

3rd National Congress on Physical Sciences, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia  
12 Section, Openning Session



ТРЕТИ КОНГРЕС ПО ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ

ИСТОРИЯ НА ФИЗИКАТА  
СЕКЦИЯ

29 септември 2016 – 2 октомври 2016 г.

## Contribution of Physics in research and technology of quartz and quartz devices in Bulgaria

### L. Spassov

Institute of Solid State Physics  
Bulgarian Academy of Sciences  
72 Tsarigradsko shose Blvd, Sofia  
lozan\_spassov@abv.bg



*Докладът е посветен в памет на видния български физик академик Милко Борисов, който полага основите на акустоелектрониката в България и обучава няколко поколения изследователи, по случай 95 години от рождението му.*

### 1. Увод



Още през 60-те години на миналия век в перспективните планове за развитие на радиоелектронната промишленост на България е заложено построяването на два завода за професионална апаратура: Завода за УКВ радиостанции – гр. Гоце Делчев и Завода за радионавигационна апаратура – Варна. Продукцията им е предназначена както за вътрешния, така и за външните пазари, главно за СССР. И за двата

завода са необходими кварцови резонатори и филтри, които са основен градивен елемент в радиоелектронната промишленост. Нарастват и вътрешните потребности на страната от кварцови резонатори за специалната радиоелектроника и отбранителната ни промишленост.

През месец септември 1965 година е внесено предложение и през месец декември същата година излиза решение на Министерския съвет за преобразуване на *“Завода за силови полупроводникови прибори”* (бившата Батерийна фабрика) – София в *“Завод за електронни преобразователни елементи”* (ЗЕПЕ) като в производствената му програма е включено производство на кварцови резонатори за нуждите на радиоелектронната промишленост на страната [2].

## **2. Първи стъпки**

По техническо задание от СО РЕСПРОМ – София, на Базата за развитие и внедряване (БРВ) към ЗЕПЕ е възложено разработката и усвояването в производство на серия от кварцови резонатори и филтри за УКВ радиостанции [3]. Създадена е проблемна група от трима млади физици: Лозан Спасов, Румяна Таргова и Райна Попова-Захариева, двама техници Любо Сиклунов и Цветан Предов и един стъклодув Ангел Леков.

По това време в България няма подготвени кадри и технологичен опит в производството на кварцови резонатори. Известни познанията за пиезоелектричния кварц и кварцовите преобразователи студентите по физика получаваха от лекциите на проф. Г. Наджаков в курса по Опитна физика във Физическия факултет на СУ Климент Охридски. Но те бяха недостатъчни.

Необходимо бе изучаване на един сериозен, не лек раздел от физиката на твърдото тяло, свързан с възбуждането и разпространението на акустични вълни в пиезоелектрични кристали и сериозна технологична подготовка.

Едновременно с подготовката си специалистите от БТР трябваше да проектират, изработват и предават на Института по радиоелектроника (ИРЕ) на СО РЕСПРОМ опитни образци на кварцови резонатори за влагане в новите им разработки.

При много примитивни условия и при липса на специализирано оборудване през 1966 година в бараките на БРВ край Панчарево са изработени първите кварцови резонатори в България за 8000 кHz. Те бяха предназначени за първия наш хибриден 10-канален радиотелефон РТ-21-10 и неговата модификация РТ-21-1 (едноканален), разработени под ръководството на талантливия наш конструктор Петър Хинков в ИРЕ. Тези радиотелефони по-късно намериха широк прием в селското стопанство на СССР и бяха реализирани в огромни количества.

През следващите 1967 – 1970 години са завършени разработките и на други кварцови резонатори за 8050 kHz и 10 000 kHz, влезли в разработката на серия от радиостанции РСД (радиостанция джобна) с АМ и ЧМ предназначени за персонална връзка в инфраструктурата на страната и в специалните ведомства.

### **3. Доставка, монтаж и пускане в експлоатация на линия за производство на кварцови резонатори**

Междувременно на 22 юли 1967 година е направена първата копка на строителството на новия Завод за електронни преобразователни елементи в София – Горубляне [3].

Година по-късно след тежки преговори в Машиноекспорт – София е подписан договор с Техмашекспорт – Москва за доставка на оборудване за производство на кварцови резонатори с капацитет 150 хил. бр. годишно на стойност 642 хил. рубли [3].

През 1970 година линията за производство на кварцови резонатори е доставена от Съветския съюз и с помощта на няколко съветски специалисти е пусната в действие.

Подписан е и договор (Л-8/313) за обучение на 30 наши специалисти в техни заводи, но по-късно поради специалния режим при производството на кварцови резонатори в СССР (засекретено) обучението категорично е отказано [3]. Това налага България със собствени сили да реши проблема с подготовката на специалисти и квалификацията на производствения персонал.

В завода постъпват млади специалисти, току що завършили физици, химици, радиоинженери и техници. Проблемната група по *“Кварцови прибори”* увеличава своя състав и е преобразувана като *“Конструктивно и технологично бюро”* за разработка и внедряване на кварцови резонатори и филтри. Специалистите вече притежават комплексна линия за технологични изследвания и контролно-измерителни апаратури за тестване на кварцови резонатори, но все още недостатъчна подготовка и квалификация за развойна дейност.

За подготовка на специалисти за нуждите на ЗЕПЕ има изключителна заслуга професор Милко Борисов. Той се заема и организира вечерен курс за следдипломна квалификация на специалисти от ЗЕПЕ по избрани въпроси от *“Увод във физика на твърдото тяло”*, а по-късно и курс по *“Акустични и оптични вълни в твърди тела”*.

В продължение на повече от две години всички специалисти от БРВ (физици, химици и радиоинженери) след завършване на работния ден вечер, два пъти седмично отиват във Физическия факултет на Софийския университет да слушат лекциите на проф. Милко Борисов. Така, успоредно с обучението във Физическия факултет на

СУ, се разработват и усвояват резонатори за нови честотни интервали по технически задания на потребителите.

#### **4. Проектно-конструкторски и технологични разработки и внедряване (1971-1975)**

През периода 1971 – 1975 година за нуждите на радиоелектронната ни промишленост в БРВ успешно са завършени и внедрени в производство няколко десетки проектно-конструкторски и технологични разработки на кварцови резонатори.

С това е разширен честотния диапазон за производство на кварцови резонатори от 200 kHz до 350 kHz DT и СТ- срезове с контурни трептения на пиезоелемента [5] и кварцови резонатори АТ-срез с лещовидни и плоско-паралелни пиезоелементи, покриващи целия диапазон от 1 MHz до 100 MHz.

Успешно са разработени и усвоени в производство нови изделия: SSB кварцови филтри на 1,7 MHz и 5 MHz с обемен монтаж за специални радиостанции за нуждите на Министерството на народната отбрана [11, 12].

През 70-те и особено през 80-те години на миналия век служебните УКВ радиостанции в България получават голямо развитие. Служебните УКВ радиостанции имат двойно предназначение. Те се използват и за специални нужди в Министерството на вътрешните работи (МВР), Министерството на народната отбрана (МНО), Гражданска отбрана, строителството и др. Върху специалистите от развойните звена възложена цялата отговорност по замяната на вносните градивни елементи и специфични материали с български. Това в особена сила се отнася за кварцовите прибори за честотен контрол, които се разработват и произвеждат в ЗЕПЕ за нуждите на специалната електроника. Физиците от БРВ успешно се справят с високо отговорната задача. Произведените в ЗЕПЕ кварцови резонатори напълно удовлетворяват предявените към тях тежки изисквания на Военния стандарт по отношение на механични натоварвания, климатична и радиационна издръжливост, надеждност и дълговременна стабилност [6].

#### **5. Усвояване производството на монолитни кварцови филтри в България**

Друг важен електронен елемент в УКВ радиостанции е кварцовия филтър за селекция на работния честотен интервал в приемно-предавателните апаратури. С особена сила това се отнася за многоканалните УКВ станции. Потребностите на страната до 1976 година се задоволяват чрез внос на кварцови филтри с обемен монтаж предимно от западни фирми.

През 1973 година сътрудника от БРВ на ЗЕПЕ Лозан Спасов специализира в Института за промишлени науки на Токийския

университет Япония, в лабораторията на световно известния учен в областта на кварцовите прибори за честотен контрол и селекция, професор Морио Оное.

Темата по която работи “*Много режимни кварцови резонатори*” е основата на която се развиват т.н. монолитни кварцови филтри (МКФ), по-късно намерили широко приложение във всички многоканални УКВ радиосистеми [7, 8].

Много режимните (много модовите) резонатори се характеризират с това, че върху една кварцова пластина са реализирани два или повече резонатора, между които съществува контролирана акустична връзка.

Тази структура дава възможност да се филтрира радио честотния спектър, като пропуска само определена лента от него. Ширината на лентата на пропускане зависи от големината на акустичната връзка между двата резонатора. Това е първата и за сега все още единствена интегрална акустоелектронна структура, известна като монолитен кварцов филтър, която сама изпълнява определени функции в радио съобщителните устройства без участие на други пасивни или активни електронни елементи.

След завръщането си в в България организира за специалистите от БРВ и завода курс за квалификация по “*Физически основи на монолитните кварцови филтри*” и обосновава предложение за ускорено усвояване производството на монолитни кварцови филтри, като ново поколение в акустоелектронните прибори.

През 1974 година е сключен договор за доставка на специализирано оборудване и технология за производство на монолитни кварцови филтри с японската фирма Кинсекиша Лаб.

Две години по-късно оборудването е доставено и екип от специалисти под негово ръководство 8 месеца предсрочно пуска линията за производство на монолитни кварцови филтри [9].

Една част от първите произведени количества са изнесени във Франция, а останалата за нуждите на различни потребители в страната. През следващите години производството на Завода за УКВ радиотелефони в Гоце Делчев силно нараства и вече голямо количество от производство на монолитните кварцови филтри е насочено предимно към задоволяване на неговите потребности.

С усвояването на МКФ производството на кварцови прибори в Завода за електронни преобразователни елементи непрекъснато расте. За периода от 1971 до 1979 година то възлиза на 2,000 хиляди броя [3].

Още в началото на 70-те години колектив под ръководството на проф. М. Борисов по договор с Института по полупроводници –

Ботевград към МЕ, прави обширно проучване върху перспективата за развитие на ново направление в електрониката т.н. функционална електроника. След направеното проучване в проф. М. Борисов и част от колектива се поражда интерес към твърдотелната електроника. Организираното вече промишлено производство на кварцови прибори в България и появилата се трайна перспектива в тяхното развитие засилва интереса на професор М. Борисов и към твърдотелната микровълнова електроника – акустоелектрониката.

През 1973 година по негова инициатива между Единния център по физика (ЕЦФ) при БАН и “Завода за електронни преобразователни елементи” – София е подписан “Договор за научно обслужване и подготовка на кадри” за нуждите на кварцовото производство. Под ръководството на академик М. Борисов е подготвена и съгласувана “Програма за научно сътрудничество и взаимопомощ” в областта на акустоелектрониката между Института по физика на твърдото тяло при БАН, Физическия факултет на СУ Кл. Охридски и ЗЕПЕ (с БРВ).

Академик М. Борисов:

- За подготовка на специалисти за нуждите на ЗЕПЕ въвежда редовен курс за студенти по физика по “Увод във физиката на твърдото тяло” във Физическия факултет на СУ Кл. Охридски. Продължава и вечерния курс за следдипломна квалификация на специалисти от ЗЕПЕ по “Акустични и оптични вълни в твърди тела”.
- Насочва асистенти и аспиранти от Физическия факултет на СУ към научни и приложни изследвания в областта на кварца и кварцовите прибори.
- Подготвя дипломанти в областта на кварцовите прибори с участието на специалисти от БРВ при ЗЕПЕ
- Организира общи семинари и технически конференции по проблеми свързани са развитието на кварцовите прибори в България.
- Развива сътрудничество в областта на микроакустиката чрез участие на наши и чуждестранни учени и специалисти в Национални и Международни форуми.
- Постава началото на Международна научно-техническа конференция по Акустоелектроника, организирана от ИФТТ-БАН, ФзФ на СУ и ЗЕПЕ и със съдействието на Министерство на електрониката, която в продължение на почти две десетилетия се провежда в България и събира учени и специалисти от водещи научни центрове и промишлеността от цял свят.

## **6. Създаване на лаборатория “Акустоелектроника” в ИФТТ при БАН**

С увеличаване на производството на кварцови прибори потребностите на ЗЕПЕ от кварцови кристали силно нарастват. Срещат се затруднения в обезпечаване на производството с основната суровина – синтетични кварцови кристали, доставяни от Съветския съюз, поради нараснало и при тях вътрешно потребление.

За хидротермално израстване на пиезоелектричен кварц, подходящ за производство на кварцови резонатори, западните фирми използват обикновено ломен кварц, доставян от Бразилия, о-в Мадагаскар или Индия. Това България не може да си позволи.

Още през 1976 година ЗЕПЕ прави проучване на възможността за производство на пиезоелектричен кварц на базата на българска суровина. За целта мостри с определени количества от “жилен” кварц са изпратени за оценка на фирми от Япония и Великобритания. Оценката и на двете фирми за изпратените мостри е положителна. Тяхното мнение е, че българската суровина може да се използва за израстване на кварцови кристали за производство на КР, само ако тя отговаря на изпратените мостри, без да специфицира изискванията на които трябва да отговаря. През 1977 година академик М. Борисов създава сектор по “Акустоелектроника и акустооптика” в Института по физика на твърдото тяло при БАН, който по-късно преминава в лаборатория по Акустоелектроника. В него се разработват научно-изследователски теми и задачи, свързани с развитието на акустоелектронните прибори и материали. Резултатите от тези изследвания се обсъждат на съвместни семинари и се докладват на специализирани наши и международни конференции.

През 1978 година в ЗЕПЕ-София е сключен договор с английска фирма за доставка на автоклави за промишлено израстване на синтетичен кварц.

Професор М. Борисов поставя задача на лаборатория “Акустоелектроника” в ИФТТ при БАН: *“Да се намери български суровинен източник за хидротермално израстване на пиезоелектричен кварц с високи акустически характеристики за производството на кварцови резонатори и филтри”*.

В продължение на няколко години в лабораторията по Акустоелектроника на ИФТТ при БАН се провеждат интензивни проучвания на суровини от различни източници, технологични изследвания и кристален растеж за решаване на поставената задача.

- Измерителна система за полупромишлено хидротермално израстване на пиезоелектричен кварц [14, 15].

- Съвместно с колеги от Геологическия институт – БАН са проучени суровини от находища с промишлено значение и са изследвани кристалофизическите и кристалохимически им характеристики [13].
- Проведени са серия от хидротермално израстване на кварцови кристали от различни находища [13, 16].
- Изследвано е влиянието на качеството на суровината и условията на растеж върху акустичните характеристики на кварцовите кристали [17].
- Намерени са условия за хидротермално израстване на кристали с акустически качества сравними с най добрите образци в света ( $Q > 2$  мил.) [18].

В резултат на тези изследвания:

- Определени са изискванията към гранулометричния състав, морфологията и кристалохимичните характеристики на суровината за хидротермално израстване на пиезоелектричен кварц с високи акустични свойства.
- Намерено и блокирано е находище, което според геоложките проучвания, обезпечава суровинната база на завода за над 100 години напред [13].

След 1985 година научно-изследователската и технологична дейност на лабораторията по Акустоелектроника в ИФТТ при БАН се насочва към нови направления в развитието на кварцовите прибори. Провеждат се научни и технологични изследвания с приложна насоченост. По поръка на Министерство на отбраната БАН възлага на лаборатория Акустоелектроника в ИФТТ разработка и изследване на:

- Кварцови прибори на повърхнинни акустични вълни (ПАВ) предназначени за радарни установки,
- Пиезоелектрични резонансни кварцови сензори за температура и влага за изграждане на летищни метеорологични комплекси,
- Кварцови сензори за регистрация на токсични замърсявания и контрол на околната среда.

Същевременно на БРВ към завода е възложена задача за технологична подготовка за усвояване на кварцови прибори на ПАВ.

В резултат на проведените изследвания в лаборатория Акустоелектроника на ИФТТ при БАН са разработени и произведени първите кварцови генератори [19] и дисперсионни линии на ПАВ [20]. Те веднага са вградени в първата радиолокационна станция за откриване на надводни цели и ниско летящи самолети “КАЛИАКРА”, разработена и произведена от Института за Специална електроника на ДСО “Електрон”.



Разработването на РЛС КАЛИАКРА представляваше нов етап в развитието на военната радиолокация в нашата страна [4]. След разформироването на военната промишленост в България, разработките са прекратени.

През следващите години силно развитие в лаборатория Акустоелектроника на ИФТТ при БАН получават термочувствителните кварцови резонатори, известни като високочувствителни кварцови температурни сензори, експозе за които е представено на Третия конгреса по физика.

## **7. Равносметката**

С усвояване производството на синтетичен кварц от българска суровина, ЗЕПЕ затвори технологичния цикъл на производствената си програма със собствена суровина за производството на:

- Синтетични кварцови кристали, за задоволяване на собствените си потребности и износ.
- Кварцови ламберти, заготовки и пластини – износ по 2-ро направление.
- Кварцови резонатори, монолитни филтри и генератори – главно за Завода за УКВ радиоапаратури, специалното производство и вътрешно потребление в страната.
- Микропроцесорни кварцови резонатори – компютърна и битова електроника.
- Часовникови кварцови резонатори – износ за Съветския съюз.

През 1980 година производството на кварцови прибори нараства на 969 хиляди броя/годишно и достига до 1,945 хиляди броя/годишно през 1985 година [1]. За периода 1980 – 1986 година ЗЕПЕ е направил директен износ на селенови и кварцови прибори за над 91 милиона валутни лева [1].

На базата на български кварцови резонатори и филтри за времето от 1977 година до 1989 година в Стопанския комбинат “Михаил Антонов“ – Гоце Делчев са произведени 600,000 радиостанции. От тях 90% са изнесени в СССР при много голям икономически ефект [4].

- България в края на 80-те години се превърна в една от най-бързо развиващите се страни в Европа в областта на технологичните изследвания и производството на кварцовите кристали и прибори за честотен контрол и третата страна в света (след САЩ и Япония), която усвои промишлено производство на монолитни кварцови филтри – една върхова (ембаргова по това време) технология.
- Резултатите от проведените научни и технологични изследвания в областта на кварца и кварцовите

прибори за периода 1972 – 1985 година са докладвани на над 20 престижни научни форуми в Европа, САЩ, Япония и други страни в света и са намерили място в повече от 80 научни и научно-приложни статии, публикувани в специализирани списания у нас и в чужбина.

- Върху получените резултати успешно са защитени 9 кандидатски и една докторска дисертации, от които 3 на специалисти от Базата за развитие и внедряване към ЗЕПЕ.

## 8. Заключение

Десетки български физици от ЗЕПЕ – Горубляне вложиха своята енергия и труд в развитието и производството на синтетичен кварц и кварцови прибори като:

- конструктори и технолози: д-р Румяна Пушкарлова, д-р Веселин Димитров, Райна Захаријева, Коста Поптодоров, Диана Янкова, Момчил Георгиев
- организатори и ръководители на производството: Георги Ботев – зам. Директор на ЗЕПЕ, Дечко Дечев – началник БРВ, Павел Захариев – началник производство, Румяна Таргова – началник цех КР

Те превърнаха ЗЕПЕ (Интеркварц) в перлата на българските електронни елементи.

*“Завода в Горубляне – по думите на патриарха на българската физика, академик Г. Наджаков – представлява една модерна българска физическа научно-производствена лаборатория”.*

Други като: проф.дфн Юлиан Буров, проф.дфн Веселин Страшилов, доц.д-р Климент Брънзалов и още много други физици от катедрите на Физическия факултет на СУ посветиха бъдещото си развитие в областта на микроакустиката и обучението по физика и извървяха пътя от аспирант до уважавани учени и преподаватели във Физическия факултет на СУ Кл.Охридски, продължавайки делото на акад. Милко Борисов

Трети, като: проф.дфн Димитър Стоянов, проф.дтн Иван Аврамов, доц.д-р Александър Манов, доц.д-р Людмил Константинов, доц.д-р Величка Лазарова, доц.д-р Екатерина Радева, д-р Валентина Кутепова, д-р Радка Велчева, д-р Юлиан Василев, научните сътрудници Камен Грънчаров, Едуард Йосифов, Виктория Гаджанова Цветан Йорданов и др., продължиха делото на акад. М. Борисов в лаборатория *“Акустоелектроника”* на ИФТТ и други институти на БАН, продължавайки научните и технологични изследвания и създаване на нови кварцови прибори.

Сред всички тях бе и пишещият настоящите редове.

Всички тези млади хора ги обединяваше и мотивираше интереса към пиезоелектричен кварц и неизчерпаемите му възможности за създаване на нови кварцови прибори.

Раждането, развитието и просперитета на българската акустоелектроника бе резултат от всеотдайния труд и талант на българските физици, в тясното им сътрудничество с техни колеги – химици, радиоелектроници, електроинженери, механици и техници, без които не бе възможно утвърждаването ѝ като нов и значим отрасъл в електронната ни промишленост.

Това бяха хора, които обичаха своята професия, работеха всеотдайно за издигане името на българската наука и просперитета на нашата промишленост.

Те положиха основите на акустоелектрониката в България и адаптираха най-високите световни постижения в развитието на пиезоелектричния кварц и кварцовите прибори.

В края на 80-те години България имаше своите високи технологии и не бива да тънат в забрава, както и поколението, което ги създаде, разви и реализира.

Благодаря за вниманието.

## Източници

- [1] Й. Младенов, О. Генчев, И. Димитров, П. Тотев 2003 *Панорама на електронната промишленост на България* (София) с.79.
- [2] Разпореждане на Министерски съвет No. 276 от 09.12.1965 г.
- [3] Г. Ботев, Мемоарни записки (неиздадени).
- [4] И. Кошинов, *Българската специална електроника (1951–1989)* 2005 (изд. Водолей, София).
- [5] Л. Спасов и др. 1971 *Резонатори кварцови херметизирани за честотен интервал 200 до 750 kHz* Отраслова нормала ОН-50003-71.
- [6] Р. Таргова, Л. Спасов и др. *Резонатори кварцови херметизирани* 1971, Български държавен стандарт БДС-9169-71.
- [7] М. Оное, L. Spassov 1973 “An experiment of two Dimensional Monolithic Crystal Filter” *Journal Institute of Industrial Science, University of Tokyo*, **25**(12) 29-31; 1974 *Comptes Rendus de l'Academie Bulgare de Sciences*, **27**(4) 465-468.
- [8] L. Spassov, M. Borissov 1977 “Studies on Monolithic Quartz Filters” *Bulgarian Journal of Physics* **4**(5) 523-532.
- [9] Н. Янчев, Л. Спасов 1975 “Филтри кварцови лентови за номинална честота 10.7 MHz” *Отраслова нормала* ОН-0952254-75.
- [10] М. Борисов и др., .....
- [11] Н. Янчев, Автореферат на дисертационен труд .....
- [12] Н. Янчев, Л. Спасов 1975 “Филтри кварцови за еднолентово предаване” *Отраслова нормала* ОН-0966283-75.
- [13] М. Borissov, D. Dechev, E. Yossifov, L. Spassov and I. Batanjiev 1982 *Comptes Rendus de l'Academie Bulgare de Sciences*, **35**(6) 761-763.
- [14] М. Borissov, M. Valchev, K. Grancharov, D. Dechev, E. Yossifov and L. Spassov 1981 *Bulgarian Journal of Physics* **8**(6) 614-624.

