

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
Физика-техникалық факультет
Электроника және астрофизика кафедрасы

Алимгазинова Н.Ш.

Аспан механикасы

пәні бойынша дәрістер жинағы

«Физика және астрономия» мамандығы бойынша білім алушы
студенттерге арналған

Алматы, 2025

1-дәріс. Аспан механикасына кіріспе

Дәрістің мақсаты. Аспан механикасының негізгі ұғымдарын, пәнін, зерттеу әдістерін және мақсаттарын меңгеру; оның басқа астрономия бөлімдерімен байланысын түсіну; ғарыштық зерттеулердің дамуындағы аспан механикасының рөлін ұғыну.

Жоспар

1. Аспан механикасының пәні, әдісі мен міндеттері, басқа астрономия бөлімдерімен байланысы.
2. Ғарыштық зерттеулер мен аспан механикасының дамуы.

1. Аспан механикасының пәні, әдісі мен міндеттері, басқа астрономия бөлімдерімен байланысы

Аспан механикасы - әртүрлі табиғат құбылыстарының күштері әсерінен болатын аспан денелерінің қозғалысын зерттейтін ғылым. Әсер етуші күштердің көптеген түрлері бар, мысалы денелердің өзара тартылыс күштері, ортаның кедергісінен, жарықтық қысымнан, электрмагниттік әсерлесуден, аспан денесі құралған заттың сублимациясынан пайда болатын күштер. Жұлдыздар мен үлкен планеталардан бастап кішкентай шаң бөлшегіне дейін денелер бір - бірінен құрылымы мен өлшемі бойынша ажыратылады. Денелер табиғи және жасанды болуы мүмкін. Жасанды денелерге Жердің, Айдың және үлкен планеталардың жасанды серіктері мен планетааралық ғарыштық аппараттары жатады. Аспан механикасында аспан денелерінің орбиталдық қозғалысымен қоса олардың айналмалы қозғалысы мен осы денелердің фигуралары және гравитациялық өрістері зерттеледі.

Табиғи күштер әсерінен аспан денелерінің қозғалысын зерттейтін астрономияның бөлімін **аспан механикасы** деп айтамыз.

Зерттеу объектісі ретінде ғарыштық шаңның кішкентай бөлшектерден құрылған материалдық құрылымдардан бастап гиганттік жұлдыздардың шоғырлануы, галактикалар мен галактикалардың жиынтығына дейін қарастырылады.

Аспан механикасының мақсаты - аспан денелерінің механикалық қозғалыстырын басқаратын табиғаттың заңдарын түсіндіру.

Зерттеу әдістері ретінде аналитикалық, сандық және сапалық әдістер қолданылады. Аспан денелерінің белгіленген уақыт мезетіндегі жылдамдығы мен кеңістікте орналасуын есептейтін аналитикалық теңдеулерінің жиынтығын **аналитикалық әдістер** арқылы құрастыруға болады. Бірақ осы әдістің кемшіліктері бар, ол теңдеулердің күрделілігі, ұзақ және күрделі шығару жолдары, қолдануы шектеулі (ғарыштық объектілеріне байланысты), ұзақ уақыт интервалдарында зерттеліп жатқан қозғалыстардың қасиеттерін анықтау мүмкіндігі жоқ. Алдын ала берілген дәлділігімен аспан денелерінің және олардың жүйелерінің қозғалыстарын есептеу үшін **сандық әдістер** арналған. Осы әдісте де келесі кемшіліктер кездеседі: интегралдау интервалдарының өсуімен қателіктердің көбеюі; қозғалыстың күйін

сипаттауға мүмкіндігі жоқ, өйткені нәтижелері сан ретінде болады. Аналитикалық және сандық әдәстерімен теңдеулердің толығымен шешімін анықтамай, аспан денелерінің қозғалыстарының қасиеттерін білу үшін *сапалық әдістер* қолданылады. Аспан механикасында барлық әдістер кең қолданылады.

Классикалық аспан механикасының **физикалық негіздері** ретінде Ньютон механикасы, кеңістік, уақыт және тартылыс теориясы болады.

