

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

Факультет історії, політології та міжнародних відносин
Кафедра всесвітньої історії

Життя та наукова діяльність Йоганна Кеплера
Дипломна робота
Рівень вищої освіти - другий (магістерський)

Виконав:
студент 6 курсу, групи 602
Спеціальності 014 Середня освіта
(Історія)
Галан Іван Михайлович
Керівник: д.і.н., проф. Боднарюк Б. М.

Рецензент: _____

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № 4

від «29» листопада 2021 р.

Зав. кафедри _____ проф. Сич О.І.

Чернівці – 2021

Зміст

Вступ.....	3-11
Розділ 1. Досягнення європейців у галузі астрономії в XVI ст.....	12-37
Розділ 2. Життєвий шлях талановитого німецького вченого.....	38-64
Розділ 3. Наукові дослідження і відкриття видатного астронома.....	65-92
Висновки.....	93-95
Список використаних джерел та літератури.....	96-103

Вступ

Наукова революція, розпочата М. Коперником в астрономії, призвела до радикальної зміни й фізичної картини світу, оскільки разом з геоцентризмом була зруйнована і фізика Аристотеля і його космологія. Цей революційний процес досяг свого апогею в ідейній боротьбі Галілея та Кеплера, з праць і досліджень котрих починається історія нового природознавства й формування нової фізичної картини світу. Даний грандіозний труд був завершений І. Ньютоном створенням класичної повної системи механіки та гравітаційної космології. До фундаменту останньої увійшли три закони планетних рухів, відкриті на початку XVII ст. великим німецьким вченим Йоганном Кеплером (1571 – 1630).

Науковий внесок Кеплера цим далеко не вичерпується. Однак в історії відкриття і подальшої долі трьох його законів найбільш чітко проявилось те нове, що він вніс у розвиток природознавства і що змінило у першу чергу сутність астрономії. Пошуки точних законів геліоцентричного планетного світу стали головною справою його життя. В ході даної колосальної дослідницької роботи проявились не тільки геніальність Кеплера як астронома й математика, але і сміливість думки, свобода духу, завдяки котрим він зміг подолати тисячолітні космологічні традиції й, разом з тим, відродити та поставити на службу науці відомі з стародавніх часів, проте, по суті, забуті натурфілософські принципи, наповнивши їх більш глибоким змістом.

Вже сучасники Кеплера переконалися у точності відкритих ним законів. Але вони вважали їх вдалою емпіричною знахідкою, “правилами”, одержаними без будь-яких передумов і обґрунтувань, шляхом підбору величин. Через декілька десятирічь Ньютон розкрив істинний фізичний сенс і універсальність “правил” Й. Кеплера, продемонструвавши (довівши математично), що вони описують рух в системі будь-яких двох тіл, що

підкоряються закону всесвітнього тяжіння й достатньо віддалених одне від одного (Кеплерів рух).

Відкриття у зоряному Всесвіті підтвердили це. Правила Кеплера були визнані законами, проте їх висновок продовжували вважати суто емпіричним.

Творчість (науковий доробок) Кеплера в XVII умовно ділили на дві частини, не лише не пов'язані між собою, а й такі, що лише якимось чудом не заважали одна одній, оскільки вони йшли поруч у його творах. Справа в тому, що у його роботах, поряд з викладенням точних законів, виведених зі спостережень, багато філософських і навіть містичних на перший погляд суджень, пов'язаних з ідеєю “світової гармонії” та пошуками простих числових співвідношень у світі. Загальні ідеї, які складають більшу частину творів Кеплера, розглядались як неминуча данина епосі, лише заважаючи сприйняттю його наукових відкриттів.

У XVIII ст. інтерес до проблем, піднятих Кеплером, призвів до створення основ наукової космогонії (Кант, Ламберт, Лаплас). Питання Кеплера про закон та причину розподілу планет за їх відстанями від Сонця, що цікавив астрономів й пізніше (Тіціус, Боде), не тільки наштовхнув самого Кеплера на думку відносно недостаючих елементів системи (між Марсом і Юпітером, наприклад), але з плином часу придбало глибокий фізичний сенс як питання про умови зони стійкого руху в системі гравітуючих тіл. Накінець, саме багаторічні пошуки Кеплером числової гармонії завершилися відкриттям третього закону планетних рухів.

Ще в VI-IV ст. до н.е. давньогрецькі філософи сформували космологічні принципи устрою Всесвіту: небесні тіла рухаються по колах рівномірно, не відчуваючи дії матеріальних сил, – так званім “природнім” (інерціальним, по суті) рухом. Ці уявлення з'явилися в результаті спостережень характерної для небесних явищ циклічності. На можливість описання складного видимого руху планет шляхом розкладу його на прості геометричні елементи вперше вказав Платон. Ідею “природного” руху

небесних тіл по колах навколо центру Всесвіту тоді ж ввів Аристотель, який створив першу космофізичну картину світу, згідно з якою у сферичному замкнутому Всесвіті поведінка тіл визначалась властивостями самого простору: в ньому були свої місця для важких і для легких тіл.

Однак у XVI-XVII ст. ці ідеї втратили свої першопочаткові якості геніальних методологічних принципів й глибоких, хоча й передчасних здогадок про властивості простору. До законів науки увійшли уявлення, що коловий рівномірний й природній” рух – єдиний допустимий реальний рух небесних тіл. Його причиною вважалась у дану епоху “Божественна воля”. Навіть Коперник та Галілей залишились під владою переконання непорушності древніх космологічних принципів. Це правда, на відміну від Коперника, який допускав “Божественну волю”, Галілей стверджував, що планети рухаються за інерцією, – він вважав інерційний рух коловим.

Саме проти цієї загальновизначеної усталеної, майже аксіоми, та інших принципів стародавньої космології виступив Й. Кеплер, – як переможець увійшовши в історію астрономії. Отже, дана магістерська робота присвячена життю та науковій діяльності геніального німецького астронома кінця XVI – початку XVII ст. Йоганна Кеплера і розглядає коло питань, пов’язаних з його дослідженнями, винаходами, відкриттями, котрі відбувались на загальному тлі процесу формування й становлення принципово нової західноєвропейської науки з її новим об’єктивним філософським та дослідницьким апаратом, еспериментальною базою і логічним підходом.

Актуальність теми. Обрана для магістерського дослідження проблематика, яка пов’язана з вивченням сторінок життя і наукової спадщини (в першу чергу – астрономічного й математичного доробку) Йоганна Кеплера є **актуальною**, оскільки вона формує уявлення з одного боку – про досягнення вчених XVI – першої половини XVII ст. в галузі точних і природничих наук, з іншого – сприяє об’єктивному осмисленню процесів, характерних для початкового етапу розвитку науково-технічної революції в умовах переходу

західноєвропейського соціуму від середньовічного типу функціонування економіки до ранньокапіталістичних відносин.

Крім того, означену проблематику *актуалізує* ще одна стрижнева складова: дослідження і досягнення вчених виділеної епохи стали тим фундаментом, на якому у подальшому була побудована сучасна наука та її методологічні засади.

Джерельною базою даної магістерської роботи послуговувала низка праць, досліджень, трактатів найвидатніших західноєвропейських вчених – й астрономів кінця XV-XVI ст. – М.Коперника [18], Дж. Бруно [1-6] та Г.Галілея [7-12], де вивчаються різні природничі явища та аналізуються теоретичні проблеми світової космології і космогонії, виходячи з тогочасного рівня знань. Крім того, до розкриття теми були залучені теологічні роботи М.Лютера [19] і, головне, використана частина наукового доробку самого Й. Кеплера [13-15], його листи й, в першу чергу, автобіографічний твір “Про себе” [16], де Кеплер згадує найбільш вражаючі, яскраві та важливі епізоди зі свого життя – дитинства, юнацьких років, періоду навчання в університеті. В цій роботі вчений також дуже влучно, майстерно (хоча і коротко) характеризує своїх батьків, діда й дідову родину, братів і сестру, яку любив та поважав. Дослідницькі праці Й.Кеплера, як окремий корпус джерел [14-17], дають можливість всебічно висвітлити наукову діяльність геніального астронома в усіх її сферах і проявах – в математиці, геометрії, кристалографії, оптиці, фізиці, механіці, астрології і власне астрономії.

Історіографія проблеми. У тематичній історіографії історією науки і, зокрема, історією астрономії в період Раннього Нового часу займалось досить багато дослідників. Ряд дореволюційних істориків у своїх монографіях розглядали життя та наукову спадщину видатних астрономів XVI-XVII ст. Західній Європі, досліджували проблеми становлення астрономічних уявлень і знань, зупиняючись переважно на німецьких та італійських вчених. Російськи історики кінця XIX – початку XX ст. аналізували досягнення

астрономічної науки того часу і вплив цих досягнень на формування подальших наукових концепцій і теорій. Серед найбільш відомих дослідників початку ХХ ст. варто виділити Ю. Антоновського [23], В.І. Вернадського [42], О.С. Поля [82], О.І. Бачинського [110], М.О. Енгельгардта, Є.О. Предтеченського [78].

У 20-х – 40-х рр. ХХ ст. з'явилась нова низка цікавих досліджень і публікацій з даної теми – роботи К.Л. Баєва [27-29; 36; 37; 111], С.Н. Блажко [38], Г.О. Гурєва [47-50], Б.О. Воронцова-Вельямінова, [113] Г.С. Ревзина [84]. Необхідно підкреслити, що кожний автор у більшому чи меншому ступені торкався питань, пов'язаних з науковим доробком і відкриттями Й. Кеплера, а О.О. Іванов [117], П.І. Яшнов [124; 125], З.О. Цейтлин [98; 123], М.Я. Вигодський [114], Є.В. Базилевська [112] безпосередньо вивчали його праці та щоденники спостережень.

Період 50-х – 60-х рр. відзначився сплеском науково-популярної та монографічної літератури, котра висвітлювала напрями розвитку точних і природничих наук доби Раннього Нового часу, в першу чергу – математики й астрономії, разом з тим, акцентуючи свою увагу на аспектах життя та діяльності Дж. Бруно, Г. Галілея, М. Коперника, Й. Кеплера. Серед найбільш змістовних та оригінальних робіт можна виділити загальні й біографічні дослідження Є.С. Анцеловича [24], О.Г. Окулевіча [76], Ф.Д. Бублейнікова [26], Б.Г. Кузнецова [63-65], В.О. Івлєва [60], П.І. Бакуліна [33], В.О. Шишакова [105], С.І. Всесвятського [41], А.І. Єрємеєвої [55, 56; 58], Ю.Г. Переля [80], Р.В. Куницького [66], В.Д. Чистякова [99, 100], О.О. Уйбо [92]. Окремо необхідно відзначити аналітичні праці Л.І. Седова [85], В.Я. Струве [87-88], А.Е. Штеклі [104], В.П. Щеглова [107], О.П. Юшкевича [109], Е.Ш. Шмутцера [106]. Ґрунтовністю викладеного матеріалу щодо законів Кеплера виділяються публікації Ю.А. Рябова [122] та Д. Надора [119].

70-ті – 80-ті рр. вносять деякі зміни в методика досліджень при розгляді, аналізі фундаментальних відкриттів ранньо модерної науки та

характеристиці досягнень її найвидатніших представників. Книги Ю.А. Данилова [115; 116], Ф.Ю. Зігеля [59], І.Н. Веселовського [39], О.О. Гурштейна [43], О.Н. Томіліна [89], І. І. Шафрановського [102-103], О.Р. Турсунова [90], Я.Т. Гадамського [44], Н.І. Ідельсона [62], В.П. Лішевського [72], О.П. Мороза [75], Г.Я. Умарова [94], Ю.Н. Єфремова [57], Я.Г. Дорфмана [52], В. Лінник [118], Є.О. Гребеннікова [45] відрізняються принципово новим підходом до трактування динаміки розвитку різних галузей науки в XVI-XVII ст. Але узагальнюючу, найбільш повну та ґрунтовну класичну монографію, присвячену Йоганну Кеплеру, випустив у світ 1971 року відомий радянський дослідник історії середньовічної західноєвропейської астрономії Ю.О. Білий [30].

В даній роботі автор, на основі використаного багатого та різноманітного фактологічного матеріалу, – значної кількості архівних документів, щоденників, листів вченого й спогадів сучасників, друзів і рідних про нього, – склав достатньо повну картину життя та наукового доробку геніального німецького астронома. Ю.О. Білий відтворив біографію, особливості творчої натури і наукові здобутки Й. Кеплера на загально-історичному тлі тієї епохи – епохи поширення протестантизму, Контрреформації і Тридцятирічної війни. Крім того, Білий написав ще дві великі біографії пізньосередньовічних астрономів – Тіхо Браге [31] та Йоганна Мюллера [32], де також розглянув і проаналізував деякі аспекти, пов'язані з впливом астрономічних спостережень Браге на концептуальну позицію Кеплера, й впливом ідей Мюллера на формування кеплерівської астрофізичної системи.

З українських дослідників виділеної проблематики необхідно згадати І.Г. Колчинського [67], О.В. Шугайліна [101], П.Ф. Дарманського, [53] В.О. Азархіна [25] та І.А. Климишина [69-71], які у своїх працях разом з висвітленням поставлених тематичних питань, торкалися і наукової спадщини Кеплера, віддаючи йому належну об'єктивну оцінку та визнання.

Серед перекладних видань західних авторів другої половини ХІХ – початку ХХ ст. доцільно виділити ґрунтовні роботи О. Лоджа [73], Г. Клешна [68], Л. Фіґ'є [95], Ф. Араґо [22], Ф. Даннемана [51], де містяться цікаві дані відносно життєвого шляху і творчих здобутків Кеплера, а також цитуються уривки з його листів та щоденників.

Упродовж 30-х – 80-х рр. російською мовою вийшов ще ряд наукових видань, присвячених історії астрономії. Праці Д. Херрмана [97], Ч. Уїтні [93], А. Паннекука [79], П. Ходжа [96], Г. Ідліса [61], С. Данлопа [54], А. Беррі [35], Б. Ван-дер-Вардена [40] розглядають космологічні та космогонічні погляди людства в цілому, і європейської цивілізації на різних етапах її розвитку більш детально, у відповідних розділах зупиняючись на характеристиці й оцінці відкриттів Й. Кеплера. Його внесок у математику з практичної точки зору проаналізував Г. Цейтен [98]. Теоретичні позиції, фізико-астрономічні уявлення, оптичні досліди і експерименти вченого у своїх статтях змістовно описали В. Паулі [120] й В. Ронкі [121]. Таким чином, підсумовуючи історіографічний огляд, необхідно підкреслити всебічний і об'єктивний характер вивчення дослідниками життя та наукової діяльності геніального західноєвропейського астронома кінця ХVІ – початку ХVІІ ст., – Йоганна Кеплера.

Об'єктом дослідження виступає галузь точних наук (математика, геометрія, фізика, астрономія), яка у ХVІ – першій половині ХVІІ ст. зазнала якісних змін і почала формувати свій базовий (професійний) дослідницький інструментарій.

Предметом дослідження слугують життя (біографія) і наукова діяльність видатного німецького вченого доби Раннього Нового часу – Йоганна Кеплера.

Методологічними засадами даної магістерської роботи стали принципи історизму, системності й наукової об'єктивності. Теоретико-методологічний інструментарій складають загально-наукові (реконструкція,

синтез, класифікація), конкретно-історичні (структурний аналіз, проблемно-хронологічний, порівняльний, квантитативний, критичний), а також – ретроспективний метод пізнання в контексті осмислення історії наукової думки. Означені методологічні прийоми дозволяють панорамно відтворювати події епохи, пов'язані з процесом зародження і початковим етапом розвитку європейської науково-технічної революції.

Методичні прийоми. В магістерській роботі були використані наступні ключові загальнонаукові та конкретно-історичні методи: критичного аналізу джерел; порівняльно-історичний; системний; узагальнюючий; крім того – синтезно-аналітичний. Вони покликані визначити дослідницький ракурс та інтерпретаційний рівень залученого та використаного в тексті фактологічного матеріалу.

Хронологічні межі роботи охоплюють період життя Йоганна Кеплера – 1572-1630 рр.; а в ширшому діапазоні – XVI й першу половину XVII ст. Це обумовлюється і аргументується тим, що виділена епоха є часом розквіту у Західній Європі астрономічних і математичних знань, а дослідницький доробок Йоганна Кеплера став своєрідним узагальнюючим підсумком в царині даних наук.

Географічні межі роботи охоплюють історичні землі (території) Німецької держави – Священної Римської імперії німецького народу, які входили до її складу в період після прийняття Аугсбургського віросповідання (1555 р.) і до завершення Тридцятирічної війни (1648 р.).

Мета магістерської роботи полягає в комплексному аналізі життя і наукових студій Йоганна Кеплера, одного з фундаторів сучасної математики, астрономії й астрофізики.

З виділеної мети витікають наступні **завдання**:

- охарактеризувати загальні риси процесу пізнання вченими законів природи й руху планет, актуалізованого на межі XVI-XVII ст.;
- розглянути життєвий шлях Йоганна Кеплера;

- визначити наукову спрямованість (наукову проблематику) його дослідницьких інтересів;
- висвітлити рівень та розкрити значення відкриттів і винаходів знаменитого німецького астронома;
- окреслити наслідки творчих пошуків і досягнень видатного дослідника.

Практичне значення магістерської роботи полягає у можливості залучення використаної фактології й наведеної історичної ретроспекції в працях, присвячених вивченню особливостей розвитку астрономії та математики в період Раннього Нового часу, – коли обидві науки перебували у процесі свого остаточного відокремлення від вимог і традицій середньовічної схоластики та метафізики.

Структура роботи. Магістерська робота складається зі Вступу, трьох розділів, Висновків і Списку використаних джерел та літератури.

Розділ 1. Досягнення європейців у галузі астрономії в XVI ст.

В X-XV ст., у період розвинутого феодалізму, основні роботи в галузі астрономії зводились до складання нових, більш досконалих таблиць руху планет. Однак з плином часу всі таблиці застарівали і вимагали переробки або уточнень. Дана тенденція обумовлювалась тим, що нові результати спостережень розташування планет, отримані за допомогою більш точних кутомірних інструментів, розходились з даними вже існуючих таблиць [35, с. 201]. Для узгодження теорії зі спостереженнями вносились все нові й нові ускладнення у геоцентричну систему, і одночасно додавались нові сфери в систему Аристотеля (384-322рр. до н.е.) чи нові епіцикли у систему Птолемея (243 – 168рр. до н.е.) [35, с. 202]. Геометрична схема руху планет (а також Сонця й Місяця) ставала дедалі складнішою, комбінації сфер та епіциклів – дедалі заплутанішими.

Виникла необхідність у глибокій ґрунтовній перевірці геоцентричної теорії планетних рухів на основі ретельного аналізу її першоджерел, а саме праці Птолемея “Велика математична побудова астрономії”, яка неодноразово спотворювалась і в деталях змінювалась перекладачами й коментаторами [35, с. 204].

Цю складну і копітку роботу, що вимагала досконалих математичних знань, виконали німецькі астрономи Георг Пурбах (1423-1461рр.) та Іоганн Мюллер (Регіомонтан) (1436-1476рр.). На цей час на допомогу науці прийшло незадовго перед тим винайдене книгодрукування. Результатом багаторічної роботи було складення книги Пурбаха про планетну теорію (вийшла друком вже після смерті автора за сприяння Регіомонтана), в котрій розглядалось питання відносно розбіжності між системами світу Аристотеля і Птолемея, причому спірні питання вирішувались на користь системи Птолемея [37, с.117].

Надалі Регіомонтаном були випущені нові планетні таблиці, складені на

декілька десятиріч вперед. Ці таблиці широко використовувалися європейськими мореплавцями, у тому числі й Колумбом в їх заокеанських мандрах на початку періоду Великих географічних відкриттів (кінець XV ст.). В цьому – велике практичне значення праць Пурбаха та Регіомонтана [32, с. 73]. Книга Пурбаха, крім того, надовго стала головним посібником і керівництвом для викладання астрономії в університетах. Труди Пурбаха і Регіомонтана були останньою спробою представити видимі рухи небесних тіл на основі геоцентричної теорії, а разом з тим і останнім досягненням астрономії до Коперника [40, с.94].

Зміни у світогляді середньовічної людини, викликані геніальними роботами М. Коперника про будову Сонячної системи, хронологічно досить точно вписуються у першу половину XVII ст. Протягом життя двох-трьох поколінь з'явилися телескоп, за допомогою котрого вдалося зазірнути глибше у космос, і мікроскоп, який відкривав людині дивовижний світ найдрібніших істот (мікроорганізмів), були винайдені термометр, барометр, маятниковий годинник; вчені сконструювали повітряний насос, перші парові та обчислювальні машини [40, с. 95].

В науці даний період ознаменувався циклом робіт з небесної механіки, основам динаміки, теорії всесвітнього тяжіння; було відкрито атмосферний тиск, розроблені закони геометричної оптики, теорія кольору, відкриті явища дифракції та інтерференції світла, визначена його швидкість у порожнечі, почалось інтенсивне вивчення явищ електричної дії і магнетизму [40, с. 96].

Ці завоювання в галузі механіки й фізики супроводжувались одночасно значними досягненнями математики, створенням аналітичної геометрії, основ диференційного та інтегрального обчислювань, що відкрило новий етап свого розвитку – період змінних величин. Суттєві зміни – від появи та широкого впровадження логарифмічних таблиць до розробки досить складних приладів для механічного виконання арифметичних дій – відбулись і у обчислювальній техніці [61, с. 53]. Кардинальні зміни у науці також відбулись у

організаційному плані: були створені перші об'єднання вчених у державному масштабі – по типу академії наук, з'явилася наукова періодика [61, с. 54].

Однак в галузі астрономічних досліджень ситуація продовжувала залишатись ще досить складною та протирічною. Як би високо не цінували Коперника астрономи за нові фундаментальні вираховані дані для планетних орбіт, його геліоцентрична система світу з Землею, що рухається, не знаходила ще загального визнання. Заперечення, що утруднювали її сприйняття, були двох видів: теологічні, котрі виходили з авторитету Біблії, та фізичні, що опирались на авторитет вчення Аристотеля (його погляд відповідав повсякденному досвіду) [80, с. 211].

Теологічна трудність мала більший вплив у протестантів, ніж у католиків. Кардинали і єпископи заохочували Коперника опублікувати свою роботу і один папа сприятливо вислухав викладення нової теорії, а другий прийняв присвячення йому цієї книги (“Про оберти небесних сфер”) [47, с. 43]. З іншого боку, протестантські вожді – Лютер (1483-1546) і Меланхтон (1497-1560) – різко її засудили й відкинули. Мартін Лютер в одній із своїх проповідей 1539 р. висловився: “Цей дурень хоче перевернути усе мистецтво астрономії; але за Святим письмом Ісус наказав зупинитись Сонцю, а не Землі” [19, с. 129]. Філіпп Меланхтон у 1550 р. цитуючи Псалми та Екклесіяста про те, що Земля вічно стоїть, а Сонце сходить й заходить, додав: “Підкріплені цими Божественними скрижалями, ми залишимось вірними Істині” [92, с. 172].

Для протестантизму суворо букввальна законність Біблії була основою віри, тоді як католицька церква проголосила право її тлумачення. За правління Папи Павла III (1534-1549) загальний напрямок Церкви міг здатися схильним до нерішучості, примирення і подолання розбіжностей заради того, щоб відновити єдність за допомогою поступок новій ідеї. Проте дане становище змінилось. В другій половині XVI ст. суперечка між ієрархами Церкви стала конкретнішою, предметнішою, боротьба – гострішою та непримиреннішою,

духовна й соціальна атмосфера – суворішою [50, с. 85]. Встановлення орденом єзуїтів чітко визначеного неухильного вчення зруйнувало гуманістичну філософію епохи Відродження. На Трідентському соборі (1545-1563) Церква згуртувалась у тверду воєнізовану силу, котра почала пильно слідкувати за будь-яким відхиленням від встановленої доктрини [50, с. 87]. Таким чином, вона досить швидко поверталась до традиційного, першопочаткової ортодоксально-догматичної позиції безкомпромісності.

Доцільно також зазначити, що досить тривалий проміжок часу – понад 1000 років – був для європейської наукової думки в цілому періодом застою і регресу. Цю епоху німецький історик науки Ф.Даннеман характеризував так: “У духовному житті середніх віків для науки, створеної стародавнім світом, не було місця. Навпаки, можна лише дивуватися з того, що ця наука виявилася достатньо сильною, аби не загинути цілком, але жевріти під попелом, щоб приблизно з початку XVII ст. засвітитися знову” [51, с. 408]. Істотні зміни в житті і способі мислення європейських народів почалися у середині XV ст. Наступне, XVI ст., стало епохою титанів. Такими титанами в астрономії були Микола Коперник, Джордано Бруно, Тіхо Браге, Галілео Галілей та Йоганн Кеплер. Зупинимось на розгляді їх видатних наукових досягнень.

“Він зупинив Сонце, зрушив Землю” – так викарбовано на п’єдесталі пам’ятника Миколі Копернику, відкритого у Варшаві 1830 р. У цих чотирьох словах засвідчено науковий подвиг, здійснений геніальним вченим.

Всесвітньовідомий польський астроном Микола Коперник народився у м.Торуні, навчався у Краківському університеті, а згодом (з осені 1496 р.) близько восьми років пробув у Італії. Там він одержав науковий ступінь доктора канонічного права і там же почав астрономічні спостереження [70, с. 58]. 1503 р. Коперник повернувся на батьківщину і став каноніком Вармійської єпархії. Більшу частину свого життя він провів у містечку Фромборк, у “найвіддаленішому закутку Землі”, як він сам його називав. Тут в одній з башт оборонного муру, що оточував кафедральний собор він обладнав в робочий

кабінет, а поруч на вершині іншої башти – майданчик, місце для астрономічних спостережень [70, с.59].