- [15] М. Борисов, М. Вълчев, К. Грънчаров, Е. Йосифов, Л. Спасов 1982 *Машиностроене* (5) 33-34.
- [16] M. Borissov, I. Vassilev, D. Dechev, E. Yossifov, L. Spassov, I. Velinov and A. Kunov 1982 *Bulgarian Journal of Physics* **8**(3) 314-321.
- [17] M. Borissov, D. Dechev, V. Kusev, E. Yossifov and L. Spassov 1982 *Bulgarian Journal of Physics* **9**(4) 353-366.
- [18] M. Borissov, L. Spasov, E. Yossifov, K. Grancharov 1985 "Studies on Hydrothermal Growth of Piezoelectric Quartz" *Proceedings of the 5th Conference on Electromechanical Devices and their Applications* (Tokyo, Japan).
- [19] М. Борисов, И. Аврамов, К. Грънчаров, В. Кутепова, Л. Спасов 1985 "Генератор с повърхнинни акустични вълни за честота 1025 MHz" *Втора научно-техническа конференция с международно участие, Акустоелектроника 85* (Пловдив) 204-207.
- [20] М. Борисов, Л. Спасов, Е. Йосифов, Е. Радева, К. Грънчаров, В. Кутепова 1985 "Проектиране и изработване на закъснителна линия с ПАВ за честотна стабилизация на генератор на 1025 MHz" *Втора научно-техническа конференция с международно участие, Акустоелектроника 85* (Пловдив) 199-203.

3rd National Congress on Physical Sciences, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia  
12 Section, Poster Session



ТРЕТИ КОНГРЕС ПО ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ

ИСТОРИЯ НА ФИЗИКАТА

СЕКЦИЯ

29 септември 2016 – 2 октомври 2016 г.

## History of the Bulgarian Meteorological and Hydrometeorological Service

**V. Andreev**

National Institute of Meteorology and Hydrology  
Bulgarian Academy of Sciences  
66 Tsarigradsko Shose Blvd, Sofia  
vassil.andreev@meteo.bg



**Abstract:** The history of the Bulgarian Meteorological and Hydrometeorological Service (MS/HMS) – one of the first Bulgarian institutions after the Liberation, is described in a book with the same title edition of “Prof. M. Drinov” acad. publ. Every modern state has such institution. The present name of MS/HMS – National Institute of Meteorology and Hydrology (NIMH) was given in Bulgaria with the two acts of Council of Ministers – Order 15 of 1989 and Decree 148 of 1991. Most of the events in the 125-year history of the Bulgarian MS/HMS are described in many articles, best stated in two books by the author in 2008 and 2014, by retail in 2015. The content is provided in 13 chapters with titles: Ch. 1 “*For the beginning of meteorology as a science and practice. International cooperation – a necessary condition for progress*”; Ch. 2 “*Dissemination of knowledge and the first Bulgarian research in Physics of the atmosphere and Meteorology*”; Ch. 3 “*The beginning of the organised activity of Meteorology and Atmospheric Physics in Bulgaria*”; Ch. 4 “*Main stages in the development of MS/HMS*”; Ch. 5 “*Characteristics of the first two stages of the history of MS/HMS – Department of Meteorology (1890 – 1934) and Central Meteorological and Seismological Institute (1934 – 1950)*”; Ch. 6 “*The Unified HMS of Bulgaria in 1950 – 1989*”; Ch. 7 “*Activities in hydrology in Bulgaria in 1900 – 1989*”; Ch. 8 “*Bulgarian HMS – NIMH in BAS since 1990*”; Ch. 9 “*A Brief History of the branches of NIMH*”; Ch. 10 “*Unconventional activities of MS/HMS*”; Ch. 11 “*Prominent people of MS/HMS*”; Ch. 12 “*NIMH in the first decade of the 21 century*”; Ch. 13 “*Celebrating (8 – 9.11.2010) 150 years of instrumental meteorological observations and 120 years MC/HMS*”. The respect of NIMH in the international and national aspect was seen by the welcoming of the highest specialized international organizations presented by Dr. Michel Jarraud, Secretary-General of WMO – World Meteorological Organization, specialized authority of the United Nations; the President of the European Meteorological Association Dr. Fritz Neuwirth as well as the highest leadership of the country – National Assembly, Min. Council, BAS, many Bulgarian universities, institutions, local authorities etc. Chapter 13 ends with a rich set of photographs of the celebration. The book is supplemented with an English translation of contents and summary (20 pages). This and the luxury edition make it available for foreigners. Details on the history of MS/HMS are available in two other books by V. Andreev: “*120 years Bulgarian Meteorological and Hydrometeorological Service*” Part 1 (335 p.) and Part 2 (272 p.) Eds Demeter, Sofia. 2008.

Значими събития за начало на организираната дейност по метеорология у нас били: (а) откриване на първата българска метеорологична станция (01.02.1887); (б) учредяване на национални ръководни органи – Централна метеорологична станция (ЦМС) – 20.02.1890 г. и Дирекция на метеорологията (ДМ) – 01.01.1894 година.

Метеорологичната станция, създадена и обслужва от българи, поставили в двора на мъжката гимназия в София до ботаническата градина на Софийския университет (СУ) “Св. Кл. Охридски” срещу площада с паметника на В. Левски. Основал я Марин Бъчваров (1859 – 1926 г.), учител по физика в мъжката гимназия, по-късно професор по астрономия, създал и Астрономичната обсерватория към СУ. Станцията работи до 1992 г., но бе закрыта поради кражби и погроми!

Учредяването на ръководни органи – Централна метеорологична станция и Дирекция на метеорологията – съответно през 1890 и 1894 г., посочва началото на българската метеорологична служба. На 20.02.1890 г., с предписание от Министерство на народното просвещение първата българска метеостанция станала Централна метеорологична станция (ЦМС), а Спас Вацов – завеждащ ЦМС. Назначението било със задължение “за уреждане и управление на всички други станции”, съществуващи и ново откривани у нас. В статии на Р. Калчева и К. Янков в 1934 г. се прави рекапитулация на създаването и увеличаването на метеорологичната мрежа, посочени са и факти за изпълнение на това задължение. Например от 1887 г. до началото на 1894 г. Дирекцията вече имала 24 метеорологични и 60 дъждомерни станции. Показателен е факта, че през 1891 г. за пръв път български представител – С. Вацов, завеждащ ЦМС-София бил поканен за участие в Конференцията на директорите на метеорологичните институти в Мюнхен; от Балканския полуостров била поканена и Румъния.

Събитията към 20.02.1890 г. са основание за известни наши авторитети (напр. К. Янков, 1930, 1931; С. Панчев, 1987; в брошури на НИМХ от 1995 и 2001 г. и др.) да направят логичното заключение, че “*фактически това е началото на метеорологичната служба в България*”. Ръководният орган – ЦМС обаче все още бил второстепенно звено в Министерство на просвещението, а С. Вацов – с основен щат като учител по физика в девическата гимназия. В 1893 г. за пръв път в държавния бюджет целево имало средства за ЦМС и в август 1893 г. назначили и първия щатен служител-Константин Малков, наблюдател в ЦМС. Тези факти сочат, че организацията и функциите на държавна институция, присъщи

на метеослужба, са създадени с предписанието на това Министерство от 20.02.1890 г., а укрепването ѝ продължило в следващите 3 години. С княжески указ от 01.01.1894 г. официално се създава самостоятелно държавно учреждение – Дирекция на Метеорологията (ДМ) с директор Спас Вацов, задължено да организира наблюдения, да събира и публикува данните от тях. Дирекцията вече имала щат (директор, канцеларист и 2-ма наблюдатели) и я имало редовно в държавния бюджет. Вацов напуснал девическата гимназия.

Може би става ясно, че задачите и на двете институции – ЦМС и Дирекцията на метеорологията били присъщи на национална метеорологична служба. Тези исторически факти показват, че такава служба се изгражда в България не с еднократен акт, а през сравнително кратък период около 7 години – от 1887 до 1894 г., т.е. преди повече от 125 години. В този смисъл през 1894 г. завършва началният етап от създаването на Метеорологичната служба, започнал в 1887 г. Това се изтъква от редица автори, включително в статии на видни наши метеоролози като К. Янков (1931), К. Киров (1950) и др.

Историята на нашата Метеорологична и Хидрометеорологична служба (МС/ХМС) може да се раздели на 4-и основни етапа (В. Андреев, 2008; 2014)

Първият етап обхваща периода от 1887 до 1934 г., започвайки с откриване на първата българска метеостанция (01.02.1887 г.), наречена ЦМС от 20.02.1890 и Дирекция на метеорологията (ДМ), официално обявена на 01.01.1894 г. Организатор и ръководител на метеорологичната дейност в България е Спас Вацов (1856 – 1928 г.), изтъкнат за времето си учен, преподавател и общественик, който от 7.08.1884 г. е действителен член (академик) на Българското книжовно дружество (по-късно – БАН). Този пръв директор на българската Метеослужба се посветил изцяло на управлението ѝ в течение на 38 години, от основаването ѝ до края на живота си – 01.02.1928 г. След кончината му в 1928 г. директор става Киро Т. Киров (1897 – 1961) – изтъкнат климатолог и сеизмолог, изпълнявал длъжността  $\approx$  22 години – до 01.04.1950 г. Главна задача през първия етап била организационното и техническото укрепване, и развитие на метеорологичната мрежа от станции за наблюдение в страната. За научната дейност на Дирекцията – ДМ, особен интерес представляват работите на *“рано загиналия в Първата световна война главен асистент в ЦМИ, д-р Стайко Стайков (1882 – 1915). За 15-годишната си дейност в Дирекцията, той поставил началото на научната метеорология, климатология и сеизмология напълно на нивото на тогавашната наука”* (К. Киров, 1950).

До 1934 г., от 25 души в ДМ, изтъкнати учени, освен Вацов и Стайков, били: Русчо Райнов-асистент и доцент от 1908 г.; професор от 1926; от 02.09.1946 – пръв ръководител на катедра Метеорология и геофизика към Физико-математическия факултет на СУ; Киро Т. Киров – постъпил на 01.05.1924 г., директор на ЦМИ от 1928 г.; Кирил Ат. Янков – физик и сеизмолог, гл. асистент (1928 – 1949); акад. Любомир Кръстанов – асистент от 15.10.1932 г.; правел наблюденията на вр. Мусала през 1932 – 1933 г.; от 1959 бе зам. председател, в 1961 – 1968 г. – председател на БАН; ръководил и ХМС през 1950 – 1960 г.

Интересен факт е, че в ДМ работили видните поети: “нежния” Димчо Дебелянов и “трагичния” Пейо Яворов. Дебелянов бил на длъжност “пресметач”, а 3 години (26.09.1906 – 10.09.1909) – “изчислител”, проверяващ регистрацията на валежа, температурата и другите елементи на времето, една необходима дейност за климатичния архив, т.е. за историята на климата в страната. Скромни приноси имал и Пейо Яворов като щатен телеграфо-пощенски служител в Чирпан за регистриране на времето и климата, но и нещатен (доброволен) метеонаблюдател в дъждомерна станция Чирпан (01.1896 – 03.1897 г.). Данните вписвал в дневниците като Пею Крачолов Тодоров. Бедствените явления и мъката на селските труженици, отеквали дълбоко и с болка в душата на поета и вълнуващо са отразени в стихотворението му “Градушка”.

Вторият етап от историята на българската МС/ХМС започва с преименуването в 1934 г. на Дирекцията на метеорологията (ДМ) в Централен метеорологичен (и сеизмологичен) институт (съкратено ЦМИ), наричан така до 1950 г. И в този етап, както и през цялата история на тази национална служба, основна задача е организиране и управление на националните мрежи от станции за метеорологични наблюдения, и на национален метеорологичен архив от данни. Според К. Киров (1950), след 1929 – 1930 г. настъпил по-голям скок в разширяването на дъждомерната и метеорологичната мрежа на ДМ и ЦМИ. “През 1932 г. за ‘Втората полярна година’ у нас настъпил особено ентузиазирани и творчески период специално за високопланинската метеорология. От сътрудничеството главно на метеоролозите от ЦМИ и организираните туристи, през 1932 година е построена метеорологичната наблюдателница на в. Сталин (бивши в. Мусала), през 1935 година наблюдателница – на Черни връх, а в 1940 година и на връх Ботев (бивши Юмрукчал). Това са най-високите метеорологични обсерватории не само в България, но и в целия Балкански полуостров. Обективната преценка ги определя...като едни от най-самобитните прояви на българското метеорологично дело, имащи и общоевропейско значение”. Освен за изучаване



климата на планините, наблюдателниците имали значение за осигуряване на въздухоплаването и за краткосрочната прогноза на времето.

Усилвала се и приложната дейност по метеорологичното и сеизмично осигуряване на страната. Според К. Киров (1950) *“През 1931 година у нас се появиха във вестниците и станаха достъпни за публиката ежедневните прогнози за времето, издавани от Военната метеослужба”*, ползваща *„модерни термодинамични и аерологични методи (главно на норвежката школа)”*. До 1950 година ги издавала тази служба, а после – ХМС.

Научноизследователските и приложни задачи на Хидрометеорологичната служба (ХМС) през първите два етапа от историческото ѝ развитие най-кратко формулирал К. Киров (1950) така: *“Главните задачи на ЦМИ (вкл. Дирекцията – ДМ) са: проучване климата и климатичното райониране на България, главно в услуга на земеделието, но и на цялата стопанска, техническа, медицинска и друга практика”*. На ЦМИ възложили още организирането на сеизмологична служба (тя е в ЦМИ до 1950 г.), но и на неразривно свързаната със сеизмологията хронометрична служба. В 1942 г. тя преминава в Астрономичната обсерватория към Софийския университет. След 40-те години на 20 век в ЦМИ открили специални отдели за високопланинска метеорология, за метеорологични инструменти, за земеделска метеорология и екология, и други.

От 1887 до 1906 г., ЦМС и Дирекцията (ДМ) са към Министерство на просвещението, а после, до 1934 г. – към Министерство на земеделието. В 1934 г. ДМ става Централен метеорологичен (и сеизмологичен) институт (ЦМИ) и преминава към Министерство на стопанството. От 1990 г. ХМС е преобразувана в Национален институт по метеорология и хидрология – НИМХ.

През 1922 г. била открита втора Метеорологична служба – Служба за времето към Дирекция на въздухоплаването с ръководител Ник. Негенцов (1888 – 1942) и главна задача *“да осигури аеропланните летения, да е в услуга на отбраната и да създаде модерно звено за краткосрочно прогнозиране на времето”*.

Важна част от дейността на двете метеослужби (ЦМИ и Служба за времето) било относително активното им участие в международния метеорологичен живот. Ръководителите участвали в Конференциите на директорите на ХМС/МС, в Европейската регионална комисия и в Международната Комисия за въздухоплавателна метеорология. Имали и членове на комисиите за климатология, земеделска метеорология и синоптична информация на времето (Киров, 1950).

Третият етап от историята на МС/ХМС почва с Постановление (ПМС) от 27.07.1950 за създаване на единна ХМС при Министерския съвет с цел да се преодолее разпръснатостта между няколко учреждения на изследователската и приложната дейности по метеорология и хидрология у нас. Хидрология (главно измервания) провеждали в Хидрографска служба към Министерство на земеделието; от 1947 тя преминава в Министерство на електрификацията, наричана от 1950 г. – Хидроложка служба.

ПМС от 27.07.1950 г. предвиждало ХМС да съгласува работата на сродните служби: (а) към Министерство на земеделието – ЦМИ; (б) към Министерство на Народната отбрана – Метеослужба във войската (ВВС) и Военноморска хидрометеорологична служба; (в) към Министерство на електрификацията – Хидроложка служба; (г) към Министерство на здравето – секция по биоклиматология на Централен институт по физиотерапия и курортология. ПМС от 27.07.1950 г. било начало на мащабен растеж и прелом на дейностите по метеорология и хидрология в България.

Събитие бил фактът, че от март 1967 г. телекомуникационният център на ХМС в София официално утвърдили за Регионален център (РТЦ) на СМО със зона на отговорност България, Албания, Румъния, Югославия, Кипър, Сирия, Йордания и част от Черно и Средиземно морета. Името на РТЦ-София застава до тези на РТЦ – Москва, Лондон, Париж, Прага, Виена, Стокхолм, Офенбах и Рим. Така започва бързо развитие и на свързочната система на ХМС, съставена от: РТЦ-София - главен център; Районни свързочни метеоцентрове (РСМЦ) в Районните управления на ХМС (РУХМ) в Пловдив, Варна, Плевен; Свързочните центрове на ПВО и ВВС, на БГА “Балкан”, УППД-Русе, ВМФ-Варна; Областните х.м. бюра(ОХМБ); синоптични станции на ХМС.

През 3-ия етап (1951 – 1989) ХМС е типичен представител за страни с изостанало техническо и технологично оборудване, но успяващи да поддържат на добро ниво х.м. осигуряване на страната си, при наличие на подготвени кадри по метеорология и хидрология. Показателен пример бе изключително полезната дейност на ХМС, тогава наричана ГУХМ (Главно управление) към БАН, за измерванията, анализите и информирането на ръководните органи и обществото по време на трагичната авария в АЕЦ-Чернобил (26.04.1986).

Четвъртият етап в развитието на МС/ХМС у нас почва с два документа на Министерския съвет: Разпореждане от 02.11.1989 и Постановление от 25.07.1991 г. С тях се закриха

ГУХМ и Институт по хидрология и метеорология (ИХМ), а от 1990 година бе създаден единен Национален институт по метеорология и хидрология (НИМХ) към БАН с филиали в Пловдив, Варна, Плевен и Кюстендил.

Главни успехи в четвъртия етап от историята на МС/ХМС :

(1) НИМХ запази конвенционалните дейности, присъщи на национална ХМС и разви някои от тях. Например, чувствително нарасна броят на служителите на НИМХ, участващи в международни проекти, специализации, школи, курсове и други мероприятия на Световната Метеорологична Организация (СМО), Европейския съюз (ЕС) и на други държави. Специално трябва да се изтъкне качествена промяна в последните 10-15 години на техническите средства за измерване и наблюдаване параметрите на атмосферата и хидросферата като: замяна на аерологичното сондиране на атмосферата с принципно нова система за измервания във височина на фирмата “Вайсала” (VAISALA); значително нарасна броят на микропроцесорните Автоматични метеорологични станции (АМС) за приземни измервания, произвеждани у нас; на устройства за обработка и регистрация на данни и други. Въвеждането на нови технически средства позволи развитие на технологиите при съставяне на прогнозите за времето и други дейности. Примери са системите: радарна с-ма и с-ма за приемане на информация от спътници “МЕТЕОСАТ”- второ поколение и използването им при прогнозата за времето, вкл. и за опасни явления. Това обаче не ставаше много бързо! Снимки от орбитални спътници от видимия диапазон се приемаха в свързочния център на ГУХМ още от средата на 80-те години, но с доста несъвършена апаратура, тъй като системите с приемане и обработка на спътникова информация бяха много по-скъпи от тези само за приемане. Наличието им обаче бе нужна предпоставка за усъвършенстване на много от технологиите в ХМС. Промяната започна с подписване през 1995 г. на Споразумение между НИМХ и EUMETSAT за използване на снимки от спътниците МЕТЕОСАТ. Последва участие на наши сътрудници в международни проекти и друг вид специализации. През 2003 г. НИМХ предложи на Мин. съвет присъединяване на България към EUMETSAT и в 2004 г. БАН подписа от името на правителството споразумение, което даде на България статут на асоцииран член и условия за интегриране на НИМХ-БАН в европейски инициативи в тази област.

(2) Развитие на технико-технологичните основи на изследователските и оперативните дейности в НИМХ,

стимулираше изследванията и внедряването на успехите им. Все пак, главни бяха резултатите от активността на международната общност, направлявана от СМО. Известен принос имаха и неголям брой служители на НИМХ, главно с компетентната си работа в международни колективи. Ето някои примери:

Решителният напредък в изследователската и оперативната работа по прогнозата на времето у нас бе следствие от българското участие в международни проекти. Той започна с подписване през м. XI. 1990 г. в Тулуза на документ за сътрудничество на МЕТЕО-ФРАНС с 5 метеослужби от бившите соцстрани, вкл. НИМХ. Много полезен факт от това бе участието на сътрудници на НИМХ в голям международен колектив от специалисти по числено моделиране и прогноза на процеси и явления в атмосферата, моретата и реките. Важна част бяха и работите за подобряване и адаптация към други територии на два френски модела - глобален IFS/ARPEGE и за ограничена територия – ALADIN. Най-важен резултат от работата на нашите експерти бе, че за пръв път в историята на българската метеорология и хидрология през 1999 г. в НИМХ бяха внедрени за оперативна експлоатация следните резултати:

(а) регионален числен модел за прогноза на времето по международен проект ALADIN – “Интегрирана прогностична система ALADIN” (система за динамична адаптация чрез нехидростатичен числен модел), като рамка за дългосрочно международно сътрудничество по числена прогноза на времето, включващ 14 метеослужби от Западна и Централна Европа и Европейския център за средносрочни прогнози на времето (ЕЦСПВ), организиран и воден от МЕТЕО-ФРАНС;

(б) проект на НИМХ и МЕТЕО-ФРАНС “*Оперативна система за анализ и числена краткосрочна прогноза на ветровото вълнение в басейна на Черно море*”, внедрена в 1999 г. Тя бе изградена на спектрален вълнов модел, използващ за входна информация данни за полето на приводния вятър, получавани от френския глобален модел ARPEGE; Резултатите от модела (48-часова прогноза на височината и периода на ветровите вълни, и посоката на разпространението им) се изпращат ежедневно и представят като карти в секторите “Прогнози“ на НИМХ в София и Варна. В технологичната линия на Системата има модул за архивиране на моделните вълнови полета и сравняване на моделните резултати с данни за вълнението от спътниците ERS-1 и ERS-2 за 1999 г. През 2007 г. бе внедрена нова версия на системата за 72-часова прогноза на вълнението в Черно море по изявени числени хидродинамични модели;

(в) НИМХ и МЕТЕО-ФРАНС завършиха проект *“Моделиране разпространението на нефтени разливи в басейна на Черно море”*, адаптиран за прогноза на разливи от природни бедствия или аварии. Той продължава да се подобрява.

(г) През четвъртия етап от историята известно развитие достигна и научно – изследователската работа в НИМХ по “класическите” направления за нашата МС/ХМС. Изследванията, например за въздействията на климата над дейности на хората се представят с държавни стандарти, известни като *“Строителни норми и правила”*. В тях са залегнали Европейски стандарти като “ENV 1991-2-4, Eurocode1”, вкл. Part 2-4 *“Action on structures-Wind actions”*. Те се приемат у нас от 1990 г. по разработки от НИМХ. Такива са строителните норми за *“Въздействия на конструкциите”*, вкл. и за *“Въздействие на вятъра над строителните конструкции и съоръжения”*.

Други изследвания са по: възобновяеми източници на енергия; агрометеорология и агроклиматология; изменение на климата, влиянието им и адаптиране към тях; физика на облаците и валежите, вкл. активно въздействие над атмосферни процеси; метеорологичен аспект на замърсяването на въздуха и създаване на Системи за Ранно Предупреждение (СРП) (Emergency Response System) за разпространение на замърсители при крупна ядрена авария; замърсяване на водите (речни; морски и др.); хидрологични проекти, вкл. по интегрирано управление на водите и системи за прогноза на наводненията; по влиянието на изменението на климата над елементите на водния баланс и др.