Аспан механикасында аспан денелерінің белгілі жағдайларына тәуелді қозғалыстарын сипаттау үшін, әртүрлі **физикалық модельдер** - *идеалдалған ғарыштық объектілер* қолданылады. Ал реалды аспан денелер жүйесінің қозғалыстарын жақындатып сипаттайтын *механикалық модель*. Механикалық модельде қозғалыстағы объектілердің құрамы, қасиеттері және модельдің компоненттеріне әсерететін күштер қарастырылады. Механикалық модель аспан денелерінің қозғалыстарын жақындатып бейнелеу үшін және қозғалыстың дәлірек әдістерін әзірлеу үшін қолданылады.

Аспан механикасының есебі: әртүрлі механикалық модельдерді құрастыру мен зерттеу және реалды аспан денелерінің қозғалыстарын зерттеу мен сипаттау.

Аспан механикасында қолданылатын **негізгі түсініктер:**

1. Материалдық нүкте

Егер массасы мен жылдамдығы бар дененің өлшемі, пішіні және ішкі құрылымы қарастырылып жатқан есебінде ескерілмесе бұл дене - **материалдық нүкте** деп аталады.

2. Санақ денесі мен жүйесі

Егер нақты аспан денесін көрсететін материалдық нүктенің орналасуы, кез келген таңдаулы аспан денесін салыстырмалы ретінде анықтайтын денені – **санақ денесі** деп айтамыз.

Қарастырылған уақыт мезетінде зерттеу объектінің орналасуы мен жылдамдығын сипаттайтын санақ денесі, координат және сағат жүйесінің жиынтығын **санақ жүйесі** деп айтамыз.

3. Орбита

Материалдық нүктенің сызығын кеңістікте сипаттайтын немесе қарастырылған уақыт интервалында аспан дененің орналасу геометриялық орның **аспан денесінің қозғалу траекториясы** немесе **орбита** деп айтамыз.

4. Қозғалыс заңдары

Кинематикалық теңдеулерімен берілген зерттеу объектінің қозғалыс күйінің уақытқа белгілі тәуелділігі немесе траекторияның параметрлік теңдеулері **қозғалыс заңдары** деп айтамыз.

Аспан механикасында ілгерілемелі-айналмалы, салыстырмалы, барицентрлік, жазықтық және шеңберлік қозғалыстардың түрлері қарастырылады. Егер аспан денелерінің пішіндері мен өлшемдері ескеретін болса *ілгерілемелі-айналмалы қозғалыс* туралы айтады. Екі дене есебінде, егер санақ жүйесі бір дененің масса центріне орналасса *салыстырмалы қозғалысты* қарастырады. Екі дене есебінде, егер есептеу жүйесі екі дененің масса центріне орналасса *барицентрлік қозғалыс* туралы айтамыз. Үш одан

да көп материалдық нүктелерінің қозғалыстарын қарастыратын қозғалыс *жазықтық қозғалыс*. Шектеулі үш денелерінің есебінде екі ғана дененің қозғалысын *шеңберлік қозғалыс* ретінде қарастырады.

5. Бақылау

Аспан денелері туралы *негізгі ақпарат* - *бақылаулар* арқылы алынады. Бақылау кезінде әртүрлі шамалар өлшенеді. Өлшеулерді әртүрлі құралдар мен қондырғылар арқылы жасайды. Мысалы: фототаспаларында аспан денелерінің бейнелерінің арасындағы арақашықтығы, шалаөткізгіш заттан жасалынған жарық қабылдағыштың бөлек пиксельдің жарық түсіру қарқындылығы және т.б..

Бақылау құралдардың қателіктері болады. Оларды систематикалық қателіктері деп атайды.

Өлшеулердің және бақылауды жасап отырған адамның қателіктері болуы мүмкін. Бір ғана өлшеудің қателігі белгісіз болады. Қателіктерді кездейсоқ пайда болады деп қарастырады. Сондықтан нақты нәтижені алу үшін өлшеулердің статистикасын толықтырады. Астрономияда көбінесе өлшенетін шаманың ортаквадраттық қателіктерін ескереді. Осы барлық қателіктерді бақылау қателіктері деп атайды.

6. Уақыт

Аспан денелері қозғалыста болғандықтан уақыт бойынша өлшенетін шамалар өзгермелі болады. Өлшеулерді белгілі уақытта жасайды. Уақыт мезетін обсерватория сағатымен бастап санайды. Уақыт – абстракты түсінік, оны анықтау үшін арнайы өлшеуіш құралдар қажет. Кез келген құралдың өлшеу қателігі болады.