Мало сказати, що, перебуваючи у Фромборку, Коперник заглиблювався у роздуми над законами світобудови, – бо самих лише роздумів було б замало, щоб “зупинити Сонце і зрушити Землю”. Вченому довелося в деталях засвоїти всі тонкості системи Птолемея, здійснити величезну кількість громіздких обрахунків, пов’язаних, головним чином, з розв’язуванням трикутників. Він не просто висловив нові погляди на будову світу, а й математично обґрунтував їх [28, с. 49]. Коперник довів, що Земля є рядовою планетою, яка разом з іншими планетами обертається навколо Сонця [28, с.50].

Свою теорію Коперник виклав у двох працях. Перша з них – “Малий коментар” – твір обсягом 12 сторінок, який ніколи не був надрукований, а поширювався в рукописних копіях. Основна ж праця Коперника “Про обертання небесних сфер” вийшла друком у 1543 р. Спеціальний посланець привіз кілька примірників книги з Нюрнберзької друкарні 70-річному і важко хворому Коперникові у день його смерті. Не виключно, що саме книжка і прискорила його смерть [38, с. 94].

Справді, у своїй передмові Коперник чітко заявляв, що “чим безглуздішим у даний час видається багатьом моє вчення про рух Землі, тим більше воно видається дивним та заслужить вдячності після видання моїх творів, коли темрява буде розсіяна яснішими доказами” [18, с. 41]. Тим часом лютеранський богослов і математик А. Осіандер (1498-1552) під час редагування книжки Коперника підмінив текст передмови іншим, в якому геліоцентрична система змальовувалася лише як зручна для обчислення модель, “оскільки ніякий розум не в змозі досліджувати справжні причини чи гіпотези цих рухів” [38, с. 98]. Далі Осіандер писав, що “в усьому, що стосується гіпотез, хай ніхто не очікує від астрономії чого-небудь істинного, оскільки вона неспроможна дати щось подібне” [38, с. 99]. Чи ж міг Коперник спокійно сприйняти таке спотворення своїх ідей?

Щоправда, як зазначав Коперник у передмові до своєї книжки, він працював над нею “чотири рази по дев’ять років” [18, с. 43], а опублікував її лише після наполегливих умовлянь друзів і палких прихильників – учня (і видатного математика) Георга Іоахіма Ретика (1514-1574), єпископа Гідемана Гізе та кардинала Миколи Шонберга. І зовсім непереконливими є твердження, нібито Коперник боявся переслідувань з боку Церкви або ж, як дуже скромна людина, розголосу свого імені [39, с. 165].

Головним тут, напевне, було інше. Адже Коперник, розмістивши в центрі світу Сонце, зберіг уявлення давньогрецьких філософів про рівномірний коловий рух планет. А що насправді це не так (як відомо, планети рухаються по еліптичних орбітах), то він у свою геліоцентричну систему переніс із системи Птолемея поняття про ексцентричні орбіти та епіцикли (тепер епіцикли виконували “другорядну роль” – за їх допомогою нерівномірний рух планети по еліпсу зображався як сума кількох рівномірних рухів). “Малий коментар” Коперника закінчується словами: “Таким чином, Меркурій рухається за допомогою усього семи кіл, Венера – за допомогою п’яти, Земля – за допомогою трьох, а Місяць навколо неї – за допомогою чотирьох, нарешті, Марс, Юпітер і Сатурн – за допомогою п’яти кіл кожен. Таким чином для Всесвіту буде достатньо 34 кіл, за допомогою яких можна пояснити весь механізм світу і всю хорею планет” [18, с. 596].

Отже, можна припустити, що як вчений, Коперник скоріш за все інтуїтивно відчував, що його модель світу “переобтяжена” зайвими деталями і що в окремих пунктах вона просто неправильна. Можливо, судячи з вищевикладеного, що саме ця невпевненість і стримувала його від публікації праці. Основне, однак, полягає в тому, що праця Коперника принципово змінювала уявлення людей про світобудову [53, с. 191]. Після неї були відкриття Галілея і Кеплера, а згодом і створення І. Ньютоном механіки. Саме від Коперника “починає своє літочислення звільнення природознавства від теології” [46, с. 255].

Як вже згадувалося вище, Коперник уперше (із високою точністю) встановив відносні відстані планет до Сонця. Він уперше ввів поняття власного річного руху планети”, тобто зміщення планети стосовно фону далеких зір у системі координат, пов’язаній з центром Сонця, і поняття повного періоду обертання планети навколо Сонця (сидеричного періоду). Коперник пояснив причину виникнення зворотних рухів планет, довів, що видимий рух Сонця, Місяця й зір протягом доби пов’язаний з обертанням Землі навколо своєї осі [45, с. 287]. Книжка Коперника 1543 р. вийшла тиражем 1000 примірників. Пізніше вона була перевидана у м. Базель (1566 р.) та Амстердамі (1617 р.). Проте, вже завдяки рукописному “Малому коментарю” ім’я її автора стало широко відоме в Європі [45, с. 290].

1536 р. кардинал Шонберг – найближчий дорадник папи – написав листа Коперникові, в якому, зокрема, писав: ”Я дізнався, що ти ... склав нову теорію будови світу, в якій ти вчиш, що Земля рухається, а Сонце займає найглибше внутрішнє місце ...я ще і ще наполегливо прошу тебе повідомити про твій винахід ученим людям і в першу чергу прислати мені твої роздуми про світову сферу разом з таблицями... Якщо ти виконаєш у цьому моє прохання, то побачиш, що мав справу з людиною, яка турбується про твоє ім’я і бажає бути корисним такому генієві” [95, с. 315-316].

Причиною цієї зацікавленості теорією Коперника було, очевидно, те, що Церкві потрібно було здійснити реформу календаря. Історія цього питання така. На Нікейському Вселенському Соборі 325р. було покладено відзначати найважливіше християнське свято – Пасху – в першу неділю після весняної повні (тобто повні, що настає після весняного рівнодення), через 1-7 днів після єврейської [86, с. 264]. Коли це правило встановлювалося, весняне рівнодення припадало на 21 березня. Але юліанський рік з $365^{1/4}$ днями був на 0,0078 доби довший від справжнього тропічного року. Тому за кожні 128 років весняне рівнодення наставало на один день швидше, і в часи Коперника воно припадало вже на 11 березня [86, с. 266]. Проте, дотримуючись правил

Нікейського Собору, весняною повнею вважали лише ту, яка настала після 21 березня. Внаслідок цього в окремі роки християни святкували Пасху через чотири-п'ять тижнів після єврейської, дату якої визначали на підставі складного місячно-сонячного календаря. Виходило, що коли християнам вже належало б постити, вони ще вживають м'ясо [86, с. 267].

Після виходу в світ книжки Коперника астроном Еразм Рейнгольд (1511 – 1553) у 1551 р. опублікував “Пруські таблиці небесних рухів”, складені на основі теорії Коперника. Тривалість року була визначена числом 365 діб 5 год. 49 хв. 15 сек., що перевищувало справжнє її значення всього на 30 сек. Таблиці були перевидані 1571 та 1584 рр. і стали основою для проведення у 1582 р. Папою Григорієм XIII (1572-1585рр.) календарної реформи – введення “нового стилю” [86, с. 269]. З того часу теорія Коперника ставала Церкві непотрібною.

Аналізуючи наукову концепцію польського астронома варто зазначити, що на противагу Птолемею Коперник вважав, що у центрі світу знаходиться Сонце, навколо котрого рухаються усі видимі планети, у тому числі й Земля [83, с. 171]. Коперник писав, що першою і найвищою з усіх є сфера нерухомих зірок, яка вміщує (містить) сама себе й усе і тому залишається нерухомою. (За Птолемеєм найвища сфера – “помешкання бога”). Далі знаходиться планета Сатурн, що здійснює свій шлях навколо Сонця за 30 років. Потім розташовується Юпітер, котрий обертається навколо Сонця протягом 12 років. Наступний – Марс; він проходить свою орбіту за 2 роки. На п'ятому колі розташовується Земля з колом Місяця, на шостому – Венера, яка пробігає свій шлях за 9 місяців, й, накінець, на найближчому до Сонця колі перебуває Меркурій з періодом оберту у 80 днів [18, с. 84].

З точки зору Коперника “сходження” і “заходження” Сонця роз'яснюється добовим обертом Землі навколо своєї осі, а видимий “рух” Сонця по екліптиці – річним обертом Землі навколо Сонця [107, с. 75]. Система Птолемея побудована за принципом; що нам здається (уявляється) те

і є вірне (справжнє). Нам здається, що Сонце рухається по небосхилу, а Земля, на якій ми знаходимося, стоїть на місці, значить, Сонце є рухомим, а Земля нерухома. Це хибне уявлення відносно руху й нерухомості, засноване на очевидності, Коперник роз'яснює геніально просто на конкретних прикладах. Так, якщо ми пливемо на човні, то нам здається, що човен й ми в ній стоїмо на місці, а рухаються береги у зворотньому напрямку. Так само нам здається, що Земля перебуває на місці, а рухається Сонце. Насправді ж усе навпаки: Земля рухається навколо нерухомого Сонця [66, с. 188]. Користуючись суто математичними розрахунками, Коперник досить точно склав план Сонячної системи й обрахував відстані планет від Сонця, прийнявши за одиницю виміру радіус земної орбіти [66, с. 190].

Копернику належить одне з найважливіших відкриттів у астрономії. Він без розгляду діючих сил, чисто кінематично (динамічне обґрунтування було дане пізніше Ньютоном) роз'яснив явище прецесії, котра, на його думку, є наслідком того, що ось Землі описує конус навколо перпендикуляра до площини її орбіти, роблячи повний оберт за 26000 років [84, с. 246-247]. Разом з тим, система Коперника мала й певні недоліки. Наприклад, його система зовсім не потребує гіпотези про існування “сфери нерухомих зірок”. Насправді, зірки здійснюють рух, однак даний рух через надто велику віддаленість їх від Землі незброєним оком неможливо виявити (це відзначав і сам Коперник) [96, с.195].

Негативну роль для книги відіграла перекручена передмова Осіандера. Першими, хто помітив цю підробку, що спотворювала сутність і зміст усього геліоцентричного вчення, були Ретик і Гізе. Вони говорили про необхідність вилучення передмови Осіандера та її повного передруку, однак, цього не було зроблено. Й тим не менш, через 50 років революційна ідея теорії геніального астронома виплила на поверхню. Утворився новий рух у науці – коперніканство [50, с. 148]. 1616 р. декретом інквізиції трактат Коперника занесли до індексу заборонених книг з приписом: “У наступному до

виправлення”. Під цією заборонаю він перебував понад 200 років (до 1822 р.)

Зупинимось коротко на біографічних даних вченого. Коперник народився у сім’ї купця. Батько помер, коли Миколі було 10 років. З того часу хлопчик виховувався у матиного брата Луки Ватцельроде, єпископа Вармії [29, с. 52]. Початкову освіту майбутній астроном отримав у Торуньській школі. Потім єпископ Лука перевів свого племінника до кафедральної школи у Влоцлавеці для підготовки в Краківський університет. З 19 років Коперник – студент цього навчального закладу [29, с. 53]. З самого початку він захопився математикою та астрономією. Однак з нез’ясованих причин Коперник залишив Краків і продовжив своє навчання в Італії у знаменитому Болонському університеті. Через рік дядя повідомив його про заочне обрання на посаду каноніка Вармійської єпархії [29, с. 53].

В Болоньї Коперник вивчав юридичні науки, астрономію, математику, а головне, грецьку мову, котра дозволила засвоїти науку та культуру еллінів безпосередньо вивчаючи першоджерела. Для вивчення медицини і отримання ступеня доктора канонічного права після нетривалого перебування на батьківщині Коперник знов повернувся до Італії й на цей раз поступив вчитися в Падуанський університет [29, с.56]. В кінці 1505 р. Коперник повернувся на батьківщину й оселився у м. Фромберк на рік. У цей час здоров’я дяді-єпископа погіршилось і Микола поспішив до Лідзбарку, де була резиденція Луки Ватцельроде [29, с. 58]. У Лідзбарку Коперник прожив шість років, і саме тут, як вважає переважна більшість дослідників його життя та діяльності, у нього вперше з’явилася думка про геліоцентричну систему світу. Мешкаючи в замку Лідзбарк, Коперник брав участь у адміністративних та суспільних справах єпископа Луки, бував з ним на офіційних прийомах і супроводжував його у різних поїздках. 29 березня 1512 р. Ватцельроде помер. У сорокарічному віці Коперник знов переїхав до Фромборка, й, накінець, приступив до виконання обов’язків каноніка, котрим рахувався заочно 15 років (з 1497 р.) [29, с.60].

Часи були важкими. Неподалік від міста проходив кордон Вармії. По той бік кордону знаходились володіння Тевтонського ордену, від котрого можна було очікувати чого завгодно, навіть озброєного нападу. На засіданні капітула 3 листопада 1516 р. Коперника обрали управляючим південної частини Вармії [55, с. 252]. Нова посада додала багато клопітких обов'язків, пов'язаних з частими роз'їздами (іноді тривалими) по своїм володінням. Для кращого керування Коперник переїхав у замок в Ольштині [55, с. 253]. На цій посаді вчений проявив себе, як досвідчений адміністратор і справедливий суддя. Під час військових дій з боку Тевтонського ордену Коперник залишився у Вармії й організував боротьбу за її незалежність. На кінець 1520 р. йому вдалося настільки укріпити Фромборк, що тевтонці не ризикнули напасти на це місто [55, с. 254]. Помер Коперник у Фромборку; поховано його було в міському соборі. Але де знаходиться його могила не встановлено.

Велику роль у поширенні ідей Коперника відіграла книжка Ретика, видана у Гданську 1540 р. В ній викладено основну суть теорії Коперника. Ретик писав, що силою своїх доказів учення польського астронома переконало б навіть Аристотеля і Птолемея. “І хай переможе правда і доблесть, хай науки завжди користуються належною їм повагою, хай кожен добрий майстер свого мистецтва випускає у світ те, що корисне, і так веде свої дослідження, щоб усі бачили, що він прагне істини [75, с. 37].

Другою відомою постаттю у філософії астрономії в XVI ст. був Джордано Бруно, котрий прожив трагічне життя, шукаючи істину. 17 лютого 1600 р. на площі Квітів у Римі було спалено цього видатного італійського мислителя-філософа, який у своїх поглядах на Всесвіт пішов значно далі від Коперника. Він зруйнував “кришталеву сферу” зір, обстоював думку про те, що Всесвіт безмежний у просторі й часі.

Джордано Бруно народився 1578 р. в містечку Нолі поблизу Неаполя. Його батько був солдатом-найманцем, мати – простою селянкою. Справжнє його ім'я Бруно Філіппо. Перші початки грамоти Бруно одержав в своєму

рідному місті. Коли хлопчику виповнилося 14 років, батьки заради продовження освіти перевозять його до Неаполю [23, с. 9]. Через три роки 17-річний юнак стає послушником найбільшого неаполітанського домініканського монастиря. Саме тоді він почав носити ім'я брата Джордано з Ноли. Через рік він стає ченцем [23, с.10].

У монастирській школі Бруно вивчав Аристотеля, Геракліта та інших філософів Стародавньої Греції. Десять років перебування у обителі не пройшли марно. Там талановитий мислитель детально вивчив книжку Коперника “Про обертання небесних сфер” і сміливо виступив проти поглядів Аристотеля, вказуючи на їхню наївність та невідповідність з даними спостережень [44, с.63]. Запідозрений в ересі, Бруно втік з монастиря, залишив Італію і з 1574 по 1591р. переїздив з однієї країни Європи до іншої, побував у Швейцарії, Франції, Англії та Німеччині (не рахуючи саму Італію), жив у Венеції, Римі, Генуї, Болоньї, Турині, Женеві, Парижі, Лондоні, Оксфорді, Франкфурті-на-Майні та інших містах. (1576 р. монастир Сан-Доменіко пред'явив йому обвинувачення у 130 відступах від догматів Церкви.)

В університетських містах Європи у диспутах Бруно критикував прибічників Аристотеля, перемагав богословів, читав блискучі лекції з філософії та логіки. Одночасно він писав свої книжки. Проте, скрізь його і змушують припинити пропагування своїх ідей [60, с. 81].

Бруно рішуче виступав проти Церкви і релігії взагалі, він вважав їх найсерйознішою перешкодою на шляху розвитку науки (хоча у Бога вірив до кінця життя). За його словами, католицьки священники “тірше гусені й жадібної сарани”, а протестантські “реформують нерозсудливу й зіпсовану віру, лікують виразки прогнилої релігії” [6, с. 107]. Й ті, й інші “найбільші віслюки світу” [6, с. 109] Католицька інквізиція прийняла рішення будь-що схопити Бруно. В результаті, переслідування вченого “ченця-утікача” посилювались. Деякий час йому вдавалось переховуватись й зникати. Нарешті, Джордано заманили у Венецію, і там один з “покривителів” склав на нього

донос. Бруно був схоплений інквізицією та кинутий до знаменитої “свинцевої” в’язниці, найстрашнішої в усій Європі, де перебував 7 років перш, ніж зійти на вогнище [76, с. 280-281]. На думку багатьох біографів Бруно, він, можливо, не загинув би на вогнищі, якби не його виступи проти монастирських прибутків та маєтків, якби він не вимагав їх конфіскації [1, с. 136]. Як впливає з протоколів допитів, саме на цьому питанні інквізитори зосередили свою увагу. Про теорію Коперника на судовому процесі мови взагалі не було. Бруно засудили за його вчення про множинність світів [41, с. 175].

Перша з великих книжок Джордано Бруно “Бенкет на попелі” вийшла в Англії у 1584 р. Вона складається з п’яти діалогів, що їх ведуть чотири співрозмовники, і присвячена, головним чином, пропаганді астрономічних ідей Коперника. Бруно висловлює свої погляди про безмежність Всесвіту, про незліченність світів [2, с. 8-45]. Ці ідеї потім він розвинув у книжках “Про причину, початок і єдине” (1584р.) [3, с. 46-261], “Про безмежність, Всесвіт і світи”(1584р.) [4, с. 262-504] та “Про невимірне та незлічене”(1591р.). У цих книжках Бруно виступає як один з основоположників сучасного матеріалістичного природознавства, викладаючи вчення про матеріальну єдність світу, безмежного у просторі й часі. Видатний італієць вчив, що Сонце – центр лише сонячної системи ні в якому разі не є центром усього Всесвіту. За його світоглядом, Сонячна система складає тільки піщинку, що загубилась у безмежному світовому просторі, й таких (можливо навіть подібних) систем зі своїми центрами існує нескінченно багато [5, с. 504-545]. Тобто бескінечність, котру богослови приписували тільки Богу, Бруно поширив на Всесвіт. Поділ Всесвіту на “світ полудній” та “світ зоряний”, кожний з яких керується своїми специфічними законами, він вважав помилковим, оскільки даний поділ є умовним, його можна віднести лише до Сонячної системи, а не до усього Всесвіту.

Якщо Коперник “розвінчав” Землю у рядову планету, то Бруно пішов далі польського вченого і оголосив “рядовою” всю Сонячну систему, тому що

кожна зірка розглядалась ним як величезне сонце, навколо котрого рухаються свої планети, свої “землі”, на яких можливе життя. Вчення Коперника та Бруно зводило на нівець біблейське вчення про антропоцентризм, згідно котрому людина є центром Всесвіту й вищою метою світобудови, а весь світ створений для неї.

Ось як писав Бруно про інші світи: “Таким чином ми дізнаємося, що якби ми були на Місяці або на іншій зорі, ми були б у місці, що не дуже відрізняється від Землі, або, може бути, навіть у гіршому місці, ми дізнаємося, що можуть бути інші тіла, так само гарні і навіть кращі самі по собі і здатні дати більше щастя своїм мешканцям...” [2, с.36-37]. Про небесні світила: “Одні з нихсправді теплі, як Сонце та інші незліченні світила, інші холодні, як, наприклад, Земля, Місяць, Венера та інші незліченні землі” [2, с. 41].

Бруно не сумнівався в тому, що зорі у Всесвіті рухаються одна відносно одної. Він писав так: “Їх можна назвати нерухомими не з того міркування, що вони насправді зберігають ту саму відстань від нас і між собою, але лише тому, що їхній рух невідчутний для нас” [4, с. 303]. Джордано Бруно сформулював і закон збереження матерії: “Немає речовини, якій за природою своєю належить бути вічною, за винятком субстанції, яка є матерія, але і їй, проте, належить бути у вічній зміні” [3, с. 175]. І, нарешті, про Всесвіт: “Всесвіт єдиний, безмежний, нерухомий... Він не може зменшитися або збільшитися, оскільки він безмежний. Як нічого не можна до нього додати, так нічого не можна від нього відняти, тому що безмежне не має частин, з чим-небудь спів мірних (...) нескінченні світи, які містяться в ньому, – землі, вогні та інші види тіл, названі зорями, всі рухаються внаслідок внутрішнього начала...і, внаслідок цього, даремно розшукувати їхній зовнішній двигун [4, с. 418-419].

Перебуваючи у в’язниці, він написав про себе так: “Було в мені все-таки те, у чому не відмовлять мені майбутні століття, і нащадки скажуть: страх смерті був чужий йому, силу характеру він мав велику, і ставив вище всіх насолод життя боротьбу за істину” [1, с. 192]. Свої високі якості бійця Бруно

виявив на судовій розправі та в смертний час. Вислухавши вирок, він сказав: “Ви, напевне, з більшим страхом оголосили мені вирок, ніж я його вислухав”, а потім на площі, коли вже запалили вогонь, вигукнув: “Спалити – не означає спростувати. Наступні віки мене зрозуміють і оцінять!” [6, с. 186]. Попіл вогнища, на якому було спалено Джордано Бруно, кинули в річку Тібр, щоб від еретика не залишилося ніяких слідів [64, с. 83]. Зараз на місці страти стоїть пам’ятник з написом: “9 червня 1889 р. Джордано Бруно. Від сторіччя, яке він передбачив, на тому місці, де було запалено вогнище.”

Наступною визначальною особою в європейській астрономії XVIст. став Галілео Галілей. “Все ж таки вона обертається!”, – це ті слова, що, за переказом, прошепотів старий і хворий 69-річний вчений після того, як у домініканському монастирі “Святої Марії над Мінервою” (де засідала інквізиція) у 1633 р. на колінах в одязі грішника з мотузкою на шиї він прочитав приготований для нього текст публічного зречення, який згодом зачитували у церквах та університетах [25, с. 116]. Він “зрікався”, “проклинав”, “засуджував” погляди на те, що “Сонце міститься в центрі світобудови і стоїть нерухомо, а Земля не перебуває в центрі світобудови і рухається”, зрікався того, як надав незаперечні докази їх правильності й достовірності [25, с. 118].

Галілео Галілей народився у родині небагатого дворянина на ім’я Вінченцо. Батько займався торгівлею сукном, любив математику і давав уроки музики. Своє дитинство Галілей провів у італійському місті Піза, котрий на той час був великим портовим містом Тосканської держави. У одинадцятирічному віці його віддали вчитись до монастиря Св.Бенедикта. Там хлопчик вивчив “сім вільних мистецтв”, куди входила і математика. Коли Галілею виповнилося 15 років, батько забрав його з монастирської школи й почав навчати у себе дома [26, с. 19]. Предметами домашнього навчання були музика, література й живопис. Батько передавав свої знання не без успіху. Галілей зі швидкістю засвоював цікаві дисципліни і, як стверджують його

біографи, був би хорошим художником, якби цій справі віддався б повністю.

Однак, батько волів, щоб син став лікарем, і, коли Галілею виповнилось 16 років, його влаштували у Пізанський університет. Наступні події розвивались не за волею Вінченцо. Молодий студент розчарувався у медицині й захопився геометрією та практичною механікою, котрими займався самостійно. Він досконало вивчив праці Архимеда (287-212 рр. до н.е.), що читав у латинських перекладах [26, с. 22].

Через чотири роки Галілей через нестаток коштів змушений був залишити Пізанський університет. Він повернувся у дім батька, котрий тоді вже мешкав у Флоренції. Тут юнак познайомився з математиком Річчі, викладачем Флорентійської художньої академії, який значно вплинув на нього. Наприклад, за вказівкою Річчі, Галілей досконально засвоїв “Начала” Евкліда (419-354рр. до н.е.) про які раніше мав слабке уявлення [26, с. 24].

У 22 роки Галілей написав свою першу наукову роботу “Маленькі гідростатичні терези”. В 1589 р., коли Галілео виповнилося 25 років, він призначається професором математики у Пізанський університет, де колись вчився сам. Й хоча в той час професор медицини одержував зарплату 2000 скудо на рік, а професор математики усього 60, проте й цим грошам радів молодий вчений (справи старого хворого батька йшли погано, сину він допомагати не мав можливості). В університеті Галілей читав курси елементарної геометрії і роз’яснень (“коментарів”) до “Начал” Евкліда, – вершини давньогрецької геометричної мудрості, а також вів заняття з астрономії в межах геоцентричної системи Птолемея [24, с. 46-47].

В Пізанському університеті Галілей здійснює перші астрономічні дослідження та вивчає закони руху вільно падаючих тіл. Для вивчення законів падіння Галілей використовував відому Пізанську “падаючу башту” (висота – 55 м., нахил від вертикалі – 4,3 м.), з вершини котрої кидав до підніжжя різні тіла [24, с. 55] Перешкоди з боку старих консервативних викладачів невдовзі відбилися на долі молодого професора. їм не подобалось вільне тлумачення

Галілеєм ідей Аристотеля, котрого вони вважали непогрішним.