## **Литература**

- [1] В. Андреев *120 години българска метеорологична и хидрометеорологична служба* 2008 ч.1; ч.2 (Изд. Деметра, София).
- [2] В. Андреев *История на българската метеорологична и хидрометеорологична служба* 2014 (АИ М. Дринов, София).

3rd National Congress on Physical Sciences, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia  
12 Section, Poster Session



ТРЕТИ КОНГРЕС ПО ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ

ИСТОРИЯ НА ФИЗИКАТА

СЕКЦИЯ

29 септември 2016 – 2 октомври 2016 г.

## The Start of the Aviation and Aviation Meteorology in Bulgaria

**V. Andreev**

National Institute of Meteorology and Hydrology  
Bulgarian Academy of Sciences  
66 Tsarigradsko Shose Blvd, Sofia  
vassil.andreev@meteo.bg



**Abstract:** The first attempt for a controlled flight with motor apparatus, heavier than air (airplane), was made 12.12.1903 in US by the Wright brothers. According to Raykov R. (2012) the Bulgarians Konstantin Georgiev, Dr. Nikola Genadiev, Mihalaki Georgiev and Vasil Zlatarev flew on 19.08.1892, with a spherical balloon which was with gas lighter than air; on 22.06.1903 they have created a balloon detachment and on 20.04.1906 with a Decree of Prince Ferdinand developed in Aircraft division; the first airplane flight at Bulgaria was in 1910; in July 1912 were bought 7 aircraft and was created the Airplane compartment, in 28.09.1914 it was closed before the Treaty of Neuilly; reinstated in 15.12.1923, as an Aircraft school and became a center for training on aviation. Relocated is 1926 in Kazanlak. The years after the World War I were a difficult period for the Bulgarian aviation - The Treaty of Neuilly (27.11.1919) forbid Bulgaria to have military aviation and to do airplanes flights. Since Dec. 1920 there is Aircraft Division with police-customs functions. Since 30.03.1922 it was closed at the request of the Internal Control Commission, but restored in April 1922 and since 15.07.1924 became Directorate of Air Navigation.

The aviation needs require more research on the impact of weather conditions over flights by creating an aviation meteorological services (AMS), medical and maintenance services. Due to its small financial and personnel resources Department of Meteorology (built 1890-94) could not form AMS. After Rules established by Commission from Sofia University, Defense Ministry and Department of Meteorology of 28.06.1922 founded Military AMS, named Weather Service at the Department of Aviation. Acad. S. Vatsov proposed the our famous in that time specialist on a meteorology N. Negentsov for aerologist in the Weather service and his proposal was accepted. The National Assembly adopted on 01.07.1925 Law on aeronautics with the Aeronautical Directorate and "The Weather Service". The Weather Service had created 83 monitoring stations by 1929 as a basis of a network of meteorological stations and unique for country sections for weather prediction, climate and technical testing station; provides takeoff and landing of aircrafts of Lufthansa - Germany; Ala Litoria - Italy, Aeroflot - USSR; in 1940-1941 military airport Bojurishte issued more than 1600 weather bulletins flights. "Weather Service troops" have helped other kinds of troops and since 31.08.1940 grow up to Military Meteoservice. It had a good international reputation: member of the International Weather Organization (WMO/IMO), represents Bulgaria in the World Network of Stations. By 1935 Negentsov trained staff and wrote: "Textbook of Meteorology"(1928), "Short Aviation Meteorology"(1931) and 25 books and brochures. Important merit for the Weather Service are: first special forecasts for aviation (1922), and from 1929 forecasts for newspapers; began operations in meteorological instrumentation and aerology. Its participation is important for the development of the established in 1887-1994 Bulgarian MS/HMS, which significantly added to the spectrum of structures and activities required for every MS/HMS. More information can be found in the books by Raykov R. (2012) and Andreev V. (2008; 2014).

Полетите в атмосферата на Земята били показател за нивото на научно-техническото развитие на човечеството. Първият опит за контролиран полет с моторен летателен апарат по-тежък от въздуха, наречен аероплан, извършили велосипедните механици от САЩ Уилбър и Орвил Райт, известни като братя Райт, на 12.12.1903 година. Такъв стремеж имало и в България. Според Р. Райков (2012) българите Константин Кънчев, Васил Златарев, д-р Никола Генадиев и Михалаки Георгиев летели на 19.08.1892 година със сферичен балон; на 22.06.1903 година у нас била създадена команда по балонно дело с командир В. Златарев; от 20.04.1906 година с Указ на княз Фердинанд и Заповед на военното министерство създали Въздухоплавателно отделение към Железопътната дружина; първият полет с аероплан у нас е през 1910 година, а през юли 1912 година закупили 7 самолета и създали Аеропланно отделение във войската към Инженерните войски с командир Симеон Петров, базирано на летище, северно от гр. София.

От 28.09.1914 година било създадено Аеропланно училище, но около година преди Ньойския договор, в края на 1918 година, то е разформировано, но възстановено на 15.12.1923 година. По-късно го нарекли Въздухоплавателно училище и било център на учебната дейност по въздухоплаване. В 1926 г. е преместено в Казанлък.

Р. Райков (2012) пише, че годините след Първата световна война били тежък период за българската авиация. Ньойският договор (27.11.1919 година) забранил на България да провежда полети на самолети и да притежава военна авиация. От 01.12.1920 година на летище Божурище създали Въздухоплавателно отделение към Жандармерията с митническо-полицейски функции. По настояване на междусъюзническата контролна комисия го закрили от 30.03.1922 година, но от 01.04.1922 година е възстановено към Министерство на железниците, пощите и телеграфите. От 15.07.1924 година било наречено Дирекция на въздухоплаването.

Зараждането на авиацията в света и у нас предизвиква поява на нова област в метеорологията – авиационна метеорология. Целта била да се провеждат изследвания за влиянието на атмосферните условия над полетите, вкл. и за приложните и оперативни аспекти на това влияние. Трябвало и у нас да се създадат авиотехническа, медицинска и авиометеорологична служби. Скромният финансов и кадрови ресурс обаче не бил по силите на Дирекция на метеорологията (открита и утвърдила се през 1890 – 1894 година) да създаде авиометеорологична служба в България. Това станало възможно, когато по заповед

от Министерство на просвещението, Комисия от Военното министерство, Софийския университет и Дирекция на метеорологията подготвила Правилник за такава служба и от 28.06.1922 година била създадена Военна авиометеорологична служба, наречена “Служба за времето”. Акад. Спас Вацов предложил и началник на “Служба за времето” назначили Никола Негенцов – най-известният тогава български специалист в тази област. На 01.07.1925 година Народното събрание приело Закон за въздухоплаването и към Дирекция на въздухоплаването включили и “Служба за времето”.

Службата за времето създавала до 1929 година мрежа от метеорологични станции за наблюдения с 3 вида станции: аерологични (в главни летища – с до 7 приземни наблюдения през 3 часа и до 3 пилотни наблюдения, за посоката и скоростта на вятъра във височина над станцията чрез балони, напълнени с газ, по-лек от въздуха и носени от вятъра); пълни или летищни станции (с 5-7 наблюдения за 24 часа на всички приземни метеоеlementи) и помощни станции (те са под въздухоплавателните трасета и правели 4-5 дневни окомерни наблюдения, вкл. валеж и приземен вятър). Служба за времето създавала и уникални у нас секции по: предсказване на времето, климатична и изпитателна секция с техническа. станция, но и вътрешна за страната наблюдателна мрежа от 83 метеостанции, като начало на мрежата от синоптични станции у нас. Службата осигурявала кацане и излитане на самолети на чужди компании: Луфт Ханза-Германия, Аеро Флот-СССР, Ала Литория-Италия и др. За около година (1940 – 1941) военното летище Божурище издало над 1600 метеобюлетени за излитане.

На 27.07.1934 година било обявено създаване на Въздушни войски. Службата за времето достигнала до 1940 година голямо развитие и подпомагала метеорологичното осигуряване и на другите родове войски. От 31.08.1940 година Службата за времето на Военно въздушните сили става “*Метеорологична служба на войските*”.

Службата за времето освен национален, придобила и значим международен авторитет, Тя била член на Международната Метеорологична Организация (ММО) и представител на страната в Международната наблюдателна мрежа по метеорология, в която участвали избрани национални метеостанции с 6-8 наблюдения в единни часове, излъчвани от държавен радиопредавател с дадена честота. До 1940 г. ръководителят на службата Негенцов бил член на три Комисии на Международната метеорологична организация и в 1935 година представлявал страната в VII Конференция на директорите на тези служби. Международната метеорологична



организация чрез Международната комисия по аерология организираше нерегулярни изследвания на ниската тропосфера в конкретни дни/периоди, които от 1932 година възложили на “Служба за времето”.

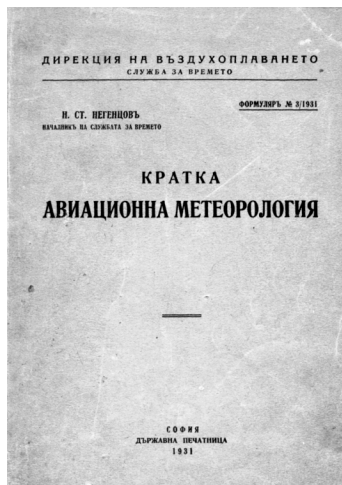
Метеорологичната подготовка на летци и други военни лица провеждал до 1935 година Никола Негенцов, а след това – заместника му Димитър Бакалов. Лично от Негенцов или под ръководство му са написани пособия по преподаваните предмети. През подготвителния период Негенцов написал: Учебник по метеорология (1928 година; 423 стр); Метеорология за летци (“Кратка авиационна метеорология”, София, 1931) и още 25 книги и брошури по теорията и практиката на наблюденията и осигуряването на полетите.

Съпоставянето на дейностите на националната и военната метеослужби до 40-те години на 20 век дали основание на видни наши автори, като Киро Киров (1950) директор на Дирекцията по метеорология (Централния метеорологичен институт) в 1928 – 1950 година, че на този етап от историята на страната ни, дейността на военната служба допълвала националната службата. Втората метеослужба, създадена 30 години след първата, запълнила необходимите ниши в тези дейности у нас.

От най-големите заслуги на “Службата за времето” била, че първа у нас почва да изготвя и издава прогнози за времето. В началото това са специализирани прогнози за авиацията (от 1922 година), а после от 1929 година – общи прогнози за населението, както и други специализирани прогнози. От 1931 година прогнозите за общо ползване се публикуват във вестниците. Прогностичната дейност на военната служба започнала с проучване и овладяване на най-модерните за времето си методи по синоптична метеорология (напр. “Норвежката школа”), продължила с организиране на мрежа от станции за синоптични наблюдения, а малко по-късно започнало изготвяне и издаване на регулярни прогнози за времето. Започнали и измервания на параметрите на планетарния граничен слой и на свободната атмосфера, т.е. поставени са основите и на аерологията, което било необходимо не само за авиацията, но и за изготвяне на прогнозите за времето. “Служба за времето” полага и основите на работите у нас по проверка и ремонт на метеорологична апаратура, а частично и по съответно приборостроене. Така организирането и издаването на регулярни прогнози за времето налагало дейност и по два други клона на метеорологията – аерология и метеорологичен инструментариум. Това са основанията за твърденията, че “Служба за времето” към ВВС е държавно учреждение, което взело важно участие в развитието на изградената в 1887 – 1894 година българска метеорологична и хидрометеорологична служба (МС/ХМС). Тя

започнала и развила дейности, съществено допълнили спектъра от дейности и структури, нужни на всяка национална метеорологична служба / хидрометеорологична служба. След 1940 – 1950 година “Служба за времето” става все по-специализирана за осигуряване дейността на авиацията у нас. Повече данни има в книгите на чл.-кор. Васил Андреев (2008; 2014) и в книгата “90 години Метеорологична служба в българските военновъздушни сили” (София, 2012 година) на д-р Румен Райков – физик-метеоролог, началник от 15 септември 1989 година до 2015 година на Главния авиометеорологичен център (ГАМЦ) на ПВО и Военно въздушните сили. Главният авиометеорологичен център е променял няколко пъти названието си като от 1 септември 1996 година е самостоятелно поделение на Военно въздушните сили, а от 1 юни 2005 година е наречен Метеорологичен център на Военно въздушните сили.

**Приложение:** Корица на български учебник по авиационна метеорология



“Н. Негенцов, Кратка авиационна метеорология за военни метеоролози (учебник за летци), издадена от Служба за времето към Дирекция на въздухоплаването, София, Държ. Печатница, 1931, 64 с. Предговор: Зависимостта на летенята от времето е факт, който не подлежи на съмнение. Наистина, колкото летателната машина е по-мощна, толкова и влиянието на атмосферните условия върху нея се чувствуват по-слабо, но все се чувствуват. Ние сме още твърде далеч от оня момент, когато въздухоплавателната техника би направила летенята напълно независими от времето. Може би и днес ще се намерят хора, макар и отделни единици, които

авторитетно да твърдят, че може да се лети и без допитване до метеоролозите. Да, може! Но това “може” трябва да бъде само като изключение, но не и като правило. Практикаа в чужбина и у нас е богата с много примери, при които това “може” се е заплащало твърде скъпо. Както това има място във всички други области на съвременния културен подем, така и в областта на въздухоплаването чувствата винаги трябва да отстъпат място на разума. Лицето, на което предстои да предприеме летене, може да бъде от най-опитните, смелите и с воля летци, неговата машина може да вдъхва абсолютно доверие, но когато към тия похвални и от първостепенно значение качества се прибави и едно предварително проучване на господстващите в момента атмосферни условия и на възможните близки промени въ тях, вероятността за нежелателни и пакостни за делото инциденти при летенето се намалява до минимум. Има случаи, когато летецът ще трябва да излети въпреки неблагоприятното време. Особено това важи за военния авиатор в време на война. Но дори и тогава сведенията, които той би получил от метеорологичната служба само ще го улеснят в изпълнението на неговата задача. За цивилното въздухоплаване, обаче, което носи отговорност за живота на своите

пасажери, метеорологичното подсигуряване е повече от наложително. Тъкмо затова създаването днес на специална авиационна метеорологична служба при аеродромите е необходимост, а метеорологичното обучение на авиаторите – дълг. Настоящата кратка авиационна метеорология, която ние поднасяме на нашите летци, има за цел в твърде сбита форма да ги запознае с по-важните метеорологични фактори, които са от непосредствено значение за летенията. По-големи подробности ще се намерят в отпечатания от нас по-рано “Курсъ по метеорология”, Казанлък (1928).

*Съдържание.* Глава I. Разпространение и състав на атмосферата; Гл. II. Метеорологични фактори – стр. 7-28; Гл. III. Метеорологични уреди – стр. 29-35; Гл. IV. Влияние на метеорологичните фактори при летенията – стр. 36-46; Гл. V. Предсказване на времето – стр. 47-52; Гл. VI. Бури – стр. 53-56; Гл. VII. Авиационна метеорологична служба – стр. 57-64.

*Литература:* Р. Райнов, Атмосферата като среда за въздухоплаването, София (1920); Н. Негенцов, Курс по метеорология, Казанлък (1928) 423 с.; Н. Негенцов, Доклад за организацията на Авиационните военни метеослужби в Германия, Казанлък (1930); Н. Негенцов, Практика на наблюденията въ военните метеорологични станции, С. (1929); F. Fischli, Aeronautische Meteorologie, Berlin (1924); Dr. G. Burhardt, Fliegerwetterku de, Berlin (1927); Dr. F. Linke, Aeronautische Meteorologie, München (1911); F. Fischli, Aero-nautische Meteorologie, Berlin (1924); Dr. G. Burhardt, Fliegerwetterku, Berlin (1927); Dr. F. Linke, Aeronautische Meteorologie, München (1911); Dr. F. Linke, Die meteorologische Ausbildung des Fliegers, Berlin (1917); K. Wcgener, Vom Fliegen, München (1922); A. Angot, Traité élémentaire de météorologie, Paris (1916); J. Bouch, Préparation météoroogique des voyages aériens, Paris (1920); A. Baldit, Etudes élémentaires de météorlgie pratique, Paris (1923); П. Молчанов, Атмосфера, Петроград (1924); Виткевич и Кулаков, Инструкция аэронавига-ционным станциям военных воздушных сил, Москва (1925); Н. Калитин, Метеорология и азрология, Ленинград (1926); А. Клосовский, Основы метеорологии, Одесса (1918); В. Виткевич, Основные сведения по азрологии, Москва (1925) и др”.

Авторът Никола Станчев Негенцов (20.03.1888 – 15.01.1942) е роден в Габрово. Завършил физика в Одеския университет. До 1922 г. е асистент в ЦМС. Пръв н-к на “Служба за времето” от 26.06.1922 г., която напуска след 18 години на 18.06.1940 г. по здравословни причини. През 1940г е заместен от Димитър Бакалов, а през 1944 г. – от Николай Савов. По-пълни биографични и творчески бележки за Н. Негенцов има в книгите на В. Андреев за историята на българската метеорологична и хидрометеорологична служба (2008; 2014) и Р. Райков (2012).

## Литература

- [1] Р. Райков, 90 години Метеорологична служба в българските военновъздушни сили (2012).
- [2] В. Андреев, Върху началото на дейностите по авиационна метеорология в България в: Сборник доклади Конференция с международно участие 2009 (BulTrans) 16-19.
- [3] В. Андреев, 120 години българска Метеорологична и хидрометеорологична служба 2008 ч.1; ч.2 (Изд. Деметра, София).
- [4] В. Андреев, История на българската метеорологична и хидрометеорологична служба 2014 (Акад. изд. Проф. М. Дринов).



## The creative hobby of the notable scientist G. Nadjakov

### S. Balabanov

Institute of Solid State Physics  
Bulgarian Academy of Sciences  
72 Tsarigradsko shose Blvd, Sofia  
sbalab@issp.bas.bg



Творческият път на акад. Георги Наджаков започва с неговата специализация през 1925 – 1926 година в Париж в лабораторията на неговия учител проф. Пол Ланжвен, който му определя изследователската тема “*фотопроводимост на сярата*” и измерителния уред – прецизен квадрантен електрометър на Curie-Debierne.

Изследванията, които той провежда са от областта на обемните фотоелектрични свойства на сярата и са дадени в първата му работа, а втората е посветена на фотополяризационните свойства. От първата се ражда идеята за фотоелектретното състояние на сярата, формиращо се в обема на изследвания материал при едновременното действие на електричното поле между двата електрода, като единият е вода. Последното дава възможност за хомогенно облъчване на сярата, като се елиминира влиянието на електрод от метал. Обяснението на получавания ефект като обемно състояние на сярата са публикувани през 1937-1938 година, когато Г. Наджаков е завеждащ катедрата по Опитна физика във Физико-математическия факултет на Софийския университет.

От гореизложеното следва, че Г. Наджаков би трябвало да развива изследванията в същата област. Но през 1937 година той публикува една работа [1], свързана с пасивитетната теория на латентния образ. Изследването тук на пръв поглед няма връзка с фотоелектретното състояние, но според мен това той прави за да го свърже със същия ефект. Това е необходимо, защото фотоелектричната чувствителност на сярата за формиране на фотоелектрет е много малка и не може практически да се използва за снимане на реални изображения.

И действително всички следващи опити да се увеличи фоточувствителността са неуспешни. Използването на други по-високо проводими фоточувствителни материали рязко намалява фотопаметта.

През същата година Г. Наджаков предлага на своя асистент Разум Андрейчин да започне изследвания и да проучи всички известни в литературата фотоволтаични ефекти като този на Бекерел. Същевременно Г. Наджаков поставя за експериментално изследване на младия учен обяснението на контактно-потенциалния ефект чрез фотопроводимостта.

През 1940 година Р. Андрейчин защитава първата докторска дисертация на тази тема. В световен мащаб изследванията продължават (за създаване на трайни изображения) с други материали (аморфен селен), който не притежава фотоелектретни свойства, но зареждането му става с газови йони от коронен разряд, а формирането на фотоизображението е вследствие на неутрализиране на йоните на осветляваните области на повърхността.

Така идеята за практическото реализиране на електрофотография на фоточувствителен материал бива реализирана в САЩ и довежда до практическото приложение на електрофотографията – т.е. ксерографията.

Но да се върнем в 1925 година, когато проф. Пол Ланжвен възлага на младия Г. Наджаков да изследва фотопроводимостта на сярата. Професорът му показва и измерителните уреди, с които ще трябва да се работи – няколко прецизни квадрантни електрометри, които ще позволят на нашия учен да постигне първите си успехи.

От този момент акад. Г. Наджаков обиква тези уреди и върнал се у нас прави всичко възможно да си достави електрометри от Франция произведени в Париж.

По онова време това са единствените високо чувствителни уреди, даващи възможност да се изследват както електричните така и фотоелектричните свойства на диелектриците.

След Втората световна война в началото на петдесетте години на миналия век акад. Георги Наджаков създава нов (асиметричен) електрометър и успява да организира направата му тук в София – в техническата работилница на факултета. Направени са 12 електрометъра като в кръжока по опитна физика са предоставени на четирима студенти. На всеки от тях акад. Георги Наджаков поставя нова тема по негова идея.

На мен ми възложи да изследвам корозията на тънки метални пластинки от алуминий и желязо. На същите им се механично зачиства горната повърхност. След това се измерва изменението на

контактната потенциална разлика спрямо пасивираната златна повърхност на слюдената игла на електрометъра (през първите часове от зачистването) [2-3].

През 1956 – 1957 година вече сътрудник на Физическия институт акад. Г. Наджаков възложи на асистента от неговата катедра Васил Василев и на мен да проведем едно изследване на началната пасивация на златни и алуминиеви повърхности непосредствено след тяхното вакуумно изпарение върху иглата на електрометър (асиметричен). За целта акад. Г. Наджаков ни предостави вакуумната си инсталация в личния си кабинет във Факултета. Електрометърът трябваше да се монтира върху дебела стъклена плоча и стъклен звънец. Измерванията се провеждаха както непосредствено във висок вакуум от  $2 \cdot 10^{-4}$  мм Hg, така и след пускане на въздух в системата [4].

По-късно (след 1960 година) вече в новата сграда на института акад. Г. Наджаков организира Секция по научна апаратура и специални въпроси. В нея тематиката на личната му лаборатория е *конструиране на нови видове електрометри с висока чувствителност, с линейна скала и бързо затихване*.

В заключение трябва да добавя, че това “хоби” на моя учител акад. Г. Наджаков е съпътствало цялата му творческа дейност и е взело участие и цялото му семейство. Първо имам предвид неговата съпруга Вера Постомпирова [5-6], после синът му Емил и дъщеря му Елка [7-8] защитават кандидатските си дисертации на теми, свързани с електрометрията.

Новите идеи, които даваше акад. Г. Наджаков в тази класическа област на електрометрията не му пречеха, а напротив той непрекъснато насърчаваше сътрудниците на Секцията да работят теми по нови техни идеи, защото само така ще могат да постигнат значими нови резултати.