Жалпыәлемдік уақыт – *UT* – Жердің айналу бұрышымен өлшенетін уақыт. Жердің айналуы біртекті болғандықтан, теорияның бақылауменен айырмашылығы байқалған соң осы уақытты кең қолданбайды.

Эфемеридалық уақыт – *ET* – Айдың қозғалысын бақылауменен өлшенетін уақыт. Бірақ Айдың бақылау дәлдігі шектеулі.

Атомдық сағат – *IAT* – халықаралық атомдық уақыт - дәлдігі жоғары бірнеше атомдық сағат бойынша уақыттың орташа мәні.

Қазіргі уақытта астрономиялық өлшеулердің дәлдігі жоғары деңгейіне жеткендіктен, Ньютон механикасының аспан денелерінің бақыланатын қозғалыстарымен айырмашылығы байқалатын болды. Жалпы салыстырмалы теориясында кеңістіктегі екі әртүрлі нүктенің уақыты әртүрлі болатыны белгілі. Олардың уақыттардың шкаласын байланыстыру үшін денелердің массасы мен қозғалысын ескеру қажет.

7. Қозғалыс параметрлері

Планеталарды және олардың серіктерін, жұлдыздарды және галактикаларды зерттеу кезінде, біз аспан денелердің және қозғалыстардың кейбір параметрлерін уақыт бойынша тұрақты болып қалады деп болжау ретінде қарастырамыз. Бұл параметрлер: дененің массасы, өлшемі және пішіні; орбитаның сипаттамалары және т.б.. Осы параметрлерді тікелей өлшеуге болмайды, бірақ олар аспан денелерінің бақыланатын қозғалысында өздерін нақты көрсетеді.

Аспан денелерінің қозғалыс кезінде көрінетін тұрақты сипаттамалары: дененің массасы, өлшемі, пішіні, орбитаның параметрлері және т.б. **қозғалыс параметрлері** деп аталады.

8. Координаттар жүйесі

Жалпы қозғалыс заңдардың теңдеулерін құрастыруға және денелер жүйесінің конфигурациясын көрнекі бақылауға өлшенетін шамалар бере алмайды. Денелердің кеңістікте орналасуын және аспан шырақтарына бағытталуын көрсететін ыңғайлы бейнелеу әдісі – координаттар жүйесі. Кейбір координаттар жүйесіндегі шырақтың орналасуы немесе дененің бағытталуы туралы айтқан кезінде, аспандағы сызықтары ойдағы және координат осьтері абстракты екенің ұмытпау қажет.

Аспан денелерінің қозғалыс қасиетері мен заңдылықтарын анық көрсету үшін сәйкестік координаттар жүйесін таңдайды. Координаттар жүйесін таңдауы әр аспан денесіне байланысты. Координата басын және координат осьтерін: объектінің бөліктерімен; объектінің динамикалық қасиеттерімен; қозғалыс қасиеттерімен; белгілі уақыт мезетіндегі дененің кеңістікте орналасуымен; басқа арнайы әдістерімен байланыстырады.

Практикалық аспан механикасындағы қолданылатын координаттар жүйесі: *тікбұрышты немесе декарт, сфералық, топоцентрлік (гео, гелио-центрлік)*. Кейбір жағдайларда аспан механикасында горизонталдық, экваториалдық, эклиптикалық, галактикалық координат жүйелері қолданылады.

2. Ғарыштық зерттеулер мен аспан механикасының дамуы

Ғылым тарихында аспан механикасы маңызды рөл атқарған. Оның алдында қойылған мақсаттар, математиканың дамуына үлкен әсер етті. Сондықтан, бұл ғылымды дамытқан ғалымдардың көбі - математиканың дамуына көп үлесін қосқан ғалымдар.

Аспан механикасының негізін қалаушы ғалым - Исаак Ньютон. Ол бүкіләлемдік тартылыс заңын ашқан және бір біріне тартылатын екі нуктелік массалардың орбитасын анықтап, осы орбита бойындағы қозғалыстын Кеплер заңдарына бағынатынын көрсеткен. Және механиканың дифференциалдық теңдеулерін құрастыру арқылы ұйтқымалы қозғалысын зерттеу жолдарын көрсеткен. Осыған байланысты И. Ньютон қажетті дифференциалдық және интегралдық есептеулерді жасады.