У цей час вчений отримує вигідне запрошення до Падуанського університету, що користувався визнанням та славою далеко за межами Італії (тут вчилось багато іноземних студентів). В Падуї Галілей читав курс астрономії й писав навчальний посібник з даного предмету. Вже тоді він був коперниканцем. Однак, заради маскуванню, на лекціях дотримувався офіційних поглядів Птолемея – Аристотеля [63, с. 130] 18-річний падуанський період Галілей вважав найщасливішою добою свого життя. За ті роки він написав “Трактат з механіки”, “Керівництво до пізнання сфери”, “Користування геометричним військовим циркулем” та інші праці [85, с. 69].

Другу половину життя, працюючи у Флорентійському університеті, Галілей віддає, головним чином, астрономічним дослідженням та спостереженням за зоряним небом. На початку XVII ст. з'явилися перші телескопи. Однак, лише Галілей цей новий винахід пристосував і використав першим у астрономічних спостереженнях. Виробництва зорових труб тоді ще не існувало, тому вчений виготовляв їх самотужки. Перша труба Галілея збільшувала об'єкт спостереження тільки у 3 рази. Шляхом подальшого вдосконалення астроном домігся, що його труба стала давати тринадцятиразове збільшення [80, с. 164]. У 1609 р. Галілей побудував свій перший телескоп, у березні 1610 р. опублікував невелику книжку “Зоряний вісник”, в якій описав свої відкриття, зроблені за допомогою телескопів.

Оглядаючи небо в телескоп, Галілей зробив ряд разючих відкриттів. Виявилось, що поверхня Місяця нагадує земний пейзаж з горами й долинами. Галілей це описав так: “Ми дійшли такої думки, що з повною впевненістю можемо вважати поверхню Місяця не такою вже й гладкою, рівною із найточнішою сферичністю, як велика кількість фізиків думає про неї та про інші небесні тіла, але, навпаки, нерівною, шорсткою, вкритою западинами та височинами, цілком подібною до поверхні Землі...” [7, с. 28]. Галілей побачив, що срібляста смуга Молочного шляху (про неї навіть не згадує Птолемей,

вважаючи її атмосферним утвором) розпадається на мільйони дрібненьких зір, що Галаксія не є чим іншим, як зібранням численних зір, розташованих групами [7, с.30].

Галілей виявив, що навколо Юпітера обертаються чотири супутники, утворюючи ніби мініатюрну модель планетної системи: “Ми маємо чудовий і найясніший доказ для усунення сумнівів у тих, які спокійно ставляться до обертання в коперниківській системі, але настільки бентежаться рухом одного Місяця навколо Землі, у той час, як вони обоє сумісно описують навколо Сонця річне коло, що навіть вважають необхідним відкинути таку будову Всесвіту як неможливу. Тепер ми маємо не лише одну планету, що обертається навколо іншої, тоді, як обидві вони обходили велике коло навколо Сонця, але наші відчуття показують нам чотири світила, які обертаються навколо Юпітера, як Місяць навколо Землі, тоді, як усі вони разом з Юпітером 12 років описують велике коло навколо Сонця...” [7, с. 45-46].

Галілей відкрив, що планета Венера змінює свої фази так само, як і Місяць, а цього не було б, якби система Птолемея була правильна. Він також виявив, що на Сонці існують темні плями. Незалежно від Галілея сонячні плями відкрив єзуїт Христофор Шейнер (1575-1650). Відповідаючи на доповідь Шейнера, Генерал ордену сказав: “Напевне, це твої очі навіжені, або твої скельця, або твоя уява. Краще помовч” [58, с. 216].

І ось саме у час, коли на підтвердження вчення Коперника було одержано незаперечний доказ (зміна фаз Венери), коли перед людиною розкрився безмежний океан зоряного Всесвіту, саме тоді Католицька Церква ухвалила заборонити вчення Коперника. Не допомогло й те, що в своїй книжці (1615 р.) кармелітський чернець Паоло Фоскаріні захищав систему Коперника найпереконливішими аргументами та всіляко доводив, що вона не суперечить Біблії [50, с. 110]. Одержавши донос на Галілея, складений домініканцем Лоріні, інквізиція на початку 1616 р. почала вести слідство у його справі і вже наприкінці лютого визнала еретичними два місця в працях Галілея. Інквізиція

заявила: “Твердження про те, що Сонце міститься у центрі світу і нерухоме, безглузде, помилкове з філософського погляду і єретичне за формою, бо суперечить Святому Письму... Твердження про те, що Земля не є Центром світу і не стоїть на місці, а здійснює за добу один оберт, також безглузде.. і ще більше суперечить вірі” [50, с. 114].

Згодом, 5 березня 1616 р. “священна конгрегація” ухвалила декрет: книжка Коперника мала бути “тимчасово затримана аж до її виправлення” [50, с. 115]. Сам Галілео відбувся тоді лише попередженням. Головне випробування для нього було ще попереду. 1624 р. Галілей зробив невдалу спробу домогтися в Папи Урбана VIII (1623-1644) зняти заборону з вчення Коперника.

Після цього він написав “Послання” до богослова Інголі, в якому доводив правильність системи Коперника такими аргументами:” Нам дано вісім небесних тіл: Земля і сім планет, з цих восьми, сім – рухаються безумовно і безперечно, і може існувати одне, і не більш як одне, яке перебуває у спокої; і цим єдиним за необхідністю може бути Земля або Сонце. І якби за допомогою якогось сміливого зіставлення ми дійшли б до переконання, яке з них, Земля чи Сонце, більше відповідає за своєю природою останнім шести, то цьому тілу ми цілком зможемо розумним чином приписати рух. Але природа, її люб’язністю розкриває перед нами двері до такого пізнання, виявляючи два явища, не менш важливі і первинні, ніж спокій і рух; такими є світло і темрява, бо самим необхідним чином належить бути різними за своєю природою тілу, що сяє вічним світлом, і тілу, яке зовсім темне і не має яскравості, але відносно шести тіл, які безсумнівно рухаються, ми переконані, що вони, за своєю природою, цілком позбавлені світла; і таким же крім них, що безсумнівне для нас, є і Земля.

Отже, дуже великою є та подібність, що існує між Землею та шістьма планетами, і ми можемо рішуче твердити, що також наявна не менш значна відмінність між цими планетами і Сонцем. Якщо Земля за своєю природою

подібна до тіл рухомих, а первосутність Сонця від неї так відмінна, то якже не буде для нас значно ймовірнішим (якби навіть ми не виявляли цього іншим чином), що не Сонце, а Земля, разом із своїми іншими шістьма родичами, рухається. Додамо до цього й інше, не менш важливе зіставлення: у системі Коперника всі зорі, котрі, як і Сонце, є тілами самоосвітленими, перебувають у вічному спокої ... саме так і повинна б діяти природа, дуже послідовна у своїх виявах” [8, с. 106-107].

У середині 1632 р. вийшла книжка Галілея “Діалог про дві системи світу”. В ній, говорячи про добове обертання Землі та її рух навколо Сонця, Галілей стверджував, що всупереч Аристотелеві та Птолемеєві, не може бути ніякого зміщення предметів на захід під час обертання Землі, бо “добовий рух здійснюється завдяки рухові від природи, притаманному земній кулі, а отже, і всім її частинам... Тому камінь, який перебуває на вершині вежі, має від природи властиву спонуку рухатися навколо центра свого цілого за двадцять чотири години, і цю природну властивість він виявляє одвічно” [9, с. 374]. Тут же знаходимо ті самі докази, що Земля є рядовою планетою, як і в “Посланні до Інголі” (про світло і темряву).

Галілей подає чудовий виклад геліоцентричної системи світу за Коперником, підтверджуючи її власними спостереженнями фаз Венери та супутників Юпітера. Припускаючи, що видимі діаметри зір першої величини на перевищують 5 сек., а для зір шостої – ще в шість разів менші, тоді як для Сонця 30 хв., Галілей доводить, що за однакових лінійних діаметрів Сонця й зір відстань до зір першої величини мала би бути у 360 разів більша [9, с. 392-393]. Насправді, як відомо зараз, відстані до найближчих зір не в 360, а в 360000 разів перевищують відстань від Землі до Сонця. Однак, й у такому вигляді аргументи Галілея були достатніми.

Для розуміння ситуації, у котрій опинився вчений, необхідно виділити ще один важливий чинник. Справа в тому, що за часів Галілея Італія в політичному та економічному відношенні була досить слабкою. Італійській

світській і духовній владі доводилося спиратися або на Францію (за це стояли єзуїти, оскільки там вони користувалися великим впливом), або на Іспанію та Німеччину (такої орієнтації додержувалися домініканці, які панували в Іспанії). Прихильником Іспанії був Папа Урбан VIII. Бажаючи скомпроментувати його, прихильники іспанської партії посприяли Галілеєві в одержанні дозволу цензури на друкування книжки, тим виставили папу (який ставився до Галілея з великою прихильністю) захисником єресі та покровителем богохульника [24, с. 287-288]. Очевидно, протилежна партія доклала всіх зусиль, щоб урятувати становище, і закінчилося тим, що Галілей став перед судом інквізиції й був змушений публічно (привселюдно) зректися відкритої ним істини. Проте, під кінець життя Галілео написав: “Відносно тих чи інших положень ніхто, звичайно, не сумнівається, що Його Святійшість папа має повну владу допускати або засуджувати їх (докази руху Землі); проте жодна істота на світі не може зробити їх істинними або помилковими, тобто інакшими від того, якою є їхня природа [22, с. 91]. Похований великий вчений за заповітом у Флоренції. Його могила знаходиться поруч з похованнями Мікельанджело та Данте.

Ще одним видатним астрономом XVI ст. у Європі був датський вчений Тіхо Браге (1546-1601). “Життя прожите не даремно” – ці слова, за свідченням Кеплера, кілька разів прошепотів він у останні дні свого життя [16, с. 185]. Тіхо Браге, цей “фенікс астрономії”, як назвав його Кеплер (маючи на увазі прагнення Тіхо добитися найбільшої точності у спостереженнях, що сприяло піднесенню астрономії на якісно вищий рівень) народився у провінції Сконія (тепер Швеція), в містечку Киутсруп, у дворянській датській родині. На 13-тому році життя він вступив до Копенгагенського університету, щоб вивчати право. Та його більше зацікавили математика й астрономія [31, с. 20].

Через три роки сталося сполучення Юпітера з Сатурном, яке, за тодішніми астрономічними уявленнями, нібито спричинило жахливу епідемію чуми. Тіхо Браге встановив, що старі астрономічні таблиці у завбаченні дати

цього астрономічного явища припускали помилку в один місяць, таблиці, складені на підставі теорії Коперника – у кілька днів. Тому Тіхо Браге і вирішив присвятити своє життя уточненню астрономічних таблиць, детальнішому вивченню законів руху планет. З цією метою він 1569 р. побудував у м. Аугсбурзі вертикальний дерев'яний квадрант, радіус дуги якого сягав шести метрів; на цьому приладі відлічувалися кути з точністю до 10 сек. [33, с. 266].

1572 р. в сузір'ї Кассіопеї з'явилася нова зоря, яка своєю яскравістю зрівнювалася з Венерою. Її було видно вдень протягом місяця. Багатьох людей охопила паніка, склалися різні припущення про те, що “віщує” це дивне світло. Астрономи вже вкотре ставили перед собою одні й ті самі запитання: чи належить таке світло до світу зір? Чи, як твердив Арістотель, воно й справді сконденсувалося з гарячої пари у верхніх шарах атмосфери?

На ці запитання й відповів Тіхо Браге, в якого на той час були надійні кутомірні прилади та неабиякий досвід спостережень. Він вимірював кутову відстань нової зорі від Полярної та сусідніх зірок Кассіопеї у той час, коли вона перебувала найвище над горизонтом, і ще раз – через 12 годин. Саме у такий спосіб можна встановити добовий паралакс світила – його зміщення на тлі деяких зір, зумовлене рухом спостерігача під час обертання Землі. Якщо два спостерегачі, які перебувають на протилежних полюсах Землі, будуть одночасно спостерігати Місяць, то виміряні ними координати його центра відрізнятимуться між собою на 2° , тобто на 4 його поперечники. Чим ближче світило, тим це паралактичне зміщення більше і навпаки [72, с. 211].

У процесі спостережень за новою зорею Тіхо Браге дійшов висновку, що паралактичне зміщення її якщо й існує, то дуже мале – менше кількох мінут дуги. Звідси випливає, що відстань до цього об'єкта набагато перевищує відстань до Місяця. Свої роздуми про це Тіхо опублікував 1573 р. у книжці “Про нову зору”. У ній він висловив припущення, що ця зоря утворилася внаслідок конденсації тонкої світлої небесної речовини, з якої як він гадав

складається Молочний шлях [31, с. 52].

Досить швидко Тіхо прославився як серйозний астроном, чим привернув увагу датського короля Фредеріка II. Фредерік став покровителем вченого. І хоча король більше цікавився не астрономією, а астрологією, тим не менше, незважаючи на фінансові утруднення державної казни, він 1576 р. виділив досить значну суму грошей на будівництво для Браге обсерваторії на острові Вен (неподалік від Копенгагена). Зведену обсерваторію Тіхо назвав “Ураніборг” (“Замок Уранії” – Уранією стародавні римляни називали богиню неба, а грецька міфологія визначала її мудрою покровительницею астрономії) та обладнав точними кутомірними приладами [31, с. 75].

Доречно зазначити, що Ураніборг був першою у Європі спорудою, зведеною спеціально для проведення астрономічних спостережень. Вона являла собою замок-фортецю. При обсерваторії були майстерні для виготовлення інструментів та приладів. Головним конструктором інструментів був сам Браге. Він, наприклад, розробив й сконструював великий настінний квадрант, за допомогою котрого визначав положення зір та планет на небосхилі. Всі розрахунки й обчислювання Тіхо завдяки цьому відрізнялись виключною точністю [73, с. 237].

Тут, в Ураніборзі, за 21 рік безперервної наполегливої праці Тіхо Браге здійснив величезну кількість спостережень. Зокрема, протягом семи років роботи в обсерваторії було складено каталог 788 зірок, причому вперше під час встановлення їх координат враховувалося явище рефракції – заломлення світла у процесі його проходження через земну атмосферу. На підставі майже щоденних спостережень Сонця Тіхо встановив тривалість року з точністю до 1 сек. Він також уточнив старі Альфонсові таблиці, складені ще 1252 р. за вказівкою короля Кастилії Альфонса X. Його нові таблиці руху Сонця, за яким визначалося положення Сонця на небі, стали у 20 разів точнішими, ніж до цього (їх похибка не перевищувала 1 сек) [67, с. 244].

1577 р. Тіхо провів спостереження комети. За уявленнями Аристотеля –

це мало б бути згущення газів у верхніх шарах земної атмосфери. Але в такому разі їхні добові паралакси мали б бути набагато більші від паралаксу Місяця. Виявилося, що це не так. Найретельніші виміри положення комети на небі привели Тіхо до висновку, що її паралактичне зміщення настільки мале, що його наявними інструментами виявити неможливо. Отже, комети знаходяться, принаймні, у шість разів далі від Землі, ніж Місяць, і вони є такими ж небесними тілами, як Місяць та планети. Одночасно Тіхо відкрив дві нерівності у русі Місяця – річну нерівність і варіацію [67, с. 24]. На підставі власних спостережень руху планет Тіхо Браге дійшов висновку, що система Птолемея справді не може пояснити їх.

Але він все ж не погоджувався з теорією Коперника про те, що Земля – рядова планета й обертається навколо Сонця. Тіхо не зміг зареєструвати зміщення одних зір (близьких) на фоні інших (далеких) у процесі річного руху Землі. А це мало означати, що відстані до зір величезні, що між зорями і нашою планетною системою є дуже велика “порожнеча”. Тіхо писав: “Коперник припускав неймовірну і безглузду відстань. В усьому ж мусить бути гармонія. Творець любить порядок, а не безладдя. Такий простір, позбавлений зір і планет, був би непортібний” [73, с. 238]. І в своїй праці “Про найновіші явища ефірного світу” (1587р.) Тіхо Браге писав: “Я зауважив, що давня система Птолемея зовсім неприродна і дуже заплутана. Проте я не схвалюю також нововведення, запропонованого Коперником... Ця груба маса Землі, так мало пристосована до руху, не може, подібно до небесних тіл, пересуватися і рухатися... До того ж і Святе Письмо перешкоджує прийняттю цього вчення. Отже, я вважаю, що слід твердо і без усякого вагання помістити Землю нерухомо в центрі світу, слідом за думкою давніх та свідченням Святого Письма.” Тому, мовляв, “п’ять планет обертаються навколо Сонця, як навколо свого вождя і короля, а Сонце весь час перебуває серед цих небесних тіл і у супроводі їх здійснює свій річний рух навколо Землі ” [73, с. 240]. Проте жодний серйозний вчений не прийняв цього погляду.

Найбільшим внеском Тіхо Браге в астрономію були виміри положень Марса, здійснені з точністю до 40 сек. Вони охоплюють близько двадцяти років безперервних спостережень, протягом яких Марс здійснив рух навколо Сонця десять разів. На основі цих спостережень Тіхо мав намір створити точну теорію руху планет [62, с. 186].

Система світу, за Браге, була такою. Сонце рухається навколо Землі, котра розташована у центрі світобудови, а планети навколо Сонця, причому Меркурій, Венера, Марс, Юпітер розташовані у порядку зростання радіусів їх концентричних колових орбіт. Звідси його висновок, що найближче до Сонця розташований Меркурій, а найвіддаленішою планетою відносно Сонця є Сатурн. Світ, як у Коперника та Птолемея, замикається сферою дуже віддалених від нас зірок [62, с. 186].

За своїм характером Браге був досить нестриманою людиною, й траплялося, різко розмовляв з високопоставленими впливовими вельможами. Оточення короля тому не любило незалежного вченого і вичікувало нагоди його позбутися. І вона настала – помер Фредерік II. Після цього становище Тіхо Браге швидко погіршилося; довелося спочатку залишити Ураніборг, а далі, 1597 р. й саму Данію [31, с. 225]. Через два роки блукань по Німеччині, вчений переїхав до Праги, де недовго працював у новій обсерваторії разом з Кеплером. Тут, у Празі, Браге й помер на 55-му році життя 13 жовтня [31, с. 228]. На місці астрономічної обсерваторії Ураніборг уже через кілька десятків років відвідувачі могли побачити лише яму зі сміттям. Згодом там було встановлено камінь з написом: “Не влада й богатство, а мистецтво володіє скіпетром усіх часів” (його у свій час Тіхо помістив над входом до обсерваторії). Головне значення наукових здобутків Браге – він створив передумови для появи такої науки, як небесна механіка.

Протягом XVI ст. ще ряд відомих астрономів розробляли аспекти руху планет. Наприклад, 1537 р. Дж. Б. Аліглі опублікував працю, у котрій, наслідуючи Дж. Фракасторо й Де ла Торре, він також замість епіциклів

оперував 79 сферичними оболонками. Ц. Кальганьїні сформулював припущення про те, що Земля обертається навколо власної осі, описуючи за рік повний конус [54, с. 315-316].

Узагальнюючи вищевикладений матеріал, можна зазначити, що XVI ст. в історії розвитку європейської науки стало сторіччям астрономії, як XVII – механіки. Нові наукові та філософські принципи прийшли тепер у противоріччя з традиційними вченнями й концепціями Аристотеля і Птолемея. Піднялась на якісно вищий рівень система доказів і обґрунтування теорій. Внесок, який зробили М.Коперник, Дж. Бруно, Г. Галілей, Т. Браге та інші у галузі астрономічних знань, обумовило нові шляхи та провідні напрями цієї науки у XVII та XVIII ст. Вчені XVI ст. значно розширили кордони пізнаного світу й розробили методи для подальшого розширення цих кордонів.

Розділ 2. Життєвий шлях талановитого німецького вченого

М. Коперник, як відомо, “зрушив Землю”, поставив її в один ряд з планетами. Але його система світу ще залишалася “захарашеною” ексцентрами та епіциклами. Як іслотився згодом виданий англійський фізик Джеймс-Клерк Максвелл (1831-1879), “необхідно було вимести павутиння з неба” [55, с. 76]. Ту нележку роботу виконав “великий законодавець неба” Йоганн Кеплер на підставі точних багаторічних спостережень Тіхо Браге. Як зауважив В.П. Лішевський, важко уявити собі долю, драматичнішу від тої, яка випала для великого німецького астронома Йоганна Кеплера. Голод і злидні, релігійні гоніння і викликані ними поневіряння, хвороби і смерть близьких переслідували його все життя.

Майже кожен день був заповнений пошуками засобів до існування. Після смерті Кеплера залишився лише пошарпаний одяг, дві сорочки, кілька мідних монет, 12694 гульдени так і не одержаної платні, 57 обчислювальних таблиць, 27 опублікованих наукових праць (деякі з них багатотомні) і вилучена рукописна спадщина, зібрана згодом у 22 книги. Яку ж треба було мати наполегливість, цілеспрямованість, працьовитість, прагнення пізнати закони природи, щоб у цих неймовірно важких умовах, в яких жив і творив Кеплер, виконати такий величезний обсяг робіт і зробити настільки значний внесок у світову науку!” [72, с. 193]-194]. Йоганн Кеплер народився о 2 годині 30 хвилин, у четвер, 27 грудня 1571р. у невеличкому містечку Вейль (неподалік від Штутгарту) в будинку діда, вейльського бургомистра. В цьому домі пройшли перші дитячі роки Йоганна [34, с. 581]. Дід – людина товста, груба, пихата й деспотична, дуже швидко зазнав розорення. Родина Кеплерів осіла в місті 1520 р., коли сюди з Нюрнберга переселився прадід майбутнього великого астронома, скорняк Себаль Кеплер, син обплітувача книжок. Слід зазначити, що в ті часи у місті мешкало коло 200 сімей бюргерів, переважно ремісників: ткачів й кожумяк. Декотрі з них, окрім ремесла, займались

селянською роботою на землях, що належали місту [30, с. 18]. (До 1803 р. Вейль зберігав статус “вільного імперського міста”).

Деякі біографи підкреслюють, що Кеплери мали й частину “блакитної крові”. Привід для цього надав сам астроном. В одному з його листів можна прочитати наступне: “Один з моїх пращурів, Генріх, і його брат Фрідріх були посвячені у рицарі... 1430 р. імператором Сигізмундом на мосту через Тібр у Римі” [78, с. 23]. Відповідний рицарський патент зберігся в одному з віденських архівів, проте у ньому брати Кеплери названі Фрідріхом і Конрадом, що дає підстави сумніватись у родовитості скорняка Себальда. Слід зазначити, що у цього Себальда Кеплера, котрий певний час виконував обов’язки міського казначея, була велика сім’я.

Один з його синів, також Себальд, одружений на Катарині Мюллер із сусіднього містечка Марбах, був з 1578 р., як вже згадувалось, бургомістром Вейля [78, с. 31]. Він мав 12 дітей. Четвертим був неврівноважений “шукач пригод” Генріх, який відсвяткував 16 травня 1571 р. весілля з донькою сільського корчмаря з розташованого неподалік селища Ельтінгена Катариною Гульденман. Молодятам було на той час по 24 роки. Через сім з половиною місяців після весілля в них народилась дитина – маленька й дуже слабка. При хрещенні її назвали Йоганном [78, с. 33]. (Генріх з дружиною після одруження залишився жити у батька.)

Про несприятливу обстановку, в котрій пройшло дитинство вченого, можна судити з характеристик, які Кеплер дав своїм найближчим родичам у родинному гороскопі (він його склав 1597 р. вже у зрілому віці). Ось що він пише про свого діда: “Мій дід Себальд, бургомістр імперського міста Вейля, народився 1521 р. ... Зараз йому 75 років. Він дуже високомірний, добре одягнений, різкий та впертий, його обличчя несе відбиток минулого. Котре не відрізнялось поміркованістю. Поважність цього червоного м’ясистого обличчя підкреслюється бородою. Він досить красномовний, наскільки може бути таким неук... Починаючи з 1578 р. його репутація разом з його статком

приходять у занепад” [68, с. 241]. Тим не менш, слід визнати, що Себальд, лідер лютеранської меншини у місті, користувався авторитетом і повагою не тільки серед єдиновірців, але й серед католицької більшості; саме це й дозволило йому утриматися на посаді бургомістра протягом достатньо тривалого терміну.

Бабка Кеплера, Катарина, за його словами, “неспокійна, розумна й брехлива, однак віддана вірі, струнка й нестримана, рухлива, закореніла порушниця спокою, заздрісна, несамовита у ненависті, бурхлива, постійно невдоволена... І в усіх її дітей було щось від цього” [68, с.242]. А ось характеристика батька: “Генріх, мій батько, народився 19 січня 1547 р. ... людина зла, невірноважена, непоступлива, сварлива. Він приречений на поганий кінець..., скиталець ... 1547 р. мій батько вже у Бельгії. 1575 р. Мати відправилась до Бельгії і разом з батьком повернулась. 1576 р. Батько знов опинився у Бельгії. 1577 р. ...ледь уникнув небезпеки бути повішеним. Він продав свій дім та відкрив корчму. 1578 р. ...самозапалилась банка рушничного пороху і понівечила обличчя батька ... 1589 р. ...залишивши мати важко хворою, він зник з дому остаточно” [68, с. 244-245].