## **Литература**

- [1] Г. Наджаков 1936-1937 *Годишник на СУ, ФМФ*, **33**(1) 433-448.
- [2] G. Nadjakov, R. Andrejtchin, St. Balabanov, J. Stanislavova 1956 *Доклади на БАН* **9**(2) 1-4.
- [3] G. Nadjakov, R. Andrejtchin, St. Balabanov, J. Stanislavova 1957 *Доклади на БАН*, **10**(4) 277-280.
- [4] G. Nadjakov, V. Vassilev, S. Balabanov 1958 *Доклади на БАН* **2**(6) 461-464.
- [5] Г. Наджаков, В. Постомпирова 1930-1931 *Годишник на СУ, ФМФ* **27**(1) 293-310.
- [6] G. Nadjakov, V. Postompirova 1932 *Zeitschrift fur Instrumentenkunde* Bd. **52**, 187-192.
- [7] Г. Наджаков, Е. Наджакова, 1957 *Доклады БАН* **10**(6) 457-460.
- [8] Г. Наджаков, Е. Наджакова 1959 *Известия на Физическия институт с АНЕБ*, **7**, 269-281.

- [9] Г. Наджаков, Р. Андрейчин, С. Балабанов, Е. Наджакова, И. Дръндаров, Л. Тончева “Изследвания върху контактните потенциални разлики на някои метали и кинетика на повърхностната ФЕДС в текстурни слоеве от CdS” 1959 *Юбилейна научна сесия по физика*, Сборник (София).
- [10] G. Nadjakov, R. Andrejtschin, St. Balabanov, J. Stanislavova 1960 *Доклади на БАН* **13**(1) 15-18.
- [11] Г. Наджаков, С. Балабанов, В. Джурова 1960 *Доклады БАН* **13**(6) 673-676.
- [12] Г. Наджаков, С. Балабанов, В. Джурова 1961 *Известия на Физическия институт с АНЕБ* **9**(1) 69-79.
- [13] Г. Наджаков, Р. Андрейчин, С. Балабанов, Ю. Станиславова 1962 *Известия на Физическия институт с АНЕБ* **9**(2) 17-23.
- [14] Г. Наджаков, С. Балабанов 1962 *Доклады БАН* **15**(4) 361-364.
- [15] Г. Наджаков, С. Балабанов 1963 *Доклады БАН* **16**(1) 19–21.
- [16] Г. Наджаков, С. Балабанов 1963 *Доклады БАН* **16**(6) 585-588.
- [17] Г. Наджаков, С. Балабанов, А. Китов 1964 *Доклади БАН* **17**(6) 545-548.
- [18] Г. Наджаков, С. Балабанов 1965 *Физика твърдого тела*, Москва **7**(4) 1193-1197.
- [19] Г. Наджаков, С. Балабанов, Влияние на светлината върху повърхностния потенциал на монокристален кадмиев сулфид 1966 в: *IV Национална конференция по физически науки*, Сборник (София).
- [20] G. Nadjakov, S. Balabanov, E. Nikolova, S. Simov, On Some Photoelectrical Properties of DdS 1968 in *Proceedings IX International Conference on the physics of semiconductors*, Moscow, 23-29 July 1968, Vol. 1, 510-515.
- [21] Г. Наджаков, С. Балабанов, И. Василев, Б. Кандиларов, Е. Николова, С. Симов, “Кинетика на повърхностната фото ЕДС в текстурирани слоеве от CdS, получени чрез изпарение във висок вакуум” 1969 в: *III Всесъюзен симпозиум по електронни процеси на повърхността*, Сборник, 23-27 юни 1969 (Новосибирск).
- [22] Г. Наджаков, С. Балабанов, И. Василев, Б. Кандиларов, М. Михайлов, Е. Наджакова, С. Симов “Влияние на кислорода и водните пари върху повърхностната фото ЕДС в текстурирани слоеве от CdS” 1969 в: *V Национална конференция по физически науки*, Сборник (София).
- [23] Г. Наджаков, С. Балабанов, Е. Николова, С. Симов 1970 *Доклади на БАН*, **23**(7) 763-766.
- [24] Г. Наджаков, С. Балабанов, Е. Николова, М. Михайлов, С. Симов, Влияние на рекристализацията на тънки слоеве от кадмиев сулфид върху кинетиката на повърхностния фотопотенциал 1971 в: *Международна конференция по оптични и фотоелектрични свойства в полупроводници*, Сборник (София).

\*) В литературата са добавени публикациите на автора с Г. Наджаков [9-24]



## Bulgarian teachers and scholars around Liberation

**Svetoslav Markov**

Institute of Mathematics and Informatics

Bulgarian Academy of Sciences

smarkov@bio.bas.bg



**Abstract:** The biographies of the generation of Bulgarian teachers who lived and worked in the period before and after the Bulgarian Uprising of 1876 and the Russo-Turkish Liberation War (1877 – 1878) are very instructive. These biographies throw much light on the development of the education and science during the Bulgarian Revival and the establishment of the new Bulgarian state after five centuries of Ottoman occupation [2], [3]. Amazing are the efforts of the Bulgarian teachers in introducing European models, strategies, programs and structures in education [4-9, 24]. Reviewing the activities of six Bulgarian teachers we attempt to describe and analyze the difficulties in the transition from Oriental to West-European culture in the Bulgarian society at that time. We are focusing on Bulgarian teachers and scholars in natural sciences (physics and mathematics) and languages who contributed substantially for the establishing of West-European educational programs and related textbooks and materials. The names of the six teachers are: Ioakim Gruev, Ivan Gyuzelev, Todor Ikonomov, Georgi Ya. Kirkov, Nestor Marcoff and Todor N. Shishkov.

**Keywords:** history of education in Bulgaria, Bulgarian phys-math teachers, evolution of Bulgarian revival process (in education), Ioakim Gruev, Ivan Gyuzelev, Todor Ikonomov, Georgi Y. Kirkov, Nestor Markov, Todor N. Shishkov

### 1 Introduction

The biographies of the generation of Bulgarian teachers who lived and worked in the period around the Russian-Turkish liberation war (1877 – 1878), say between 1860 and 1900, are very useful for understanding the development of the education and science during the Bulgarian revival and establishment of the new Bulgarian state after five centuries of Ottoman occupation [2, 15]. We present below briefly some biographical data of six Bulgarian teachers and scholars in languages and science, such as physics and mathematics, who contributed substantially for the establishing of West-European educational programs, textbooks and materials [10, 13]. The names of the teachers we chose are: Ioakim Gruev, Ivan Gyuzelev, Todor Ikonomov, Georgi Ya. Kirkov, Nestor Marcoff and Todor N. Shishkov.

Ioakim Gruev (1828 – 1912) was born in Koprivshtitsa. He studied Bulgarian school in Koprivshtitsa, and a Greek school in Plovdiv. He



taught in his native town (1848 – 1856). Later on, he headed the Central Eparchial School in Plovdiv, considered to be the best of its kind at the time (1856 – 1868). There, he introduced Turkish and Greek languages. He is one of initiators to celebrate May 24 as the Day of Bulgarian Letters and Enlightenment. Ioakim Gruev was a chairman of the city council of Plovdiv (1871 – 1872), and Turkish commissioner in Haskovo (1875). He took part in the fight for the restoration of the autonomous Bulgarian church. Following the establishment of Bulgarian Exarchate, he became a member of the eparchial council in Plovdiv. During the April uprising, he was arrested. After the liberation war Gruev was chair of the Judicial Council in Eastern Rumelia, head of the department of education (1879 – 1884), counseling member of the High Administrative Court, and a high school headmaster. Gruev was co-founder of Plovdiv's Scientific-Literary Society. Since 1884, he was a member of the Bulgarian Literary Society. Gruev's more important works are nine textbooks, and five books [4, 5].

Todor Nikolov Shishkov (1833 – 1896) was born in Tarnovo. He studied at the class school in Elena and taught in Kilifarevo (1848 – 1849). He was a teacher in Tarnovo (1851 – 1852) and Stara Zagora (1856 – 1861). Shishkov studied literature at the Sorbonne and College de France, listened to lectures in Slavic studies in Prague (1866). Served as a correspondent of Kolokol newspaper. Following his return in Bulgaria, he became a teacher of English and Bulgarian languages, physics and arithmetic in Sliven, Gorna Oryahovitsa and Tarnovo. Chairman of the board of the Tarnovo community center, where he also read lectures and took part in the city's theatrical life. From 1871 till 1873, he was a teacher and manager of the Bulgarian school in Fener district in Istanbul. After the liberation, he was a teacher in Gabrovo and Varna, the chief of the staff of Varna governor (1879), a prosecutor in Shumen, a chief magistrate of the Shumen and Svishtov district courts, an inspector of the Svishtov educational district (1881 – 1885). He was a teacher at the secondary schools in Gabrovo, Russe and Varna; contributor to several newspapers and magazines, and author of five textbooks and two dramatic plays [23].

Nestor Marcoff (1836 – 1916) became a teacher in his native village of Krivo Pole, district of Haskovo when he was twenty years old. He continued his studies in Haskovo and took up teaching again, this time in Harmanli, where he enjoyed the love and respect of both his students and the townspeople. He was the first to declare war on the grecophiles, which almost cost his life. Markov was libeled by the local grecophiles that he ordered students to march, sing rebellious songs, and incited the students against the authorities. The grecophiles hired murderers, but Markov managed to escape them. Markov was arrested and brought to court, but later was released following the active defense of the Haskovo citizens. Nevertheless, he was banned from teaching within the Edirne

vilayet. Thanks to a letter of recommendation by Joakim Gruev, Nestor Marcoff was appointed a senior teacher at the Pleven school in 1867. He translated the French textbook [16] on geometry and physics and compiled the first collection of mathematical problems for Bulgarian schools [17]. N. Markov's contribution in the sphere of lexicography is considerable. For the first editions of his French-Bulgarian and Bulgarian-French dictionaries in 1894 and 1898 [18], he was awarded the honorary title “Knight of Education” of the French Ministry of education and arts. Editions of Markov's dictionaries were published long after his death [19, 20].

Todor Ikonov (1838 – 1892) was born in Zheravna (Sliven district). He studied in his native town, Razgrad, Russe and Sofia. In 1861, he became teacher in Tsarigrad. In 1865, he studied the Theological academy in Kiev. After finishing study, he became a teacher in Shumen (1865 – 1869) and Tulcha (1869 – 1871). Ikonov produced many textbooks, such as “Bukvar's” and Bulgarian grammar textbooks (1867, 1868, 1875, 1886, 1891). He published an arithmetic textbook [9].

Ivan Gyuzelev (1844 – 1916) was born in Gabrovo. He studied in his native town. He enrolled at the Herson seminary in Odessa as a scholarship student of the Russian Holy Synod (1860). He graduated in 1867 and continued his education at the Faculty of Physics and Mathematics of the New-Russian University in Odessa. Upon completion of his studies (1871), he returned to Gabrovo as a teacher in physics and mathematics. Gyuzelev initiated the raising of funds to equipment of the school laboratory in physics in Bulgaria. He co-authored the program of the Gabrovo secondary school, titled “*Rulebook for the Students of the Gabrovo School*”. He opened the so called Popular University and a theater at the community center. During the April Uprising, he was arrested. After the Liberation Gyuzelev settled to Sofia as the right-hand man of Marin Drinov in the organization of school affairs. He was a deputy in the Constituent Assembly and secretary of the Assembly, the minister of education (March-November 1880), and the chairman of the Supreme Chamber of Accounts (1880 – 1894). He was a member of Plovdivs Scientific-Literary Society (1884). He was decorated by the St. Alexander medal, degrees fifth (1888), fourth (1889) and third (1900). Gyuzelev wrote six textbooks [6, 7], and some scientific papers [8].

Georgi Yakovlev Kirkov (1848 – 1929) was born in Pleven. He studied physics and mathematics in Russia, and was a teacher in Simferopol from 1868 until 1878. After the war, he returned to Bulgaria. He headed consecutively: National Cartographical Institute, State Printing House, and National library. He was one of the first Bulgarian scholars in cartography, galvanoplastics and mathematics. He published a book on geometric algebra [14]. Kirkov wrote the first biography of Vasil Levski, who is a Bulgarian revolutionary and national hero.

## 2 Modelling elements of the revival process

Below, we study some statistical data related to Bulgarian revival. More specifically, we consider literacy statistical data from [3, 23]. Following a modeling approach from enzyme kinetics [1, 22, 24], we use logistic functions to approximate statistical data as presented in Table 1. As a result we obtain explicit expressions for the time-course evolution of the studied processes as follows.

Time course evolution of literacy of Bulgarian women, cf. Fig.1:

$$V(t) = \frac{77.0068}{1 + e^{-78.4928(t-1.92)}}$$

Time course evolution of literacy of Bulgarian men, cf. Fig. 2:

$$V(t) = \frac{84.4701}{1 + e^{-97.9071(t-1.9)}}$$

Year	Male With children	Female With children	Male Without children	Female Without children
1887	10,71	14,50	17,00	4,12
1900	23,87	29,81	44,96	13,97
1905	27,90	34,75	50,57	18,24
1910	33,50			
1934	55,60	68,40	79,60	57,20
1946	77,01		85,51	68,56

Tab. 1 Level of literacy in Bulgaria (%)

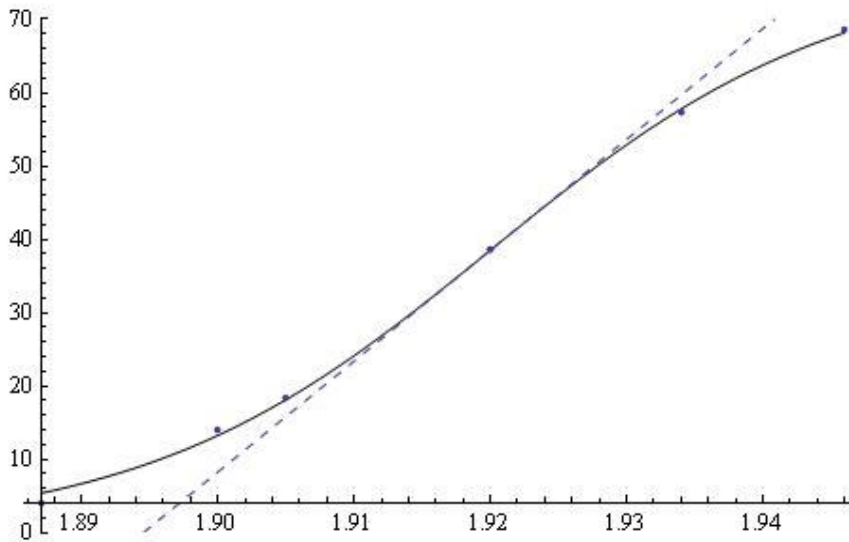


Fig. 1 Literacy level of Bulgarian women

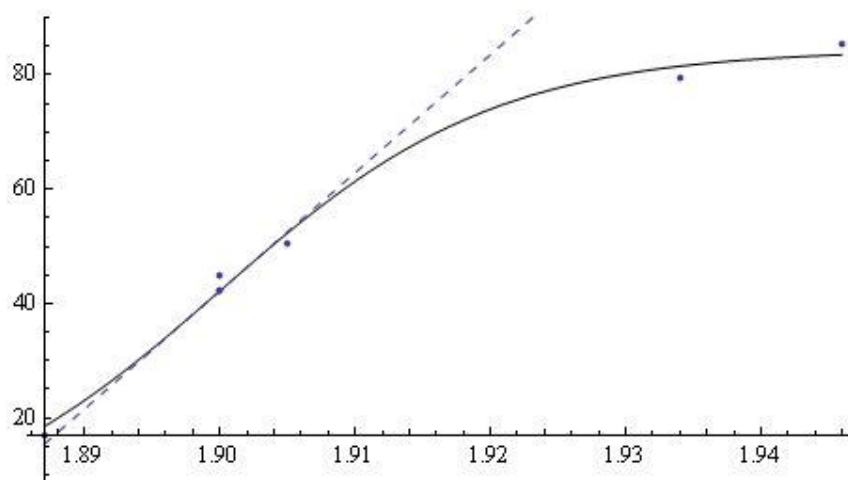


Fig. 2 Literacy level of Bulgarian men

Statistical data for educational degrees of seven and more years old Bulgarian population during the period 1956 – 2001 are presented in Table 2.

Year	University	High School	Secondary School	Primary School	Pendent
1956	1,7	8,9	24,9	36,5	28,1
1965	2,4	12,3	32,0	31,7	21,5
1975	4,1	20,08	34,2	26,7	14,2
1985	6,3	30,7	32,7	21,2	9,1
1992	8,1	37,7	31,0	16,1	7,1
2001	9,7	42,7	27,3	12,04	7,9

Tab. 2 Scientific degree (1956 – 2001)

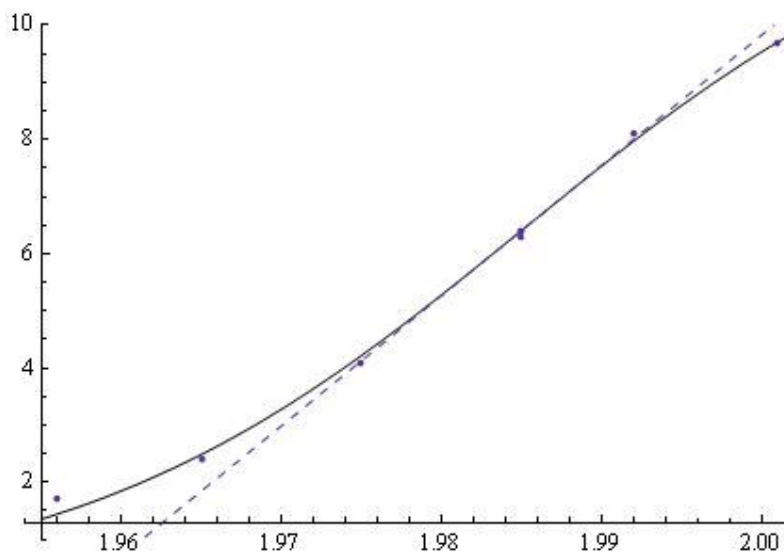


Fig. 3 High education degrees

Time course evolution of high-level education (relative) is presented in Fig. 3:

$$V(t) = \frac{12.818}{1 + e^{-71.1539(t-1.985)}}$$

Having in mind the biochemical mechanism behind the class of logistic functions, cf. [25], we may conclude that there are two stages of the evolution process, namely:

Stage 1. Transition to nationalism (leading to formation of infrastructure, including Bulgarian state);

Stage 2. Evolution of the Bulgarian educational process.

### 3 Conclusion

Hypothesis: There are two stages in the time-course evolution of the Bulgarian revival process

- Transition (of intellectuals) to nationalism [15];
- Development of the Bulgarian educational infrastructure and personnel.

#### General conclusion

The application of mathematical modelling in the field of social processes necessarily focuses attention to the mechanism of the processes.

The lag phases of the growth curves may indicate transition or logistic evolution. Therefore, it is an open problem to study the above discussed models with respect to this practically important issue.

In particular, various reaction networks can be compared with respect to the form of their solutions and applicability to various growth (decay) real processes (Henri and Gompertz growth curves, for example).

#### References

- [1] R. Alt, S. Markov 2012 *Computers and Mathematics with Applications* **64** 350-360.
- [2] Н. Генчев *Българска възрожденска интелигенция* 1988 (П. Берон, София).
- [3] А. Гергова (ред.) 2004 *Българска книга* (Енциклопедия) (Пенсофт).
- [4] А. Гано (прев. Й. Груев) 1869 *Експериментална физика* (Виена).
- [5] Д. Шуберт (прев. Й. Груев) 1872 *Физика за главни народни училища*, (Виена).
- [6] А. Давидов (прев. И. Гюзелев) 1873 *Елементарна геометрия* (Прага).
- [7] И. Гюзелев 1874 *Ръководство към физиката* (Прага).
- [8] И. Гюзелев *Пълно доказателство на XI Еуклидова аксиома* (ръкопис).
- [9] Т. Икономов 1868 *Пълна числителница* (Русчук).
- [10] G. Kamisheva 2006 *History and Pedagogy of Mathematics Newsletter* (61) 16-20.

- [11] G. Kamisheva 2006 in *Proc. Sixth International Conference of the Balkan Physical Union (BPU6)*, Istanbul, 2006, AIP CP No 899, 521-522.
- [12] Г. Камишева 2015 *Светът на физиката* (3) 281-293.
- [13] Г. Камишева 2016 в: *Нестор Марков (1836 – 1916) Биобиблиография* (М. Младенова) (Регионален исторически музей, Плевен) 33-42.
- [14] Г. Кирков 1929 *Начала геометрической алгебри* (ръкопис).
- [15] L. Wenshuang 2014 *The rise of Bulgarian nationalism and Russian's influence upon it* (<http://dx.doi.org/10.18297/etd/1548>)
- [16] G. F. Olivier, 1843 *Geometrie Ussuele et Trigonometrie Rectiligne Precedees des premiers principes de l'Algebre, de la Theorie des Equations des Puissances et Racines des Proportions et Progressions des Logarithmes et suivies delements de Statique, avec application usuelle nux diverses machines le tout accompagne de problemes* (Cinquieme edition, Paris).
- [17] Н. Марков, *Собрание аритметически задатъци* 1869 (Хр. Г. Данов, Русчук).
- [18] N. Marcoff 1912 *Dictionnaire de poche bulgare-francais et francais-bulgare en 2 volumes* (Leipzig, O. Holtze) 2 vol. in-16 a 2 col.
- [19] N. Marcoff, 1929 *Dictionnaire de poche bulgare-francais et francais bulgare* (Leipzig; O. Holtze).
- [20] N. Marcoff 1940 *Dictionnaire de poche bulgare-francais et francais-bulgare 3e ed. dans le nouvel [sic] orthographe bulgare et enrichie d'un appendice* 1 vol. (Leipzig; O. Holtze's Nachfolger).
- [21] S. Markov 2013 *Biomath* 2/2, 1312301
- [22] К. Попов 1910 *Статистически годишник на Царство България* (София).
- [23] Т. Шишков 1869 *Наръчен учебник за начална математика в три курса: аритметика, алгебра и геометрия* (Виена).
- [24] Н. Кюркчиев, С. Марков 2017 “Математически анализ на данни за образованието от епохата на възраждането” *Доклади от Юбилейната научна сесия по случай 180 години от рождението на Нестор Марков* Д. Благоева (съст.) (ИК Стилует, София) с. 77-84.
- [25] N. Kyurkchiev, S. Markov 2016 *Journal of Mathematical Chemistry* 54(1) 109-119.

3rd National Congress on Physical Sciences, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia  
12 Section, Oral Session



ТРЕТИ КОНГРЕС ПО ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ

ИСТОРИЯ НА ФИЗИКАТА

СЕКЦИЯ

29 септември 2016 – 2 октомври 2016 г.

## Pages from History of Physics Education in the “Angel Kanchev” University of Ruse (1945 – 2015)

**N. Nancheva**

University of Ruse  
nancheva@uni-ruse.bg



**Resume:** In its seventy year history Ruse University “Angel Kanchev” goes through different periods - change the name of the University, the number and names of faculties and departments, curricula, teaching staff and number of students. Physics education is an integral part of the history of the University. Beginning back in 1945 when the Official Gazette N 276/27 of 12 November 1945, by decree N 266 on the basis of Art. 47 of the Constitution stipulate the opening of the Higher Technical School in Ruse. Higher Technical School has mechanical department with three divisions: industrial chemistry, mechanical engineering and electrical engineering. For those who want to follow the mechanical and electrical engineering entrance exams are in mathematics, physics and literature, and for those wishing to pursue industrial chemistry - physics, chemistry and literature. Information on the organization of learning, teaching staff and facilities for this period is scarce. It is known, however, that have conducted lectures in physics and first organized laboratory exercises at the University are in physics. The following years were the work of several generations of teachers of physics, of organizing the learning process, establishment of laboratories and organizing laboratory and seminars in physics, scientific researches. Traces at the University and in the minds of many generations of students have left all lecturers in physics.

