048-nji ýylyň 11-nji dekabry - Gaznada beýik akyldar aradan çykýar.

EDEBIÝATLAR:

Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Eserler ýygyndysy. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Döwlet adam üçindir. Aşgabat, 2008

Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Aşgabat, 2008.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Ahalteke bedewi – biziň buýsanjymyz we şöhratymyz. Aşgabat, 2008.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Täze Galkynyş eýýamy. Aşgabat, 2008.

Allakow M. Geodeziýanyň özbaşdak ylym hökmünde esaslandyrylmagy we Biruny, Zaman gazeti. 11 iýul 2002. №27(452).

Бартольд В. В. Историко – географический обзор Ирана, СПб, 1903.

Бейхаки. История Масуда – Абул-Фазл – Буйхаки. История Масуда (1030-1041), вступительная статья, перевод и примичания. А. К. Арендса. Ташкент, Изд-во АН Уз ССР, 1962.

Абу Рейхан Мухаммет ибн Ахмед аль-Бируни, Собранне сведение для познания драгоценностей (Минералогия), перевод А. М. Беленицского, М.: Изд-во АН СССР, 1963, стр. 271-291.

Абу Рейхан Бируни, (Индия), Избранные произведения, II, перевод А. Б. Халидова и Ю. Н. Завадовского, комментарии В. Г. Эрмана и А. Б. Халидова, Ташкент, Изд-во АН Уз ССР, 1963.

Абу Рейхан Мунаммет ибн Ахмед ал-Бируни, Собрание сведений для познания драгоценностей (Минералогия), перевод А. М. Бленецского, Москва, Изд-во АН СССР, 1963.

Абу Рейхан Бируни, Избранные произведение, I [Памятники минувших поколений], перевод и примичания М. А. Салье, Ташкент, Изд-во АН Уз ССР, 1957.

Боднарский, Античная география – М. С. Боднарский, Античная география, Москва, 1953.

Булгаков П. Г., Глобус Бируни. Общественные науки в Узбекистане, №1, 1965, стр. 39-44.

Булгаков П. Г. Геодезия. Москва. “Наука”. 1968, стр. 50-55.

Булгаков П. Г., Фахриев сектант в “Геодезии” Бируни, журн. “Общественные науки в Узбекистане” № 6, 1963, стр. 50-55.

Волин, К истории древнего Хорезма – С. Волин, К Истории древнего Хорезма, Вестник древней истории, 1941, № 1, стр. 192-196.

Вороновский Д. Г., Астрономы Средней Азии от Мухаммеда ал-Хаваризми до Улугбека и его школы (IX-XVI вв.), сборник “Из истории эпохи Улугбека”, Изд-во “Наука”, Ташкент, [1965], стр. 100-172.

Гулямов Я. Г., Бируни об гидрографии низовьев Аму-Дарьи, сборник “Бируни – великой ученый средневековья”, Ташкент, 1950, стр.85-97.

Гулямов Я. Г., История орошения Хорезма с древнейщих времен до наших дней, АН Уз ССР, Ташкент, 1957.

Джалаллов Г. Д., Бируни и астрономическая наука, сборник – великий ученый средневековья, Ташкент, 1950, стр. 63-84.

Захидов В. Ю., Бируни как мыслитель, в сборнике “Бируни”, М. – Л., 1950, стр. 30-54.

Захидов В. Ю., Великий мыслитеь X-XI веков в сборнике “Бируни – великий ученый средневековья” Ташкент, 1950, стр. 43-62.

Звездный каталог ал-Бируни с приложением каталогов Хайяма и ат – Туси (перевод Б. А. Розенфольда и М. М. Рожанский). Историко-астрономические исследования, вып. VIII, М., Физматгиз, 1962, стр. 83-192.

Крачковский И. Ю., Арабская географическая литература, в кн. Академик И. Ю. Крачковский, Избранные сочинения, IV, М.-Л., Изд-во АН СССР, 1957.

Крачковский И. Ю., Бируни и его роль восточной географии, сборник “Бируни”, М.-Л., Изд-во АН СССР, 1950. стр. 55-73.

Крачковский И. Ю., Гомер и Бируни, Избранные сочинение, II, М.-Л., Изд-во АН СССР, 1956. стр. 580-587.

Крачковский И. Ю. Математическая география у арабов (от ал-Хорезми до Улугбека), - В кн. Научное наследство. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1948, т.2, с. 355-378.

Лен-Пуль – С. Лен-Пуль. Мусульманский династии. Хронологические и генеалогические таблицы с историческими сведениями. Перевод с английского с примичаниями и дополнениями В. Бартольд. СПб., 1899.

Матвиевская Г. П., Розенфольд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XIV вв.). Книга 2. Математики и астрономый время жизни которых известно. Издательство “Наука”, Москва 1983.

Матвиевская Г. П., Учение о числе на средневековом Ближнем и Среднем Востоке. Ташлент: Фан, 1967, с. 129-131, 163-170.

Минорский, История Ширвана и Дербенда – В. Ф. Минорский, История Ширвана и Дербенда, Москва, 1963.

Словарь иностранных слов. Москва “Русский язык” 1985.

Семенов, Бируни – выдающийся ученый средновековья. Семенов А. А. Бируни – выдающийся ученый средновековья. Ташкент. 1950. стр.36-37.

Садыков, Бируни и его роботы по астрономии и математической географии. Садыков У. Х. Москва. 1953. стр.28.

Тимофеев Игор. Бируни. Москва “Молодая гвардия” 1986.

Толстов, По следам древнехорезмийской цивилизации – С. П. Толстов, По следам древнехорезмийской цивилизации, М. – Л., 1948.