Таким був батько. Маленькому Гансу не виповнилось й трьох років, коли Генріх Кеплер, протестант за віросповіданням, залишив сім'ю (невдовзі після народження другої дитини), став ландскнехтом у найманих католицьких військах іспанського короля Філіппа II, що билися проти протестантських інсургентів у Нідерландах. Наступного року його дружина Катарина, котра не жила у злагоді зі свекрухою, залишивши дітей, відправилась за чоловіком [30, с. 24]. Через рік подружжя повернулось і незабаром переселилось до сусіднього містечка Леонберг, де купили дім. Однак через вісім місяців Генріх знов опиняється серед найманців у Нідерландах. На цей раз за якийсь злочин він ледь уникнув шибенеці.

Повернувшись з цього “походу” на батьківщину, Генріх втрачає майже все своє майно, залишає Леонберг й перебирається до містечка Ельмендінген,

де 1580 р. стає володарем корчми під назвою “До сонця”. Тут десятирічний Ганс змушений, залишивши школу, прислужувати відвідувачам [30, с. 25]. 1583 р. Генріх знов перевозить сім’ю до Леонбергу, а 1589 р. залишає її назавжди. За чутками, він завербувався пізніше у венеціанський дельт, приймав участь у морських баталіях з турками і, повертаючись додому, захворів і помер і околицях Аугсбурга [30, с. 27]. Його дружина Катарина, мати астронома, була “низького зросту, смаглява, говірка й скандальна, з важким характером” [16, с. 177]. Її неврівноваженість і нетерпимість були причиною постійних чвар з родичами та сусідами. Катарина, не дивлячись на свою неписьменність, була обізнаною у лікарських рослинах і коріннях, збирала їх і охоче бралась за лікування ближніх настоями та відварами з трав. Пізніше Кеплеру прийдеться витратити багато часу, сил, грошей і нервів, щоб врятувати її від страшної долі “відьми”, котру зазнала рідна тітка – вихователька Катарини; та закінчила своє життя на вогнищі [100, с. 104]. Крім постійних чвар та бійок між батьками та родичами, дитинство і юність Кеплера були обтяжені й іншими обставинами – відсутністю належного догляду та дуже слабким здоров’ям, що зумовлювало часті і тривалі хвороби. 1575 р., коли мати вирушила на пошуки чоловіка, п’ятирічний Кеплер важко захворів віспою, від якої ледь не помер. Його майже постійно переслідували хвороби шкіри: фурункули, висип, незаживаючі виразки; хвороби печінки та шлунку змушували його дотримуватись суворої дієти, його часто мучила лихоманка, переслідували сильні приступи головного болю. “Хилий, в’ялий, худий, виснажений”, – пише він про себе [16, с. 178].

Слабке здоров’я було серйозною перешкодою для астрономічних спостережень у холодні ночі, проте ще більшою перешкодою була вроджена короткозорість та монокулярна поліопія (множинний зір) – стан ока як правило не виправний, при якому поодинокий об’єкт, що фіксується (оком) здається множинним. Дивлячись на місяць, він бачив одним оком декілька місяців. Не можна не дивуватись силі духу, котра, незважаючи на фізичні

страждання й вкрай несприятливі умови життя і творчої діяльності, дозволила Кеплеру виконати незвичайну за розмахом роботу та добитись таких видатних наукових досягнень [97, с. 89].

Два яскравих спогади, які мали, до речі, відношення до майбутньої професії Кеплера, виділяються у його дитинстві: у віці 6 років він уперше побачив комету: “Я багато чув про комету цього, 1577 року, і мати вивела мене за місто на узгірок, щоб я подивився на неї” [16, с. 179]. І у 9 років: “Батьки покликали мене на вулицю аби показати затемнення Місяця. Він здавався зовсім червоним” [16, с. 179].

З шести братів та сестер Йоганна троє померли у дитинстві. Його молодший брат Генріх нагадував батька : не засвоївши жодного з ремесел, він став солдатом-найманцем в Угорщині, був вуличним співаком, пекарем, лакеєм; подорожував, пройшов через Страсбург, Майну, Бельгію, був полковим барабанщиком, потім став стражником у Празі, де завів сім'ю, повернувся до матері в Леонберг й жив у неї, ніде не працюючи, нічого не роблячи. У подальшому він сприяв обвинуваченню матері у чаклунстві; помер в 42 роки [30, с. 39]. Самий молодший брат, Кристоф, став бляхарником у рідному Леонберзі, його взаємовідносини зі старшим братом не відрізнялись близькістю і теплотою. Сестра Маргарита, яка вийшла заміж за священника, залишалася єдиною, з ким в дитинстві і вже у зрілому віці Йоганн був у тісних і родинних стосунках [30, с. 41].

Певною компенсацією за негаразди дитинства була для Кеплера відносна доступність освіти у тодішньому Вюртемберзі. Гецог Вюртемберзький, прийнявши лютеранство, мав потребу в ерудованих служителях Церкви, котрі були б здатні успішно вести релігійну полеміку з католицькими ортодоксами, і в освічених чиновниках для адміністративної служби. Інтелектуальним арсеналом нової віри в герцогстві був Тюбінгенський університет, кадри для якого готувала досить розвинена мережа початкових та середніх шкіл – від трьохрічної латинської школи до

нижчих й вищих семінарій. Хоча батьків Кеплера, скоріш за все, мало турбувала освіта Йоганна, тим не менш, у семирічному віці (1578 р.) вони віддали його до початкової німецької школи, де навчали писати й читати рідною мовою та елементарним навичкам у обчислюванні. Відвідуванням такої школи в ті часи закінчувалась освіта більшості дітей. Однак, помітивши здібності учня, вчитель настійливо радив батькам перевести Кеплера до латинської школи [30, с. 48].

Такі школи, що функціонували у Вюртенберзі навіть у невеликих містах, яким був Леонберг, перебрали на себе завдання попередніх монастирських католицьких шкіл у першопочатковій підготовці майбутніх служителів Церкви й державних закладів. Оскільки латина на той час була офіційною мовою вищої школи та науки, вихованці латинської школи повинні були оволодіти (вільно) розмовною латиною, навиками вільного читання і письма.

Перший рік навчання відводився на опанування читанням і письмом, другий – на заучення граматичних правил, а на третьому році вивчались класичні тексти, серед котрих переважали комедії Теренція і Плавта. Учнів примушували говорити між собою лише латиною. Після трирічного курсу вихованці школи дійсно вже непогано могли розмовляти, читати й писати новою мовою, проте починали відставати у рідній – німецькій [30, с. 53].

Перейшовши ще у семирічному віці з німецької школи до латинської, Кеплер зміг закінчити її трирічний курс лише через 5 років: у 1580 р. сім'я переїхала до Ельмендінгену, де Йоганн працював у корчмі, допомагав у полі та на городі, а навчання перервав. Тільки після повернення батьків до Леонбергу Кеплеру вдалось поновити заняття у школі [30, с. 54].

Ще перед закінченням школи, батьки замислились, що робити далі з хлопчиком. Мала сила та слабке здоров'я не дозволяли використовувати його на важких польових роботах – в цьому вони переконались ще у Ельмендінгені. Поради вчителів, грошові перспективи і меншою мірою релігійні побудження привели їх до рішення обрати для дитини духовну кар'єру. Шлях до високих

духовних посад давало закінчення теологічного факультету університету, для вступу на який необхідно було закінчити нижчу й вищу семінарії. Декілька таких семінарій було відкрито і у Вюртемберзі в приміщеннях ліквідованих з католицьких монастирів [30, с. 56].

Ще до закінчення латинської школи, 17 травня 1583 р. Кеплер успішно витримує конкурсний екзамен у Штутгарті – головному місті герцогства. Цей іспит відкрив йому шлях до середньої духовної освіти. Він починає її 16 жовтня наступного року в граматичній школі (нижній семінарії) у Адельсберзі, а через два роки, з 26 листопада 1586 р. продовжує навчання у вищій семінарії в Маульбронні. Освітня програма була широкою: окрім богослов'я, вивчались римські та грецькі класики, риторика й діалектика, математика й музика. 25 вересня 1588 р. Йоганн витримує іспит у Тюбінгені на ступінь бакалавра, після чого ще рік продовжує навчання у Маульбронні.

В цей період Кеплер, крім основних дисциплін вивчає поезію і віршескладання [30, 59-60]. Накінець, 17 вересня 1589 р. починається його навчання в Тюбінгенському університеті. Перед тим Йоганну вдалося влаштуватись у Тюбінгенському “штіфті” – безкоштовному інтернаті для студентів з бідних сімей. Це, а також невелика грошова допомога з дому, а пізніше стипендія міста Вейля забезпечували більш-менш задовільне існування у Тюбінгені [30, с. 62].

Як у викладачів університету, так і серед студентів Кеплер продовжував зберігати репутацію наполегливого, здібного і знаючого юнака. Як він пізніше писав, життя його у цей період не було багате на події. Тоді ж Кеплер пробує свої сили в складанні віршів. Деякі його вірші публікуються вже у студентські роки. Перший з них “Елегія на шлюб Йоганна Гульденріца” публікується у Тюбінгені 1590 р., коли Кеплеру не було ще й 19 років. Два інших побачили світ 1592 р. [30, с. 65]. Молодий богослов не цурався участі у театралізованих виставах. Як він сам пригадує, у лютому 1591р. він виступив у одній з таких вистав перед Великим постом в жіночій ролі. Ця вистава, що відбувалась, не

дивлячись на негоду, під відкритим небом, на ринковій площі мала для Кеплера досить неприємні наслідки: від переохолодження він вже у котрий раз важко захворів на лихоманку [30, с. 67].

У період навчання в університеті Кеплер продовжував жадібно опановувати різні галузі знання, використовуючи не тільки лекції професорів, але й книги. Велике враження склала на нього книга Юлія Цезаря Скалігера з Лейдена “Езотеричні справи у 15 книгах”, видана у Парижі 1557 р. й куплена Кеплером випадково в 1589 р. “Ця книга пробудила в мені роздуми про всілякі запитання про небо, про душі та духів, про стихії, про природу вогню, про походження джерел, про морські відливи та припливи, про види материків і моря, що їх оточують” [16, с. 180]. Багато з цих думок він розвиває пізніше у “Світовій гармонії”.

Серед тодішніх викладачів Тюбінгенського університету, які мали вплив на молодого Кеплера, слід відзначити професора класичної філософії Мартіна Крузіуса (1526-1607), богослова Маттіаса Гафенреффера (1561-1619), пізніше ректора університету, й особливо Михайла Мьостліна (1550-1630). Крузіусу Кеплер був зобов'язаний доброю латиною своїх наукових робіт. З Гафенреффером, котрий був усього на 10 років старше, Кеплер підтримував хороші стосунки як в роки навчання, так і пізніше. їхні шляхи неодноразово пересікались.

Саме Гафенреффер настійливо порадив Кеплерові при виданні його першої книги “Космографічна Таємниця” вилучити місця, у яких той зробив спробу обґрунтувати сумісність коперніканського вчення з Біблією [89, с. 131]. В подальшому Гафенреффер змушений був привселюдно висловитись за несумісність геліоцентричної системи із Святим Письмом, хоча, як вважав Кеплер, він був згідний з Коперником, Гафенреффер ж при конфлікті Кеплера з лютеранською церквою оголосив свому колишньому учневі засуджуючий вердикт вюртембергської консисторії [89, с. 132].

Визначальні наслідки мав на Кеплера вплив Михайла Мьостліна.

Мьостлін був на 20 років старше від свого знаменитого учня й у наступному вірного друга. Почавши діяльність дяком у швабському містечку Бакнангі, він два роки займав кафедру математики у Гейдельберзі, а з 1583 р. став професором математики та астрономії в Тьобінгенському університеті [101, с. 66]. Мьостлін користувався значним авторитетом у наукових колах як астроном. У вигляді посібника для своїх лекцій він 1582 р. випустив книжку “Витяги з астрономії”, яка потім неодноразово перевидавалась. Як і у своїх офіційних лекціях, Мьостлін дотримувався тут, в руслі вимог теологів, геоцентричної системи будови Всесвіту за Птолемеєм, хоча вже тоді був переконаним коперниканцем [101, с. 68].

Мьостлін швидко помітив незвичайні здібності Кеплера до математики і астрономії. Це проявилось в тому, що той виводив нові теореми і робив побудови, лише потім переконуючись, що вони вже відомі. Мьостлін ввів молодого Кеплера у коло небагатьох своїх вихованців, котрі користувалися його особливою довірою, і серед яких професор пропагував коперниканське вчення. Саме Мьостлін сформував у Кеплера той науковий погляд і підхід, які і останній проніс, не зрадивши, через все життя [30, с. 91].

Пізніше сам Кеплер писав: “Вже на той час, коли я уважно слідував у Тьобінгені викладанню знаменитого Мьостліна, я відчув, наскільки недосконале з багатьох точок зору уявлення про будову світу, що залишається у вжитку до сих пір. Тому я був так сильно захоплений Коперником, про котрого мій вчитель дуже часто згадував на своїх лекціях, що не тільки часто захищав його погляди в студентських диспутах, але й сам ретельно підготував диспут на тему, що перший рух (оберт небесної сфери нерухомих зірок) відбувається через оберти Землі. При цьому я виходив з приписування Землі також і рухів Сонця з фізичних або, якщо бажаєте, метафізичних причин, як це робив Коперник, виходячи з математичних обґрунтувань. З цією метою я поступово, частково з лекцій Мьостліна, частково з власних ідей та думок, збирав усі переваги, котрими Коперник перевищує Птолемея з математичної

точки зору” [68, с.244].

Тісні зв'язки Кеплера з Мьостліном збереглись і після того, як Кеплер залишив Тюбінген. Довгий час вчитель виконував роль радника і навіть помічника свого учня, полегшуючи його наукові заняття. Кеплер на все життя з зберіг повагу та вірність своєму вчителю, котрий пережив його на два тижні [78, с. 37].

Ще в стінах університету Кеплер написав невеликий опус про небесні явища, як вони уявлялись би спостерігачу, котрий перебуває на Місяці. Пізніше він неодноразово звертався до цієї теми, його оповідання про політ на Місяць і місячну астрономію ледь не стало фатальним для його матері, звинуваченій у чаклунстві. Це ж оповідання, доповнене ґрунтовними коментарями, виявилось і останнім підготовленим Кеплером до друку [74, с. 211].

Поряд з астрономією Кеплер вже у ті роки цікавився астрологією, що для нього було не тільки даниною часу, але й відповідало його тодішнім уявленням про причинність і взаємозв'язки між явищами. Серед студентів він вважався великим майстром у складанні гороскопів [30, с. 99].

11 вересня 1591 р. Кеплер, закінчивши факультет мистецтв, здає магістерський екзамен. На екзамені він зайняв друге місце з 14 (перше дісталось синові місцевого професора й онуку видного діяча Реформації Іпполіту Брецу, котрий у наступому нічим себе не проявив). Щоб забезпечити собі матеріальні умови для заключного етапу навчання, Кеплер звернувся через сенат університету до мерії міста Вейля з проханням про поновлення виплати йому стипендії, виділеної роком пізніше. Сенат підтримав його прохання у таких виразах: “Оскільки вказаний Кеплер наділений настільки чудовими обдаруваннями, що з його боку можна чекати чогось особливого, то і ми зі свого боку охоче підтримуємо його прохання” [30, с. 107].

Починаючи навчання на теологічному факультеті, Кеплер все ще вважає що його шлях – духовна кар'єра, і з такою самою завзятістю, з якою на

факультеті мистецтв вивчав серед інших наук математику і астрономію, він починає осягнення релігійних догм. “Як тільки я у відповідності з моїм віком зміг вкусити солодкість філософії, я з жаром став займатися усіма її відгалуженнями, без того щоб звертати особливу увагу на астрономію. Правда, схильності до неї мались у наявності, і я без утруднень засвоював передбачений учбовим планом матеріал з геометрії і астрономії, що опирався на фігури, числа й відношення. Але це було у порядку обов’язкового навчання, якийсь абсолютно особливий потяг до астрономії нічим не проявлявся”, – писав він пізніше [78, с. 42-43].

У другій половині 1594 р. теологічна освіта Кеплера повинна була завершитися. Проте у перші місяці року, перш ніж він зміг отримати документи про закінчення університету, що відкривали йому формально шлях до блискучої духовної кар’єри, несподівано відбулись події, в результаті яких позначився рішучий поворот у його житті та діяльності [30, с. 145]. В протестантській середній школі у Граці, головному місті австрійської провінції Штірії, помер викладач математики, вихованець Тюбінгену Георг Стадіус.

Штірійська протестантська община звернулась до сенату Тюбінгенського університету з проханням підшукати достойного наступника серед випускників. З подібними проханнями до цього університету з далекого Грацу звертались і раніше. З Тюбінгену вийшов і тодішній суперінтендант лютеранської общини Граца, один із інспекторів грацької школи Вільгельм Циммерман. Викладачів математики в Тюбінгені, як і в інших тодішніх університетах, спеціально не готували, і вибір сенату, не без участі Мьостліна, випав на 22-річного магістра мистецтв Йоганна Кеплера, краще за інших підготовленого до цієї діяльності [30, с. 147].

Хоча й не хотілося Кеплеру залишати навчання, а разом з ним і мрію про духовну кар’єру, однак подітись було нема куди – як студент, котрий вчиться на державний кошт, він був зобов’язаний підкоритись постанові сенату і

вирушити за призначенням. “Я виховувався за рахунок герцога Вюртембергського і вирішив прийняти першу запропоновану мені посаду, хоча і з не особливим бажанням”, – писав він згодом [78, с. 44].

Після деяких зволікань, порадившись з матір'ю та дідом (ті порадили підкоритися) і виклоптавши для себе право повернутись до університету для завершення курсу на теологічному факультеті, право, котрим він ніколи не зможе скористатися, Кеплер почав збиратися у дорогу. Не без труднощів знайшовши гроші на проїзд (вони склали 50 гульденів, третину його майбутнього річного жалування), він 14 березня 1594 р. залишив Тьубінген і відправився у досить далеку і важку на той час дорогу – необхідно було на конях покрити відстань у 660 км. [30, с. 148].

До Грацу молодий магістр прибув 11 квітня і оселився біля школи в будинку для вчителів. Це було першим помешканням Кеплера у місті. Вчительська колегія складалась із 4-х священиків й 14 викладачів. Керував школою ректор – Йоганн Папіус (пізніше він поїде до Тьубінгену, щоб зайняти там кафедру медицини). 24 травня Кеплер прочитав свою першу лекцію. Йому призначили платню у 150 гульденів на рік (попередник одержував 200), крім того, виплатили 60 гульденів підйомних [30, с. 150]. Оточення Йоганна у Граці мало сприяло його науковій діяльності.

Спочатку Кеплер викладав математику, на другий рік – арифметику, класичну літературу (Вергілія), риторику, філософію, логіку, метафізику, астрономію. Поряд з викладанням до його обов'язків входило складання щорічних календарів. 1 вересня 1594 р. вийшов з друку перший такий календар (на 1595 рік) [30, с. 151]. У липні 1595 р. Кеплер розпочав роботу над великою працею “Космографічна таємниця”; в лютому 1596 р. відбулась його подорож до Тьубінгену у зв'язку з виданням праці. Нарешті у вересні 1596 р. “Космографічна таємниця” вийшла у світ в Тьубінгені. Тоді ж молодий астроном відсилає примірники своєї книги Галілею та Тіхо Браге й починає з ними листуватись. На відміну від Браге, Галілей відіслав у Грац схвальну

рецензію [106, с. 286]. Однак, скептичне ставлення Тіхо до ідей Коперника не завадило йому побачити великий астрономічний талант у Кеплера. У своєму творі вчитель з Грацу проявив безсумнівну самостійність мислення, глибоке знання астрономії, а також обізнаність й наполегливість у обчисленнях і розрахунках – якості, котрі Браге високо цінував і волів би бачити в своїх співробітниках. Бажаючи ближче познайомитися з подаючим надії вченим, Браге у своєму листі запрошує Кеплера відвідати його у Вандбеці [31, с. 186].

Розуміючи, що за цим перспективним запрошенням криється можливість взяти участь у астрономічних роботах видатного спостерігача сторіччя, Кеплер, тим не менш, не поспішав прийняти цю пропозицію: по-перше, посада, яку він займав у Граці поки що забезпечувала, хоча й скупо, його існування та заняття науковою роботою. По-друге, Кеплер небезпідставно вважав, що у Браге йому буде важко зберегти незалежність й самостійність у дослідницькій роботі [30, с. 153]. Однак пройде небагато часу, і зустріч, за котрою почнеться співробітництво з Браге, стане для Кеплера не лише єдиним виходом з важкого становища, у котрому він опиниться, але й забезпечить йому основу для наступних великих відкриттів.

Протестантська община у Граці й керівництво школи, де Кеплер викладав, були зацікавлені в тому, щоб утримати в школі ерудованого викладача, прив'язати його до міста. Одним із засобів, котрі дозволяли досягнути даної мети, було б одруження з місцевою уродженкою. І от у той час, коли Кеплер напружено працював над оформленням рукопису “Космографічної таємниці”, добровільні свати, колеги Кеплера по школі, настійливо звертають його увагу на доньку заможного мельника Іоста Мюллера, в котрого неподалік від Грацу була невелика садиба Мюлег [30, с. 157].

Барбарі було тоді 22 роки, але вона встигла вже двічі овдовіти. Від першого чоловіка, за якого її віддали у 16 років, вона мала доньку Регіну. Кеплеру Барбара сподобалась, однак Мюллер відмовив сватам через

матеріальну незабезпеченість Йоганна. Можлива наукова кар'єра високо не нотувалась, крім того, мельник не мав про неї ніякої уяви [30, с. 157]

Знайомство Кеплера з Барбарою відбулось у грудні 1595р. (“грудня 17 – Вулкан вперше мені прошепотів про те, що мене слід зв’язати з Венерою”, “Грудня 21 – Він удруге нагадав мені про те ж, і серце моє здригнулось” – записав він), а у лютому 1596р. Кеплер вирушає по справах на батьківщину і у Тюбінген, отримавши двомісячну відпустку. Проте його подорож значно затягнулась. Формально приводом для затримки було влаштування справ пристарілих діда і бабки, але фактично причина полягала у іншому: Кеплер направляє до Штутгарту, до Вюртемберзького герцога Фрідріха й намагається умовити останнього виділити кошти на виготовлення срібного кубка, котрий являв собою модель Всесвіту у відповідності з викладеною ним в “Космографічній таємниці” гіпотезою [111, с. 160].

Герцог написав на полях клопотання: “Нехай спочатку зробить модель з міді, і тоді ми, подивившись на неї, вирішим, чи варто зробити її із срібла, у коштах обмежень не буде.” Але у Кеплера не було грошей і на мідну модель, тому він приймає рішення зробити її із паперу (планетні орбіти з розсташованими між ними правильними багатогранниками). На виготовлення пішов тиждень копіткої роботи [111, с. 161].

Одержавши паперову модель, герцог для експертної оцінки запрошує професора Мьостліна. Мьостлін зазначає, що кеплерів кубок є “чудовим виробом ерудиції”. Однак після цього Фрідріх вирішує, що модель краще виконати у формі небесного глобусу. Кеплер виготовляє нову паперову модель, але до завершення справа так і не доходить [111, с. 162]. В цей час свати Кеплера у Граці продовжують спроби довести до успішного завершення добровільно прийняти на себе делікатне доручення і невдовзі, накінець, отримують від мельника згоду на шлюб доньки з Кеплером. Про досягнутий успіх свати повідомляють Йоганна через тюбінгенського професора Паніуса (колишнього ректора школи у Граці). Проте, захоплений своєю ідеєю з

кубком, Кеплер не поспішає до Грацу, й лише через три місяці після одержання цього повідомлення, у вересні 1596, він повертається [30, с. 158].

Як виявилось, три місяці – великий строк у такій тонкій справі, як нерівний шлюб. По прибутті у Грац Кеплер дізнається, що батьки нареченої від свого слова відмовились, а її руки домагається його земляк Стефан Шпейдель, провінційний секретар, котрий мав перевагу – невеличку спадщину. Декілька місяців Кеплер залишався у досить невизначеному становищі. Накінець, у січні 1597 р., коли у переговорах прийняв участь навіть ректор школи, авторитет церкви і побоювання глузування примусили батьків Барбари підтвердити дану раніше згоду. 9 лютого 1597 р. відбулось заручення, а 27 квітня в квартирі на Штемпфергасеє відсвяткували весілля [30, с. 160]. Тут молоді залишились і жити (Кеплер звільнив шкільну квартиру, його платня піднялась зі 150 до 200 гульденів на рік).

В історії зі шлюбом Кеплер проявив нерішучість й пасивність. Його не залишали якісь сумніви, весілля, як зазначає він, відбулось за “несприятливого неба”. У великоиму листі до Мьостліна за два тижні до весілля, він занепокоєно писав: “Я прошу Вас тільки про одну люб’язність – будьте ближче до мене у Ваших молитвах в день мого весілля. Моє фінансове становище таке, що якби я помер наступного року, навряд чи хто-небудь лишив би після себе гірше становище. Я повинен сплатити великі суми з власних коштів, оскільки за тутешніми звичаями весілля святкуються дуже пишно. Якщо ж Бог продовжить моє життя, я буду прив’язаний та прикований до цього місця... Я не зможу залишити цю країну, якщо тільки не станеться суспільне або особисте нещастя. Суспільне – якщо країна перестане бути безпечною для лютеран, або якщо вторгнуться турки, котрих вже зібралось до 600 000 чоловік...” [30, с. 161-162].