**Key words:** *Ruse, University, Education, Physics*

В своята седемдесет годишна история Русенският университет “Ангел Кънчев” преминава през различни периоди – промени на името на Университета – Висше техническо училище в Русе (1945 – 1949), Висш институт по механизация и електрификация на селското стопанство (1954 – 1963), Висш селскостопански институт (1964 – 1965), ВИММЕСС (1965 – 1981), Висше техническо училище “Ангел Кънчев” (1981 – 1995), Русенски университет “Ангел Кънчев” (от 1995 до наши дни). Променят се през годините наименованията и броя на факултетите и катедрите, учебните планове и програми, преподавателският състав и броя на обучаваните студенти [1-3]. Обучението по физика е неделима част от историята на Университета. Това е история свързана с дейността на няколко

поколения преподаватели по физика, на организирани на учебен процес, създаване на лаборатории и организирани на лабораторни и семинарни упражнения по физика, разнообразна изследователска дейност.



*Руска Драгнева*



*Проф. Разум Андрейчин*

Началото е в далечната 1945 г. когато в Държавен вестник N 276/27 от 12 ноември 1945 г., с указ N 266 на основание на чл. 47 от Конституцията, се постановява откриването на първото извън столицата Висше техническо училище в град Русе. Висшето техническо училище има машинен факултет с три отдела: индустриална химия, машинно инженерство и електроинженерство [1-3]. Наредбата за създаването на Висше техническо училище в град Русе е подписана от регентите Тодор Павлов, Цвято Бобошевски и Венелин Ганев. За желаещите да следват машинно и електроинженерство кандидатстудентските изпити са по математика, физика и литература, а за желаещите да следват индустриална химия - по физика, химия и литература. Кандидатстудентските изпити се провеждат между 10 и 15 септември [1]. Откриването на учебната година е на 15 декември 1945 г. и продължава и през лятото на 1946 г. През първата учебна година броят на преподавателите и студентите е сравнително малък - седемнадесет преподаватели и сто петдесет и осем студента [1]. Информацията за организацията на учебния процес, преподавателския състав и материалната база за този период е оскъдна. Със сигурност се знае обаче, че са провеждани занятия по физика, като лекциите са водени от Разум Екимов Андрейчин [4-6], а лабораторните упражнения – от Руска Драгнева [4-7]. В колко семестъра е преподавана дисциплината физика, каква е учебната програма за лекции и упражнения и как са организирани упражненията по физика не е известно. На 25 февруари 1947 г. за редовен доцент по физика е избран д-р Разум Андрейчин, който през юни същата година преминава на работа в Българската академия на науките, но поема ангажимент към Висшето техническо училище да остане като хоноруван преподавател [4]. Проф. Разум Андрейчин е част от историята на българската физика и историята на Русенския университет, част от тези които положили



основите на българската физика. За нуждите на студентите той създава циклостилно издание “Упражнения по физика” [6].

Поради липса на оборудване и дублиране с Държавната политехника в София, през 1948 г. е взето решение да се закрие Висшето техническо училище в Русе и студентите са изместени да продължат образованието си в Държавната политехника в София. След закриването на Висшето техническо училище Руска Драгнева посвещава на обучението и възпитанието на младото поколение Русе повече от 50 години от своя живот. Създава първата в страната специализирана школа по физика за изявени ученици (1970). Няколко десетки нейни възпитаници – тридесет и пет – се класират на подборните кръгове на Републиканската олимпиада по физика, а седемнадесет от тях вземат участие в международни олимпиади в Лондон, Москва, Хелзинки и др.



Проф. Стоян Петров



Елисавета Петрова

След прекъсване от няколко години (1949 – 1954), по настояване на обществеността на град Русе, в първите дни на месец октомври 1954 година в Русе се открива Институт по механизация и електрификация на селското стопанство (ИМЕСС) с две специалности: “Селскостопанско машиностроене” и “Механизация на селското стопанство”. Занятията се откриват на 6 октомври 1954 година, като през първата учебна година се обучават 337 студенти от 14 редовни преподаватели [1]. Създадени са първите девет катедри, между които и катедра Физика, химия и електротехника. Между първите щатни преподаватели са проф. Стоян Петров и Елисавета Петрова. Заедно с тях и преди всичко благодарение на тях пристигат и първите лабораторни уреди по физика от закрития Строителен факултет във Варна. Това са главно уреди на чехословашката “Метра” и холандската фирма “Кип” и електроизмерителни уреди на френската фирма “Шовен

арно”, няколко уреда подарък от един българин в САЩ, лабораторна стъклария и др. Част от тези уреди се пазят и до днес в катедрата по Физика (Фиг.1). От Варна са донесени и четири лабораторни маси. За лаборатория по физика е определена стая от първия етаж на пансиона на френския колеж “Санта Мария” (сегашната гимназия с преподаване на английски език “Гео Милев”). Само две седмици след откриването на института започват първите организирани лабораторни упражнения и те са по физика, като са използвани и уреди от училищните кабинети в град Русе.

През февруари 1958 г. лабораторията по физика се пренася в новата незавършена сграда. От учебната 1959/60 г. се откриват две нови специалности: “Технология на машиностроенето” и “Двигатели с вътрешно горене”. Броят на студентите достига 950, което води до увеличаване и на броя на преподавателите в катедрата. За асистент по физика е избран Борис Кандиларов (1957), който по-късно работи и се пенсионира като ст. н. с. I степен в Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика. През 1960 година за редовни асистенти са избрани Миню Минев, Кирил Терзийски и Аспарух Петракиев, който по-късно преминава на работа във Физическия факултет на Софийския университет и се пенсионира като професор по физика в Технологичния университет “Проф. д-р Асен Златаров” – Бургас. През следващите две години (1961 – 1963) за асистенти са избрани Александър Димитров, Георги Георгиев и Божидар Златов.



Фиг. 1

Като самостоятелна катедра Физика е създадена след откриване на специалността “Електрификация на селското стопанство” (1966 година). От катедра Физика, химия и електротехника се създават три самостоятелни катедри:

“Химия и горивосмазочни материали”, “Електротехника” и “Физика” (1967 година). За асистенти по физика са избрани Димитър Попов и Цанко Узунов (1968), който по-късно работи и се пенсионира като доцент в Техническия университет – Сливен. Най-голям прираст катедрата бележи през периода 1971 – 1974 година, когато последователно са избрани за асистенти Надежда Нанчева (1971), Евгени Димитров (1972), Цветана Котларова и Тодор Кехайов (1973), Първолета Дочева, Младенка Ангелова, Благомир Райков и Благовест Николов (1974) и Тамара Пенчева (постъпила през 1974 година като стажант асистент, а от 1976 година като редовен асистент). Като физик в катедрата през 1971 година постъпва Надежда Бакалова. През периода 1985 – 1994 година за асистенти последователно са избрани Петко Машков, Пламен Граматиков, Георги Атанасов, Валентина Димитрова, Владимир Матеев, Милен Ненков, а Галина Крумова, Жанина Иванова, Тодорка Стефанова и Светла Дяковска са прехвърлени от Факултета за чуждестранни студенти. През последните години за асистенти са избрани Беркант Гъоч (2008), Ростислав Кандиларов (2011) и Мартин Върбанов (2014). Общият брой на преподавателите свързани с преподаване на физика през годините е тридесет и пет.

Основната учебна работа на катедрата не се е променила съществено през годините и е свързана с обучението на студентите от всички инженерни специалности по основен курс по Обща физика. В първите години, в учебните планове на откритите две специалности, “Селскостопанско машиностроене” и “Механизация на селското стопанство”, дисциплината физика се изучава във втори и трети семестър, като за учебната 1955/56 година седмичните часове са 3+2 (втори семестър) и 5+2 (трети семестър – учебна 1956/1957 година). Лекциите се водят от проф. Стоян Петров, а лабораторните упражнения – от главен асистент Елисавета Петрова. Сведенията за системата на преподаване през първите години са оскъдни. Материалната база е скромна, но независимо от трудностите е поставено начало на традиции и обучение на високо научно ниво и с голямо педагогическо майсторство. В следващите години броят на часовете по физика е различен за различните специалности и се променя през годините. С преминаване на отделните университети към автономия се даде възможност да се преработят учебните планове и програми с оглед на по-добрата подготовка на студентите от различните инженерни специалности. Това предполага актуализиране на програмите и на специализиращите дисциплини, без да се променя особено фундамента. На практика обаче най-съществени и в повечето

случаи необосновани промени се направиха в дисциплините, формиращи фундамента и в частност на физиката, поради вечното съперничество с колегите от инженерните катедри и стремежът им да се воюва за чужда територия. Драматично беше намален хорариума по физика. През учебната 1986/1987 година обучението по физика е в два семестъра. За машинните специалности седмичните часове са 2+1+1 (първи семестър) и 3+2+1 (втори семестър), а за електроспециалностите – 2+1+1 (първи семестър) и 4+2+1 (втори семестър). Включването на семинарни упражнения в учебния план позволи по-добра подготовка на студентите и изключително добро представяне, индивидуално и отборно, в националните олимпиади по физика (1987 година, 1988 година и 1989 година). За съжаление през учебната 1996/1997 година и следващите години семинарните упражнения вече не фигурират в учебния план. С 40% бяха съкратени учебните програми за машинните специалности, а за електроспециалностите с 36% [8]. Още по-драматично е съкращаването на часовете по физика в сравнение с учебната програма на първия випуск, когато физиката се изучава с общ хорариум 180 часа в два семестъра (втори и трети) [1]. Последните години се характеризират с непрекъсната промяна на учебните планове и програми. Систематичното намаляване на хорариума и честите промени на учебните планове деформираха курса по физика. По тази причина от учебните програми отпаднаха теми от всички раздели, а за някои специалности и цели раздели [9], което силно ограничи дълбочината, с която се разглеждат фундаменталните въпроси, не се илюстрира достатъчно тяхното значение и приложение в науката и техниката, накърнява се целостта и логиката на курса по физика, намалява се ролята на дисциплината във фундаменталната подготовка на студентите от всички инженерни специалности. Значително намален и интересът на студентите към физиката. Особено неблагоприятно се отрази намаляването на лабораторните занятия и липсата на семинарни упражнения. Прехвърлянето на курса по физика за някои специалности само в един (първи) семестър, когато все още не е създаден необходимият фундамент по математика, направи невъзможно усвояването на материала с необходимата задълбоченост и трайност поради огромния обем. От учебната 2005/06 г. седмичните часове за всички студенти от машинните специалности са само в първи семестър. За да бъдат изпълнени задачите на обучението по физика, общият курс по физика трябва да бъде цялостно завършен, т.е. не трябва да обхваща само отделни раздели, тъй като такъв подход не дава възможност да се види взаимната връзка между физичните

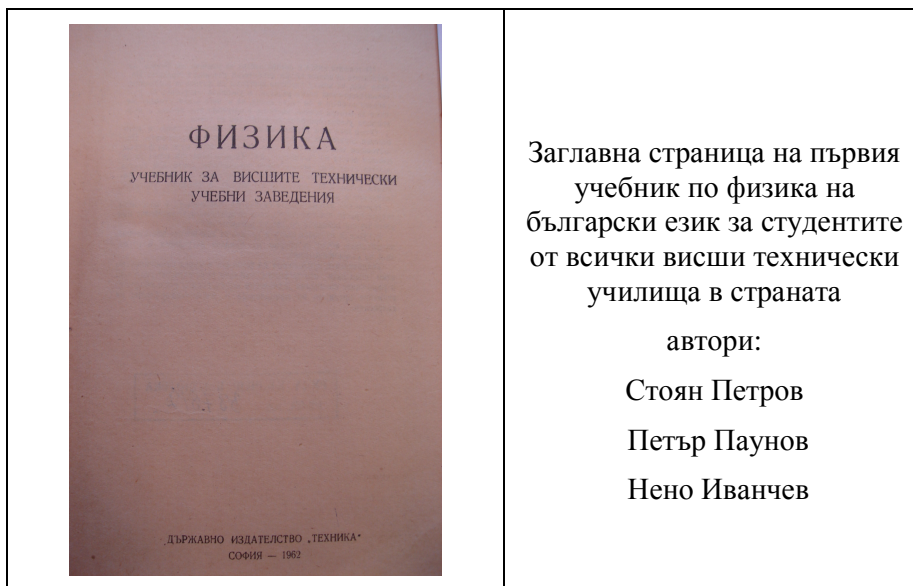
явления и да се изгради вярна представа за картината на света. Желателно е общият курс по физика да бъде последван от специализирани курсове, насочени към отделните специалности [8]. За целта бяха разработени няколко курса от лекции от преподаватели от катедрата – Кристалография, Оптиелектронни и лазерни устройства в промишлеността, Оптиелектроника и оптични комуникации, Оптиелектроника и оптични уреди, Замърсяване на въздуха. За нуждите на филиал – Силистра на Русенския университет, специалност “*Физика и информатика*”, от членове на катедрата бяха разработени лекционни курсове по Теоретична физика, Атомна и ядрена физика, Основи на математичните методи на физиката, няколко дисциплини в областта на Методика на преподаване на физика за бакалаври и магистри.

Използваните учебници и ръководства през годините са различни [10-21]. В предговора на първия издаден учебник по физика на български език за студентите от всички висши технически училища в страната [10], на който един от авторите е проф. Стоян Петров, авторите отбелязват: “*между учебните програми по физика за различните специалности има някои разлики и поради това в учебника въпросите са разгледани по-общо и по такъв начин, че в него всеки студент ще може да намери всичко, което му е необходимо във връзка с конкретната учебна програма, по която той се готви. Освен това този учебник може да се използва също и като основен справочник по физика от инженерите в практиката*“. В предговора на [11] се посочва, че учебникът е изграден върху учебната програма по физика, одобрена от Министерството на просветата през 1963 година, а в [12] са отразени новите постижения на физиката и “*измеренията на физическите величини са дадени по новата измерителна система*“. Проф. Стоян Петров е един от авторите и в трите учебника [10-12], но това са учебници предназначени за значителен хорариум от часове, какъвто е в първите години [1].

Систематичното намаляване на хорариума и честите промени на учебните планове са причина през следващите години да се реализират няколко учебника по физика за студентите от университета, от преподаватели от катедрата, изградени върху учебните програми по физика [13-17]. За семинарните упражнения е разработено Ръководство за решаване на задачи, което има за цел да подпомогне студентите при подготовката им за семинарните занятия и изпита [18].

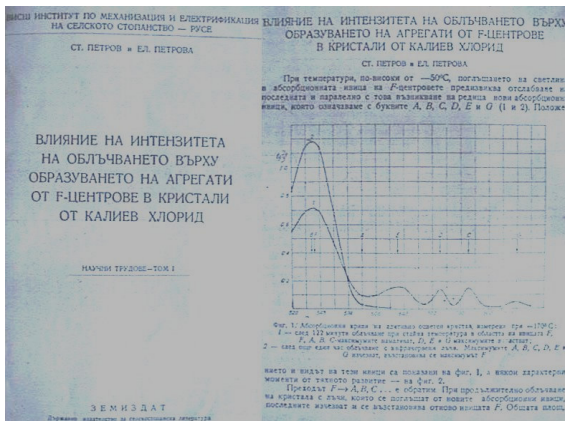
Първото Ръководство за лабораторни упражнения е разработено под ръководството на главен асистент Елисавета Петрова [19]. С подобряване и обогатяване на материалната база, и поради промени в учебната програма в следващите години, се налага материалът включен в ръководството да се

допълни и преработи основно [20, 21]. В излязлото от печат през 1975 година ръководство [20] броят на упражненията е двадесет и девет, а в лабораторния практикум от 1984 година – тридесет и шест [21]. Разделът механика е представен с шест упражнения, а Молекулна физика и термодинамика, Електричество и магнетизъм и Оптика и атомна физика – с десет. Упражненията се провеждат на подгрупи, като в зависимост от специалността и учебната програма се подбират различни упражнения.



Първите научни изследвания в катедрата са скромни поради липса на подходяща материална база. Научните изследвания на проф. Петров са в областта на така наречените цветни центри в йонни кристали, които по-късно прерастват в основна тематика на катедрата. Изследвания в тази област проф. Стоян Петров започва при специализацията си в Германия като Хумболтов стипендиант в Гьотинген при проф. Роберт Вихард Пол (1943/1944 година), където и открива нови агрегатни центри, наречени от него А-, Б-, С- центри. В Русе семейство Петрови създава и първата спектрофотометрична уредба, с която могат да се снимат по точки абсорбционни спектри във видимата и инфрачервената области. Катедрата става център с международна известност, в който в продължение на много години се изследват различни свойства на йонни кристали. В широки спектрални и температурни граници и различни интензитети на използваната записваща и четяща светлина са изследвани свойствата на цветните центрове в алкални халогениди и възможностите им за използване като фотохромни материали за съхраняване на информация. В действителност първият цикъл запис – четене -

изтриване на базата на  $F \rightarrow M$  прехода е осъществен от проф. Стоян Петров през 1950 година. По договор с Министерството на химическата промишленост е внедрен метод, предложен от проф. Стоян Петров, за пречистване на водоразтворими соли. На базата на този метод е създаден кристализатор, с който са постигнати много добри резултати при получаване на особено чисти вещества на нивото, а в някои случаи и по-добри от тези на фирмата “Мерк” – Германия.



Първата организирана научна сесия в Университета е през 1957 година. Представени са осем участника и девет доклада. Един от тези доклади е: “Влияние на интензитета на облъчването върху образуването на агрегати от  $F$  – центрове в кристали от калиев хлорид” с автори С. Петров, Е. Петрова. Сборникът “Научни трудове” с тези девет доклада е с 190 стр. и излиза през 1958 година

[1].

За високото ниво на провежданите изследвания в тази област е показателен фактът, че 10 Симпозиум по йонни кристали през 1979 година беше организиран от катедрата и в работата му взеха участие учени от Англия, Мексико, Япония, СССР, Полша, Чехословакия и Унгария. Следващите години са свързани с изследвания в няколко научни направления: изследване на дефекти в реални кристали (физика на цветните центрове в алкалохалогенни кристали; точкови и линейни дефекти във високоскоростно деформирани метали); фотоелектрични явления в полупроводникови материали; физика и технология на покрития във вакуум (слънцезащитни, топлозащитни, декоративни, износоустойчиви покрития); нови технологии в обучението по физика. Изследванията имат както фундаментален така и приложен характер. Със създаването на НИС през 1965 година се разширяват възможностите за научноизследователска работа. По договор на НИС за Оргтехника – Силистра е създаден термокопировален апарат “Инфра 66”.

Изключително активна е научно изследователската работа в катедрата в периода 1978 – 1990 година. Създадени са смесени колективи с катедра Металознание и технология на металите, които разработват съвместно редица теми по НИС. На международния панаир в Пловдив’85 инсталацията за

нанасяне на покрития от титанов нитрид във вакуум чрез йонно - плазмено изпарение "Титан 1" е наградена със златен медал. През този период са защитени и няколко дисертации [22], една част от които пред съвети от областта на техническите науки.

Научните публикации на преподавателите от катедра Физика са многобройни, като значителна част от тях са публикувани в престижни международни научни списания с импакт фактор, цитирани са от други автори и са включени в ResearchGate. Като резултат от международните контакти и участието в международни проекти са и редица съвместни публикации. Защитени са и следните шестнадесет дисертации в областта на физическите и техническите науки:

- М. Р. Минев, Изследование дефектов кристалического строения в сплавах на основе переходных металлов методом позитронной аннигиляции, Киев, 1976 г.
- Д. Н. Попов, Кинетика на фотоиндуцирано образуване на някои електронни цветни центрове в монокристали KCl и KCl: Na, София, 1979 г.
- Т. Д. Кехайов, Приготовление тонких пленок моносулфидов иттербия, диспрозия и полуторных сульфидов самария, иттербия и диспрозия и исследование их некоторых физических свойств, Тбилиси, 1980 г.
- Т. Г. Пенчева, Изследование анизотропной дифракции света на объемных голограммах в фоторефрактивных кристаллах, Ленинград, 1982 г.
- А. Й. Димитров, Влияние на електричното поле върху някои фотоелектрични явления в съединения от вида APbVI, София, 1983 г.
- Н. М. Нанчева, Някои особености на уякчаването на мед, алуминий и армко желязо с плоска ударна вълна, София, 1983 г.
- Г. П. Георгиев, Някои особености при реактивното магнетронно разпрашване и имплантацията, София, 1989 г.
- Т. Ж. Стефанова, Методика за формиране на основни астрофизични понятия при обучението в средното училище, София, 1989 г.
- П. И. Дочева, Топлоотражателни покрития върху плоско стъкло получени чрез магнетронно разпрашване, София, 1990 г.
- Галина З. Крумова, Изследване на колективни състояния в атомните ядра, София, 1991 г.



- В. И. Димитрова, Структура и свойства вакуумно-плазменных покрытий из нитрида титана, имплантированных йонами азота и бора, Минск, 1992 г.
- М. Р. Ненков, Оптични свойства и структура на тънки слоеве от бариерен титанат и титанов двуокис, получени чрез йонно разпрашване във вакуум, София, 1999 г.
- Евгени И. Димитров, Покрития от титан и титанов нитрид, получени чрез електронно-лъчево и електродъгово изпаряване и чрез магнетронно разпрашване във вакуум, Русе, 2006 г.
- Петко Х. Машков, Малкоинерционни нагреватели за средната инфрачервена спектрална област. Приложение в електрониката, Русе, 2011 г.
- Владимир М. Матеев, Създаване и изследване на компоненти за виртуална лаборатория по “Синтез и анализ на логически схеми”, Русе, 2011
- Беркант С. Гъоч, Изследване и подобряване на експлоатационните характеристики на фотоприемници и светодиоди, Русе, 2014

Първите международни контакти и връзки на катедра Физика са с Физическия институт в Гьотинген с проф. Р. Пол. По-късно са установени връзки с проф. Шаталов от Киевския Университет и с проф. Золтан Гюлай от Будапещенската секция по физика на Украинската академия на науките. Гости на катедрата през този период (1968) са проф. Есенски, Томиха и Маличко от Украинската академия на науките и проф. А. П. Калабухов от Киевския политехнически институт. В следващите години са поддържани контакти с: Физическия факултет на Софийския университет, Института по физика на твърдото тяло, Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика, Института по електроника, Институтите и университети от Австрия, Англия, Белгия, Германия, Италия, Латвия, Норвегия, Полша, Русия, Турция, Унгария, Чехия, Швеция, Япония и др. Контактите през последните години дадоха възможност за участие в редица национални и международни проекти - STEPS by EUPEN (2000 – 2002; 2005 – 2008); 2008 – 2011); SUPERCOMET 2 (2004 – 2007); MOSEM 2 (2008 – 2011), NOPE (2013 – 2016) и др. и представяне на резултатите на национални и международни конференции и семинари. С навлизането на Интернет и новите технологии – мултимедия, видеоклипове, анимации, коренно се променя начина на преподаване през последните години. За това ще помогнат и помагат разработените материали за обучение по физика по Европейските образователни проекти.

През изминалите години през лекционната зала по физика и лабораториите по физика са преминали хиляди студенти. Следи в Университета и в съзнанието на много поколения студенти са оставили всички преподаватели по физика.



