

Галилей и Кеплер от средновековието към модерността на XX век

И. Тодоров¹, М. Бушев²

¹ИЯИЯЕ-БАН; ²ИФТТ-БАН

m_bushev@abv.bg

Темата на настоящето есе са двамата учени Галилей (1564 – 1642) и Кеплер (1571 – 1630) – техните разбираня за света, открития, заблуди и конфликти, а особено техните послания към идните поколения. Понятието *средновековие* не е исторически утвърдено, но условно се приема, че това е интервалът от 5-ти до 15-ти и даже до 17-ти век. Така че Кеплер и Галилей са живели по-скоро в късното средновековие, когато вече е настъпила епохата на Ренесанса. Това е многозначителен факт, тъй като тяхното научно творчество отразява и съдържа както някои предразсъдъци и заблуди от периода на средновековието, така и емблематичните аспекти на ренесансовото мислене. Именно в тази светлина личностите на Галилей и Кеплер са доста обстойно съпоставени в лекцията на акад. Иван Тодоров.

От друга страна споменатото в заглавието понятие “модерност” (или “модернизъм”) се свързва с нашето съвремие и означава творчески стил в изкуствата и науките, който значително се отличава от този на предходните епохи. Модернизмът на нашето съвремие се отличава с динамизъм, универсализъм, контактност между учените и широката общественост, публичност (но наред с това секретност), социална, икономическа и политическа насоченост и много други.

Основната цел на настоящето есе е да изясним в какъв вид някои от възгледите и постиженията на Галилей и Кеплер са преминали и са били развити в условията на нашето модернистично съвремие. А тъй като за Галилей се знае още от училищната скамейка, тук е отделено малко повече внимание на личността и творчеството на Кеплер.

От Галилеевия принцип на относителността през класическата механика на Нютон (1643 – 1727) до СТО и ОТО на Айнщайн (1879 – 1955)

Първоизточник на Айнщайновата СТО (1905) е основният закон на механиката на Галилей – Нютон, известен като закон за инерцията. Айнщайн обаче допълва този закон с някои твърде съществени представи като относителност на едновременността и на пространственото разстояние, а също така с постулата за постоянството на светлинната скорост във вакуум. Така наред с фундаменталната идея за зависимост на пространствените и времевите интервали от скоростта на движението в СТО за пръв път се появява зависимостта на инертната маса на телата от тяхната енергия.

От историческа и методологична гледна точка построяването на СТО е предшествано от ред мислени експерименти – напълно в духа на Галилеевите мислени експерименти с падащи тела. Тази методология продължава когато Айнщайн си поставя задачата да обобщи Галилеевия принцип на относителността по такъв начин, че да се включи и ускореното движение. Освен това Айнщайн залага в основата на своята обобщена теория принципа за еквивалентност на инертната и тежката маса. Създадената по този начин обща теория на относителността (1916) описва пространството, времето и гравитацията. Въз основа на тази теория са изучени епохално важни проблеми, свързани със строежа и еволюцията на Вселената.

Галилей – универсализъм и емпиризъм на изследването, модерност на научен стил и социално поведение

“Галилей е най-великият от създателите на модерната наука”.

Бъртранд Ръсел (*Възходът на науката*)

В статията *За метода на теоретичната физика* (1933) Айнщайн дава лаконична, но подчертано отрицателна оценка на съзерцателния метод в науката (очевидно, имайки пред вид метода на Аристотел). Той пише: *“изводите, получени с чисто логически средства, при сравняване с действителността, се оказват съвсем празни. Галилей е осъзнавал това и го е внушавал на учените. Затова той е баща на съвременната физика и фактически на естествознанието изобщо”* [1].

Айнщайн недвусмислено изтъква, че Галилей действително присъства в съвремието на XX век. Доказателство за това е както универсалността на неговите изследвания така и огромният брой създадени от него уреди за експериментиране, а също остроумно поставените мислени експерименти. А сагата на конфликтните му отношения с църквата само повишава стойността на тези негови постижения.

С цялата си личност Галилей изразява модерността на своето време. Това е представено много картинно в пиесата на Бертолт Брехт *“Животът на Галилей”* (1938). В постановката на московския *Театър на Таганка* през 1970-те години образът на Галилей е

въплътен от прочутия бард Владимир Висоцки като един динамичен, шумен, дързък и безкомпромисен човек на науката, изцяло отдалечен от образа на светец.

Отшелник в науката

“Нито бедността, нито неразбирането на съвременниците, тегнещо над целия му живот и над работата му, не са могли да сломят неговия дух”.

Алберт Айнщайн [2]

Немският учен Йохан Кеплер (1571 – 1630), като че ли по прищявка на съдбата, остава много дълго време в сянката на своя именит съвременник Галилей. Двата учени са се познавали, но техните отношения ярко илюстрират трудната съвместимост между модернистичния по своя характер Галилей и (по думите на Айнщайн [2]) *“усамотения, от никого не подпомогнат и не разбран”* Кеплер. Като че ли той не е в една лодка с нито едно съвремие – нито със своето, нито с нашето.

Причините за това са много и те не са само в неговия горд и независим характер, но и в склонността му към мистицизъм, към питагорейството в математиката и към религиозните образи, свързани с хармонията на света, светата троица и др. Така например в съчинението си *Хармония на света* Кеплер пише: *“Геометрията е самият бог (защото има ли нещо, което да е в бог и да не е бог?) и му служи като първообраз (к.м.; т.е. архетип) при сътворението на света. Заедно с божия образ геометрията прониква в хората и се възприема от тях не само с помощта на очите”.*

Горният цитат е приведен в забележителното съчинение *“Влияние на представите за архетип върху формирането на природонаучните теории у Кеплер”* [3] (1952) на известния физик теоретик Волфганг Паули (1900 – 1958) – откривателят на принципа на забраната (Нобелова награда 1945), на СРТ теоремата за симетрията на елементарните частици и много други [4]. Известно е, че Кеплер е бил кумир на Паули. Възниква въпросът: какво общо е можел да има Паули, прословутият рационалист и скептик, с мистично-религиозно настроения Кеплер? И още по-труден въпрос: по какъв начин символиката на светата троица и на *световната хармония* е довела Кеплер до откриването на трите закона за движението на планетите в Слънчевата система? Отговорите на тези (и други) въпроси са дадени в цитираното съчинение на Паули. А преди това друг известен физик теоретик, Арнолд Зомерфелд, пише в своя статия от 1925 година: *“Кеплер е бил ярък привърженик на мистиката на числата, на светлата мистика по красивия израз на Херман Вайл”.* И после Зомерфелд пояснява: *“Мистиката на Кеплер, разбира се, не е в смисъла на астрологичните, метафизичните и спиритистките увлечения на нашето време, а е за природните закони и за тяхната обосновка”*[5].

Кеплер и архетипът

Изследването на Паули върху ролята на познавателния процес, така както го е схващал Кеплер, се съдържа в цитирания горе негов труд [3]. Тази публикация възниква при тясното сътрудничество на Паули с известния швейцарски психиатър Карл Густав Юнг (1875 – 1961), създател на т.нар. *дълбочинна психология*, в която централна роля играе идеята за архетипа [4].

Понятието *архетип* (от гръцки “*първообраз*”, “*праобраз*”) се появява в съчинения на християнския философ и богослов Августин (354 – 430), но не е ясно дали Кеплер го е усвоил от него. Според Паули архетипът е “*подреждащ оператор, априорно условие на познанието, познавателен инстинкт*”. Юнг дефинира архетипа като “*съдържание на колективното несъзнавано*”, което се е формирало в продължение на хилядолетия при еволюцията на животинските видове и човека. Това е “*акаузална, но смислена връзка*” между материални и психични събития, връзка между сетивното възприятие на външните обекти и вътрешните праобрази [4].

Самият Кеплер разглежда архетипа като “*цел на познавателния процес*”. Паули посочва, че Кеплер се е убедил във верността на Коперниковата хелиоцентрична система не от резултата на отделните астрономични наблюдения, а от “*съответствието*” на тази картина с архетипа, чийто символ е хармонията на светата троица. Именно съответствието с архетипа създава онова “*чувство на радост и щастие*”, което Кеплер нарича “*хармония*” (и което, бих добавил, предизвиква тържествуващото възклицание “*еврика!*”).

За някои актуални архетипове в нашето съвремие писа в едно много задълбочено изследване известният руски математик Израил Мойсеевич Гелфанд (1913 – 2009). Статията му “*Два архетипа в психологията на човека*” е публикувана в списание *Nonlinear Science Today* (1991), а скоро след това преводът ѝ е публикуван в нашето Физико-математическо списание [6] [*Можем само да съжаляваме за загубата на това толкова съдържателно списание. Опасявам се, че същата участ може да сполети и списанието на Съюза на физиците в България Светът на физиката].