Через декілька місяців після весілля Кеплера положення штірійських протестантів різко погіршилось: почалась прелюдія тієї драми, котра пізніше отримала назву Контрреформації. 16 грудня 1597 р., закінчивши освіту у

ієзуїтів в Інгольштадті, верховну владу у Штірії прийняв на себе 18-річний ерцгерцог Фердинанд. Стосунки між католиками і протестантами особливо загострилися під час та після поїздки Фердинанда до Італії, де той був прийнятий папою і, як говорилося, дав йому обітницю повернути країну у лоно католицизму. “Всі тремтять, – пише Кеплер, – перед поверненням князя. Говорять, що він приведе з собою італійські війська. Міський магістрат нашого віросповідання розпущено. Охорона міської брами та цейхгаузу передана прибічникам папи. Повсюдно чути погрози” [30, с. 163].

Після повернення Фердинанда гоніння на протестантів ще більш посилювались. Серед них почались арешти. Їх дискримінували у міському шпиталі, за поховання померлих протестантів на общинному кладовищі встановили підвищений збір. Коли лютеранські пастори закликали з церковних кафедр почати збирання коштів на створення власного шпиталю й цвинтаря, нова влада негайно заборонила дане міроприємство. Невдовзі протестантським проповідникам було взагалі заборонено релігійні відправи, а 23 вересня 1597 р. оголошено категоричне предписання: протягом шести діб під страхом смертної кари залишити місто і провінцію усім протестантським проповідникам і вчителям штіфтшуле-школи, де викладав й Кеплер. 28 вересня ультиматум був рішуче підтверджений: для виїзду з міста було визначено термін до заходу сонця [30, с. 164].

Реальна можливість повторення Варфоломійської ночі змусила багатьох мешканців Грацу, і Кеплера у тому числі, хто в чому був, залишити сім'ї та майно, й рятуватись. Частина вигнанців попрямувала до Угорщини, інші – у Хорватію, сподіваючись, що жорсткий та безглуздий наказ незабаром буде відмінено. Однак їхні надії виявилися марними. Тільки Кеплер отримав персональний дозвіл повернутися в країну, чим він скористався у кінці жовтня того ж року після місячної вимушеної відсутності [30, с. 166]. Повернувшись до Грацу, Кеплер одержав можливість зайнятися виключно науковою роботою – заняття у школі, через відсутність викладачів на чолі з ректором, не

поновилися.

Для вирішення цікавивших Кеплера питань потрібні були по можливості точні дані багаторічних астрономічних спостережень. Такими даними у Європі володіла лише одна людина – Тіхо Браге. Усі надії Кеплера зосереджуються тепер на ньому. “Нехай всі зберігають тишу і прислуховуються до Тіхо, котрий 35 років життя присвятив своїй обсерваторії... Я чекаю тільки Тіхо. Він розтлумачить мені порядок і розташування орбіт. Тоді сподіваюсь, якщо Бог продовжить мені життя, то одного разу я споруджу чудесний будинок.”, – пише Кеплер Мьостліну [82, с. 39]. Але Браге не поспішав з публікацією своїх спостережень й ревно охороняв свої багатства.

Кеплер розумів це і реагував так: “Будь-який його інструмент вартує більше, ніж спадок мій та моєї сім’ї разом узяті... Моя думка про Тіхо така: він має величезні скарби, але він не знає, як їх належить використовувати, як це буває у дуже багатих людей. Таким чином хтось повинен спробувати силою вирвати ці багатства у нього” [82, с. 40]. Коли Кеплер писав ці рядки, він не міг передбачити, що жити Браге залишилось зовсім небагато, й що лише збіг обставин зведе обидвох незадовго до смерті датського астронома і Кеплер стане безпосереднім господарем цих скарбів.

Між тим ситуація у Граці продовжувала погіршуватись. Кеплер розумів, що невдовзі змушений буде залишити місто. Важка атмосфера погіршувалась нещастями, які переслідували родину Кеплерів: 2 лютого 1598 р. народився його перший син Генріх й помер через два місяці від менингіту, донька Сусанна, котра народилась у червні 1599 р. померла від тієї ж хвороби; погіршилось і здоров’я дружини [78, с. 47]. У пошуках виходу Кеплер намагається знайти нове місце роботи, але безрезультатно.

У цей час Браге прийняв запрошення імператора Рудольфа II (1552-1612), став його придворним математиком й переселився у Прагу. Прага ближче до Штірії, а життя в Граці продовжує погіршуватись. Далі вагатись

неможливо, і Кеплер приймає остаточне рішення. Прискорила виїзд чудова нагода: покровитель Кеплера, барон Гоффман, радник імператора, погодився повертаючись з Грацу до Праги, надати йому місце у колясці. Це було 1 січня 1600 р., – що ознаменувало не лише новий рік, а й новий період в житті вченого [78, с. 49-50].

16 січня Кеплер прибув до Праги, а 4 лютого 1600 р. видатні астрономи зустрілись. Досвідчений Браге і молодий Кеплер. Аристократ та плебей. Багатий і бідняк. Великий практик й сміливий теоретик. Невдовзі після прибуття в замок Бенетек (35 км. від Праги), обсерваторію Тіхо, Кеплер писав: Тіхо володіє найкращими даними спостережень, а значить, і матеріалом для зведення нового будинку, він має також робітників і взагалі усе, чого можна забажити для цього. Не стає йому тільки архітектора, котрий використав би все це для власного задуму. Тому що, хоча він має щасливіші умови і наділений істинною архітектонічною майстернею, його просуванню заважає різноманіття явищ і фактів, глибоко у котрих прихована істина” [78, с. 52]. У Кеплера були реальні підстави вважати, що саме він міг би стати тим архітектором, котрий перетворив би цей будівельний матеріал на струнку споруду нової моделі.

Перші дні перебування Кеплера у Браге здавались сприятливими для здійснення його бажань. Тіхо доручив новачку спостереження за “найважчою” для астрономів планетою – Марсом. Проте вже через тиждень почались перші сутички Йоганна з Браге. Поважаючи в Кеплері глибокий розум і знання, настійливість у роботі, Тіхо, тим не менш, не збирався ставити його поруч із собою. А з помічниками Браге, звикший почувати себе повновладним господарем, поводився зверхньо, встановлював для них досить важкий розпорядок дня. Те, про що так мріяв Кеплер, – заволодіти журналами астрономічних спостережень, відкладалось на невизначений строк [30, с. 173].

В ці дні Кеплера мучило багато інших питань: чи потрібно перевезти сюди сім'ю, що робити з нерухомістю дружини в Штірії, кому і за скільки її

продати (продати протестантську власність у Граці стало важко), де взяти гроші на переїзд до Праги, де оселитися, на яку платню він зможе розраховувати у Тіхо. Всі ці невирішені проблеми зробили Кеплера дуже нервовим і неврівноваженим, що погіршувало стосунки з патроном. Сполохи гніву в результаті 5 квітня вилились у відкриту сварку. Почав її Кеплер [30, с. 175]. Перед тим, готуючись до переговорів з Браге відносно умов їх співробітництва, він просив бути в них посередником відомого чеського вченого Яна Єсенського (1566-1621), професора медицини у Вітенберзі, котрий в той час гостював у Браге.

Кеплер підготував Янові велику записку, де не дуже тактовно по формі виклав свої вимоги: надання окремої квартири; далі Тіхо повинен виплачувати Кеплеру по 50 талерів до того часу, поки не одержить у імператора постійної платні для нього; він також повинен забезпечити сім'ю Кеплера дровами, м'ясом, рибою, хлібом, пивом та вином; Кеплер повинен мати право сам визначати собі термін й тему своїх досліджень і т.п.

Документ потрапив до рук Браге, проте останній поставився до записки й вимог досить лояльно (як сильний до слабого), чим ще більше роздратував Кеплера. Грубо виклавши причини свого невдоволення Тіхо, Кеплер на другий день разом з Яном поїхав у Прагу, не дивлячись на прохання Браге зачекати ще декілька днів – до отримання відповіді від імператора на лист Браге про прийняття Йоганна на службу [30, с. 177]. Приїхавши до Праги, вкрай розлючений Кеплер надіслав ще одного образливого листа Браге. (Його депресія дійшла до піку.)

Останній Кеплерів лист розлютив і Тіхо, про що він сповістив у листі до Яна Єсенського: “Я не хочу мати з ним (Кеплером) нічого спільного” [31, с. 207]. Через тиждень, заспокоївшись, Кеплер сам визнає свою провину перед старим астрономом і пише йому “покаянного” листа, де забувши про гордість, просить вибачення та милосердя, і обіцяє ніколи так більше не чинити, а допомагати Браге у обробці результатів його спостережень. Через три тижня

після того, як Кеплер залишив Бенетек, Браге сам приїхав за ним у Прагу, і співробітництво було відновлено [31, с. 208].

У спокійній обстановці обидва вчених домовились про умови подальшої сумісної роботи: Браге клопоче перед імператором, щоби той розпорядився перевести Кеплера на два роки до Праги для допомоги у обробці результатів спостережень. Гадалося, що штірійські власті зберігатимуть на цей термін місце роботи і платню. Крім того, Кеплер буде отримувати в Празі ще доплату у 100 гульденів на рік. Попередні переговори Браге з віце-канцлером імператорського двору дозволяли сподіватись, що угода з боку Браге буде виконуватися. Питання про місцеперебування сім'ї Кеплера залишалось поки відкритим. У зв'язку з цим Йоганн через декілька тижнів зібрався додому. Швидкому від'їзду сприяло те, що родич Браге, Фрідріх Розенкранц, вирушав з Праги до Угорщини й погодився довести Кеплера до Відня. 1 червня 1600 р. Кеплер залишив Прагу [30, с. 180].

В ті дні життя поставило перед Кеплером ще одну проблему. Общинні власті, які утримували вченого як викладача школи, вирішили відправити Йоганна до Італії вивчати медицину. Поки Кеплер думав яке рішення прийняти, ситуація ще більш ускладнилася. Ерцгерцог розпорядився, щоби усі протестанти, громадяни Грацу, 31 червня і в наступні дні предстали перед церковною комісією з ерцгерцогом на чолі і або оголосили привселюдно про перехід у католицтво, або протягом двох тижнів залишили країну [30, с. 183]. 2 серпня ім'я Кеплера з'явилося серед тих, кого виганяли. Через 5 днів йому припинили виплачувати гроші. Кеплер пише про свої бідування Тіхо. Той швидко відкликається: “Не баріться, поспішайте та будьте впевнені” [31, с. 213]. Однак відповідь не застала Кеплера – 30 вересня він з сім'єю, дружиною та падчерицею вирушив до Праги. За їхнім візком тягнулись дві фіри з домашнім скарбом; у Лінці речі залишили – не вистачило грошей на оплату провозу (переїзд обійшовся у 120 талерів) [30, с. 184].

В дорозі Кеплер захворів на лихоманку, котра не залишала його наступні

9 місяців. По прибутті 19 жовтня у Прагу, стан здоров'я Йоганна погіршився. Грошей не було, а життя в Празі було дорожче аніж у Граці. Захворіла й дружина. В грудні ситуація трохи покращилася. Браге, на той момент переселившись до Праги й встановивши частину своїх інструментів у Бельведерському палаці, зрадів прибуттю Кеплера. Однак, не дивлячись на клопотання Тіхо владнати матеріальне положення Йоганна, йому це довго не вдавалось [30, с. 185].

В кінці лютого 1601 р. Браге переселився у будинок померлого віце-канцлера Курціуса; через тиждень туди переїхала сім'я Кеплерів. Навесні Йоганн знов перебуває у тривалій поїздці – в Лінці помер його тесть. 5 вересня Кеплер повернувся з Лінцу. Невдовзі Тіхо представив його імператору. Той побажав астрономам успіхів і пообіцяв свою підтримку. Але через місяць, коли їх сумісна робота тільки-но почала по-сравжньому розгортатись, Браге несподівано важко захворів (13 жовтня). Хвороба швидко прогресувала. 24 жовтня 1601 р. старий астроном помирає, заповідаючи Кеплеру довести його, Браге, гіпотези про будову планетної системи. (Відзначимо, що це наукове доручення Йоганн не виконав.)

На честь видатного астронома Кеплер написав елегію, котру невдовзі було опубліковано [30, с. 188]. Через два дні після поховання (6 листопада) через радника Барвіца Кеплер взнав про рішення імператора доручити йому турботу про інструменти й рукописи Тіхо і про присвоєння придворного звання імператорського математика з окладом у 500 гульденів на рік (Браге отримував 300) [100, с. 108]. Однак, лише 9 березня наступного року йому вдалося одержати цей оклад у перший і чи не в останній раз. І хоча матеріальний стан залишався нелегким, для Кеплера настало найбільш сприятливе за все його життя десятиріччя, протягом котрого він виконує найважливіші дослідження у астрономії та оптиці. Відносно стабільно буде і в сім'ї: за цей час у Кеплера народиться троє дітей, з яких двоє – донька Сусанна (народилась в липні 1602 р.) й син Людвіг, пізніше доктор медицини

(народився у грудні 1607 р.) – переживуть батька. Син Фрідріх загине від віспи 19 лютого 1611 р. вісьмирічною дитиною [100, с. 109].

Кеплер прожив у Празі з 1600 по 1612 р. Варто зазначити, що 1611 р. виявився для вченого найважчим. Політичні події в країні, міжусобиця між покровителем Кеплера імператором Рудольфом II та його братом Матвеем привели до військового конфлікту й кровопролиття на вулицях Праги. Вюртембергські духовні власті ще раз рішуче висловились проти повернення Кеплера на батьківщину, проти надання йому роботи у Тюбінгенському університеті [30, с. 193]. У дім знов прийшли злидні, нужда і смерть. В грудні 1610 р. тяжко захворіла дружинв – лихоманка, котра переросла в епілепсію з ознаками психічних відхилень.

Саме в ці дні Прага стала ареною бойових дій між найманими військами Рудольфа й Матвея. Найманці Габсбургів вели себе у Чехії як завойовники – грабували і розорювали жителів. В лютому 1611 р. вони зайняли частину Праги. У відповідь на вояцькі грабежі зі зброєю в руках виступили ремісники. 23 травня 1611 р. Рудольф II підписав зречення відчеської корони. Королем Чехії став Матвей; 13 червня наступного року він був обраний новим імператором Священної Римської імперії німецької нації [30, с. 195].

Становище Кеплера, котрий втратив безпосереднього покровителя, стає зовсім хитким і непевним. В цих умовах він здійснює ще одну спробу повернутися на батьківщину й викладати в Тюбінгені. Проте лютеранська консисторія за “кальвіністську” орієнтацію Кеплера удуге йому відмовила (25 квітня 1611 р.). До того, у грудні 1610 р. Йоганн мав розмову з впливовими особами по можливість переїзду в Лінц – столицю Верхньої Австрії. 28 травня 1611 р. Кеплер виїхав до Лінцу, щоб запропонувати там становому зібранню свої послуги як викладача й провінційного математика. Його пропозицію було прийнято, грамоту про прийом на верньоавстрійську службу було підписано 11 червня [30, с. 201]. А з липня в Празі померла дружина вченого – Барбара. Вона не залишила заповіла на спадщину, тому Йоганну нічого не дісталось.

Ще деякий час Кеплер залишався при экс-імператорі, поки 20 січня 1612 р. останній не помер. 16 квітня Кеплер перевіз дітей до Кунстштатту, де залишив їх у однієї вдовиці, а сам через Брно вирушив у Лінц [30, с. 202]. Тут він проживе 14 років.

Ще до переїзду в Лінц Йоганн вирішив знов одружитись – комусь потрібно було доглядати за дітьми. На цей раз у виборі дружини він проявив більшу обережність. Історія його другого одруження пов'язана з вибором нареченої з 11 кандидатур. Про це Кеплер у подробицях пише своєму другу барону Штралендорфу у листі від 23 жовтня 1613 р., виділяючи наречених за номерами. Після довгох коливань та роздумів Кеплер зупинився на п'ятій кандидатурі (за складеним списком). Цю дівчину, – пише він, – звать Сусанною: вона донька Йоганна і Барбари Рейтінгер, мешканців міста Ефердінга. Батьків її вже немає на світі, але вона отримала добре виховання завдяки догляду за нею пані Штаремберг... Обличчя її і манери мені дуже подобаються, до того ж вона працелюбна та вміє господарювати. Я наважився одружитись з нею, і це відбудеться о 12 годині 30 жовтня. Весілля пройде в готелі “Золотий Лев” [30, с. 205-206].

Донька тесляра, бідна сирота, 24-річна Сусанна була у баронеси Штаремберг служницею, проте Кеплер ніколи не жалкував про свій вибір. Вона терпляче зносила усі негаразди й бідування (з 7 народжених між 1614-1630 рр. дітей троє померли у ранньому дитинстві), вміла допомогти чоловіку й підтримати його у тяжкий час. Її чекала гірка доля удовиці з малими дітьми на руках без будь-яких засобів для існування.

З 1594 р. Кеплер мав офіційне звання математика: штірійський провінційний математик з 1594 р. по 1600 р., імператорський математик з 1601 р. до кінця життя (з окладом у 360 гульденів) й, крім того, математик провінції Верхньої Австрії з 1613 р. по 1628 р., але грошей за ці звання йому ніде хронічно не виплачували.

Загалом, життя вченого в Лінці проходило спокійно. Біда прийшла

несподівано з того боку, з якого її ніхто не чекав. Погані новини приніс Кеплеру лист його сестри Маргарити, котра мешкала з чоловіком, лютеранським пастором Георгом Біндером, у Геймадені (від Геймадена до Леонберга, де жила їх мати, – було 5 годин пішки). Маргарита писала, що матір було привселюдно обвинувачено у чаклунстві, судова скарга на беззаконня представників влади не допомогла [78, с. 54].

Саме в цей час Німеччину охопила хвиля полювання на відьм. Стара жінка потрапила у дуже скрутну ситуацію – такі обвинувачення закінчувались багаттям. Тільки в Леонберзі за кілька зимових місяців 1615-16рр. було страчено 6 жінок, а у Вейлі з 1615 по 1629 рр. – 38 “чаклунок”. Катарину звинуватила її сусідка Урсула Рейнгольд, дружина місцевого скляра. Урсулу підтримали інші сусіди. У акті обвинувачення фігурувало 49 “нечистих” вчинків [78, с. 55-56]. Про ці події сестра повідомила Кеплера тільки через три місяці. Лист він одержав 29 грудня 1615 р. 2 січня Йоганн відправив леонберзьким властям скаргу з вимогами швидше розслідувати обставини справи. Лист нічого не дав, проте слідство почали через рік – 21 жовтня 1616 р. у зв’язку з новим обвинуваченням.

Катарина втекла до Кеплера в Лінц. Через 9 місяців вона повертається додому, ще через місяць слідом відправляється Йоганн [78, с. 58]. До Леонбергу він прибув 30 жовтня з метою забрати мати, але вона рішуче відмовилась. 22 грудня Кеплер повертається у Лінц через Регенсбург та Вальдебах. Майже через три роки в травні 1618 р. справу знов поновили. 24 липня 1620 р. було видано наказ заарештувати Катарину, а 7 серпня її схопили й вивезли у Вютемберг [78, с. 61].

На допитах Катарина ні в чому не зізнавалась. В цій ситуації рішуче почав діяти Кеплер. Він повідомив герцога Вюртембергського, що візьме участь в суді над матір’ю як її адвокат. 9 вересня разом з сім’єю вчений залишає Лінц. Далі, влаштувавши дружину та дітей у Регенсбурзі, через Інгольштадт Кеплер вирушає до Вюртембергу. На цей час Катарину перевели

у в'язницю до міста Цоглінген, де мав продовжитись суд. Процес розпочався тут 4 вересня, а перше побачення Кеплера з матір'ю відбулось 28 вересня [78, с. 61]. Засідання вів головний прокурор герцогства.

Процес тягнувся більше року, і майже весь цей час Кеплер був присутній на ньому. Він витратив багато зусиль, багато часу та нервів, але зробив майже неможливе – як захисник “відьми” довів, що всі обвинувачення безглузді та головне безпідставні. У підсумку герцог наказав Катарину Кеплер випустити на свободу. 4 жовтня 1621 р. справу, що тягнулася 6 років, було припинено. Після 14-місячного ув'язнення стара жінка звільнилася, а Кеплер, забравши по дорозі сім'ю, повернувся у листопаді 1621 р. до Лінцу [78, с. 65]. В березні того ж року дружина Йоганна народила доньку Кордулу, четверту дитину у новій родині. Дві перші дитини померли в роки, коли відбувався процес. Ще один син вченого – Себальд – народився в січні 1619 р. 18 квітня 1622 р. померла мати Кеплера [30, с. 228].

Через негаразди Тридцятирічної війни і загострення ситуації в Лінці у листопаді 1626 р. Кеплер з родиною залишає місто. Влаштувавши дружину з дітьми в Регенсбурзі, 9 листопада він прибуває до Ульму, де організує видання “Рудольфінських таблиць”. Під час поїздки на ярмарок у Франкфурт Кеплер 14 жовтня 1627 р. відвідав Філіппа, ландграфа Гессенського, великого прихильника астрономії. Проте Філіпп з працевлаштуванням допомогти не зміг [82, с. 45]. 25 листопада 1627 р. Кеплер, невдовзі після повернення з Франкфурта, залишив Ульм, відвідав після річної розлуки родину у Регенсбурзі й вирушив до Праги, куди на той час прибув імператор Фердинанд на коронацію королем Чехії сина. Туди ж прибув і головнокомандувач Альбрехт Валленштейн (1583 – 1634), старий знайомець Кеплера (вчений вже двічі складав йому гороскопи – 1608 р. й 1624 р.).

Валленштейн запропонував Йоганну переїхати працювати до нього в Саган з платнею у 1000 гульденів на рік [82, с.46]. Не без вагань, проте не маючи іншого виходу, Кеплер погодився. 26 липня Кеплер прибув до Сагана

де прожив з сім'єю до жовтня 1630 р. (Борг імператора – величезну суму в 11817 гульденів, він за цей час так і не одержав). Вчений оселився у кам'яному будинку біля міського шпиталю. Невдовзі біля помешкання ним була зведена вежа (башта) для астрономічних спостережень, котра проіснувала до 1848 р. [82, с. 46-47]. Проте більша частина енергії була витрачена Кеплером на обладнання власної друкарні.

Варто зазначити, що під час складання “Ефемерид” у Кеплера з'явився вірний та ерудований помічник – Якоб Барч з сусіднього Лаубана. Барч вивчав астрономію й медицину в Стразбурзькому університеті і познайомився з Кеплером 1625 р., коли той друкував у Ульмі “Рудольфінські таблиці”. З жовтня 1628 р. почалось їх співробітництво, а 6 березня 1630р. Якоб одружився з донькою Кеплера від першого шлюбу – Сусанною. Весілля відбулось у Страсбурзі. Батько нареченої на свято не прибув, оскільки його дружина чекала дитину [30, с. 230]. Остання донька Кеплера – Анна-Марія народилась 18 квітня 1630 р.

Тридцятирічна війна тривала. Загострення боротьби між князівськими угрупованнями в католицькому таборі призвело до того, що під тиском своїх супротивників, особливо баварського курфюрста Максиміліана (1573-1651), Фердинанд змушений був у серпні 1630 р. дати відставку Валленштейну. Трапилось те, чого Кеплер боявся: влада і вплив патрона зникли. Про виплату боргу Валленштейном тепер не могло бути й мови. Йоганн приймає рішення поїхати до Регенсбурга і спробувати під час особистої зустрічі з імператором вирішити питання з грошима (сума боргу – 12 694 гульденів) [30, с. 244]. Крім того, просування військ шведського короля Густава II Адольфа (1594-1632) створювало реальну загрозу поширенню воєнних дій на територію Сілезії: виникала проблема необхідності вивезення сім'ї. Цю проблему також необхідно було вирішувати.

8 жовтня 1630 р. Кеплер вирушив у дорогу верхи на коні (найдешевший вид пересування. В дорозі він двічі робив зупинки – у Лейпцигу та Нюрнберзі.

2 листопада Кеплер в'їхав у Регенсбург й зупинився в домі свого давнього знайомого купця Гіллебранда Біллі. Через два дні Йоганн тяжко захворів на лихоманку (організм був слабкий і дуже виснажений). Хвороба швидко прогресувала. 13 листопада Кеплер втратив свідомість, 15 листопада о 12-й годині життя великого астронома на 59-му році скінчилось [30, с. 247]. Його було поховано через два дні на лютеранському кладовищі Регенсбургу за міським муром. Друзі встановили невеликий пам'ятник з віршованими словами латиною самого вченого: “Я небеса вимірював; тепер тіні Землі вимірюю. Дух на небі мій жив; тут лише тінь тіла лежить.”

Він залишив сім'ю – дружину й четверо маленьких дітей, старшій дитині було 9 років, а молодшій – 7 місяців. Друкарню через місяць Барч закрити через відсутність коштів. Вся рожина переїхала до Лаубана [30, с. 248]. Нещастя й невдачі, що переслідували Кеплера усе життя, не залишили його і після смерті: між 1631 та 1634 рр. околиці Регенсбурга і саме місто три рази ставали ареною битв Тридцятирічної війни, в ході котрих кладовище було повністю зруйновано і знищено. Від могили астронома не залишилось ніяких слідів.