## Литература

- [1] И. Неделчев, Русенският университет 2000 *Спомени за началото* (Русе).
- [2] Ж. Душков, З. Здравкова, С. Вичев 2005 *Русенският университет. 60 години*, Исторически очерк (Русе).
- [3] Ж. Душков 2013 2+2 *За Русенския университет и неговия предходник* (изд. Медиатех, Плевен, Русе).
- [4] К. Христов 1948 *Годишник на Държавното висше техническо училище – Русе 1948* (Русе) с. 8
- [5] Н. Нанчева 2009 в. *Студентска искра*, бр. 367.
- [6] К. Коленцов, Е. Скордева, С. Балабанов, Л. Юркова 2014 *Проф. д-р Разум Андрейчин – жизнен път и творческа дейност* (изд. Принт, София).
- [7] N. Nancheva 2012 *Dissemination and Development Physics and Mathematics on the Balkans* (eds. A. G. Petrow, G. Kamisheva and R. Kamburova) (ISSP-BAS) 51-55.
- [8] Н. Нанчева, 1999 в: *Сб. доклади от 27 Национална конференция по въпроси на обучението по физика на тема: “Как да преподаваме физика”* (Казънлък, 13-16 май 1999) 33-38.
- [9] Н. Нанчева, Р. Войнова 2001 в: *Сб. доклади от 29 Национална конференция по въпроси на обучението по физика на тема: “Учебните програми по физика в средните и висшите училища”* (Смолян, 10-12.05.2001) 6-9.
- [10] С. Петров, П. Паунов, Н. Иванчев 1962 *Физика* (изд. Техника, София).
- [11] С. Иванов, С. Петров, Н. Иванчев 1964 *Физика* (изд. Техника, София).

- [12] Н. Иванчев, С. Петров, Любомир Христов 1975 *Физика* (изд. Техника, София).
- [13] М. Р. Минев 1980 *Лекции по физика* (Русе).
- [14] Б. Н. Златов, М. Р. Минев, Ц. Д. Узунов 1985 *Физика* том 1 (Русе).
- [15] Г. П. Георгиев, Д. Н. Попов, К. И. Терзийски 1989 *Физика*, том 2, (Русе).
- [16] Г. П. Георгиев, Е. И. Димитров 1998 *Затиски по физика* първа част; 2000 втора част.
- [17] Н. Нанчева 2003 *Физични ефекти и явления* (изд. Сиела, София).
- [18] *Ръководство за решаване на задачи по физика*, Русе (1987, 1991) – колектив
- [19] *Ръководство за лабораторни упражнения по физика* (Русе) (1969, 1972) – колектив
- [20] *Лабораторни упражнения по физика* (Русе) (1975) – колектив
- [21] *Лабораторен практикум по физика* (Русе) 1984 – колектив, следващи издания 1995, 1997, 2003
- [22] Н. Нанчева 2000 в: *Сб. доклади от 28 Национална конференция по въпроси на обучението по физика на тема: “Физиката и обучението по физика на границата на две столетия”* (Свищов, 11 – 14.05. 2000) с. 338 – 344

\*фотографиите са от личния архив на автора

3rd National Congress on Physical Sciences, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia  
12 Section, Oral Session



ТРЕТИ КОНГРЕС ПО ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ

ИСТОРИЯ НА ФИЗИКАТА

СЕКЦИЯ

29 септември 2016 – 2 октомври 2016 г.

## Historical Prerequisites for Implementation and Development of Informatics Teaching in Bulgarian Schools

**M. Zamfirov**

Faculty of Preschool and Primary School Education, Sofia University  
69A Shipchenski prohod Blvd, 1574 Sofia  
daycare@abv.bg



България е една от първите страни в света, които въвеждат в своята образователна система задължителната учебна дисциплина информатика. Това става през учебната 1986 – 1987 година.

Преди масовото въвеждане на учебния предмет информатика в българските училища, тази дисциплина вече е въведена чрез разработките на Проблемната група по образованието (ПГО) към Българската академия на науките и Министерството на народната просвета, която разработва и въвежда т. н. “Сендовска система”.

Така по учебния план на системата, разработена от Проблемната група по образованието, вече се преподава информатика, започвайки от 6 клас с 64 часа годишно. Материалът, според концепцията, е разделен на две части – първо равнище (задължителен минимум) и второ равнище (задължително-избираема подготовка).

В учебната програма от първо равнище са застъпени такива теми, като процедури и променливи, рекурсивни процедури, структури от данни, модифициране на програми, информационни системи, електронна поща.

Създадените учебни програми и учебници за училищата са ориентирани към съществуващата материална база – 8 битови персонални компютри Правец. Основните информационни дейности и процеси се преподават чрез програмиране на езика Бейсик.

### Ролята на Проблемната група по образованието

Сендовската система стартира в края на август 1979 година, когато със заповед на Министерството на народната просвета на малък колектив, оглавяван от проф. Сендов, е възложено написването на “експериментален буквар и математика за I-ви клас”. Най-характерен за него е “интегралният подход”, обединяващ неща, които до тогава в учебните програми се наричат Български език, Родинознание,

Математика, Рисуване и т.н., и се изучават разграничено (Сендов и др., 1980). Букварът е експериментиран в три пилотни паралелки с шестгодишни деца през учебната 1979–1980 година (Кендеров, 2012).

За да се стигне до прилагането на тази система, обаче, е било необходимо да се сравнят няколко експериментални системи тогава, не само да се апробира единствено системата, разработена от Проблемната група по образованието.

Авторски колектив, оглавяван от Е. Герганов, провежда оценяване през учебната 1979/1980 година на реализираното експериментално обучение в български училища на шестгодишни деца по три системи:

1. Система, разработена от колектив под ръководството на проф. Сендов – система Сендов.
2. Система, разработена от Научноизследователския институт по общо образование “Тодор Самодумов“ – система Самодумов;
3. Система, разработена от д-р Лозанов – система Лозанов.

В заключителен доклад се посочва, че системата, разработена от Проблемната група по образованието, е по-ефективна от останалите [1]. По този начин, групата, оглавявана от Сендов, може вече да разработи главните постановки и принципи на системата си и на тяхна основа да се опита да създаде добре структурирана цялостна образователна система с ново и интересно учебно съдържание, в което компютърните технологии са естествен елемент [3] чрез популярния език Logo.

Така по учебния план на системата, разработена от Проблемната група по образованието, вече се преподава информатика, започвайки от 6. клас с 64 часа годишно. Материалът, според концепцията, е разделен на две части – първо равнище (задължителен минимум) и второ равнище (задължително-избираема подготовка).

### **Учебна програма**

В учебната програма от първо равнище са застъпени такива теми, като процедури и променливи, рекурсивни процедури, структури от данни, модифициране на програми, информационни системи, електронна поща.

Въведени са теми за изучаване на тримерни обекти, като основни процедури за тримерна графика, построяване на тела, процедури за тримерна координатна графика и др., което е видно от учебника Информатика – 1 Лого от 1985 година [4].

Програмното обезпечаване се реализира с езикът Logo. Той е популярен като език, подходящ за обучение и в малките възрастови групи и се въвежда експериментално именно от Проблемната група по образование, под ръководството на акад. Благовест Сендов (Иванов, 2005), успоредно чрез учебници и ръководства [5].

Стартира се отпечатване на учебници, въвеждащи материал по интегрален начин. Например Език и математика (Лого), отпечатан в 4

000 тираж, интегрира в себе си едновременно преподаване на математика, програмиране и чужд език (английски и руски) (Николов и Сендова, 1984).

По-интересното е, че докато теми, които са били изучавани в по-долна степен по учебния план от Проблемната група по образованието, например в 6 клас, са сравними с теми, изучавани в гимназиалната 9 и 10 клас на актуалните учебни планове и програми [6]. Но съществува и обратен процес – теми, които намират място в прогимназиалната степен на актуалните учебни планове и програми, вместо в по-горната по учебния план на Проблемната група по образованието. Тук са например темите, свързани с Текстов форматер и Демонстрация на работа с принтер. Тези теми вече се изучават по предмета информационни технологии по днешните учебни програми, т.е. не се водят като елемент на програмирането. Това се дължи, вероятно, на мащабното внедряване на съвременен хардуер в училищата – компютри, принтери, скенери, което почти веднага е дало отражение и на модифицирането на учебните програми.

Напълно е възможно, отчитайки се позитивите от въвеждането на обучението по информатика по експерименталната система, разработена от Проблемната група по образованието, това да е дало тласък и за масовизирането на този процес.

Вероятно така се стига и до решението на Централния комитет на Българската комунистическа партия от 4 октомври 1984 година, когато е прието решение *“За осигуряване на комплексни условия за обучение и работа на младежта с електронноизчислителна техника”* [7].

В решението се посочва, че трябва да се предприеме масово оборудване с компютри, както и че процесът трябва да започне от училищата във всичките му и форми – прогимназиална и гимназиална и училищна и извънучилищна. Предлага се и един заместник-министър на образованието да отговаря само за тези дейности.

Разбира се, за да се стигне до такова решение са били необходими много други различни предпоставки, като разработването на хардуер в България и отчитането на плюсовете от информационното обезпечаване на почти всеки аспект в живота на човека.

Веднага след това решение започва и прилагането му. Например, позовавайки се на това решение във Висшия финансово стопански институт “Д. А. Ценов” – Свищов, се създава материално-техническа база, като студентите от всички специалности още в първа степен на обучението започват да изучават и работят с микрокомпютър “Правец-82”. За да се подпомогне учебния процес са издадени учебник, ръководство и учебно пособие по дисциплината.

Създадени са първите учебни програми и учебници за училищата, които са ориентирани към съществуващата материална база – 8 битови персонални компютри “Правец”. Основните информационни дейности и процеси се преподават чрез програмиране на езика Бейсик.

## **Заклучение**

Може да се каже, че доста от темите, изучавани по тази учебната програма – първо равнище, разработена от Проблемната група по образованието, са сравними с теми, изучавани в гимназиалната степен на днешните училища, като например темите за рекурсивни процедури.

В учебната програма по информатика за 4 и 5 клас на училищата по учебния план, разработен от Проблемната група по образованието, второ равнище, са застъпени теми, свързани по класически начин с математически понятия. Изведен на преден план е т.нар интегралност в учебния процес. Например темите: входно-изходни операции; приложение на геометрични преобразувания при графики на функции; и създаване на процедурни операции височина, ъглополовяща, медиана, симетрала и др.

В действителност може да се каже, че голяма част от темите по учебния план, разработен от Проблемната група по образованието, първо и второ равнище, са били на изключително високо ниво и са сравними с учебните програми в гимназиалните степени на съвременни училища с профил информатика, а дори и с някои теми от университетите.

## **Литература**

- [1] М. Замфиров, Специфични форми на работа по математика и информатика за деца и ученици със специални образователни потребности. София, 2015
- [2] И. Иванов, ToolKID – детски софтуерен пакет за обучение по информационни и комуникационни технологии, Proceedings of the Thirty Fourth Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians Borovets, April 6–9, 2005
- [3] П. Кендеров, Академик Благовест Сендов – реформатор на образованието и науката в България. Proceedings of the Forty First Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians Borovetz, April 9–12, 2012
- [4] Р. Николов, Е. Сендова. Информатика – 1. Лого. София ПГО, 1985
- [5] И. Николова, Лого. Ръководство за програмиране. София, ПГО, 1986
- [6] <http://www.mon.bg/?h=downloadFile&fileId=705>
- [7] <http://politburo.archives.bg/en/2013-04-24-11-12-48/dokumenti/1980-1989/1648---798--4--1984>

3rd National Congress on Physical Sciences, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia  
12 Section, Oral Session



ТРЕТИ КОНГРЕС ПО ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ

ИСТОРИЯ НА ФИЗИКАТА

СЕКЦИЯ

29 септември 2016 – 2 октомври 2016 г.

## Неравният път към реалността

**А. Карастоянов**

*ask@tu-sofia.bg*



**Abstract.** With the development of quantum mechanics, 20<sup>th</sup> century passed under the sign of ideological struggle between classicism and indeterminism in physics. I was inspired in the problems of quantum mechanics by the lectures of acad. Datzeff.

My first concrete work on the problem is in 1973, when I came to receiving of field equations of Schroedinger form. There the wave properties of particles were connected with the electromagnetic field of absorbed photon, led to motion a particle, particularly an electron. Very important is the conclusion that the requirement of stationary field leads to Schroedinger's equation. However, the Schroedinger equation can not give a complete description of the behavior of the particles.

An idea appeared during a tram travel, led me to 2-particle photon model, compatible with the relativity theory. Thus a photon consists of 2 particles, moving at the velocity of light along a circular orbit. In this way I received the relation  $E = mv^2 = \hbar\omega$ , compatible with all known properties of a photon. The syntheses of the accumulated views are my reports in the seminars on philosophical problems of physics and astronomy in Kardjali in 1985 and 1986. It is stressed that quantum mechanics is a classical consequence.

The analysis of the motion along a circle or ellipse with angular momentum integer times the Dirac action constant  $\hbar$  reveals contradictions between Heisenberg's relations and the real connection between the mean-squared deviations of coordinates and momentum from the mean values. The fall of particles into the zeros of the wave function is a crucial experiment rejecting the basic postulate of quantum mechanics concerning relation between wave function and probability of presence.

In a note of 2006, I showed that the physical sense of the wave function is determined as early as by the definitive Schroedinger's equation  $S = i\hbar \ln \psi$ . However, all the century the physicists discussed what stays behind the wave function.

Conclusive clarifying of the things appeared by my proof of the wave character of gravitational field and the following condition for stability of planet orbits. Transferred into atomic physics this led to deduction of Schroedinger equation by the condition of stationarity of the electromagnetic field of hydrogen atom.



The last blow is the possibility any stable material system to have its proper rules for stability, by which the hegemony of quantum picture in the microcosm ends.

В една своя статия академик Н. Амосов [1] беше писал, че челни науки са само физиката и космоса. Но дали физиката реши съществуващите в началото на миналия век проблеми?

В края на 19-ти век лорд Келвин изрече крилатата фраза за двете малки облачета, останали на чистия небосклон на физиката – опита на Майкелсън и кривата на слънчевото излъчване. Както е известно, възникналите противоречия бяха уж преодолені със създаването на две крупни теории: теорията на относителността и квантовата механика. С тях обаче неяснотите около челния фронт на физиката не изчезнаха. Напротив, те се разраснаха до такава степен, че обградиха като плътна мъгла микросвета. Десетилетия теоретичната физика тъпче безплодно на едно място, безсилна да обхване струващите колосални средства опити с елементарни частици. Изход се търси в още по-безумни нови идеи [2].

Веднага трябва да заявя, че теорията на относителността и квантовата механика дадоха блестящи физически и математически идеи, които доведоха в много случаи до перфектно съвпадение с експеримента. Сам авторът на тези редове многократно успешно ги е използвал. Но идейната им страна, физическата интерпретация на света, буди от самото начало неудовлетвореност. Естественото развитие на физиката води все по-често до открояване на противоречията в нея и поставя настойчиво въпроса за отстраняване на техните корени. И това изисква още веднъж да се обърнем назад, преди да решим накъде да вървим напред .

И така, целият 20-ти век премина под знака на борбата между двете теории за утвърждаване и хегемонията им и запазване на класическите представи за света в интерпретацията на явленията.

Принуден да използва двете теории в защита на своя закон за ядрените сили [4-6], авторът беше въвлечен и в необходимостта от тяхното осмисляне, без да подозира какъв дълъг път ще трябва да измине въпреки близостта на решението през плетеницата на теориите и консерватизма на човешкото мислене.

Една щастлива среща с проф. Никола Калицин ме доведе до обобщение на специалната теория на относителността и общата теория на относителността за анизотропно пространство. Теориите бяха предназначени да описват елипсоидален фронт на светлинните вълни, но се оказа, че вече вторият постулат на Айнщайн (за постоянството на скоростта на светлината) не е необходим. Минаха десетилетия, преди да осъзная какво съм направил. В края на краищата се изясни, че вторият постулат на Айнщайн не само не е необходим, но цялата специалната теория на относителността може да се построи на друга основа (по-широко разбиране на

айнщайновото  $E = mc^2$ ) и без относителност на пространството и времето [7-10]. Тази победа на класицизма се допълва от категоричното становище на проф. Руджеро Сантини [11] : “Теориите на Айнщайн са най-голямата заплаха за човечеството”. Но това е отделна тема, а днес искам да проследя моя път към изясняване на положението в квантовата механика и нейната идейна криза. Моите статии по този въпрос са представени в двата ръкописа “Дирения” [12] и “Айнщайниада” [13]. В [12] са включени следните мои работи [14-49]. Класически изчисления имам в [6, 30, 33, 43, 46-49, 50-52]. Картината се допълва от дисертацията ми Квантов детерминизъм [53] и [54].

Духа на критичност към теориите и изследователски дух дължим на академик Асен Дацев, който в своите лекции по квантова механика ни запозна с вижданията на Луи дьо Бройл, успешен аспирант на когото е бил. Неговата дисертация е пример на строгост и пълнота, но с нея се запознах едва през десетилетието на нашия век. Но ако щастие е било да си ученик на дьо Бройл, то за нас също е щастие, че сме ученици на такъв изтъкнат негов ученик, какъвто е акад. Дацев.

В началото на моя път на млад учен бях затруднен да намеря задача или идея за решаване. Доклад върху теорията на елементарните частици, възложен ми за катедрен просветен семинар в Машинно електротехнически институт, ми разкри със запознанство с философската литература цяла гама от възможности, които изразих в [14]. По-нататък тези мои виждания бяха отразени в мой доклад на семинар на проф. Азаря Поликаров [16], резюме от който представих на световния конгрес по философия във Варна през 1973 г. [17]. Като физическа теория това е дадено в [15], с което започва еволюцията на моите физически виждания върху същността на уравнението на Шрьодингер и физическата интерпретация на квантовата механика. Превод на френски език изпратих на Луи дьо Бройл, от когото получих благосклонно писмо (вж. Приложението).

Колкото до доклада във Варна, веднага след представянето му дадох копие на акад. Вл. Фок, който присъстваше на сесията и на което замислено запита: “Уход назад?”

По-късно имах възможност да предам на акад. Фок при визитата му в София и превод на моята квазивременна релативна теория на английски език, на което той забеляза: “А вот это я понимаю”. Българският език изглежда затруднява русите, когато става въпрос за точното му превеждане.

В резюмето на [15] се посочва, че се критикува вероятностната интерпретация на квантовата механика. Въз основа на уравненията на Максвел, законите за запазване и формулата на Планк за енергията се получават уравнения от шрьодингеров вид за

електромагнитните потенциали и интензивностите на електромагнитните полета.

Да проследим основните идеи в този първи мой бунт срещу официалната квантова механика.

Във въведението на статията се посочва, че независимо от опитното потвърждение на квантовата механика, нейната статистическа интерпретация не задоволява изискванията на физиците, убедени в обективността и еднозначността на физичните закони и търсещи скритите причини на видимите явления. Не случайно Планк, Айнщайн, дьо Бройл и Шрьодингер, поставили основите на квантовата физика, не бяха удовлетворени от нейната интерпретация.

Микросветът ни учудва главно с две особености – дискретната мрежа от стабилни състояния на атомните системи и вълновите свойства на частиците. Но разликата не е толкова странна. Има класически примери на стационарни решения на вълновите уравнения на максвеловата електродинамика и класически “вълнови” разпределения на частици при фигури на Хладни и Кундтова тръба.

След това припомням известния начин (видях го от лекция на акад. Хр. Христов) да се получи уравнението на Шрьодингер чрез класическата субституция  $\psi = \sin(S/\hbar)$ , където  $S$  е функцията на действието. Това позволява да се съмняваме в абстрактния смисъл на вълновата функция.

Друга субституция води от уравнението на Хамилтън-Якоби до временнозависимото уравнение на Шрьодингер за много частици.

В забележка се посочва възможно класическо обяснение на формулата на Планк за енергията на фотона. По-късно бяха развити няколко подобни модела на фотона [55-58].

Така се заключава, че индетерминизмът, органично свързан с квантовата механика, е резултат на погрешна нейна интерпретация.

Тъй като уравнението на Шрьодингер може да се получи от закона за запазване на енергията, което е недостатъчно за пълно описание на материалните системи, уравнението на Шрьодингер не може да даде пълно описание на поведението на частиците. Посочва се връзката между вълновата функция и уравнението на непрекъснатостта, основа на вероятностната и интерпретация.

Тъй като субституции от вида  $\psi = \sin(S/\hbar)$  или  $\psi = \exp(iS/\hbar)$  са изкуствен метод за получаване на вълновото уравнение, следва да се запитае какво осигурява успеха на тези уравнения при съответните гранични условия. Без дълбока физическа причина, стояща зад тях, е трудно да се получи такова превъзходно съгласие с опита в

атомната физика. Следва да се потърси дали реална величина може да доведе до уравнението на Шрьодингер и нейното обективно съответствие.

За целта авторът използва формален модел, в който електромагнитното поле на движещ се електрон възниква чрез поглъщане на фотон или част от фотон със същите енергия и импулс. В резултат електромагнитното поле на електрона се поражда от полето на абсорбирания фотон поради законите за запазване.

Вълновите свойства на частиците следват от вълновия характер на полето на взаимодействието. По-общо, те следват от уравненията на Шрьодингер.

Заслужава да се отбележи, че изискването за стационарност на полето води до уравнението на Шрьодингер. Накрая се посочва, че за построяване на квантовата теория на фотона са достатъчни уравненията на Максвел и формулата на Планк [59].

Тази статия беше преведена на френски език и изпратена на дьо Бройл, от който получих, както посочих, окуражително писмо. Макар и недостатъчно свършен, предложеният подход показва възможността вълновата функция да бъде свързана с реалното електромагнитно поле на електрона.

Днес, когато знаем толкова много за взаимодействията на елементарните частици, можем да се запитаме: *"А какво друго, освен електромагнитна вълна, би могла да бъде вълната на дьо Бройл? Та нали електричеството е всемогъщият властелин на нашия свят?"* Отрекоха го поради противоречия със субституционния подход на Шрьодингер, който квантува действието.

В [18] тримата автори са единодушни, че няма противоречие между квантовата механика и нагледността в микросвета.

[19] дава нова насока в търсенето на фактора, който стои зад вълновата функция. Разглеждайки класически връзката  $E = mc^2 = \hbar\omega$ ,  $mcr(c/r) = \hbar\omega$ , се стига до извода че фотонът като елементарна частица се състои от 2 частици с равни маси и противоположни електрични заряди, които се движат по окръжност перпендикулярно на движението със скоростта на светлината. Това позволява да се разберат класически явленията дифракция и интерференция на светлината. Моделът е аналог на модел на дьо Бройл, който също разглежда фотона като съставен от две частици с полуцял спин, където общият спин на фотона е  $\hbar$ .

Няколко варианта бяха предложени в [55-58].

В [22] бяха разгледани основно редица погрешни изводи на квантовата механика и предложени техни класически алтернативи.

Те бяха:

1. Микрочастиците нямат едновременно координати и импулс.
2. Микрочастиците нямат траектория.
3. Движението по определена траектория в атома се съпровожда винаги с електромагнитно лъчение.
4. Законите за запазване се нарушават в границите на съотношенията на неопределеността.
5. Отрича се силовата интерпретация на квантовомеханичните ефекти.
6. Липсва еднозначна причинност.
7. Квантовомеханичната вероятност не е резултат на нашето незнание.
8. Съществува дуализъм вълна-частица.