Статията на Гелфанд анализира съдържанието и перспективите на два дълбоко вградени в подсъзнанието на човека архетипа – разумността и мъдростта. След като изяснява техния смисъл, авторът излага тезата си, че в математиката са налице и двата архетипа. Стъпвайки на тази постановка той прави задълбочен анализ на съставните елементи на двата архетипа и прави забележителни по своя обхват прогнози, отнасящи се до еволюцията на човешкото общество и на самия човек, до проблемите на глобализацията, необходимостта от адекватен език в цялата

съвременна култура и конкретно в математиката, за структурния подход и синергията в живите системи.

Така Кеплеровото схващане за евристичната роля на архетиповете намира конкретна реализация в нашето съвремие, което повече от всякога се нуждае от вярна прогноза и диагноза.

Кеплер и квазикристалите

Кеплер не е бил модернист. Иначе не би си “губил времето” с изучаването на шестоъгълни снежинки и на пчелни пити [7], а вероятно би продължил от законите на Слънчевата система към закона за гравитацията. Във всеки случай той сигурно е знаел, че нито Галилей, нито по-късно Нютон би изоставил своите астрономични изследвания за да търси причината цветовете да имат по пет листенца или как от “*божествената пропорция*” на Фибоначи (1180 – 1240) възникват Платоновите тела додекаедър и икосаедър. Воден от своите изследвания на симетрията в природата, Кеплер (в *Mysterium Cosmographicum*, 1596 година) опитва с помощта на Платоновите тела да намери закона за разстоянията на планетите от Слънцето). А по-късно изследва математически (*Harmonices Mundi*, 1619 година) задачата за плътно паркетиране (покриване на повърхности с различни многоъгълни плочки без празнини и застъпвания).

Изминават повече от четири столетия и през 1943 година в разгара на войната намиращият се в емиграция създател на вълновата механика Ервин Шрьодингер изнася в Дъблин курс лекции върху физическите аспекти на живота. Той посочва, че на най-ниско структурно ниво безжизненият каменен къс е агрегат от кристали с периодично повтарящи се едни и същи структурни елементи. От друга страна в органичната молекула всяка група атоми играе индивидуална роля, различна от ролята на другите атоми. Такъв агрегат от атоми с уникална и неперодична подреденост Шрьодингер нарича аперодичен кристал (по-късно наречен квазикристал). Неговата идея е, че генът или даже цяла хромозомна нишка представлява аперодично твърдо тяло [8].

Това смело предположение ни напомня изследванията на Кеплер върху симетрията на Платоновите тела и върху проблема за паркетирането. Следвайки идеите на Кеплер Шрьодингер обобщава схващането за кристала като периодично повторение на една структурна единица до идеята за *далечен порядък*. Докато кристалът има трансляционна симетрия, квазикристалът няма трансляционна симетрия, но пък има оси на ротационна симетрия от 5-ти (а също от 8-и, 10-и и 12-и) порядък, които липсват в кристалите [9]. Това разкри интригуващата перспектива да се разбере как в природата е осъществен преходът от нежива към жива материя. Тук важна роля може да изиграе строежът на вирусите. Известно е, че в зависимост

от външните условия вирусът може да представлява кристал или квазикристал, т.е. съответно да има поведението на нежива или жива материя.

Дали модерността на 21-и век няма да ни изведе от Кеплеровите снежинки до отговора на фундаменталния въпрос как се е зародил животът във Вселената? Този отговор може да се крие, по идеята на Паули, в Кеплеровия архетип за “огледалната симетрия” между разума и природата.

Заклучение

Колкото по-задълбочено изучаваме творческото присъствие на Кеплер и Галилей в нашето съвремие, толкова повече се убеждаваме колко прав е бил Хегел когато е казал, че движението в науката напред е връщане назад към основите.

Литература

- [1] А. Эйнштейн 1967 *О методе теоретической физики* в: СНТ, т. 4 (Москва) с. 182.
- [2] А. Эйнштейн 1967 *Иоганн Кеплер* в: СНТ т. 4 (Москва) с. 121.
- [3] В. Паули 1975 *Влияние архетипических представлений на формирование естественнонаучных теорий у Кеплера* (Москва, “Наука”) с. 137.
- [4] М. Бушев 2009 *Светът на физиката* (3) с. 312 .
- [5] А. Зоммерфельд 1973 *Пути познания в физике* (Москва) 86-87.
- [6] И. М. Гелфанд 1993 *Физикоматематическое списание* т. 67, с. 3.
- [7] И. Кеплер 1982 *О шестиугольных снежинках* (Москва, “Наука”).
- [8] E. Schroedinger 1944 *What is life? The Physical Aspect of the living cell* (Cambridge) (Непълен превод на руски език излиза през 1972)
- [9] М. Бушев, Б.Давидков 1999 *Светът на физиката* (3) с. 197.