Узагальнюючи матеріал, викладений у розділі можна, відзначити, що Йоганн Кеплер прожив дуже важке, злиденне життя. Весь час його переслідували побутові негаразди і невдачі, постійна відсутність грошей і засобів до існування. Проте Кеплер продемонстрував міцну загартовану волю, цілеспрямованість, рішучість й незламність характеру, тверді переконання і віру у свою правоту. Науковий подвиг видатного вченого став взірцем для наступних дослідників, вчених нової епохи в історії розвитку астрономії. Подвиг його життя завжди викликає подив і повагу.

Розділ 3. Наукові дослідження і відкриття видатного астронома

Хронологія наукової спадщини Кеплера виглядає таким чином. 1 вересня 1594 р. виходить з друку перший, складений молодим вченим календар (на 1595 р.). Кеплер починає роботу над “Космографічною таємницею”; у Тьобінгені 22 вересня 1596 р. виходить з друку “Космографічна таємниця”; 10 липня 1600 р. спостерігає сонячне затемнення за допомогою власноруч виготовленої камери – обскура; 1600-1606 рр. – Кеплер працює над вивченням закономірностей в русі планет й працює над “Новою астрономією”, виводить планетні закони, уперше підходить до наближеного інтегрування та проводить оптичні дослідження (результат – “Доповнення до Вітеллія” 1604 р); 1606 р. виходить у світ книга “Про нову зірку”; 1607 р. Кеплер спостерігає пляму на Сонці, вважаючи, що це Меркурій проходить через диск Сонця [58, с. 215-216].

Весною 1609р. виходить у світ в Гейдельберзі “Нова астрономія” з двома першими законами руху планет; 1610 р. Кеплер продовжує оптичні дослідження й розробляє нову систему телескопу; 1613 р. вчений розробляє методи обрахування об’єму тіл обертання; влітку 1614 р. він перевіряє справедливість відкритих ним законів руху планет для Венери (а взимку 1615 – для Меркурія); осінь 1615 р. – виходить з друку “Нова стереометрія бочок для вина”; 12 квітня 1616 р. публікується “Витяги зі стародавнього мистецтва Архімеда”; 1618 р. вихід у світ першого випуску “Скороченої коперниканської астрономії” (1619 р. дана робота заноситься Римською курією до списку заборонених книг); 15 травня 1618 року Кеплер виводить свій третій закон руху планет [58, с. 217] 1619 р. публікується його знаменита праця “Гармонії світу” (почав над нею працювати 1599 р.); літо 1619 – зима 1622 р., – робота над складанням таблиць логарифмів; жовтень 1620 р. – виходить у світ другий випуск “Коперниканської астрономії”, а в вересні 1621 р. – третій; вересень 1623 р. – В. Шикард повідомляє Кеплера про конструкцію та виготовлення

перших взірців обчислювальної машини; літо 1624 р. – Кеплер завершує багаторічну (з 1601р.) роботу по складанню нових планетних таблиць (“Рудольфінських”); осінь 1624р. – вихід в світ у Марбурзі “Тисячі логарифмів”, а через рік – у жовтні 1625 р. – “Доповнень до тисячі логарифмів”; 1628 р. у Ульмі Кеплер організує видання “Рудольфінських таблиць”, що закінчується у вересні наступного року; грудень 1629 р – його власна друкарня випускає “Ефемериди” й набирає “Сон” (“Сон” вийде з друку 1634 р. після смерті Кеплера) [58, с. 122]. Для висвітлення наукової та дослідницької діяльності видатного астронома зупинимось на розгляді й аналізі його найбільш важливих доробків та відкриттів.

Влітку 1595 р. Кеплер, як йому здалося, підійшов до великого відкриття: він вирішив, що ним знайдені найважливіші закономірності у будові світу, встановлена першопричина взаємного розташування планет Сонячної системи. Через Мьостліна ознайомившись з вченням Коперника, Кеплер стає його гарячим прибіжником. Намагаючись глибоко проникнути у таємниці будови Всесвіту, він хоче досягнути цього пізнанням божественних планів творення світу.

Будучи упевненим в існуванні мудрого Промисла Божого, Йоганн вважає, що при створенні світу Бог повинен був виходити з простих числових властивостей та співвідношень, використовувати досконалі геометричні форми. Цей піфагорейсько-платонівський підхід до вивчення питань світобудови ліг в основу його першого великого астрономічного дослідження, інтенсивна робота над котрим розгорнулась через рік після приїзду до Грацу [81, с. 303].

Серед перших питань, що виникли перед Кеплером, було головне: чому існує тільки 6 планет, а не 20 чи наприклад 100 ? Дане питання необхідно було вирішити разом з поясненням відносної величини відстанів між траєкторіями руху планет. Спробою відповісти на питання такого роду почались багаторічні дослідження, котрі в кінці кінців привели до відкриття законів руху планет [81,

с. 304]. Але шлях, по котрому вирушив Кеплер, був довгим, важким і тернистим.

Спочатку він припустив, що між параметрами планетних орбіт повинні бути прості співвідношення, які виражаються цілими числами. “Я витратив багато часу на цю задачу, на цю гру з числами, але не зміг знайти ніякого порядку ні у числових співвідношеннях ні у відхиленнях від них”, – пише він у передмові до “Космографічної таємниці” [119, с. 120] Далі він зробив спробу вирішити дану проблему, припустивши існування додаткових, ще не відкритих через малі розміри, планет: одну з них він розмістив між Меркурієм та Венерою, а другу – між Марсом і Юпітером, вважаючи, що тепер вдасться виявити бажані співвідношення, проте й цей прийом не привів його до очікуваних результатів [119, с. 122].

“Я витратив майже все літо на цю важку роботу, й накінець зовсім випадково прийшов до істини [16, с.181]. 9 липня 1595 р. – Кеплер чітко зафіксував дату, розв’язуючи з учнями якесь геометричне завдання, він накреслив на класній дошці рівнобокий трикутник з вписаним у нього й описаним навколо нього колами. Раптом його охопила думка, яка стала (так він вирішив) ключем до відгадки таємниці Всесвіту. Прикинувши відношення між радіусами кіл, він помітив, що воно близько до відношення радіусів колових орбіт Сатурна та Юпітера, як вони були обраховані Коперником [114, с. 25].

У подальшому хід міркувань був таким: “Сатурн і Юпітер – “перші” планети (рахуючи по напрямку до Сонця) і “трикутник” – перша фігура в геометрії. Негайно я зробив спробу вписати у наступний інтервал між Юпітером і Марсом квадрат, між Марсом та Землею – п’ятикутник, між Землею й Венерою шестикутник” [120, с. 141]. Проте, далі справа не пішла вперед, а почала гальмувати.

Справа в тому, що можна побудувати будь яку кількість правильних багатокутників на площині, проте можна побудувати лише обмежену кількість

правильних багатогранників у просторі трьох вимірів. Такими правильними багатогранниками, всі грані котрих є правильними й рівномірними між собою багатокутниками й усі двогранні кути рівні між собою, являються: 1) тетраедр (4 трикутні грані), 2) куб або гексаедр (6 граней-квадратів), 3) октаедр (8 трикутних граней), 4) додекаедр (12 п'ятикутних граней) і 5) ікосаедр (20 трикутних граней) [91, с. 119].

Важливою властивістю правильних багатогранників є існування для кожного з них вписаної й описаної кулі (сфер) таких, що поверхня вписаної кулі торкається центру кожної грані правильного багатогранника, а поверхня (площина) описаної кулі проходить через його вершини. Центри цих куль співпадають між собою і з центром відповідного багатогранника [91, с. 120].

Ще стародавнім грекам було відомо, що кількість видів правильних багатогранників обмежується п'ятьма. Однак і проміжків між планетами, міркував Кеплер, також п'ять. Вченому було важко припуститися, що це проста випадковість (До того ж його припущення базувалось на хибній уяві відносно кількості планет), зате як перспективно виглядало вбачати у даному співпадинні мудрість Творця. Відповідь на питання, чому планет є саме шість, здавалося знайдена.

Одночасно визріває і вирішення питання про відносні відстані між орбітами планет: у сферу, на котрій розташована орбіта Сатурна, вписаний кут, в нього вписана наступна сфера – з орбітою Юпітеру, далі послідовно вписані тетраедр, сфера Марса, додекаедр, сфера Землі, ікосаедр, сфера Венери, октаедр, сфера Меркурія, в центрі всієї системи у коперниканця Кеплера, зрозуміло, Сонце, і – таємниця Всесвіту розкрита [91, с. 122]. Проте, що ж показала вченому перевірка його сміливої гіпотези обрахунками? Математичний апарат, котрий застосовується в даному випадку, є достатньо елементарним, справа зводиться до обрахування залежностей між радіусами сфер, описаних навколо відповідних правильних багатогранників й вписаних у них.

Цілком зрозуміло, що відносні відстані до Сонця для шести планет Сонячної системи, отримані Коперником та Кеплером суттєво відрізнялись, до того ж в усіх випадках – в бік погіршення точності (за розрахунками Кеплера) [109, с. 315]. Йоганн пройти повз цієї обставини не міг, але не міг він вже й відкинути свою привабливу ідею про залежність між міжпланетними відстанями та правильними багатогранниками. Припустивши, що кожна з планетних сфер, не будучи матеріальною, тим не менш має певну товщину, Кеплер, як йому здалося, достатньо переконливо роз'яснив видимі розходження [88, с. 183].

Закінчивши рукопис, він назвав його так: “Передвісник космографічних досліджень, котрий містить космографічну таємницю”. Книга, що вийшла з друку 1596р. в Тюбінгені, складалася з вступу, 23 коротких глав і двох додатків. Не зупиняючись детально на її змісті, відзначимо, що якщо відкинути хибну (помилкову) “робочу гіпотезу”, містичні й теологічні нашарування, в ній можна виявити багато цінних думок та зародків його майбутніх відкриттів. Вже у вступі та першій главі Кеплер проявляє себе як рішучий прибічник вчення Коперника.

В цьому аспекті “Космографічна таємниця” була першим конкретним привселюдним виступом професійного астронома в захист коперниканства, початком його тріумфуючого поширення [88, с. 185]. Важливим було й те, що Кеплер подав як додаток до свого твору знамените “Перше оповідання про книги обертів Миколая Коперника”, написане й видане вперше ще 1540 р. прибічником вчення польського астронома Георгом Іоахімом Ретиком (на кінець XVI ст. цей трактат став дуже рідкісним виданням). Додаток “Першого оповідання” робив книгу Кеплера досить ефективним засобом поширення нового вчення про будову Сонячної системи [27, с. 97].

В той же час (1595-1597 рр.) Кеплер розпочав перші дослідження з оптики, намагався визначити орбіту Місяця, дати роз'яснення природі магнетизму, метеорологічним явищам. Він завів щоденник спостережень за

погодою, котрий вів у подальшому протягом 30 років.

Короткий період співпраці Кеплера з Тіхо Браге відзначився початком оригінальних наукових розробок, що переросли у фундаментальні дослідження і відкриття. Оскільки до прибуття Йоганна систематичним спостереженням за Марсом займався Лонгомонтан, Тіхо вирішив спочатку доручити Кеплеру іншу планету для вивчення, проте невдовзі змінив своє рішення, враховуючи наполегливість молодого новачка та утруднення самого Лонгомонтана, котрий ніяк не міг звести кінці з кінцями у своїх спостереженнях.

Отже Браге доручає вже Кеплеру саму “складну” планету Марс, а за Лонгомонтаном закріплює Місяць [79, с.254]. Пишаючись важким дорученням, Кеплер взявся вирішити проблему Марса за вісім днів. Вісім днів перетворились у вісім років напруженої праці, вісім років боротьби з непокірною планетою. Такою була ціна відкриття, яке прославила Кеплера у віках, – виводу знаменитих першого і другого законів руху планет, що носять його ім'я. Разом з Браге Кеплер почав складати нові астрономічні таблиці – “Рудольфінські”.

10 липня 1600 р. Кеплер за допомогою камери-обскури власної конструкції, що спорудив посеред ринкової площі у Граці, спостерігав сонячне затемнення. Підсумком його роздумів про причини зменшеного зображення диску Місяця, під час спостереження за ним в камері-обскури, стало відкриття важливого закону проходження світлових променів. 1604 р. цей закон було викладено у відомій роботі, присвяченій оптичним питанням – “Доповнення до Вітеллія, у котрих викладається оптична частина астрономії”. Кеплер роз'яснив переломлення променів з іншої точки зору, ніж Браге, а саме переходом світла з розрідженого ефіру в повітря що складає атмосферу [118, с. 167].

Таким чином, він прийшов до висновку, що рефракція повинна проявлятися повсюдно, починаючи з зеніту, й однакова для всіх небесних тіл

[118, с. 171]. Йому не вдалося знайти (відкрити) закон переломлення світла експериментально, це дослідження було викладено Снелліусом в Лейдені 1620 р., однак вже сформульовані Кеплером основні положення дозволили скласти кращу, ніж у Тіхо, таблицю зміни рефракції з висотою зірки [118, с. 168].

Так само, як Бруно та Джиљберт, Кеплер ще до винайдення телескопу вважав Місяць темним тілом, подібним до Землі з високими горами. Він писав також про напівтінь, що спостерігалася під час місячних затемнень, і пояснив червонуватий колір повністю затемненого Місяця переломленням сонячного світла в земній атмосфері. Тут він відстоював подане Мьостліном роз'яснення сіро-сріблястого світла Місяця (яке спостерігається в період появи молодого серпа) відображенням сонячних променів від Землі. Яскравій новій зорі, що з'явилася у жовтні 1604 р. поблизу Юпітера, Сатурна та Марса у “вогняному” знаки Стрільця (після їх з'єднання), Кеплер присвятив у 1606 р. (після того, як вона почала слабшати й щезла) ґрунтовний астрономічний твір “Про нову зорю”, в котрому розглядалась як фізична сутність нової зорі, так і її астрологічне значення. В даній роботі Кеплер порівнював блиск (мерехтіння) зірок із сяйвом алмазу, що обертається [124, с.127-128].

Краще роз'яснення коливань повітря було дано вже Дж. Скалігером. Проте, все це були другорядні заняття, за котрими, тим не менш, можна прослідкувати загальний напрямок його думок, спрямованих на вивчення небесних тіл. Основна ж його робота полягала у обрахуванні та обробі планетних спостережень Тіхо. З 1601 р. Йоганн приступив до складання повного списку моментів, довжин й широт для всіх протистоянь Марса з 1580 р. Саме звідси розпочався у Кеплера самостійний шлях в науці [124, с. 130].

Наполегливо працюючи в Празі, за перші 10 років XVII ст. вчений крім ряду невеликих робіт (“Розмови з зоряним вісником” 1610 р. “Про шестикутну форму сніжинок” 1611 р. та ін.), написав та видав дві фундаментальні базові праці: 1609 р. – “Нову астрономію” (твір по теоретичній астрономії), а 1611 р. – “Діоптрику” (дослідження по теоретичній оптиці).

Над “Новою астрономією” Кеплер працював з невеликими перервами з 1600р. по 1606р. Значення даної книги полягає, перш за все, у тому, що в ній подається виведення двох з трьох його законів відносно рухів планет. (Третій закон Кеплер опублікував пізніше, 1619 р., в книзі “Гармонія світу”.)

Для вирішення таємниці орбіти Марса вченому спочатку необхідно було відмовитись від деяких догм [123, с. 15]. Справа в тому, що до Кеплера астрономи були впевнені – усі планети рухаються по колах рівномірно. Правда, спостереження демонстрували, що для кожної існують дві особливі точки: в одній з них – в афелії – планета рухається повільніше, в другій – перигелії – швидше, ніж у інших частинах орбіти [87, с. 169]. Як роз’яснити таке протиріччя?

Оригінальним виходом було вважати справжній (істинний) рух рівномірним, а явище, котре спостерігається, сприймати як таке, що лише здається, – тобто є удаваним, хибним. Така помилка, як показав ще Гіппарх, можлива, якщо точку спостереження змістити з центру. Тоді на найближчій до спостерігача частині кола рівномірний рух буде здаватись прискореним, а на віддаленій ділянці – уповільненим [87, с. 170]. Кеплер зі свого боку припустив, що Сонце має силу, котра регулює швидкість руху планет, а планети мають інерцію, або “лінь”, яка змушує їх чинити опір Сонцю.

В кінці 1601 р. – на початку 1602 р. Кеплер вивів закон, який зараз має назву “Закон площин”. У сучасному формулюванні він звучить досить просто: “Радіус-вектор, проведений від Сонця до планети, в рівні проміжки часу описує рівні площини” (або “площини, що описуються радіусами-векторами планет, пропорційні часу”). Але вченому знадобилось списати 900 аркушів черновиків дрібним почерком, щоб дійти до результату [122, с. 279]. До сьогодення залишається таємницею, як йому вдалося без необхідного математичного апарату вивести вірні співвідношення.

Відкритий закон (ми звемо його другим) визначав зміну швидкості руху планети по орбіті, однак, сама форма орбіти була ще не відома. І знову

необхідно було відмовлятися від звичного погляду, що орбіта може бути тільки колом. Кеплер перепробував багато різних кривих для орбіти Марса, поки не дійшов до еліпсу. Лише тоді, 1605р. загадка орбіти Марса була вирішена.

Спростувавши ідею Аристотеля про рух небесного тіла по колу, Кеплер відразу ж узагальнює результат, одержаний для Марса, і на інші планети, формулюючи закон, котрий ми сьогодні називаємо першим законом Кеплера: “Кожна планета рухається по еліпсу, в одному з фокусів котрого знаходиться Сонце” (або “усі планети рухаються по еліпсам, в одному з фокусів котрих (загальному для всіх планет) перебуває Сонце”). Геніальний вчений зробив, таким чином, революційний прорив у астрономії [122, 281].

Відкриті Кеплером закони були першими в сучасному розумінні законами природи, як точні (істинні), підтверджені досвідом положення про загальні залежності окремих явищ, що піддаються виразу в математичній формі. Кеплерів твір і за формою і за змістом значно відрізняється від багатьох наукових трактатів того часу.

Якщо Коперник, Галілей та Ньютон знайомлять нас лише з кінцевими результатами своїх наукових досягнень, й нам залишається тільки гадати, що робилось на їх творчій кухні, якими шляхами йшли вони до своїх відкриттів, то Кеплер свідомо описує хід своєї роботи в усіх деталях, включаючи всі невдачі та успіхи, помилки та геніальні здогадки й припущення, пастки та їх обходи [122, с. 282]. Чому він так робить, вчений роз’яснює у передмові.

“Для мене важливо не просто повідомити читачеві, що я повинен сказати, але, перш за все, ознайомити його з доводами, обмовками, щасливо подоланими небезпечностями, котрі привели мене до моїх відкриттів.. Коли Христофор Колумб, Магеллан та португальці, з котрих перший відкрив Америку, другий Китайський океан, а останні – морський шлях навколо, розповідають, як вони збивалися з шляху й блукали у своїх мандрах, ми не тільки вибачаємо їм це, але, більше того, ми не бажаємо пропуску цих

розповідей, оскільки тоді при читанні було би втрачено враження про все значуще в їхніх подорожах. Нехай же через це й мені не поставлять у провину, коли я, викликаючи у в читача інтерес, вирушу подібним шляхом у своєму викладі. Звичайно, при читанні, наприклад, пригод аргонавтів, ми самі не беремо участі в їхніх небезпечних подорожах, а труднощі й тернії на моєму шляху роздумів можуть зачепити і самого читача, проте таким вже є жеребусіх математичних творів” [122, с. 282-283].

Як бачимо, Кеплер йде на розкриття своїх пошуків абсолютно свідомо, він розраховує цим полегшити читачеві засвоєння важкого і складного матеріалу, котрий ним викладається. Хоча засвоїти сутність вже здійсненого відкриття набагато легше, ніж до нього дійти самому, вчений не збирається створювати в читача ілюзію, що його книга призначена для легкого читання, й тому в іншому місці пише: “Якщо хтось подумає, що запропоноване тут дослідження важко розуміється з причини заплутаності мого мислення, я сприйму, загалом, таке дорікання, однак лише у зв’язку з тим, що я не бажав залишити невисвітленими пункти, утруднені для загального розуміння, хоча вони й не є необхідними для астрології, в котрій багато хто бачить єдину мету вивчення небесних явищ.

Разом з тим, по відношенню до викладеного тут матеріалу я прошу читача переглянути твори Аполлонія Перського (265-171 рр.до н.е.) про конічні перетини, тоді він зрозуміє, що існують такі теми, котрі ждним способом не можуть бути викладені у формі, доступній поверховому ознайомленню. Доводиться при їх читанні багато що продумати і навіть не один раз повторити вже прочитане [122, с. 284].

Відносно ж проблеми Марса, Кеплер у “Зоряному віснику” алегорично зазначав: “Даремно астрономи обмірковували план битви, даремно пускали в хід свої військові засоби та відводили в бій свої найкращі війська... Марс сміявся над їхніми намаганнями, ламав їх задуми й безжалісно руйнував їх надії. Він продовжував спокійно сидіти в укріпленнях своїх таємничих

володінь, мудро ховаючи усі шляхи до них від розвідок ворога. Древні жалілися на це не один раз, а невтомний дослідник таємниць природи, найзнаменитіший з латинян Пліній Старший (23-79) оголосив боротьбу з Марсом, непосильною для смертних” [14, с. 36].

Пізніше, намагаючись знайти зв'язок між розмірами планетних орбіт і часом обертання планет навколо Сонця, вчений знов занурюється у складні математичні обчислення [110, с. 229]. Після довгої копіткої та наполегливої праці Кеплер приходять до простого співвідношення, відомого сьогодні як його третій закон. Він формулюється так: квадрати часів обертів планет навколо Сонця відносяться, як куби їх середніх проміжків від сонця (або квадрати сидеричних періодів планет співвідносяться між собою, як куби їх середніх відстаней від Сонця.)” (Сидеричний період – проміжок часу, протягом котрого тіло Сонячної системи (планета, комета) здійснює повний оберт навколо Сонця [110, с. 230].

З усієї “Світової гармонії”, що складалася з 5 книг, в насту у астрономічна наука прийняла та зберегла лише один аркуш (з 700) з третім законом руху планет [115, с. 204]. Чи були рештки роботи Кеплера безглуздим витрачанням часу?

Досить об'єктивну відповідь на це запитання подає відомий голландський дослідник історії астрономії А. Паннекук: “Щоб добитися чогонебудь визначного, треба ставити перед собою ще більш високу мету. Оскільки результат, який залишається у підсумку людської діяльності подібний невеликому плоду, котрий може вирости тільки на великі відстані, спочатку повного життям, а далі такого, що вмирає і викладається як суха солома. Могутні стимули до праці та боротьби, котрі людина одержує з, свого оточуючого середовища, вона перетворює у цільові установки й завдання, визначені, головним чином, світоглядом свого часу.

Протягом усього життя робота Кеплера розвивалась, як здійснення ідей, відбитих у ньому з юнацтва, як єдність мети, що створила цю загальну

гармонію. Проте наступні покоління – інші люди з іншими новими цільовими установками у зміненому світі – взяли з неї тільки те, що могло знадобитися для подальшого розвитку науки. Таким чином, те, що надихувало попередників і складало їхню славу, пізніше досить часто уявлялось зайвим чи хибним напрямком. У пізні сторіччя, коли наукове дослідження дедалі більше отримувало характер рутинної роботи, яка просувається конкретно визначеними шляхами, це стало менш помітним даний перехідний період роботи Кеплера, краще ніж будь-яка інша, показала співвідношення між загальним та конкретним (окремим) у розвитку науки” [79, с. 263].

У “Новій астрономії” Кеплер також вперше підняв і спробував вирішити проблему тяжіння. На його думку тяжіння – це “обопільне тілесне устремління подібних тіл до єдності або з’єднання” [27, с. 114]. На думку Коперника, з’єднуються частини цілого, у Кеплера – схожі тіла. “Місяць є тіло, споріднене Землі”, звідки “якби Місяць і Земля не утримувались кожна на своїх орбітах, Земля рухалась би у напрямку Місяця... і Місяць опускався би на Землю і вони з’єдналися би” [27, с. 115].

У примітках до свого більш пізнього твору про місячну астрономію Кеплер не згадує цього обмеження: “Гравітацію я визначаю як силу, подібну до магнетизму – обопільному тяжінню. Сила тяжіння тим більше, чим обидва тіла ближче одне до одного, інакше, аніж у випадку тіл далеко (значно) віддалених (одне від одного). Тому тіла сильніше опираються від’єднанню їх одне від другого, якщо вони ще наближені одне до одного” [15, с. 169]. Цим самим Кеплер суттєво просувається у напрямку, котрий пізніше приводить Ньютона до відкриття його знаменитого закону всесвітнього тяжіння [27, с. 117].

В тому самому місці Кеплер додає: “Причини океанських приливів і відливів бачимо в тому, що тіла Сонця та Місяця притягують води океану за допомогою деяких сил, подібних до магнетизму” [15, с. 169]. Намагаючись встановити кількісну залежність між силою тяжіння та відстанню, Кеплер

припустив, що сила тяжіння прямо пропорційна вазі, але зворотно пропорційна відстані” [27, с. 117].

Увага Кеплера була притягнута і до такої властивості матеріальних тіл, як інерція. Навіть сам термін “інерція” був введений у фізику Кеплером. Він позначив ним явище опору руху тіл, що перебувають у стані спокою. Інерція руху, принаймні до 1620 р., Кеплером на розглядається. У наступному він знову підніме цю проблему.

Важливо відзначити, що поняття інерції було поширено Кеплером (в його розумінні) на позаземні тіла та явища. У “Новій астрономії” він пише: “Планетні кулі повинні бути по природі матеріальні..., вони мають схильність до покою, або відсутності руху” [117, с. 7]. Подібне тлумачення інерції небесних тіл зустрічається й у більш пізньому творі Кеплера, в так званій “Коперніканській астрономії” (1618-1621) – першому підручнику нової астрономії. Проте, у вже згадуваній “Місячній астрономії” чи “Сні” можна виявити теоретичні обґрунтування, в котрих трактування поняття інерції розвивається далі.