Това срещна съпротивата на проф. А. Поликаров, който обвини автора в носталгия към забравения класически модел и изпадане в “глупав материализъм” по израза на Ленин. Моят отговор беше [23], че се гордея да бъда в една компания с такива глупави материалисти като Планк, Айнщайн, дьо Бройл, Шрьодингер и други.

Следващо развитие на моите класически виждания е направено на философските конференции в Кърджали [24, 25]. В работа [24], която е посветена на Бор, се констатира официалното бягство от класицизма по пътя на математическото моделиране на микросвета. Търсенето на изход от кризата е още по-голямо бягство от логическия апарат на класическата физика, което може да има фатални последици.

Предлага се да погледнем с натрупания опит към възникналия в началото на века проблем. Най-простата възможна структура на фотона е две съставни частици. Познатите от опита свойства на светлината позволяват външното електромагнитно поле на фотона да се обясни с вътрешно движение в него. От тук – формулата на Планк.

Посочва се, че условие да няма електромагнитно излъчване е стационарността на полето, което води до амплитудното (стационарното) уравнение на Шрьодингер. Разглежда се отново субституционния метод за получаване на многочастичното уравнение на Шрьодингер от уравнението на Хамилтън-Якоби. Така квантовата механика се оказва класическо следствие. Подчертава се, че успехът на многочастичната вълнова функция се дължи на съществуването на реално вълново поле на микрочастиците. Следва и изводът, че квантовата механика не описва цялата сложност на микросвета.

Полевата интерпретация на вълновите свойства на частиците не отрича вероятностния характер на техните прояви. Тя само показва причината за тяхното статистическо поведение.

Поставя се въпросът защо частици попадат в нулите на вълновата функция. Това може да се счита като решаващ експеримент в полза на силовата интерпретация на квантовомеханичните явления. То опровергава “априори” вероятностната интерпретация, още повече че е установено преди тя да бъде издигната в култ.

Фактът, че релациите на Хайзенберг могат да се получат от класически модел на атома съвместно с правилата на Бор, показва че те не противоречат на класицизма в микросвета и опровергава теоремата на фон Нойман за липса на скрити параметри и причинност в микросвета. Посочва се, че спинът на фотона мже да се получи от двучастична структура със скоростта на светлината. Позоваването на уравнението на Дирак е чист формализъм, защото не теорията определя явленията, а те нея. Обратно на фон Нойман, заключението е, че няма нито повод, нито извинение да се говори за нарушаване на класическата причинност и нагледност в микросвета.

Докладът [25] на втория семинар, на който имах честта да бъда секретар, обръща внимание на това, че стабилността на атома и молекулите не е в противоречие с познатата от хилядолетия стабилност на света. Отказ от класическата картина е концепцията, че тя е резултат на усреднено възприемане на динамично изменящия се микросвят. Но самата такава представа крие вътрешно противоречие, защото трудно може да обясни стабилността на микросистемите.

В своето развитие квантовата механика се отдалечава от идеята за вълните. Но съществуването на вълново поле на микрочстиците не може да се отрече. Пример е моделът на фотона. С разглеждането на движение по елипса с орбитален момент  $L = \hbar$  се стига до противоречия с официалната версия в интерпретация на съотношенията на Хайзенберг. Тези равенства показват, че строго взето съотношенията на Хайзенберг трябва да се вземат за средноквадратичните отклонения на координатите и импулса по взаимно перпендикулярни направления и не са свързани с моментна неопределеност, а с определено периодично движение с момент на импулса  $\hbar$  или повече.

Куриозно е, че силата се отрича като причина за явленията. Още от Аристотел е известно, че без сила няма движение, т.е. изменение въобще. Под сила в механиката се разбира физическата причина за изменение на състоянието и движението на телата. Удивителен пример на научна слепота!

Позовавайки се на хилядолетния опит на човечеството, можем да припомним народната поговорка “От нищо нещо не става”. Всяко

отклонение от този велик закон е идеализъм. “Нищо по-позорно не може да се случи с физика” (Цицерон). Фотонният модел беше разгледан подробно в [3, 36].

В една забележка [42] се посочва, че вълновата функция е определена още в дефиниционното равенство  $S = i\hbar \ln \psi$ . Куриозното е, че след това цял век физиците умуваха какво е вълновата функция, определена еднозначно с тази субституция.

Следващо изясняване на нещата се получи при използване на вълновия характер на гравитационното поле [45-47]. Оказа се, че условие за стабилност на полето е съотношението на Бор (с по-общо минимален орбитален момент  $L$ ). Това автоматически насочи към света на атома [48]. Става ясна и категорично определена връзката между електромагнитното поле, неговата стабилност и уравнението на Шрьодингер.

По този начин квантовата механика претърпява съкрушителен фалит, защото нейният основен постулат, определящ физическата и същност, е неправилен. Новата основа е уравнението на Шрьодингер като уравнение на стационарна електромагнитна вълна. Следствията са от изключително философско и практическо значение.

Привършва се с порочната практика да се обясняват фактите чрез представяне на функциите в степенен ред по собствени функции на вълновите уравнения. Тази възможност е вероятна причина за тяхната досегашна жизненост. Но всяка функция може да се представи и в Тейлоров ред, което е стандартния класически подход.

Последен удар идва от възможността всяка стабилна система да има свои собствени правила за стабилност (съвсем не като функция на константата на Планк). В природата има незчисливо множество стабилни системи, които демонстрират своите условия за стабилност. Химиците умело използват тази възможност. С това хегемонията на квантовите представи приключва, но остава възможността за разумното им използване.

Какво по-просто от това да се възприеме още от начало отречението факт, че стационарното уравнение на Шрьодингер описва стационарна електромагнитна вълна? Но се направи опит да се изрази целият видим свят чрез стабилните състояния на атомите. Редно е тези състояния да се разглеждат като частен случай на общите закони на физиката. Както казва народът, зарязаха питомното, за да гонят дивото. Математичната физика се занимаваше по израза на Бертран Ръсел с неща, за които не знаеше какво представляват и дали са верни. Физиката беше обърната с главата надолу. Редно е тя да стъпи на краката си.

## Литература

- [1] Н. М. Амосов 1988 *Литературна газета*, 5 окт. 1988.
- [2] М. Бунге 1975 *Философия физики* (Прогресс, Москва).
- [3] А. Карастоянов 1999 *Контакт* (ТУ, София) (2) 120-131.
- [4] А. Карастоянов 1972 *Год. ВМЕИ и СНР (Габрово)*, 4(3) 136-142.
- [5] А. Карастоянов 1970 *Год. ВУЗ, Техн. физика*, 7(1) 91-98.
- [6] А. Карастоянов 1971 *Год. ВУЗ Техн. физика* 8(2) 71-78.
- [7] А. Карастоянов 2012 *Контакти* 12(2) 26-33.
- [8] А. Карастоянов 2001 *Контакт* (ИНГА, София) 177-181.
- [9] А. Карастоянов 2003 *Контакт* (ТЕМТО, София) 84-86.
- [10] А. Карастоянов 2004 *Контакт* (ТЕМТО, София) 181-185.
- [11] М. Пицути 2013 *Забранените открития* (АТЕА, София) 330.
- [12] А. Карастоянов 2011 *Дирения*, ръкопис (Музей ИФТТ).
- [13] А. Карастоянов 2012 *Айнщайниада*, ръкопис (Музей ИФТТ).
- [14] А. Карастоянов 1969 *Философска мисъл* 25(10) 52-59.
- [15] А. Карастоянов 1973 *Год. ВУЗ Техн. Физика* 10(1) 17-24.
- [16] А. Карастоянов 1972 *Доклад на философски семинар на проф. А. Поликаров*.
- [17] А. Карастоянов 1973 *Резюме представенных докладов XV всемирного конгресса по философии* (Варна) № 679.
- [18] А. Карастоянов, П. Пенчев и С. Саркисян 1977 *Доклади на научната конференция, посветена на 30-годишнината на социалистическата революция в България* (ВМЕИ, София) кн. 22, 99-106.
- [19] А. Карастоянов 1975 *Год. ВУЗ Техн. Физика* 12(2) 71-78.
- [20] А. Карастоянов 1975 *Детерминизмът във физиката* (Доклад пред катедра Физика, ВМЕИ).
- [21] А. Карастоянов, Писмо до ЦК на КПСС, ръкопис.
- [22] А. Карастоянов 1979 *Филос. мисъл* 35(12) 58-65.
- [23] А. Карастоянов, Писмо до редакцията на сп. Филос. мисъл, ръкопис.
- [24] А. Карастоянов 1993 *Първи семинар по идеологически въпроси на физиката и астрономията* (Кърджали, ИНИС) 24- 039553.
- [25] А. Карастоянов 1986 *Втори национален семинар с международно участие по философски проблеми на физиката и астрономията* (Кърджали).
- [26] А. Карастоянов 1987 *Международна научно-практическа конференция "Формиране на научен светоглед у студентите в учебния процес"* (ВМЕИ, София) 106-108.
- [27] А. Карастоянов 1987 *Нац. конференция "Актуални проблеми на обучението по природо-математическите дисциплини във ВУЗ"* (Шумен ИНИС) 24-039540.
- [28] А. Карастоянов 2008 *Контакт* (ТЕМТО, София) 87-91.
- [29] А. Карастоянов 1990 *Истината за уравнението на Шрьодингер* (Лекция, ТУ).
- [30] А. Карастоянов 1990 *Год. ВУЗ Техн. Физика* 26(2) 29-34.
- [31] А. Карастоянов 1994 *Балканите днес*, 21.10.1994.
- [32] А. Карастоянов 1998 *Новата култура*, 14.12.1998.
- [33] А. Карастоянов 2000 *Контакт* (ИНГА, София) 395-401.
- [34] А. Карастоянов 2001 *Новата култура*, 23.04.2001, 4(8) 4.
- [35] А. Карастоянов 2001 *Гражданското общество в действие* (ИНГА, София) 231-236.
- [36] А. Карастоянов 2001 *Контакт* (ИНГА, София) 182-191.
- [37] А. Карастоянов 2003 *Контакти* 3(10) 1-4.



- [38] А. Карастоянов 2004 *Контактки* **4**(6) 31-35.
- [39] А. Карастоянов 2004 *Контакты*, **4**(9) 30-31.
- [40] А. Karastoyanov 2004 *The great illusions of physics*, BPS, Sofia.
- [41] А. Карастоянов 2004 *Контакты* **4**(10) 30-31.
- [42] А. Карастоянов 2006 *Контакт* (ТЕМТО, София) 82.
- [43] А. Карастоянов, Класически резултати в микросвета [12].
- [44] А. Карастоянов 2009 *Контакты* **9**(3) 30-33.
- [45] А. Карастоянов 2010 *Контакт* (ТЕМТО, София) 24-25.
- [46] А. Карастоянов 2011 *Международна конференция в памет на ак. Матей Матеев, април 2011; Контакты* **11**(3) 49-50.
- [47] А. Карастоянов 2011 *Дни на физиката* (ТУ, София) 56-58.
- [48] А. Карастоянов 2011 *Контакт* (ТЕМТО, София) 56-58.
- [49] А. Карастоянов 2011 *Кнтакт* (ТЕМТО, София) 56-58.
- [50] А. Карастоянов 2012 *Контакт* (ТЕМТО, София) 39-42.
- [51] А. Карастоянов, Лапласоиди 1996 *Комуникационни, електронни и компютърни системи '96* (ТУ, София) 130-135.
- [52] А. Карастоянов 2002 *Контакт* (ИНГА, София) 196-199.
- [53] А. Карастоянов 2002 *Квантов детерминизъм*, дис. (ИНГА).
- [54] А. Карастоянов 1993, 2005 *Принос към интерпретацията на квантовата механика* ( архив ИНГА).
- [55] R. Waldron 1983 *Speculations in science and technology* **6**(2) 171-181.
- [56] D. Deutsch 1989 *Phys. Essays* **2**(1) 3-7.
- [57] D. McLenan, *Phys. Essays* **2**(1) 51-54.
- [58] G. Hunter a. R. Wadlinger, a) *Phys. Essays* **2**(2) (1989) 158-172; b) *Problems in Quantum Physics; Gdansk '87, Recent and Future Experiments and Interpretations. Gdansk, Poland, 21-25 Sept. 1987.* World Scientific, Singapore, 1988.
- [59] А. И. Ахиезер и В. Б. Берестецкий 1969 *Квантовая электродинамика* (Наука, Москва) 15.
- [60] Э. Шредингер 1971 *Новые пути в физике* (Наука, Москва) 322.

3rd National Congress on Physical Sciences, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia  
12 Section, Oral Session



ТРЕТИ КОНГРЕС ПО ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ

ИСТОРИЯ НА ФИЗИКАТА

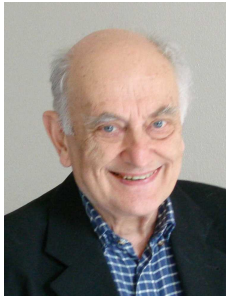
СЕКЦИЯ

29 септември 2016 – 2 октомври 2016 г.

## Galileo (1564 – 1642) and Kepler (1571 – 1630): the modern scientist and the mystic

**I. Todorov, M. Bushev**

Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy,  
Bulgarian Academy of Sciences  
ivbortodorov@gmail.com



Galileo's place in the history of science has been badly distorted by hero worship.

It was first from his letter to Kepler of 1597, written after reading the preface to the *Mysterium Cosmographicum* which the 26-year old teacher in Graz presented to the professor in Padua, that we learn that “many years ago” Galileo “*became a convert to the opinions of Copernicus*”. Only after 13 more years and the Dutch invention of the telescope, mastered by Galileo, did he make public his views in the *Sidereus Nuncius*, supporting them by his discovery of the Jupiter's satellites, named *Medicea Sidera*. A gifted writer and a brilliant polemicist, Galileo excels in advertising his discoveries - and in making enemies. All that, including the glamorous process against him, was instrumental in changing the prevalent philosophy in the “century of geniuses”.

Galileo, repelled by Kepler's mysticism (and by his Latin), never read his work. He did not accept Kepler's ellipses (*Astronomia Nova*, 1609) even though Cesi wrote him about them in 1612. They reminded Galileo the deformations of the mannerism paintings of his time which he abhorred. The famous *Dialog* of 1632 never mentions Kepler's laws (or Brahe's observations). The true scientific impact of Galileo comes from his often neglected, 45 years long, “early period” (before *The Starry Messenger*) - in his evolving ideas on motion with Archimedes as spiritual guide (like Virgil was to Dante): from the balance and the lever, through the pendulum and the inclined plane, towards the law of inertia and the principles of mechanics, eventually published in his *Mathematical Discourses Concerning Two New Sciences* (Elzevir, Leyden, Holland, 1638).

The art of advertising one's scientific achievements, of which Galileo was an early master, is a trademark of successful modern science.

Dedicated believers and mystics of science, such as Kepler, are less popular. Yet, an alleged rigorous rationalist like Wolfgang Pauli [12] found in his later troubled life a kinship to Kepler's "archetypal ideas".

## 1. Introduction: "On the shoulders of giants"

Should the phrase<sup>1</sup> "standing on the shoulders of giants", used by Newton in his 1676 letter to Hook (and featuring in the title of Hawking's book<sup>2</sup>), be given a true meaning in the context of Newton's great achievements, it must refer first and foremost to Kepler and Galileo. There is a striking disparity in their public images. In his Introduction to [2] Gingerich, Harvard's astronomer and historian of science, recalls the motivation of [8]<sup>3</sup>: While Galileo and Kepler were the two giants on whose shoulders Newton had stood, why was the name of the first familiar to every schoolboy, but the second known to only a small number of intellectuals? At closer reading popularity appears, as usual, intertwined with legend. Galileo's legend is related to the glamorous process of 1633 which is often presented as typifying the clash between modern science and the Catholic Church - a crude simplification, to say the least. By contrast, we are jumping over this popular story altogether, paying more attention instead to some of the great achievements of the two men and to their contrasting approach to science. Readers interested in the ideological struggle(s) of Galileo will find a careful analysis in the corresponding articles of [1], and, may be most thoroughly, in the recent Russian language monography [3].

## 2. The Renaissance man of Tuscany and the Swabian mystic

After the "classic work dealing with Galileo's life and scientific achievements" [4], I enjoyed reading the more recent and lighthearted "magnificent biography" (in the words of Peter Machamer [10]) [6] and will try to share some of its flavor:

*"Although Galileo was born in Pisa (in 1564), the hometown of his recalcitrant mother, he prided himself on being a noble of Florence through his father, Vincenzo Galilei, a musician and musical theorist". (p. 2 of [6]). Or, the eloquent characteristic from the Preface: "Galileo enjoyed such epithets as "divine mathematician" and "Tuscan Archimedes," and he spent the first half of his career, from 1589 to 1610, as a professor of mathematics. ... For all that, he was no more (or less!) a mathematician than he was a musician, artist, writer, philosopher, or gadgeteer. His last disciple and first biographer, Vincenzo Viviani, boasted that his master could compete with the best lutanists in Tuscany, advise painters and poets on matters of artistic taste, and recite vast stretches of Petrarch, Dante, and Ariosto by heart. But his great strength, Galileo said when negotiating for a post at the Medici court in 1610, was philosophy, on which he had spent more*

---

1 Attributed by John of Salisbury in 1159 to Bernard of Chartres of 12th century.

2 *On the Shoulders of Giants, The Great Works of Physics and Astronomy*, edited, with commentary.

3. Whose central piece, *The Watershed*, is the first notable English language biography of Kepler.

*years of study than he had months on mathematics... Galileo the patrician humanist ... underwent a sort of epiphany under the impetus of the telescopic discoveries he made at the age of 45. He had published very little, and nothing of importance, up to that time. He had many good ideas, but held them back...When he had armed himself with the telescope, however, he declared all he knew and more. To the surprise of his colleagues and against their advice, he attacked philosophers, theologians, and mathematicians, taunted the Jesuits, jostled with everyone who contested his priority or his opinions. He became a knight errant, quixotic and fearless, like one of the paladins in his favorite poem, Ariosto's Orlando furioso. This change in behavior, which won him a continually lengthening list of enemies, made his disastrous collision with a pope who for many years had been his friend and admirer intelligible and even inevitable”.*

Kepler's biographies are much fewer (than Galileo's) and are mostly based on [2]. From the introduction to the Dover edition of [2]: “*Caspar was eminently qualified to write the standard biography. Like Kepler himself, Caspar was born in southern Germany, had been trained in both theology and mathematics at Tübingen*”.

At the age of 25, Kepler (born in Weil der Stadt, "gate to the Black Forest", in 1571) drew unflattering portraits of his parents and ancestors comparing them with their horoscopes ([2] Sect. I.3). He remembered, though, how his mother showed him the great comet of 1577. Matriculated at the University of Tübingen in 1587, he was influenced by Maestlin, his astronomy professor, who knew Copernican astronomy well (his "1543 *De revolutionibus* is probably the most thoroughly annotated copy extant" [5]). Leaving, against his will, the hope to become a clergyman in Tübingen, Kepler found his true calling as a "theologiancosmologist". On the eve of publishing his first book, the *Mysterium cosmographicum* of 1596, the first unabashedly Copernican treatise since *De revolutionibus* itself, he wrote to his teacher (Maestlin): “I wanted to become a theologian, for a long time I was restless. Now, however, behold how through my effort God is being celebrated in astronomy.” [5]. This work was for him the beginning of a big project that included “*Astronomia nova, Harmonices Mundi, and Epitome of Copernican Astronomy*” where his three famous laws are formulated. To quote [5]: “*Kepler's scientific thought was characterized by his profound sense of order and harmony, which was intimately linked with his theological view of God the Creator. He saw in the visible universe the symbolic image of the Trinity. Repeatedly, he stated that geometry and quantity are coeternal with God and that mankind shares in them because man is created in the image of God*”. Kepler wrote prolifically, but his intensely personal cosmology was not very appealing to the rationalists of the generations that followed. A much greater audience awaited a more gifted polemicist, Galileo, who became the persuasive purveyor of the new cosmology. “*Kepler was an astronomer's astronomer*”. It was the astronomers who recognized the immense superiority of the “*Tabulag Rudolphinae*”.

The nature of Kepler's religious views and their unifying role in his work were analysed by Holton [7]: From his earliest writing to his last, Kepler

maintained the direction and intensity of his religio-philosophical interest... Next to the Lutheran God, revealed to him directly in the words of the Bible, there stands the Pythagorean God, embodied in the immediacy of the observable nature and in the mathematical harmonies of the solar system whose design Kepler himself had traced – God "whom in the contemplation of the universe I can grasp, as it were, with my very hands." (letter to Baron Strahlendorf, October 1613). Or, in an early letter to his teacher: "the belief in the creation of the world be fortified through this external support, that the thought of the creator be recognized in its nature ... Then man will at last measure the power of his mind on the true scale, and will realize that God who founded everything in the world according to the norm of quantity, also has endowed man with a mind which can comprehend these norms. For as the eye for the color, the ear for the musical sound, so is the mind of man created for the perception not of any arbitrary entities, but rather of quantities; the mind comprehends a thing the more correctly the closer the thing approaches toward a pure quantity as its origin." (letter to Maestlin, April 1597) ... Kepler saw ... the universe as a physical machine, ... as mathematical harmony, and ... as central theological order. And this was the setting in which conception of the universe led to specific results of crucial importance.

### **3. Early period. First exchange. The 8-minutes error and the ellipses**

The long neglected Galileo's "early period" (the first 45 years (!) of his life) is important both for displaying his debt to teachers, predecessors (such as Borro, [6], Sect. 2.3, Benedetti, [9], 140-165) and colleagues and for revealing the difficulties he had to overcome on his road to the law of inertia. To quote Hooper [1]: Classical mechanics is still taught by referring new students to the core set of problems that had to be solved by the original investigators like Descartes, Gassendi, Huygens, Wallis, Wren, Hooke, and Newton, all following Galileo's original line of attack. These problems include the analysis of motion on an inclined plane, the motion of a pendulum, the action of a lever, the force of a spring or pull in a rope, the result of collisions between impacting and moving bodies, and so on. The difficulty with the law of inertia stems from the fact that it is never valid on earth because of gravity which was only understood later, in the work of Newton. Galileo analyzed projectile motion into two component motions, the first horizontal and uniform, the other vertical and accelerated. Galileo discussed the motions of bodies upon the moving Earth and of planets around the Sun. He asked questions that led his fellows and successors directly toward inertial mechanics and gave them some of the essential tools to build it.

Galileo was teaching (in Pisa and then in Padua) Ptolemy, preferring privately Copernicus as witnessed by a long letter of 1597 to his elder Pisan friend Mazzoni ([6], *The Copernican confession*). A few months later Galileo received from the hands of a personal messenger a copy of

young Kepler's *Mysterium cosmographicum*. Like many people who receive unexpected books, Galileo thanked the author immediately so as not to have to comment in detail. He had had time only to read the preface, he said, from which he gathered that congratulations were in order, not to the writer, but to the reader, for "having acquired such a lover of truth as an ally in the search for truth." Kepler had found some choice things, which Galileo promised to study, "and that the more willingly since I adopted Copernicus' opinion many years ago, and deduced from it the causes of many natural effects doubtless inexplicable on the ordinary hypothesis. I've written out many reasons for it and many responses to reasons against it, which I have not dared to publish as I've been deterred by the fate of our master Copernicus. For although he has gained immortal fame among a few, he has been ridiculed and derided by countless others (for such is the number of fools). I would venture to disclose my thoughts if there were more like you; but as there are not, I will forbear." Kepler tried to stiffen the backbone of his shy ally. "I was very pleased to receive yours of 4 August, firstly because of friendship begun with an Italian and secondly because of our agreement about Copernican cosmology." Mathematicians everywhere (Kepler continued) side with Copernicus and calculate according to his principles. If we all speak out together, people ignorant of mathematics will have to take our word for it. "If I'm right, not many good mathematicians in Europe will wish to differ from us; tanta vis est veritas, such is the power of truth. If Italy is not a suitable place for publication, and if you encounter other difficulties, perhaps Germany will grant us this freedom . . . Have faith, Galileo, and go forth." To this pep talk, and an appended request to make a certain astronomical observation in the common cause, Galileo did not respond at all.

A teacher at the Lutheran school in Graz (asked to teach Virgil, rhetoric and arithmetic) young Kepler made his mark by issuing a calendar and prognostication for 1595, which contained predictions of bitter cold, peasant uprisings, and invasions by the Turks. (All were fulfilled, to the great enhancement of his local reputation.) Meanwhile, just over a year after his arrival in Graz, Kepler's fertile imagination hit upon what he believed to be the secret key to the universe. There were six known planets at the time and there are exactly five regular polyhedrons (*Platonic solids*: the tetrahedron, cube and octahedron, dodecahedron and icosahedron). Kepler devised a scheme (that worked fairly well [5]) in which each planet moves on a circle inscribed or superscribed around corresponding Platonic solids. Although the principal idea of the *Mysterium cosmographicum* was erroneous, Kepler established himself as the first, and until Descartes the only, scientist to demand physical explanations for celestial phenomena. Seldom in history has so wrong a book been so seminal in the future course of science.

Providence kept helping Kepler as if against his will: By the fall of 1598 Catholic rulers in Graz started chasing away protestants. Being not welcome at his Alma mater (in Tübingen) he had to go to Prague where, upon the death of his host, the great Danish astronomer Tycho Brahe (1546-1601), he became imperial mathematician in the court of Rudolph II. Luckily, he had been assigned (by Tycho) to study the orbit of Mars, the planet with greatest eccentricity, which helped him liberate astronomy from the two-thousand-year-old dogma of circular motion. Remarkably, explaining the precise observations of Tycho was more important to Kepler than apriory aesthetic ideas: “Divine Providence granted us such a diligent observer in Tycho Brahe,” he wrote, “that his observations convicted this Ptolemaic calculation of an error of 8’; it is only right that we should accept God’s gift with a grateful mind. . . . Because these 8’ could not be ignored, they along have led to a total reformation of astronomy.” The first two laws were thus mastered essentially already in *Astronomia nova* (1609) but the precise formulation of all three planetary laws only appears in book V of his *Epitome astronomiae Copernicanae* (1621). The puzzling fact that Galileo never took seriously Kepler's ellipses is explained in [11] by his aesthetic views: for Galileo the ellipsis is a deformed circle reminding him the deformed human faces in the then becoming fashionable mannerism paintings (an opinion also supported in Koyré's *Attitude esthétique et pensée scientifique*, [9], pp. 275-288).

#### **4. The Starry Messenger. Theories of tide**

During his Paduan tenure Galileo befriended the enlightened Copernican and influential Venetian Sarpi<sup>4</sup>. In the summer of 1609 a claim came to Italy of Dutch spectacle makers to a gadget that made distant objects appear near. One came into Sarpi’s hands in July 1609. Having examined it, he could advise the Senate not to buy it from a traveling salesman who had offered it, together with its “secret,” for 1,000 scudi. By then, August 1609, the secret was out. Sarpi’s knowledge of optics gave him confidence that the gadget could easily be bettered, and his knowledge of men assured him that Galileo was the one for the job. As Sarpi wrote to a friend, *The Dutch gadget became the Italian telescope* through the efforts of “the mathematician [Galileo] and others here [in Venice] not ignorant of these arts.”[6]. In December 1609 Galileo raised his best telescope, then of 20x, to the sky, an exercise for which he was fully prepared (with his firsthand knowledge of perspective among other things). Sometime before 7 January 1610, when Galileo described his lunar discoveries to Antonio de’ Medici, he noticed through his 20x telescope that Jupiter had lined up along the ecliptic with three little stars. Galileo immediately recognized a life chance for a real discovery. Even if a friend first saw

---

4 **Paolo Sarpi** (1552 – 1623) was an Italian historian, scientist, statesman, active on behalf of the Venetian Republic during the period of its successful defiance of the papal interdict (1605–1607).

the event, as the jealous successor of the Florentine in Padua had it [6], Galileo alone was able to identify Jupiter's starlets as elements of a miniature solar system. That took immense skill and application; or "the carefulness and industry of a Florentine." One can follow this care and industry day by day in Galileo's drawings of the changing configurations of Jupiter and the starlets. Galileo's account of his discoveries, rushed into print early in March 1610 under the title *Sidereus nuncius*, included the fanciful designation of Jupiter's moons as Medici stars. Galileo's discoveries were met with skepticism and mistrust, especially in his native Italy; so in April 1610, he sent his book to Kepler in Prague, requesting an opinion. Kepler's response was enthusiastic and generous. Even before having observed Jupiter's moons himself, he starts his message - *Dissertatio* with: "Whom does knowledge of such important things allow to be silent?" ([2] Sect. III. 14, p. 192).

A few remarks are in order. - Galileo never mentioned his human debt to friends and colleagues in Venice and Padua (neglecting to consider the importance of the testimony of trustworthy Venetians, able to certify that the discoveries announced were not optical illusions): he was preoccupied with flattering his former pupil Cosimo II de' Medici while negotiating best possible conditions for his tenure at the Tuscan court. -- He wrote the *Starry message* in Latin, as befitted to a scientific discovery, Galileo's most important contribution to the field of astronomy. (By contrast, his famous *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems* of 1632, a masterpiece of Italian prose, is a speculative polemical exposé of 16th century Copernican physics that ignores newer observations and theoretical development by Tycho Brache and Kepler).

It is interesting to compare the different approaches of Galileo and Kepler to similar problems. When Kepler has to face optical observation he studies the theory - in *Astronomiae pars optica* (1604), ... *Dioptrice* (1611), founding on the way the geometric optics. Galileo is playing instead with two lenses and soon produces an improved telescope. Kepler is spending years searching for "the third law of planetary motion" - the precise relation between the cubes of large semiaxes and the squares of the corresponding periods. Galileo collects similar data for Jupiter's satellites but does not look for a relation between them thus missing the opportunity to be the first to discover the third law. For him "mathematics" is the Archimedian geometry: he has no taste for analytic and algebraic computations.

Perhaps the most instructive example of a clash between Galileo's smooth "rational thinking" and Kepler's "mysticism" is provided by their different approaches to the theory of tides. In 1616 Galileo published (in Italian) his *Discorso* on the topic. In his view, it provided *The decisive proof that the Earth moves* [13], p. 224 (the idea having come to him in a flash on one of his frequent trips from Padua to Venice in a large barge whose bottom contained a certain amount of water). Kepler had the right



intuition that the tides are caused by the moon's attraction - a view confirmed and further elaborated by Newton and Laplace of the next generations. To quote [6], Sect. 7.2, p. 260: "*Galileo's prevailing misjudgments as a natural philosopher come into view here. Neglecting physical cause, he advanced his pendulum analogy, which was no more than a metaphor, as an explanation. What is it that binds the earth and moon so strongly together that they act as a single pendulum bob? Galileo liked the analogy all the more for this weakness. In the paradoxical way he loved, it gave the moon a role in the drama of the tides "without [its] having anything to do with oceans and with waters." It also allowed him to sidestep the hidden connection between the lunar motions and the diurnal tides, and to rap Kepler, who, "though he had at his fingertips the motions attributed to the earth . . . has nevertheless leant his assent to the moon's dominion over the waters"*. In fact, Kepler has anticipated the law of universal gravitation. He stated that gravity was a *mutual* tendency between material bodies toward contact, so the earth draws a stone much more than the stone draws the earth. Heavy bodies are attracted by the earth not because it is the center of the universe, but simply because it contains a lot of material, all of which attracts the heavy body. Kepler realized that the tides were caused by the waters of the oceans being attracted by the moon's gravitational pull. He wrote (in the Introduction to *Astronomia Nova*): "*If the earth ceased to attract the waters of the sea, the seas would rise and flow into the moon...*" and went on to add: "*If the attractive force of the moon reaches down to the earth, it follows that the attractive force of the earth, all the more, extends to the moon and even farther...*" (We recommend the well documented emotional exposition of Sects. 6.8-10, pp. 334-343, of Koestler's book [8] where these quotations are put into context.) One should be also able to understand why for Galileo the mutual attraction at a distance of celestial bodies sounds like a magic. Even Newton has expressed his dissatisfaction in his philosophical queries (if not in the *Principia*). Only with the advent of general relativity one begins to understand gravitation as a local field theory: a dynamical change of space-time geometry by moving bodies.

Quite apart from the theory of tides, this is a good place to illustrate why does one need the insight of both Kepler and Galileo for the Newton synthesis. It seems almost incredible, with hindsight, that Kepler could have understood the gravitational force so well, and yet it did not apparently occur to him that it might play a central role in determining the orbital motions of the planets! The essential reason he failed to make the connection was that he had no intuition for the inertial movement: *he believed the planets needed a constant pushing force, in the direction of motion, to keep them going* in their orbits. This was an ancient belief that Galileo demolished in his discussions of projectiles in *Discourses on the Two New Sciences* (1638). But albeit the *Discourses* resurrected some work of his "early period" it was only published after Kepler's death (1630). Galileo's insight about projectiles was then extended to the planets by Newton.

## 5. Final years. Kepler's wine barrels and Galileo's Tuscan wine

When the deposed emperor Rudolph died in January 1612 Kepler went to Linz as provincial mathematician, a post created specially for him. Although his most creative period was laying behind him, his fourteen-year sojourn in Linz eventually saw the production of his *Harmonice mundi* and *Epitome astronomiae Copernicanae* and the preparation of the *Tabulae Rudolphinae*. One bright spot in his Linz career was his second marriage, to Susanna Reuttinger, a twenty-four-year-old orphan, on 30 October 1613. In an extraordinary letter to an unidentified nobleman, Kepler details his slate of eleven candidates for marriage and explains how God had led him back to number five who had evidently been considered beneath him by his family and friends. The marriage was successful, far happier than the first; but of their seven children, five died in infancy or childhood. Likewise, only two of the five children of his first marriage survived to adulthood.

That Kepler, engulfed in a sea of personal troubles, published no astronomical works from 1612 through 1616 is not surprising. Yet he did produce the *Stereometria doliorum vinariorum* (1615), which is generally regarded as one of the significant works in the prehistory of the calculus. Desiring to outfit his new household with the produce of a particularly good wine harvest, Kepler installed some casks in his house. When he discovered that the wine merchant measured only the diagonal length of the barrels, ignoring their shape, Kepler set about computing their actual volumes. Captivated by the task, he extended it to other shapes, including the torus.

In his own eyes Kepler was a speculative physicist and cosmologist; to his imperial employers he was a mathematician charged with completing Tycho's planetary tables. He spent most of his working years with this task hanging as a burden as well as a challenge; ultimately it provided the chief vehicle for the recognition of his astronomical accomplishments. In excusing the long delay in publication, which finally took place in 1627, he mentioned in the preface not only the difficulties of obtaining his salary and of the wartime conditions but also "the novelty of my discoveries and the unexpected transfer of the whole of astronomy from fictitious circles to natural causes, which were most profound to investigate, difficult to explain, and difficult to calculate, since mine was the first attempt." Kepler realized that the improved accuracy of his tables enabled him to predict a pair of remarkable transits of Mercury and of Venus across the disk of the sun. These he announced in a small pamphlet, *De rarioris mirisque anni 1631 phenomenis* (1629). Although he did not live to see his predictions fulfilled, the Mercury transit was observed by Pierre Gassendi in Paris on 7 November 1631.

The 58-year old Kepler died in Regensburg on November 15, 1630 while traveling to collect his salary. He was buried in the Protestant cemetery;

the churchyard was completely demolished during the thirty years war. Jacob Bartsch, who had married Kepler's daughter Susanna in March 1630, became a faithful protector of the bereaved and penniless family. He recorded the epitaph that Kepler himself has composed: *I used to measure the heavens, now I shall measure the shadows of the earth.*

The final period of Galileo's life, starting with his *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*, falls after Kepler's death. Picking himself up from his humiliating posture before the cardinals and the gospels, Galileo received permission to stay within the palace of the archbishop of Siena, Ascanio Piccolomini, in anticipation of a return back home to Arcetri after an absence of over a year. The six months that Galileo spent in Siena at Piccolomini's house and table revived his spirits<sup>5</sup>. He started a new work on mechanics "*full of many curious and useful ideas*" - resurging his youthful thoughts. Galileo was enjoying premium wine at the archbishop's table (not trying to determine the volume of the casks) as can be surmised from the letters of his loving daughter Maria Celeste<sup>6</sup>: "I pray that you continue [in good health] by governing yourself well particularly with regard to the drinking that is so hurtful to you ...". Thus Galileo, like Kepler, completes and publishes his ripest work *Mathematical Discourses Concerning Two New Sciences*, which crowns his oeuvre, during the last years of his life. It is a no small feat for the embittered blind old man who has just lost his favorite child. The book resumes the discussions of the three participants of the condemned *Dialogue*. They no longer mention Copernicus but do praise "our Academician" (i.e. Galileo himself) giving an occasion to the witty Descartes (who never masters Galileo's law of free falling bodies - see [3], Part II) to ironize: "[Galileo's] way of writing in dialogues with three persons who do nothing but praise and exalt his inventions in turn certainly makes the most of his wares".

## References

- [1] P. Machamer (ed.) 1998 *The Cambridge Companion to Galileo* (Cambridge Univ. Press) (in particular: Wallace, pp. 27-52; Machamer, pp. 53-79; Hooper, pp. 146-174).
- [2] M. Caspar 1993 *Kepler* translated and edited by C. Doris Hellman, New Introduction and References by Owen Gingerich, (Dover, New York).
- [3] И. С. Дмитриев 2015 *Упрямый Галилей, Новое литературное обозрение* (Москва).
- [4] S. Drake 1978 *Galileo at Work: His Scientific Biography* (Chicago: University Press).

---

5 The fine story that when rising from his knees before the inquisition Galileo muttered, "still it moves," is associated with the Piccolomini. A portrait, representing the scene of Galileo's recantation, perhaps by Murillo displays the slogan, *eppur si muove* ([6], p. 327).

6 Galileo's elder daughter Virginia (Suor Maria Celeste, 1600-1634) was confined by him together with her sister to the convent of San Matteo in Arcetri and is buried with her father at Santa Croce - [14].

- [5] O. Gingerich, Johannes Kepler, Facts, information, pictures, *Encyclopedia.com*.
- [6] J. L. Heilbron 2010 *Galileo* (Oxford Univ. Press, Oxford).
- [7] G. Holton 1956 *Am. J. Phys.* (24) 340-351 (Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein, 53-74).
- [8] A. Koestler 1959 *The Sleepwalkers A history of man's changing vision of the Universe*, (Macmillan, New York) (in particular: Part 4, The Watershead, 221-422).
- [9] A. Koyré, 1973 *Études d'histoire de la pensée scientifique* (Gallimard).
- [10] P. Machamer 2014 *Galileo Galilei*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy, E. Zalta (ed.) <http://plato.stanford.edu/archives/win2014/entries/galileo>.
- [11] E. Panofsky 1956 *Isis* 47(1) 3-15.
- [12] W. Pauli 1994 *Writings on Physics and Philosophy*, ed. by C.P. Enz, K. v. Meyenn (Springer, Berlin, Heidelberg) The Influence of Archetypal Ideas on the Scientific Theories of Kepler, pp. 219-279.
- [13] W. Shea *Galileo's Copernicanism: The science and the rhetoric* [ICC] pp. 211-243.
- [14] D. Sobel 1999 *Galileo's Daughter: A Drama of Science, Faith and Love* Fourth Estate (London).



## Галилей и Кеплер от средновековието към модерността на XX век

**И. Тодоров<sup>1</sup>, М. Бушев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ИЯИЯЕ-БАН; <sup>2</sup>ИФТТ-БАН

m\_bushev@abv.bg

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

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

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

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

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

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

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

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

Бъртранд Ръсел (*Възходът на науката*)

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

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

С цялата си личност Галилей изразява модерността на своето време. Това е представено много картинно в пиесата на Бертолт Брехт *“Животът на Галилей”* (1938). В постановката на московския *Театър на Таганка* през 1970-те години образът на Галилей е възплътен от прочутия бард Владимир Висоцки като един динамичен, шумен, дързък и безкомпромисен човек на науката, изцяло отдалечен от образа на светец.

### **Отшелник в науката**

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

Алберт Айнщайн [2]

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

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

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

*Херман Вайл*”. И после Зомерфелд пояснява: “*Мистиката на Кеплер, разбира се, не е в смисъла на астрологичните, метафизичните и спиритистките увлечения на нашето време, а е за природните закони и за тяхната обосновка*”[5].

### **Кеплер и архетипът**

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

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

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

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

Статията на Гелфанд анализира съдържанието и перспективите на два дълбоко вградени в подсъзнанието на човека архетипа – разумността и мъдростта. След като изяснява техния смисъл, авторът излага тезата си, че в математиката са налице и двата архетипа. Стъпвайки на тази постановка той прави задълбочен



анализ на съставните елементи на двата архетипа и прави забележителни по своя обхват прогнози, отнасящи се до еволюцията на човешкото общество и на самия човек, до проблемите на глобализацията, необходимостта от адекватен език в цялата съвременна култура и конкретно в математиката, за структурния подход и синергията в живите системи.

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

### **Кеплер и квазикристалите**

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

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

Това смело предположение ни напомня изследванията на Кеплер върху симетрията на Платоновите тела и върху проблема за паркетирането. Следвайки идеите на Кеплер Шрьодингер обобщава схващането за кристала като периодично повторение на една структурна единица до идеята за *далечен порядък*. Докато кристалът има трансляционна симетрия, квазикристалът няма трансляционна симетрия, но пък има оси на ротационна симетрия от 5-ти (а също

от 8-и, 10-и и 12-и) порядък, които липсват в кристалите [9]. Това разкри интригуващата перспектива да се разбере как в природата е осъществен преходът от нежива към жива материя. Тук важна роля може да изиграе строежът на вирусите. Известно е, че в зависимост от външните условия вирусът може да представлява кристал или квазикристал, т.е. съответно да има поведението на нежива или жива материя.

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

### **Заклучение**

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

### **Литература**

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



## Historical Methods for Distance Measurement

**G. Kamisheva<sup>1</sup>, A. Kamishev**

<sup>1</sup>Institute of Solid State Physics  
Bulgarian Academy of Sciences  
72 Tsarigradsko shose Blvd, Sofia  
gkamish@issp.bas.bg



**Abstract.** Distance measurement is a human practice from an antiquity. There are many different methods (direct, and indirect). Access to the measuring area is needed for direct method. Indirect methods will be discussed in this work only. The area that is out of the reach has been measured by trigonometrical method. Thales described this method for the first time in sixth century before Christ. He described how to calculate the remoteness of the ship from the seaside and determination of the altitude of pyramids in Egypt. Because some Bulgarian sources show different value, measuring units and their transformation have been used in this work to evaluate circumference of the Earth.

**Key words:** Methods, Measuring, Distances, History

### 1. Увод

Методите за измерване на разстояния имат хилядолетна история. Те са най-различни и се делят на преки и непреки. Преките методи изискват наличието на достъп до измерваната територия. За нас представляват интерес непреките методи. Исторически са се променяли не само методите за измерване, но и мерните единици за разстояние. Принципно те могат да бъдат разделени на ъглови и метрични. Мерните единици и превръщането им са използвани в тази работа за сравняване и оценка на различните стойности за обиколката на земята, които се срещат в средновековната българска литература.

### 2. Йоан Екзарх

Повод за настоящото изследване е текст на Йоан Екзарх, писан в края на 9 и началото на 10 век. Йоан Екзарх е висш български духовник от Преславската книжовна школа [1]. Две от съчиненията му съдържат текстове по физика, астрономия и медицина. Първото, наречено “Небеса” (~ 893 година), е превод от гръцки на съчинението “Извор на знанието” на византийския богослов Йоан Дамаскин (~650 – 754) [2]. Йоан Екзарх превежда половината от

него, т.е. 48 глави като го нарича “*Богословие*”. Утвърденото днес на български заглавие “*Небеса*” идва от началната глава на превода.

В “*Пролога*” към него Йоан Екзарх пише, че трябва да се превежда по смисъл. За себе си той пише доста самокритично “*исках много пъти да опитам да превода полезните учителски разяснения на славянски език ... като изминаха няколко години, достойният човек черноризец Дукс [брат на княз Борис, син на българския хан Пресян (836 – 889)] настоя пред мене, когато аз отидох на посещение при него, повелявайки ми и молейки да превода учителските разяснения*” [3].

Във второто запазено съчинение “*Шестоднев*” [4] Йоан Екзарх подчертава, че “*наблюденията не са достатъчни за достигане до истината. Необходими са дълбоки разсъждения и пресмятания*”. Той пише, “*че слънцето е многократно по-голямо от самата земя, а земното кълбо е два пъти по-голямо от луната. Обиколката на земята е 252 000 стадия, а нейният диаметър е повече от 80 000 стадия*”. Йоан Екзарх дава за размерите на Земята стойностите, изчислени от Ератостен през III или II век пр.н.е. Такива данни липсват у Василий Велики и Севериан Гавалски [5, с. 27].

### 3. Стадий

Името на мерната единица, която Йоан Екзарх използва идва от думата стадион (stadion), какъвто е и терминът на английски език. Единицата стадий е равна на обиколката на стадиона. Според Херодот един стадий е равен на 600 гръцки стъпки. С течение на времето дължината на стъпката се е променяла. Има няколко единици за “*стадий*” [6].

Название	Дължина (~)	Описание
Пешеходен	157 м	-
Олимпийски	176 м	600 × 294 мм
Италийски	185 м	600 × 308 мм
Вавилонски	196 м	600 × 327 мм
Финикийски	209 м	600 × 349 мм

До XV век най-широко приетата стойност за обиколката на земята е 180 000 стадия, получена от Посидоний и приета от Птолемей през 2 век от н.е. Тя е значително по-неточна от стойността, дадена в Шестоднева на Йоан Екзарх.

Вид на стадия	Дължина на стадия	Стадий x 252,000	Процентно различие
Олимпийски	176.4 m	44 452,8 km	+10.9%
Италийски	184.8 m	46 569,6 km	+16.2%
Вавилонски	196.1 m	49 417,2 km	+23.3%
Финикийски	209.2 m	52 718,4 km	+31.5%

Ако изчисленията се направят при големина на 1 стадий = 185 метра, то се получава в съвременни единици за диаметъра на Земята 80 000 стадия = 14 784 км и обиколката на екватора 252 000 стадия

= 46 569,6 км. Тяхната точност е много добра. Съвременните стойности за диаметъра на земята и обиколката ѝ са съответно 12 745 км и 40 075 км, което означава, че грешката на Ератостен е само 16%” [5, с. 27].

#### 4. Тригонометричен метод

Един непряк метод по който се изчисляват недостъпните разстояние е тригонометричният. Той е описан за пръв път от Талес (624 – 547 година пр.н.е.) [7]. Методът за изчисляване на разстоянието от кораб до брега. Двама наблюдатели, които се намират на брега измерват разстоянието помежду си (L) и ъглите между брега и кораба (A и B). