

Галилей и Кеплер: От средновековието към модерността на XX век*

Михаил Бушев

Институт по физика на твърдото тяло “Академик Георги Наджаков”,
Българска академия на науките, бул. Цариградско шосе 72, 1784 Со-
фия

Темата на настоящето есе са двамата учени: Галилей (1564–1642) и Кеплер (1571–1630) – техните разбирания 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 [Galileo (1564-1642) and Kepler (1571-1630): the Modern Scientist and the Mystic, arXiv:1610.05749, physics.his-ph].

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 обществено-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.

*Тази работа е разширена версия на доклад, представен на III Национален конгрес по физически науки, 29-ти септември – 2-ри октомври 2016, София

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 г.) 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 е продължена, 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 ОТО (1916 г.) 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.

Бърtrand Ръсел
(*Възходът на науката*)

В статията *За метода на теоретичната физика* (1933 г.) 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 учениците. Затова той е баща на съвременната физика и фактически на естествознанието изобщо” [1].

Айнщайн недвусмислено изтъква, че Галилей действително присъства в съвременното на XX век. Доказателство за това е както универсалността на неговите изследвания, така и огромният брой създадени от него уреди за експериментирание, 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 г.). В постановката от 1970-те години на московския *Театър на Таганка*, образът на Галилей е възплътен 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. Двамата 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 г.) на известния физик теоретик Волфганг Паули (1900–1958) – откривателят на принципа на забраната (Нобелова награда 1945 г.), 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 г.:

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 *поддържащ 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 Света Троица. Именно съответствието с архетипа създава онова *чувство на радост и щастие*, което Кеплер нарича *хармония* (и което, бих добавил, предизвиква тържествуващото възкликание “еврика!”).

За някои 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 бе публикуван в нашето *Физико-математическо списание* [6]².

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 предлага 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.

²Можем само да съжаляваме за загубата на това толкова съдържателно списание. Опасявам се, че същата участ може да сполети и списанието на СФБ *Светът на физиката*.

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 модерен. Иначе не би си “губил времето” с изучаването на шестоъгълни снежинки и на пчелни пъти [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 г.) опитва с помощта на Платоновите тела да намери закона за разстоянията на планетите от Слънцето). А по-късно изследва математически (*Harmonices Mundi*, 1619 г.) задачата за плътно паркетирание (покриване на повърхности с различни многоъгълни плочки без празнини и застъпвания).

Изминават повече от три столетия и през 1943 г., 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 *апериодичен кристал* (по-късно наречен *квазикристал*). Неговата идея е, че генът или даже цяла хромозомна нишка представлява апериодично 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: О методе теоретической физики, В: “Собрание научных трудов” Том 4, Наука, Москва (1967) с. 182.
- [2] А. Эйнштейн: Иоганн Кеплер, В: “Собрание научных трудов” Том 4, Наука, Москва (1967) с. 121.
- [3] В. Паули: “Влияние архетипических представлений на формирование естественнонаучных теорий у Кеплера”, Наука, Москва (1975) 137.
- [4] М. Бушев: Непознатият Волфганг Паули, *Светът на физиката* 3 (2009) 312.
- [5] А. Зоммерфельд: Значение рентгеновских лучей для современного познания природы, В: “Пути познания в физике” Москва (1973) 86-87.
- [6] И.М. Гелфанд: Два архетипа в психологията на човека, *Физикоматематическо списание* 67 (1993) 3.
- [7] И. Кеплер: “О шестиугольных снежинках”, Наука, Москва (1982).
- [8] E. Schrödinger, “WHAT IS LIFE? The Physical Aspect of the Living Cell” University Press, Cambridge (1944).
- [9] М. Бушев, Б. Давидков: Квазикристалли и още нещо, *Светът на физиката* 3 (1999) 197.