Розглядаючи у примітці 75 до текста “Сну” випадок, коли зовнішні сили, діючі на тіло, що рухається, взаємно урівноважуються (“гасяться”), він пише, що при цьому “тіло саме в цілому рухає свої частини” [15, с. 170]. Рух для даного випадку вченим розглядається як такий, що відбувається безпричинно, спонтанно. І хоча термін “інерція” в цьому тексті безпосередньо не згадується, слід вважати, що тут Кеплер, хоча й недостатньо чітко, проте обґрунтовано, розглядає інерцію руху. Таким чином, будучи у виділених питаннях попередником Ньютона, Кеплер багато в чому випередив його видатні відкриття. У ці ж роки Кеплером були отримані фундаментальні результати у геометричній та фізіологічній оптиці [121, с. 59].

1604 р. у сузір’ї Змієносія спалахнула дуже яскрава нова зоря. Це досить рідке явище (як і нова зоря 1572 р., яку спостерігав Тіхо Браге) не могло не привернути увагу астрономів, й Кеплера в тому числі. Посада імператорського

математика зобов'язує його висловити свої судження. Й. Кеплер пише великий трактат “Про нову зорю”, котрий витримав декілька видань латиною та німецькою (в популярному викладі).

В 30 главах трактату вчений намагається, розглянути дане явище з різних точок зору, з'ясувати його причини [59, с. 165]. Причини того, що у деяких зір блиск протягом короткого часу посилюється в десятки тисяч разів (а для так званих нових зорь, до котрих відносилась й зоря 1604 р., навіть у сотні тисяч і мільйони разів), однак у подальшому поступово слабшає, і в даний час повністю не з'ясовані; природно, що Кеплеру не вдалося вирішити це питання [59, с. 166].

Що стосується астрономічного значення даного явища, Кеплер говорить прямо: “Якщо хтось запитає – що ж трапиться? Що передвіщує ця зоря? – тому я відповім без всіляких коливань: передвіщує цілу купу нових творів (досліджень), котрі напишуть про неї різні вчені, та багато роботи для друкарень” [43, с. 243]. Згадуючи німецьке прислів'я “Нова зоря – новий король”, Кеплер іронічно додає: “Дивно, що жоден чистолубець не скористувався цим повір'ям” [43, с. 244].

В ці ж роки Кеплер пише ще декілька дрібних праць. 1605 р. – про сонячне затемнення, 1607 р. – про комету, що спостерігалася того року (сучасна її назва Галлея), 1609 р. він публікує роботу про проходження диску Меркурія перед Сонцем, 1611 р. – трактат про шестикутну форму сніжинок, який представляє певний інтерес у зв'язку з математичними проблемами, що там розглядаються. Висунуті тут ідеї відносно геометрії найплотніших кулястих утворень (упаковок) відіграли дуже важливу (провідну) роль у структурній кристалографії [102, с. 31]. Саме тут Кеплером розвиваються оригінальні, близькі до сучасних, погляди на природу зародження кристалів, на симетрію у живих організмів [102, с. 32].

Свої проблемні міркування Кеплер починає розглядати у розділі “Снігові зірочки”. “Оскільки кожного разу, коли починає падати сніг, перші

сніжинки мають форму шестикутної зірки, то на те повиння бути певна причина. Бо якщо це випадковість, тоді чому не буває п'ятикутних чи семикутних сніжинок, чому завжди падають шестикутні, якщо тільки вони від співударів не втрачають форму, не злипаються разом, а падають рідко і окремо?” [13, с. 18].

А далі він зазначає: “Проте, якщо встановлено, що причина властивої снігу шестикутникової форми криється у діючому початку, тоді дозвольте запитати, яким є цей діючий початок, як він діє, чи є форма від самого початку притаманною тілу або формується під впливом зовнішніх дій, чи приймає матеріал шестикутну форму у зв'язку з необхідністю чи за своєю природою і що належить вважати першопочатковим (уродженням): втіленому у шестикутному архетип вроди або знання мети (цілі), до котрої призводить ця форма? Щоб вирішити ці питання, ми звернемося до наочних прикладів, але будемо розглядати їх геометрично. Для наших питань подібний екскурс стане дуже корисним” [13, с. 19].

Свій екскурс Кеплер будує на аналізі сот у вуликах – “Якщо запитати у математиків, в якому порядку побудовані соти бджіл, то вони дадуть відповідь, що у шестикутному. Відповідь проста і витікає з розгляду витворів, або входів, та стінок, які утворюють соти. Будь-яка ячійка у сотах оточена шістьма іншими ячійками, кожна з котрих має з нею по одній спільній стінці [13, с. 20]; потім вчений розглядає правильні ромбічні тіла – “Згадавши про ромби, я почав геометричні пошуки, щоб з'ясувати, яке тіло, аналогічне п'яти правильним і чотирнадцяти архімедовим тілам можна скласти з одних ромбів. Я знайшов два таких тіла, з котрих одне споріднене кубові та октаедру, а друге – додекаедру та ікосаедру (третє тіло – має куб – споріднене двом тетраедрам, складеним своїми основами). Перше тіло обмежене дванадцятьма, друге – тридцятьма ромбами” [13, с. 21].

Після висвітлення проблеми ромбічних тіл Кеплер вдається до питання форми зернятка граната – “Розрізавши великий плод граната, неважко

помітити, що більшість зерняток має форму тієї самої ромбічної фігури” [13, с. 22], переходить до розгляду причини, за якою квіти мають по п’ять пелюсток (він цю причину виводить з божественних пропорцій), а далі аналізує, чому взимку на вікнах утворюються морозні візерунки й чи можна холод вважати причиною, через котру сніг має шестикутну форму [13, с. 23-24].

У підсумку Кеплер свою думку і свій висновок обґрунтовує таким чином. “Вивчивши все, що тільки було можливо, я дійшов до наступного висновку. Шестикутна форма снігу обумовлена тією ж причиною, що і правильні фігури, а також постійні числові співвідношення, притаманні рослинам. Але оскільки в рослинах нічого не відбувається без відома вищого розуму (не того, котрий проявляється у логічних умозаключеннях, а того, що першопочатково був відтворений у задумі Творця і збережений до наших днів чудовими властивостями природи тварин), то я вважаю, що і в снігу така упорядкована форма проявляється не випадково.

З цього витікає, що в тілі Землі існує певна реформуюча сила, носієм котрої є пар, подібно до того, як людська душа є носієм духа. Тому ніде не зустрічається пар, що став, як прийнято говорити, тим, що він є (інакше кажучи, чистим паром), без участі якоїсь теплоти. Та ж сама теплота підтримує пар, дозволяючи йому залишатися паром. Саме тому пар невіддільний від певного формоутворюючого початку, який також називається творящою теплотою” [13, с.25].

Свої геніальні здібності Кеплер продемонстрував і в галузі оптики. Він почав з камери-обскури. Вона являла собою темне приміщення з маленькою діркою. Камера-обскура була відома ще Леонардо да Вінчі (1452-1519), котрий вважав, що око теж є такою камерою. В 1589 р. її описав італієць Джамбатіста делла Порта (1538-1615) [121, с. 60]. Якщо в стінці темної кімнати зробити маленьку дірочку, то на протилежній стінці можна спостерігати зображення зовнішніх предметів, освічених сонцем, до того ж із збереженням природних

фарб, проте у перевернутому вигляді.

Під час спостереження Кеплером сонячного затемнення за допомогою камери-обскури він замислився над наступною обставиною: чому форма зображення в камері-обскури залежить від форми самого предмету, а не від форми дірки? Наприклад, якщо спостерігати Сонце в звичайних умовах, воно буде на екрані камери обскури круглим, а при окремому його затемненні – серпанкоподібним за будь якої форми вхідного отвору – круглої, трикутної, квадратної. Це перше питання, яким конкретно зацікавився Кеплер у оптиці [121, с. 61]. Він спромігся тоді ж дати геометричне обґрунтування цьому явищу, але опублікував його дещо пізніше.

Разом з тим, багато питань, що відносяться до оптики, виникли у Кеплера у зв'язку з рефракцією – атмосферно-оптичним явищем, котре викликається переломленням променів у атмосфері й проявляється в удаваному зміщенні об'єктів, які спостерігаються крізь товщину ока [121, с. 61]. З цим явищем змушений був рахуватись ще Тіхо Браге (він різко посилив вимоги до точності спостережень), Браге навіть підготував таблиці рефракції, однак при їх складенні він виходив з неправильних уявлень та висновків, вважаючи рефракцію залежною від відстані небесних світил від Землі і їх яскравості, а тому відмінної для Сонця, Місяця, планет й нерухомих зірок.

Крім того, Браге вважав (припускав), що явище припиняється на висоті 45° над горизонтом [121, с. 62]. Кеплера дуже зацікавило це явище, він багато експериментував та міркував над його фізичним тлумаченням. Паралельно він також намагається роз'яснити причини особливого червонуватого кольору Місяця під час повних місячних затемнень, удаване зменшення диска Місяця під час сонячних затемнень й деякі інші явища.

Однак особливо цінні результати були отримані, коли Кеплер зацікавився теорією зору людини. У часи, що передували Кеплерові, панували дві точки зору на дане питання. За однією з них, яку висловлювали греки Емпідокл (484-424 рр. до н.е.) та Епікур (341-270 рр. до н.е.), око випромінює

прямолінійні пучки промінів, котрі мов би обмацують речі (предмети), що зустрічаються на їхньому шляху, і відображаючись від них, повертаються у око, несучи з собою відповідну інформацію (принцип дії радіолокатора). За другою теорією, що йшла від Демокріта (460-370 рр. до н.е.) й Аристотеля, кожний предмет розповсюджує по всіх напрямках особливі плівки, “ейдоли”, котрі й приймаються оком як зображення відповідних предметів [52, с.231].

Протягом багатьох століть було здійснено зовсім небагато спроб створити більш досконалі теорії бачення, серед яких слід виділити роботи арабського вченого Альхазена (Ібн аль-Хайсам (965-1039)), його коментатора – польського вченого Вітелло (Вітеллія) й месинця Франческо Мавроліка (1494-1575). Однак і ці спроби не давали повного роз’яснення явищ, що відбівались при проходженні світла в око, а також через прозорі види скла з кривими поверхнями, “чечевицями”, або лінзами, як ми їх зараз називаємо [52, с. 232].

Хоча лінзи протягом трьох сторіч до Кеплера застосовувались для корекції дефектів зору, тодішні вчені старались ухилятися від розгляду теорії оптичного скла, властивості котрого не вкладались у загальноприйняті концепції бачення і навіть уникали застосування лінз для “серйозних” цілей внаслідок “спотворення” ними предметів, що спостерігалися. Так, відсутність і ключа до механізму зору стала серйозною перешкодою для розвитку оптики [118, с. 169].

За вирішення цих складних й важких витань і взявся Кеплер паралельно з дослідженнями по небесній механіці. Необхідно підкреслити: все, що було зроблено (досягнуто) в галузі оптики до кінця XV ст. поступається фундаментальним результатам, які містяться у “Доповненнях до Вітелія” та “Діоптриці”. “Доповнення” стали вагомим внеском у дослідження законів геометричної та фізичної оптики, що поставило дану роботу в ряд найбільш вагомих, класичних творів в історії розвитку цієї науки [65, с. 318].

“Доповнення” складаються з 5-ти глав. Перша глава з викладанням

природи світла в наш час являє собою лише історичний інтерес. І це зрозуміло: в кінці XV ст., коли ще не були відомі такі оптичні явища, як інтерференція, дифракція, поляризація, подвійне переломлення, не була визначена швидкість світла в різних середовищах, не могло ще й бути мови про побудову наукової теорії світла.

Світло, за Кеплером, являє собою безперервне “витікання” речовини з тіл, що світяться, до того ж розповсюджується воно миттєво й до бескінечності. Більш щільні тіла воно проходить важче, аніж пустоту. Непрозорість тіл залежить від невірного розташування проміжків між частинками речовини. Тепло – це властивість світла, а не особлива речовина. Серед інших положень, висловлених Кеплером у цій главі, слід відзначити доведення основного фотометричного закону: інтенсивність світла зворотно пропорційна величині сприймаючої поверхні, тобто зворотно пропорційна квадрату відстані від джерела [118, с. 170].

У другій главі Кеплером доведено важливе положення, що світлові промені поширюються від кожної точки, що світиться по всіх напрямках. Саме доведення було одержано ним під час вивчення питання про причину круглої форми плям від сонячного світла, котре проникає через малий отвір довільної форми у темне приміщення. Третю главу вчений присвятив основам катоптрики – так в той час називали розділ оптики, де викладалися (розглядалися) закони відображення світла та їх застосування до створення оптичних інструментів. Аналізуючи відомий конкретний (фактичний) матеріал, Кеплер спростовує тут погляди Евкліда (V-VI ст. до н.е.), Альхазена й Вітелло на характер відображення від сферичних дзеркал, доводячи, що зображення предмета не завжди лежить на перпендикулярі, проведеному від предмета до дзеркала [118, с. 171].

Інтерес складає зроблений тут Кеплером аналіз обставин, від котрих залежить визначення за допомогою очей відстані до видимих предметів. Кеплер подає наступне вирішення даного питання: оскільки обидва ока

спрямовані в одну точку, то при визначенні відстані до предмету спостерігач автоматично користується методом тріангуляції, визначаючи бокову сторону рівностороннього трикутника, основою котрого є відстань між зіницями, а вершиною – відповідна точка предмету [118, с. 172].

Визначаючи, однак, що і одне око бачить точку, яка світиться, на певній відстані перед собою, Кеплер робить висновок, що із одним оком спостерігач може робити відповідну (належну) тріангуляцію, до того ж в даному випадку основою трикутника є діаметр зіниці. Цей трикутник Кеплер назвав “дистанцOMETричним трикутником” і сформулював правило: око бачить точку, яка світиться у вершині конусу промінів, що досягають зіниці [118, с. 172].

Найбільше значення в історії розвитку оптики мають четверта й п’ята глава “Доповнень”, у котрих Кеплер розробляє математичну теорію рефракції та фізико-фізіолого-психологічну теорію механізму зору. Явище сонячної корони під час повного сонячного затемнення Кеплер пояснював існуванням або атмосфери Сонця або атмосфери Місяця. Тут Кеплер також розглядає спосіб визначення географічних довжин за допомогою сонячних затемнень, котрий забезпечує досить високу точність [98, с. 382]. Досліджуючи явище рефракції, Кеплер відкрив явище повного внутрішнього відображення. У п’ятому розділі вчений вперше коротко, але вірно роз’яснює дію збираючих окулярних лінз, що застосовуються для виправлення далекозорості, та розсіюючих лінз для виправлення короткозорості [51, с. 291]. Кеплер ввів терміни “сходимість” й “розходимість” і показав, що лінзи виправляють дефекти зору, змінюючи сходимість промінів пучка світла, перш ніж той потрапляє до ока. Терміни “оптична вісь” та “меніск” теж введені в науковий обіг видатним астрономом.

В “Діоптриці” (термін розробив сам Кеплер) дослідник розглядає переломлення промінів світла, на відміну від евклідової катоптрики, яка займалася законами відображення. У передмові Кеплер говорить, що саме

винайдення телескопу викликало в ньому бажання звести принципи даного винаходу у геометричні закони.

Яу у “Доповненнях”, так і в “Діоптриці” був викладений настільки новий і революційний матеріал, що він спочатку не став зрозумілим для інших вчених й тому не скоро отримав перемогу над попередніми поглядами. Внесок Кеплера в оптику не був по-справжньому оцінений і в наступні часи. Порівнюючи внесок у розвиток оптики Кеплера та Ньютона, сучасний італійський вчений В. Ронкі пише: “Геніальний комплекс робіт Кеплера містить усі основні поняття сучасної геометричної оптики: ніщо не втратило тут значення за минулі три с половиною сторіччя. Якщо якийсь з положень Кеплера є забутих, то про це слід тільки пожалкувати. Сучасну оптику можна з повним правом назвати кеплерівською” [121, с. 65].

Тривале листування Кеплера з Галілеєм також мало свої цікаві наукові наслідки. Серед них невелика, проте змістовна праця “Розмова з зоряним вісником” – відповідь на працю Галілея “Зоряний вісник”, що вийшла з друку в березні 1610 р. (мова в ній йшла про сенсаційні астрономічні відкриття, зроблені за допомогою телескопа). Лист-аналіз Кеплера є характерним взірцем інформаційного джерела, за допомогою котрого поширювались тоді свідчення про наукові дослідження – бо ж наукової періодики в ті часи ще не існувало в світі.

В “Розмові” Кеплер, на відміну від деяких своїх сучасників, повністю довіряє тому, що бачив Галілей у телескоп на поверхні (грунті) Місяця, галілеєвій ретельності у спостереженнях та надійності отриманих ним даних і доповнює думки Галілея великою кількістю посилань на літературні джерела в дусі найкращих традицій гуманізму. “Може статися, я здаватимусь занадто сміливим, – пише Кеплер, – якщо так легко повірю твоїм твердженням, не підкріплюючись ніяким власним досвідом. Але чому ж мені не вірити вченішому математику, про правдивість котрого свідчить сам стиль його суджень та міркувань, котрий є далеким від суєтності і для стяжіння

загального визначення не буде говорити, що він бачив те, чого насправді не бачив, не коливаючись через любов до істини протирічити найпоширенішим думкам” [14, с. 61].

Кеплер не сумнівається у відкритті Галелеєм чотирьох супутників Юпітера, більше того, він пише: “Краще я побажаю, щоб у мене була готова зорова труба, з котрою я перегнав би тебе у відкритті двох (так, мені здається, вимагає пропорція) супутників Марса й шести чи восьми сатурнових, до котрих, може бути, додадуться один-другий навколо Венери і Меркурія” [14, с. 62].

Висловлене тут Кеплером припущення про існування супутників у Марса і Сатурна виявилось вірним, хоча й не мало нічого спільного з “пропорційністю”. (Два супутника Марса – Фобос та Деймос – вдалося відкрити за допомогою потужного телескопу тільки 1877 р. під час великого протистояння Марса; дев’ять супутників Сатурна були відкриті між 1655-1898 рр.) Подальші спостереження остаточно переконали Кеплера в тому, що навколо Юпітера обертається декілька супутників, котрі є видимими у телескоп, як маленькі зірочки, які досить швидко міняють своє положення [49, с. 247].

Кеплер залишив після себе видатні результати і в математиці, в її традиційному для нас змісті. При цьому в його роботах математичного характеру чітко прослідковується вплив, котрий здійснювали на формування нових математичних ідей та методів потреби точного природознавства, особливо астрономії, механіки й фізики, а також те, як математика в його час ставала могутнім інструментом вивчення і відкриття закономірностей та властивостей оточуючого світу. Найбільш суттєві результати були досягнуті Кеплером у двох галузях математики. Спільним в них було те, що протягом вісімнадцяти століть, з часів стародавніх греків, тут спостерігалось майже повне затишшя. Однією з них була математика перемінних величин, другою – теорія правильних багатокутників та багатогранників [109, с.318].

Варто також відзначити внесок Кеплера в теорію конічних перетинів, введення ним поняття безкінечно віддаленої точки, що було важливим кроком на шляху до створення проєктивної геометрії. Як математик, Кеплер також мав вагомий внесок в теорію і практику обчислень, пов'язаний як з астрономічними розрахунками, так і з самостійними дослідженнями по вдосконаленню засобів обчислювання, займався розробкою теорії логарифмів, складанням власних логарифмічних таблиць, конструюванням першої обчислювальної машини [109, с. 320]. Не варто забувати й про його діяльність по створенню та вдосконаленню математичної термінології як в латині, так і в німецькій науковій мові, що мало неабияке значення у подальшому. Накінець Кеплер вдосконалив метод наближеного інтегрування і математично вирішив проблему “спрямлення” еліпсу, тобто знаходження довжини його дуги [109, с. 322-323].

Визначним кроком Кеплера в математиці стала його книга “Нова стереометрія бочок для вина... з приєднанням доповнення до Архімедової стереометрії.” Дана книга зайняла видне місце в історії математики. Вона вийшла друком 1615 р., однак написана була майже за два роки до того, й послугував цьому досить цікавий випадок, відомий за словами самого Кеплера.

Восени 1613 р. у Верхній Австрії було зібрано особливо великий врожай винограда. Численні кораблі та баржі, завантажені вином, пливли уверх по Дунаю, а пристань у Лінці все ще була забита бочками. Тільки но розпочавши життя з новою дружиною Сусанною, Кеплер як турботливий чоловік й глава сім'ї, вирішив придбати цей приємний напій. Бочки з вином були доставлені до нього на подвір'я; трохи пізніше з'явився купець і за допомогою одного – єдиного інструменту мірної лінійки (планки з позначками) швидко виміряв кількість вина у кожній з бочок, без усіляких обрахунків і врахування форми діжок. Він вставляв лінійку в наливний витвір бочки до упора в нижній край днища, після чого оголошував кількість амфор (рідину в той час міряли в

Німеччині амфорами) у ній [114, с. 49].

Кеплер був дуже здивований цим: яким чином нахилений відрізок між двома визначеними точками може слугувати мірою місткості бочки. Він навіть засумнівався у правильності такого методу виміру, оскільки гадалося, що дуже низька, а в тому й маломістка бочка, обмежена широкими днищами, може мати таку ж відстань до нижньої точки днища, як і більш висока бочка з менш широкими днищами, проте явно більш містка. Чи є обгрунтованим таке визначення місткості? До того ж Кеплер пригадав, що північніше, на Рейні, місткість бочок визначалась або безпосереднім підрахунком кількості одиниць міри ємності при переливанні, або робили численні заміри розмірів бочки, після чого в результаті громіздких та утомлюючих обрахунків оголошували її ємність, хоча багатьом цей спосіб здавався ненадійним через свою приблизність [114, с. 50].

Довідавшись, що використання мірної лінійки санкціонується тут владою, Кеплер “вирішив для себе підходящим взяти новий предмет математичних занять і досліджувати геометричні закони такого зручного і вкрай необхідного в господарстві виміру, а також з’ясувати його обгрунтування, якщо такі існують [17, с. 96]. .

Вже на кінець того ж року після декількох тижнів роботи був готовий твір про результати цього дослідження і Кеплер відправив його для видання у Регенсбург, оскільки в цей час у Лінці ще не було жодної друкарні. Проте видавець, до котрого звернувся Кеплер, невдовзі повідомив, що, на думку книгопродавців, запропонована Кеплером робота, до того ж написана латиною, користуватись попитом не буде, й субсидувати видання відмовився. Рукопис надовго застряг у Регенсбурзі, й Кеплер згадав про нього тільки тоді, коли за його участю навесні 1615 р. в Лінці була створена друкарня, і з’явилась, таким чином, можливість видати трактат на місці (гроші на видання вчений позичив) [114, с. 52].

Не без утруднень (видавець, котрому був надісланий рукопис, на той час

помер) вдалося розшукати й повернути рукопис у Лінці. Кеплер піддає його суттєвій переробці, а також дописує нову, дуже важливу главу “Доповнення до Архімеда”. Вже восени 1615 р. “Нова стереометрія бочок для вина” – перша книга, надрукована в Лінці, поступила у продаж на ярмарок до найбільшого в ті часи центру книготоргівлі – Франкфурту [114, с.53].

“Нова стереометрія” складається з трьох частин, присвяти та передмови. Суть і мету свого дослідження Кеплер обґрунтовує у передмові. Він пише: “Оскільки... бочки для вина пов’язані з колом, конусом та циліндром – фігурами правильними – тим самим вони піддаються геометричним вимірам, принципи котрих варто навести на початку даного дослідження, як вони встановлені Архімедом, звичайно лише настільки, наскільки цього достатньо для задоволення розуму, який полюбляє геометрію, а повні і в усіх частинах чіткі докази слід шукати в самих книгах Архімеда, якщо хтось не злякається тернистого шляху їх читання. Загалом, на деяких місцях, котрі не зачепив Архімед, потрібно зупинитись більш детально, щоб і більш вчені люди знайшли чим скористатися і над чим порадіти” [17, с. 97-98].

Таким чином, Кеплер підкреслює, що в силу практичної спрямованості своєї праці він не затримується на положеннях свого великого попередника, відсилаючи більш вимогливих читачів до першоджерел, однак він тут говорить й про те, що виходить за межі досягнутого Архімедом і розв’язує нові математичні завдання.

І все ж таки найбільший внесок Кеплер зробив у галузі астрономії. Картина руху планет, створена вченим, дала початок Декартовій (картезіанській) вихровій космології та космогонії, а частково й фізиці, котрі відіграли велику прогресивну роль в утвердженні ідей розвитку Всесвіту та природного характеру його законів [90, с. 93]. У XVIII ст. магнітну концепцію Чумацького шляху запропонував Е.Сведенборг. В наш час ідея молодого зорі, котра швидко обертається та своїм магнітним полем втягує й закручує оточуючу іонізовану матерію, знайшла застосування вже на принципово

іншому рівні, в планетній космогонії, в теорії пульсарів [93, с. 202].

Обговорюючи можливий закон дії Сонця на планету, Кеплер мав у своєму розпорядженні лише один приклад кількісної характеристики сили, що діє на відстані: зворотню пропорційність сили світла квадрату відстані від джерела. Скориставшись аналогією зі світлом, він, однак, зробив спробу для сили, яка рухає планети, уперше врахувати те, що рух планет відбувається майже в одній площині [116, с. 267]. Це привело його до висновку, що сила, котра рухає планети, зворотно пропорційна самій відстані, а не її квадрату. (Останнє підтверджує, що Кеплер користувався геометрично-оптичною аналогією – образом світлової сфери, “зведеної” ним у площину: тоді насиченість пучка променів-ниток, що досягають кола, зворотно пропорційна саме його радіусу.)

Цікаві думки висловив Кеплер про силу тяжіння. Він ще не пов’язував з нею причини орбітального руху планет. Разом з тим, залишаючись переконаним, що “сила Землі простягається до Місяця і навіть далі”, він розумів неминучість втручання цієї сили в рух планет та необхідність врівноваження її якоюсь додатковою ще не відомою силою. Ця врівноважуюча “центробіжна сила” – прояв інерції прямолінійного руху при русі по кривій – була відкрита Гюйгенсом через майже 50 років – 1659 р.[109, с. 135]. У міркуваннях Кеплера міститься й зародок третього закону Ньютонової механіки.

Деяки сучасні дослідники вбачають подібність у підході до вирішення наукових проблем у Кеплера (при описанні планетних рухів) і у Ейнштейна (при побудові загальної теорії відносності).

Спираючись на свій принцип інерції покою, Кеплер, хоча й на помилкових обґрунтуваннях (вважаючи, ще в дусі Аристотеля, що тіло зупиниться з припиненням дії на нього сили), зробив, тим не менш, правильний висновок, що будь-яке тіло може покоїтись у будь-якій точці простору, а не в особливих “природних” місцях, як навчав Аристотель

(наприклад, в центрі світу для всіх “важких” тіл. Дана ідея, як і натурфілософська концепція Миколая Кузанського – Джордано Бруно про відсутність у Всесвіту центра, об’єктивно підготовлювала формування уявлень відносно безкінечного однорідного ізотропного Всесвіту [57, с. 135].

Зменшення швидкості планет по мірі збільшення радіусів їх орбіт Кеплер пояснював зменшенням сили Сонця з відстанню. Дію цієї сили він уявляв спрямованою вздовж орбіти. Для визначення й встановлення складного характеру причин орбітального руху планети (сполучення тяжіння та інерції руху) виявилось необхідним уточнення основних фізичних понять й суттєвий розвиток самої фізики (як науки) – створення основ динаміки (Галілей), відкриття закону криволінійного руху (Гюйгенс), встановлення принципу інерції прямолінійного руху (Ньютон) [113, с. 132].

Таким чином, у дослідженнях механіки неба Кеплер практично до кінця вичерпав можливості сучасної йому фізики. “Помилки Йоганна Кеплера, – писав відомий французький астроном та історик астрономії кінця XVIII ст. Ж. Байї, – були вищі за свій час” [69, с. 212]. В більш пізніх роботах (в “Коперниканській астрономії”, а також у творі про астрономію Місяця, що вийшов з друку посмертно 1634 р. – “Сон”) Кеплер розвинув ідею сили тяжіння як універсальної властивості усіх небесних тіл [112, с. 310]. Це був справжній прорив у астрономічних дослідженнях першій половині XVII ст. в Західній і Центральній Європі .

Узагальнюючи викладений матеріал можна зробити висновок – завдяки Кеплеру астрономія після тривалої перерви у п’ятнадцять століть знов просякнулась ідеєю фізичної причинності. Однак у творця першої фізичної картини світу Аристотеля фізика була для астрономії свого роду “стимулом до бездіяльності”, оскільки в ній орбіти планет і характер руху за ними задалегідь постулювалися. У Кеплера фізика входила у астрономію як об’єкт дослідження, як новий аспект вивчення Всесвіту, котрий розкриває більш глибокий зміст астрономічних явищ, що спостерігаються.

Саме фізичний, динамічний зміст, котрий Кеплер вкладав у відкриті ним закони, як і точність самих законів, спрямували роздуми та міркування дослідників по новому руслу, що привело до створення нової фізичної картини світу й нової науки – небесної механіки, з усіма її грандіозними результатами: від передбачення відкриття планет до обрахування трас міжпланетних кораблів. І одним з перших, хто стояв на цьому шляху був Й. Кеплер.

Висновки

Узагальнюючи викладений в магістерській роботі матеріал по темі життя та діяльності Йоганна Кеплера, можна зробити наступні висновки. Уважний розгляд з позицій геліоцентризму окремих фактів (відносних відстаней, періодів оберту планет) привів Й. Кеплера до нової загальної ідеї – про динамічний характер руху планет. Подальший аналіз точних спостережень Тіхо Браге з точки зору принципів геліоцентризму й динамізму планетної системи дозволив Кеплеру відкрити універсальні закони руху небесних тіл. Таким чином, у його дослідженнях індуктивний метод був нерозривно пов'язаний з дедуктивним. Але успіх Кеплера пояснюється не тільки тим, що він об'єднав ці складові частини наукового методу.

Жоден важливий науковий результат фактично не був одержаний без їх сполучення. Суттєву роль у відкриттях Кеплера відіграло нове розуміння ним філософських, спостережувальних та методологічних основ науки і гнучке діалектичне їх поєднання. Це стосується, перш за все, ідеї світової гармонії.

Звичайно, Кеплер викладав дану ідею в традиційній для його часів теологічній формі. Однак, під цією оболонкою було приховане глибоке наукове розуміння принципу гармонії світу. Для Кеплера це – узагальнюючий принцип не випадковості, закономірності усіх явищ у природі. Подібні уявлення в його час не були новими, проте вони все ще відрізнялись крайньою прямолінійністю, спрощеністю (яскравий приклад тому – астрологія). Кеплер розумів закономірність як існування точних кількісних відношень між характеристиками явищ, котрі вимірюються. У свою чергу, кількісні закони для нього – лише необхідний засіб пізнання якісної сутності явищ.

Ідея числової гармонії змусила Кеплера замислюватись над найбільш “дивними” питаннями: про число та розподіл планет, кількості ще не відкритих супутників у різних планет, про причину обов'язкової шестикутної форми сніжинок. Відповіддю на ці запитання стала збудована ним у душі

Платона геометрична схема Всесвіту, котра хоча й відображала досить вдало відносні відстані відомих тоді планет й була першим теоретичним обґрунтуванням геліоцентризму, все ж уявляється в певній мірі штучною. Проте, серед “відповідей” Кеплера було і теоретичне роз’яснення будови сніжинок, що стоїть на рівні сучасної структурної кристалографії.

Перед розвитком та поглибленням загального філософського підходу Кеплера до вивчення Всесвіту в його дослідженнях дедалі більше зростала (особливо після зустрічі з Тіхо Браге) роль спостережень. Так, розходження своєї теоретичної моделі Всесвіту з оцінками планетних відстанів у Коперника він схильний був роз’яснювати неточністю спостережень, що лежали в основі цих оцінок. Навпаки, при створенні теорії руху Марса на базі спостережень Браге, – Кеплер, виявивши розходження своїх розрахунків усього на 8 сек., всеж відмовився від цього чергового варіанту своєї теорії й продовжив пошуки. У свою чергу відкриття точних законів, яке виключало уявлення про планетні сфери, спрямувало душу Кеплера до пошуків іншого виразу числової гармонії в Сонячній системі. Вона була знайдена у більш загальній формі – у вигляді простого математичного закону.

Таким чином, ідея гармонії природи приймала у Кеплера дедалі більш узагальнений сенс, звільняючи природу від силоміць нав’язуваних їй занадто конкретних уявлень, обумовлених обмеженістю знань даної епохи. У той же час спостереження по мірі зростання їх кількості й точності почали розглядатися Кеплером як все більш достовірні та бралися до уваги з підвищеною ретельністю. В результаті звільнені від догматизму філософські принципи отримали можливість проявити свою спрямовуючу евристичну силу, а спостереження, не обмежені у своїй інтерпретації догмами, стали вирішальним критерієм достовірності теорії.

Зростання спостережувального матеріалу поставило і нову проблему – пошук ефективного способу його обробки. Першим з цим завданням справився Кеплер. Він відродив винайдений Архімедом у III ст. до н.е. спосіб

обрахування площин криволінійних фігур (з необхідністю чого зіткнувся в теорії планет). Кеплер і тут сміливо пішов проти традицій. Він спростив чіткий, але громіздкий геометричний метод Архімеда і вперше увів як метод наближені обчислення. Сприйняті з початку з недовірою, математичні методи Кеплера через декілька десятиліть стали могутнім стимулом і основою для створення диференційного та інтегрального обчислювань.

І якщо до Кеплера ніхто не здогадувався чи не наважувався стверджувати, а тим більш доводити, що істинні орбіти планет не є колами, то після нього вже не створювались нові теорії планетної системи. Покінчивши з моделюванням планетного світу, Кеплер поклав початок виявленню його дійсних властивостей на основі динамічних уявлень, точних спостережень та нових математичних методів їх аналізу.

Однак вплив багатьох інших глибоких та оригінальних ідей Кеплера на розвиток природничих наук не був таким безпосереднім. В його творах вони з'являлись у середньовічному одязі, а іноді і в жартівливих масках й тому далеко не завжди були своєчасно пізнані та почуті. Праці геніального астронома не закликали до нових світоглядів на світ, подібно до творів Галілея. Вони несли це нове у своїй глибині і іноді настільки виривались уперед від сучасності, що, як і передбачав Кеплер, деякі його ідеї та теорії змушені були сторіччя чекати “свого споглядача”.

Геніальність та революційність багатьох ідей, здогадок і навіть питань Кеплера розкривались протягом трьох з половиною сторіч стають особливо вражаючими в наші дні у зв'язку з новими тенденціями у сучасній науці до встановлення найбільш загальних закономірностей, що зв'язують такі, здавалось би, віддалені одна від одної галузі знання, як теорія елементарних часток і космологія.

Список використаних джерел та літератури

А. Джерела:

1. Бруно Дж. Неаполитанская улица. М.: Искусство, 1940. 205с.
2. Бруно Дж. Пир на пепле // Бруно Дж. Диалоги. М.: Госполитиздат, 1949. С.8-45.
3. Бруно Дж. О причине, начале и едином // Бруно Дж. Диалоги. М.: Госполитиздат, 1949. С.46-261.
4. Бруно Дж. О бесконечности, Вселенной и мирах // Бруно Дж. Диалоги. М.: Госполитиздат, 1949. С.262-504.
5. Бруно Дж. Тайна Пегаса с приложением Килленского осла // Бруно Дж. Диалоги. М.: Госполитиздат, 1949. С.504-545.
6. Бруно Дж. О героическом энтузиазме. М.: Гослитиздат, 1953. 212с.
7. Галилей Г. Звёздный вестник // Галилей Г. Избранные труды. В 2-х т. М.: Наука, 1964. Т.1. С.11-54.
8. Галилей Г. Послание к Инголи // Галилей Г. Избранные труды. В 2 – х т. М.: Наука, 1964. Т.1. С.55 – 197.
9. Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира – Птолемеевой и Коперниковой // Галилей Г. Избранные труды. В 2-х т. М.: Наука, 1964. Т.1. С.198-576.
10. Галилей Г. Механика. О телах, пребывающих в воде // Галилей Г. Избранные труды. В 2-х т. М.: Наука, 1964. Т.2. С.7-255.
11. Галилей Г. Беседы и математические доказательства // Галилей Г. Избранные труды. В 2-х т. М.: Наука, 1964. Т.2. С.256-583.
12. Галилей Г. Пробирных дел мастер. М.: Наука, 1987. 272 с.
13. Кеплер И. Новогодний подарок, или О шестиугольных снежинках // Кеплер И. О шестиугольных снежинках. М.: Наука, 1982. С.5-33.
14. Кеплер И. Разговор со звёздным вестником, недавно ниспосланным смертным Галилео Галилеем, падуанским математиком // Кеплер И. О шестиугольных снежинках. М.: Наука, 1982. С.33-69.

- 15.Кеплер И. Сон, или Посмертное сочинение о лунной астрономии // Кеплер И. О шестиугольных снежинках. М.: Наука, 1982. С.69-170.
- 16.Кеплер И. О себе // Кеплер И. О шестиугольных снежинках. М.: Наука, 1982. С. 170-188.
- 17.Кеплер И. Новая стереометрия винных бочек. М.: ГТТИ, 1935. 204с.
- 18.Коперник Н. О вращении небесных сфер. Малый комментарий. М.: Наука, 1964. 653с.
- 19.Лютер М. Проповеди и наставления. М.: Паломник, 1996. 215с.
- 20.Плутарх. Беседа о лице, видимом на диске Луны // Филологическое обозрение, 1894. Т.6. С. 1-41.
- 21.Эйнштейн А. Иоганн Кеплер // Эйнштейн А. Сочинения: В 4-х т. М.: Наука, 1967. Т.4. С. 121-124.

Б. Литература

- 22.Араго Ф. Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров. В 3-х т. СПб.: Тип-ия В. Скарятин, 1860. Т.1. С.28-55.
- 23.Антоновский Ю. Джордано Бруно. Его жизнь и философская деятельность. СПб.: Библио. Ф. Павлѣнкова, 1892. 80с.
- 24.Анцелович Е.С. Галилео Галилей. М.: Соцэкгиз,1955. 302с.
- 25.Азархин В.А., Горский В.С. Научная истина и судьба учёного: Коперник, Бруно, Галилей. К.: Наукова думка, 1984. 328с.
- 26.Бублейников Ф.Д. Галилео Галилей. М.: Просвещение, 1964. 88 с.
- 27.Баев К.Л., Шишаков В.А. Творцы астрономии. М.: Жургазобъединение, 1936. 281с.
- 28.Баев К.Л. Коперник. М.: Жургазобъединение, 1935. 102с.
- 29.Баев К.Л. Создатели новой астрономии: Коперник, Бруно, Кеплер, Галилей. М.: Учпедгиз, 1955. 124с.
- 30.Белый Ю.А. Иоганн Кеплер.1571-1630. М.: Наука, 1971. 295 с.
- 31.Белый Ю.А. Тихо Браге. 1546-1601. М.: Наука, 1982. 236 с.

32. Белый Ю.А. Иоганн Мюллер (Региомонтан). 1436-1476. М.: Наука, 1985. 261с.
33. Бакулин П.И., Кононович Э.В., Морозов В.И. Курс общей астрономии. М.: МГУ, 1966. 358с.
34. Биографический словарь деятелей естествознания и техники. В 2-х т. М.: Советская энциклопедия, 1958. Т.1. С. 581-582.
35. Берри А. Краткая история астрономии. М.: Госиздат, 1946. 516 с.
36. Баев К.Л., Шишаков В.А. Всемирное тяготение. М.: Гостехиздат, 1955. 223 с.
37. Баев К.Л., Шишаков В.А. Начатки мироведения. М.: Гостехиздат, 1955. 218с.
38. Блажко С.Н. Коперник. М.: ОГИЗ, 1926. 167.
39. Веселовский И.Н., Белый Ю.А. Николай Коперник. 1473-1543. М.: Наука, 1974. 276с.
40. Ван-дер-Варден Б.Л. Пробуждающаяся наука. М.: Наука, 1991. 402с.
41. Всесвятский С., Казютинский В. Рождение миров. М.: Наука, 1961. 330с.
42. Вернадский В.И. Основы кристаллографии. М.: Тип-ия В. Сабанеева, 1904, Ч.1. Вып.1. 214с.
43. Гурштейн А.А. Извечные тайны неба. М.: Мысль, 1984. 305с.
44. Гадамский Я.Т. Шеренга великих астрономов. М.: Наука, 1975. 232с.
45. Гребенников Е.А. Николай Коперник. М.: Наука, 1982. 316с.
46. Губарев В.С. От Коперника до “Коперника”. М.: Мысль, 1973. 274с.
47. Гурев Г.А. Учение Коперника и религия. М.: Политиздат, 1961. 145с.
48. Гурев Г.А. Астрология и религия. М.: Гос. социально-экономическое изд-во, 1940. 261с.
49. Гурев Г.А. Системы мира. От древнейших времен до наших дней. М.: Московский рабочий, 1950. 393с.

50. Гурев Г.А. Коперниканская ересь в прошлом и настоящем. М.: ГАИЗ, 1937. 162с.
51. Даннеман Ф. История естествознания. В 3-х т. М.: ОНТИ, 1934. Т.1. 567с.
52. Дорфман Я.Е. Всемирная история физики. М.: Наука, 1974. 351с.
53. Дарманський П.Ф. Він зрушив Землю (про М.Коперника). К.: Наукова думка, 1972. 202с.
54. Данлоп С. Азбука звёздного неба. М.: Мир, 1990. 425с.
55. Еремеева А.И. Выдающиеся астрономы мира. М.: Книга, 1966. 484с.
56. Еремеева А.И. Астрономическая картина мира и её творцы. М.: Наука, 1984. 224с.
57. Ефремов Ю.Н. В глубины Вселенной. М.: Наука, 1984. 225с.
58. Еремеева А.И., Цицин Ф.А. История астрономии. Основные этапы развития астрономической картины мира. М.: МГУ, 1989. 350с.
59. Зигель Ф.Ю. Астрономическая мозаика. М.: Мир, 1987. 283с.
60. Ивлев В.А. Философские взгляды Бруно. Красноярск: КГУ, 1963. 207с.
61. Идлис Е.М. Революции в астрономии, физике и космологии. М.: Наука, 1985. 386с.
62. Идельсон И.И. Этюды по истории небесной механики. М. Мысль, 1975. 315с.
63. Кузнецов Б.Г. Галилей. М.: Наука, 1964. 312с.
64. Кузнецов Б.Е. Джордано Бруно и генезис классической науки. М. Мысль, 1970. 297с.
65. Кузнецов Б.Е. Развитие научной картины мира в середине XVII-XVIII вв. М.: АН СССР, 1955. 508с.
66. Куницкий Р.В. Развитие взглядов на строение солнечной системы. Краткий исторический очерк. М.: Изд-во физико-математической литературы, 1952. 214с.

67. Колчинский И.Г., Корсунь А.А., Родригес М.Е. Астрономы. Биографический справочник. К.: Наукова думка, 1977. 348с.
68. Клеши Е. Очерки из истории астрономии. М.: Тип-ия П. Сытина, 1900. 683 с.
69. Климишин И.А. Открытие Вселенной. М.: Наука, 1987. 351с.
70. Климишин І.А. Нариси з історії астрономії. К.: Радянська школа, 1987. 208с.
71. Климишин І.А. Астрономія вчора і сьогодні. К.: Радянська школа, 1976. 214с.
72. Лишевский В.П. Корифеи астрономии. М.: Мысль, 1980. 414с.
73. Лодж О. Пионеры науки: Лекции по истории астрономии. СПб.: Тип-ия Ю.Н. Эрлиха, 1901. 335с.
74. Медведев Ю.М. Капитан звёздного океана: И.Кеплер. М.: Молодая гвардия, 1972. 224с.
75. Мороз О.П. В поисках гармонии. М.: Атомиздат, 1978. 208с.
76. Окулевич О.Г. Джордано Бруно. Л.: ЛГУ, 1965. 302с.
77. Перель Ю.Г. Галилей и современная астрономия. М.: Наука, 1964, 277с.
78. Предтеченский Е.А. Кеплер: Его жизнь и научная деятельность. Пг.: Изд-во А. Гржебина, 1921. 114с.
79. Паннекук А. История астрономии. М.: Наука, 1966. 723с.
80. Перель Ю.Г. Развитие представлений о Вселенной. М.: Наука, 1962, 482с.
81. Попов П.И., Баев К. Л., Воронцов-Вельяминов Б.А., Дуницкий Р.В. Астрономия. М.: АН СССР, 1967. 545с.
82. Поль А.С. Кеплер // Поль А.С. Коперник, Галилей, Кеплер. Великие исследователи звёздного неба. М.: Тип-ия В. Сергиевского, 1911. 122с.
83. Рыбка Е., Рыбка П. Коперник. Человек и мысль. М.: Мысль, 1973. 231с.
84. Ревзин Г. Николай Коперник (1473-1543). М.: Молодая гвардия, 1949, 354с.

85. Седов Л.И. Галилей и основы механики. М.: Наука, 1964. 340с.
86. Селешников И.М. История календаря и хронология. М.: Наука, 1977. 392с.
87. Струве О., Линде Б., Пилланс Э. Элементарная астрономия. М.: Мысль, 1967. 415с.
88. Струве В. Я. Этюды звёздной астрономии. М.: АН СССР, 1953. 466с.
89. Томилин А.Н. Небо Земли. Очерки по истории астрономии. Л.: ЛГУ. 1974. 334с.
90. Турсунов А.Р. Беседы о Вселенной. М.: Знание, 1984. 188с.
91. Томилин А.Н. Занимательно о космогонии. М.: Молодая гвардия, 1975. 209с.
92. Уйбо А. А. Из истории борьбы науки против религии. М.: Госполитиздат, 1956. 270с.
93. Уитни Ч. Открытие нашей Галактики. М.: Мир, 1975. 237 с.
94. Умаров Г.Я. Бируни, Коперник и современная наука. Ташкент: ТГУ, 1973. 232с.
95. Фигье Л. Светила науки от древности до наших дней. Жизнеописания знаменитых ученых и краткая оценка их трудов. В 4-х т. СПб.: Тип-ия Русская печатня, 1873. Т.2. 493с.
96. Ходж П. Революция в астрономии. М.: Мир, 1972. 357с.
97. Херрман Д. Открыватели неба. М.: Мир, 1981. 230с.
98. Цейтен Г.Г. История математики в XVI и XVII веках. М.: ГТТИ, 1933. 565с.
99. Чистяков В.Д. Математики и астрономы против религии. Минск: Высшая школа, 1962. 254с.
100. Чистяков В.Д. Рассказы об астрономах. Минск: Высшая школа, 1969. 218с.
101. Шугайлін О.В. Видатні борці за науковий світогляд. К.: Радянська школа, 1955. 186с.

102. Шафрановский И.И. Кристаллографические представления И.Кеплера и его трактат “О шестиугольном снеге”. М.: Наука, 1971. 124с.
103. Шафрановский И.И. История кристаллографии с древнейших времён до начала XIX столетия. Л.: Наука, 1978. 324с.
104. Штекли А.Э. Джордано Бруно. М.: Наука, 1964. 283 с.
105. Шишаков В.А. Галилео Галилей. М.: Наука, 1964. 305с.
106. Шмутцер Э.Ш. Галилео Галилей. М.: Мысль, 1987. 368с.
107. Щеглов В.П. Николай Коперник – великий реформатор естествознания. Ташкент: Гультым, 1954. 217с.
108. Энгельгардт П.А. Н. Коперник: Его жизнь и научная деятельность. СПб.: Тип-ия Г. Скарятин, 1892. 198с.
109. Юшкевич А.П. История математики в средние века. М.: Физматгиз, 1961. 634с.

В. Наукові статті

110. Бачинский А.И. Заметки по случаю 300-летия со времени открытия Кеплером третьего закона планетных движений // Успехи физических наук. Т. 1. Вып. 3- 4, 1918. С.224- 232.
111. Баев К.Л. Взгляды Кеплера на устройство Вселенной // Русский астрономический календарь. Ежегодник. Нижний Новгород, 1931. С. 157-165.
112. Базилевская Е.В. Рукописное наследие Иоганна Кеплера // Труды Архива АН СССР. М.: АН СССР, 1946. Вып.5. С.297-312.
113. Воронцов-Вельяминов Б.А. Новые звёзды и космология эпохи Галилея // Мироведение, 1935. №2. С. 129-133.
114. Выгодский М.Я. Иоганн Кеплер и его научная деятельность // Кеплер И. Новая стереометрия винных бочек. М.: ГТТИ, 1935. С.7- 94.
115. Данилов Ю.А., Смородинский Д.А. От “Мистерии” до “Гармонии” // Успехи физических наук. Т.109. Вып. 1, 1973. С. 175-209.

116. Данилов Ю.А. Иоганн Кеплер и его “Гармония мира” // Узоры симметрии. М.: Мир, 1980. С.256-269.
117. Иванов А.А. Законы Кеплера, их роль и значение в науке // Мирозведение, 1931. (Т.20.) № 1. С. 18-25.
118. Линник В.П. Труды Кеплера в области оптики // Успехи физических наук. Т.109. Вып.1. 1973. С. 167-174.
119. Надор Д. Мироззрение Кеплера и его роль в развитии понимания законов природы // Историко-астрономические исследования. М.: ГИТТИ, 1955. Вып. 1. С.119-132.
120. Паули В. Влияние архетипических представлений на формирование естественнонаучных теорий у Кеплера // Паули В. Физические очерки. М.: Наука, 1975. С.137-175.
121. Ронки В. Оптика Кеплера и оптика Ньютона// Вопросы истории естествознания и техники. 1963. Вып. 15. С.58- 66.
122. Рябов Ю.А. К 350-летию открытия первых двух законов Кеплера // Астрономический календарь. Ежегодник, 1959. М.: Гостехиздат, 1958. С.275-285.
123. Цейтлин З.А. Иоганн Кеплер (к 300-летию со дня смерти) // Мирозведение, 1931. (Т.20) №1. С.9 – 41.
124. Яшнов П.И. Иоганн Кеплер (к 300-летию со дня смерти) // Русский астрономический календарь. Ежегодник. Нижний Новгород, 1930. С. 125-175.
125. Яшнов П.И. О рукописях и реликвиях Кеплера, хранящихся в Пулковской обсерватории // Труды института истории науки и техники. Серия. Вып.2. 1934 // Архив истории науки и техники. Л.: АН СССР, 1934. Вып. 2. С.199-216.