И. Ньютоннан кейін аспан механикасының дамуына келесі әйгілі математик-ғалымдар үлес қосқан: Клеро, Эйлер, Лагранж, Лаплас, Гаусс, Леверье, Адамс, Пуанкаре, Ляпунов, Зундман, Колмогоров, Арнольд, Мозер және т. б..

Алғаш рет «аспан механикасы» терминін 1799 ж. Пьер Лаплас енгізді.

19 ғасырда аспан механикасының негізгі мақсаты ретінде Ньютонның тартылыс заңын дәлелдеу болды. Сол үшін үлкен планеталар мен Айдың қозғалыстарының жаңа және дәлірек қозғалыс теориялары құрастырылып бақылау нәтижелерімен салыстырылды.

Ең әсерлі нәтижеге Леверье қол жеткізді: ол анықтаған үлкен планеталардың теориялары толық және дәл болғандықтан, Францияның астрономиялық жылнамасында жарияланды. Леверье Уран планетасының қозғалысының ауытқуын анықтап, ол Уранның ар жағында орналасқан белгісіз планетаның нәтижесі деген шешімге келді. Бұл ауытқуды зерттеу арқылы ол белгісіз планетаның орбитасын анықтап, оның аспандағы орнын анықтады. Леверьенің мәліметтері бойынша планета табылып, Нептун атауына ие болды. Сол уақытта осындай зерттеулерімен айналысып, бірақ басқа әдіс арқылы, Леверье мағлұматтарынан дәлірек мәліметтерді бір ай бұрын анықтаған ағылшын ғалым Адамс болды. Леверье жаңа планеталардың жылдамырақ ашу жолына көбірек көңіл бөлгендіктен, бұл жаңалық Леверьеге тиесілді болды. Бұл драмалық оқиға "қауырсын ұшындағы Нептунның ашылуы" атын алды. Кейінірек, 20 ғасырда сондай әдіспен Плутон планетасының ашылуы болды.

Леверьеден кейін үлкен планеталардың қозғалыс теориясын дәлірек құрастыру жұмыстарын Ньюком (АҚШ) қолына алды. 19 ғасырдың соңында Айдың қозғалысының жаңа теориясының құрылуын қолға алған Браун болатын. Осы жаңа теориялар да ұзақ жылдар бойы астрономиялық жылнамалардың негізін қалады. Осы теориялардың жоғары дәлдігі арқылы Ай және үлкен планеталардың қозғалыстарындағы аз мөлшердегі ауытқуларын астрономдар анықтады.

Осы әдіс арқылы Жердің айналмалы қозғалысының біртекті еместігі анықталды. Ал оның алдында Галлея кометасын осындай әдістер қолдана отырып зерттеген. 18 ғасырда Клеро (Франция) өзінің көмекшісі Гортензия Лепотпен бірге, есептеулер арқылы, Галлея кометасының ұйтқымалы орбитасын анықтады. Кометаның Күнді айналу периоды 75 жыл және қайтадан қай жақтан көрінетінін болжады. Ол кометаның перигелий арқылы өтуінде 4 тәулікке ғана қателесті. Бұл қателік негізгі екі факторға байланысты болды: біріншіден, кометаның бастапқы орбиталдық элементтері дәлірек болмады; екіншіден, кометаның қозғалысына әсер ететін күштер толығымен ескерілмеді, сол кезде үлкен планеталар Нептун мен Плутон ашылмаған. Кейінірек, 20 ғасырдың басында Коуэлл (Англия) Галлея кометасының орбитасын жоғары дәлдікпен анықтап, кометаның 1910 жылы пайда болғанын болжады. Оның болжамы перигелий арқылы өту мезеті 1 тәулікке қателік берді.

1801 жылдың басында Пиацци (Италия) ең алғаш кіші планета - Церераны ашты. Осы планетаның бірнеше бақылаулары алынды, бірақ ол кезде орбитаны аз бақылаулардың нәтижесінде ешкім есептей алмады. Планетаның қозғалысын болжай алмағандықтан, оны жоғалтып алу қорқынышы туды. Осы мәселені шешумен жас математик К. Ф. Гаусс айналысты. Қысқа уақыт ішінде ол ұйтқысыз орбитаны үш бақылау арқылы анықтаудың әйгілі әдісін тапты. Ол өзінің әдісі арқылы Церераның орбитасын анықтап, эфемеридасын берді. Оның қозғалыс болжамы бойынша, ауа райына байланысты көп уақыт көрінбей кеткен, планета қайтадан табылды. К. Ф. Гаусстың осыдан басқа көптеген еңбектері,

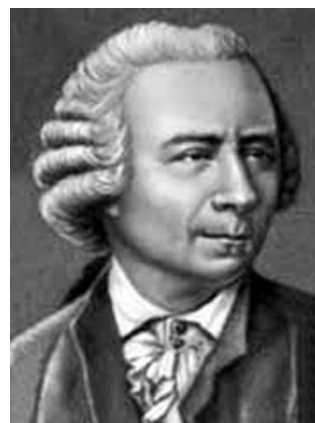
астрономиядан бөлек, көп ғылымдардың негізгі құраушысы ретінде қолданылады. Қазіргі таңда 50 000 астам кіші планеталар ашылды. Олардың басым бөлігі Марс және Юпитер орбиталардың арасында қозғалады және астероидтардың негізгі жолағының құрамына кіреді. Күн жүйесінің шеткі алыс аймақтарында, Уран, Нептун және Плутон орбиталардың ар жағында ашылған астероидтардың бөлігі қозғалады. Бұл астероидтардың жиынтығы - Койпер белдеуі деп аталады. Юпитер және Уран орбиталардың арасында Кентавр атты астероидтардың жиынтығы бар. Қазіргі уақытта олардың саны 20-ға жуық. Болашақта тағы осы топтың астероидтары ашылуы мүмкін. Тағы Жер орбитасына жақын және кейбіреулерінің орбиталары қиылысатын астероидтар бар. Оларды Жерге жақындайтын астероидтар деп атайды. Соңғы жылдары ғалымдар астероидтардың Жермен соқтығысу қауіптілігіне көңіл бөлуде. Өйткені, есептеулер бойынша, үлкен емес астероидтармен соқтығысу кезінде, Жер табиғатына зияны өте үлкен болады. Осыған байланысты барлық мемлекеттерде арнайы зерттеулер мен бақылаулар өткізіліп жатыр.



а) Сэр Исаак Ньютон
(1643-1727)



ә) Клеро Алексис Клод
(1713-1765)



б) Леонард Эйлер
(1707-1783)



в) Жозеф Луи Лагранж
(1736-1813)



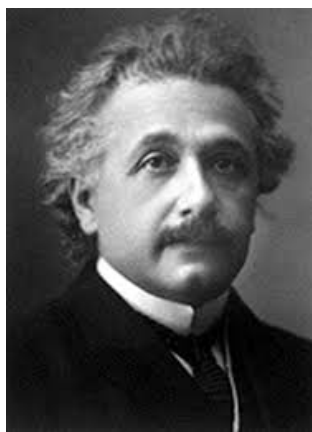
г) Лаплас Пьер
(1749 - 1827)



ғ) Урбен Жан Жозеф
Леверье (1811-1877)



д) Карл Фридрих Гаусс
(1777-1855)



е) Альберт Эйнштейн
(1879-1955)



ж) Шази Жан Франсуа
(1882-1955)

1 сурет – Аспан механикасының негізін қалаушы-ғалымдар

Аспан механикасының қызықты объектілер ретінде кометалар қарастырылады. Олардың орбиталары ұзаққа созылған және Күн айналу периодтары өте үлкен болады. Күн радиация әсерінен комета затының сублимациясы байқалады, осы кезде реактивті күш пайда болады. Комета қозғалысына әсер ететін гравитациялық емес эффектілердің пайда болуы осы күшке байланысты. Бұл күш көптеген факторларға тәуелді болады: ядроның айналуына, комета затының химиялық құрамына, ядроның пішініне, комета бетін шаң бөлшектерінің жамылу дәрежесіне. Қазіргі уақытта аспан механикасының өзекті бағыты - гравитациялық емес күштерді және олардың эффектілерін зерттеу.

Алғашқы жасанды Жер серігін 1957 жылы Совет Одағы мемлекеті ғарышқа ұшырды. Содан кейін басқа да мемлекеттерден де жасанды серіктер мен ғарыштық аппараттары іске қосылды. Алғаш рет Апполон американдық жобасы бойынша адамдар Айдың бетіне түсті. Жасанды серіктерден мәліметтерді алу арқылы және аспан механикасының әдістерін қолдана отырып көптеген мәселелер шешілді.

20 ғасырдың басында А. Эйнштейн салыстырмалық теориясын құрастырды. Бұл жаңа физиканың фундаменти болды. Осының арқасында көптеген бұрын сипатталмаған құбылыстарға түсініктеме берілді. Ең атақтысы Меркурий планетасының перигелийдің қозғалысы болды. Бастапқы бақылау дәлдігі төмен болғандықтан, осы теория аспан механикасында аз мөлшерінде қолданылды. Қазіргі уақытта, бақылау дәлдігі жоғарлаған сайын және бақылаудың жаңа түрлері қолданыста болғандықтан, салыстырмалық теориясының эффектілерін ескеру қажетті болды. Осы бағытта көп үлес қосқандардың бірі В. А. Брумберг болды.

Аспан механикасының жетістіктері теоретикалық мәселелерді шешумен де байланысты болды. Лагранж, үш дене есебімен айналысқанда, үш дененің эллипстік қозғалыстары ортақ инерция центрі айналысында болу мүмкіндігін анықтаған. Бұл жағдай – периодтық ұйытқымалы қозғалыстың айқындауы, алғашқы рет аспан механикасы тарихында болды. Осы Лагранж қозғалысы көптеген астероидтардың қозғалысына сәйкес келді.

19 ғасырдың соңында, Пуанкаре үш дене есебінің периодты шешімінің бірнеше жаңа класстарының болуын дәлелдеді.

20 ғасырдың ортасында КАМ (Колмогоров, Арнольд, Мозер) теориясы пайда болды. Бұл теорияда жаңа тәсілдер арқылы аспан механикасындағы көптеген денелердің периодтық шешімдері дәлелденді.

Үш дене есебі мәселесін шешуге Зудманның зерттеулері көп үлес қосты. Ол, егер үш дене есебінде үштік соқтығысу болмаған кезінде, қозғалыс теңдеулерді регулярлы ретінде қарастыру мүмкіндігін көрсетті. Сонда осы теңдеулердің шешімін уақыттың шексіз интервалында жинақталатын қатарлар ретінде алуға болады. Зудман идеялары Кустаанхеймо мен Штифельдің құрастырған қозғалыс зерттеу әдістерінде қолданылады, әсіресе кіші дененің үлкен планетаға жақындау кезіндегі қозғалыста.

20 ғасырдың бірінші жартысында Шази (Франция) екі дененің үш дене есебінде әсерлесуін қарастырды. Ол осы денелердің мүмкін болатын қозғалыстарын топтастырып көрсетті. Кейінірек, Шази теориясының кейбір қателіктері О. Ю. Шмидттің есептеулері арқылы дәлелденді.

Осы мәселенің шешімін табу үшін көп үлес қосқан Г. Ф. Хильми және Г. А. Мерман болды. Кейіннен бұл мәселенің шешімі В. М. Алексеевтің, Л. Л. Соколовтың жұмыстарында қарастырылады. Шази және оның жұмыстарын жалғастырушылардың нәтижелері ғарыштық аппараттардың гравитациялық маневрлердің заманауи теориясында қолданыста. Гравитациялық маневр ретінде ғарыштық аппараттың үлкен планета маңында ұшу кезіндегі траекторияның бұрылуы. Бұрылу - планетаның гравитациялық өрісінен іске асады және ғарыш аппаратының энергия шығындары азаяды, бірақ ұшы уақыты ұлғаяды.

1959 жылы бір уақытта бірнеше басылымдарда ЖЖС қозғалысының аналитикалық теориялары Д. Брауэр (АҚШ), Й. Козай (АҚШ), В.Ф. Проскурин және Ю. В. Батраков (КСРО) мақалаларында жарияланды. Осы теориялардың барлығы бақылаулар бойынша алғашқы ЖЖС орбиталарын анықтау үшін қолданылған.

1959 жылы ең алғаш америкалық ЖЖС Питер Музен анықтаған теория арқылы жіберілгенін және Ганзен идеясымен қолданғанын айта өткен жөн. Музен теориясы бойынша кез келген қажетті дәлдігін алу мүмкіндігі болатын, бірақ бір ғана кемшілігі болды – әр ЖЖС үшін теория қайтадан құрастырылады. Сондықтан, көптеген серіктердің бақылаулардың нәтижелерін бірден өңдеу үшін қолдануға болмайды. Осы себептен Брауэр теориясы қолданылды.

20-шы ғасырдың 60-шы жылдарында аспан механикасын зерттеушілердің мәскеулік тобы жалпыланған екі қозғалмайтын орталық есебі негізінде ЖЖС қозғалыс теориясын құрастырды.

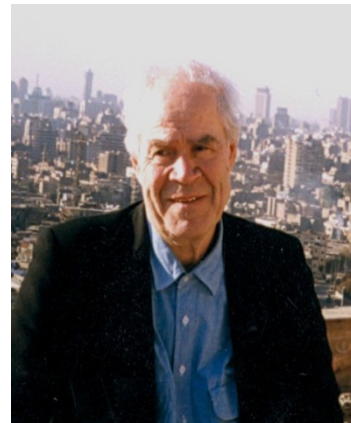
Соңғы уақытта ұйытқымалы қозғалысты жанасатын қозғалыс ретінде қарастыру теориясы қайтадан жаңадан даму кезеңіне өтті. Осы теорияның негізгі қалаушылары Ньютон, Эйлер, Лагранж және Гаусс ғалымдары болған. Соңғы кезде осы бағытта Ю. В. Батраков пен В. А. Шефер кейбір жағдайлар үшін жалпы теориясын құрастырды.

Қазақстан Республикасында аспан механикасының мәселелерімен қазақ ғалымы Т. Б. Омаров айналысты. Оның маңызды зерттеулері галактикалардың динамикасы және олардың жүйелері саласында болды. Ол диссипациядағы жұлдыз жүйесі үшін Лагранж-Якоби теңдеуінің жалпыламасын, азайып жатқан гравитациясы бар әлемінде галактикалар шоғырланулардың динамикалық қасиеттерін, сақталмайтын жалпы энергиясы бар гравитациялық жүйесінің таралу функциясының құрастыру тәсілін анықтады.

Тағы аспан механикасының Қазақстанда дамуына үлес қосқан қазақстандық ғалым Г. М. Идлис болды. Ол жұлдыз жүйесінің динамикасын зерттеді. О. Ю. Шмидттің планеталар қашықтық заңының бұрыс екенін және В. Г. Фесенковтың планеталардың регулярлы серіктері үшін планеталар қашықтық заңын дұрыс екенін көрсетті. 1954 жылы алғашқы рет Галактиканың екі соңғы - сфералық және жазық аналитикалық модельдерін дәлделдеген потенциалымен ұсынды. Осы модельдер «Идлис модельдері» деп атанды.



а) Тукен Бегалыұлы
Омаров
(1935-2013)



ә) Григорий
Моисеевич Идлис
(1928-2010)

2 сурет – Қазақстандағы аспан механикасының негізін қалаушы-ғалымдар

Бақылау сұрақтары

1. Аспан механикасы нені зерттейді?
2. Аспан механикасының негізгі мақсаттары мен міндеттері қандай?
3. Аспан механикасының негізгі әдістерін атаңыз.
4. Аспан механикасы мен классикалық механика арасындағы байланыс неде?
5. Аспан механикасының басқа астрономия бөлімдерімен қандай байланысы бар?

Әдебиеттер

1. Алимгазинова Н.Ш. Аспан механикасы. Оқу құралы //Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 146 б.

2. Александров Ю. В. Небесная механика: Учебник.— Х.: ХНУ А 46 имени В. Н. Каразина, 2006.— 256 с.
3. Лукьянов Л.Г., Ширмин Г.И. Лекции по небесной механике: Учеб. Пособ. Для вузов. — Алматы, Издат. ..., 2009. 227 с.
4. Алексеев В.М. Лекции по небесной механике. — Ижевск: Ижевская республиканская типография, 1999, 160 с.
5. Холшевников К.В., Титов В.Б. Задача двух тел (учебное пособие). СПб: Изд. СПбГУ, 2007.
6. Холшевников К.В., Никифоров И.И. Свойства гравитационного потенциала в примерах и задачах (учебное пособие). СПб: Изд. СПбГУ, 2008.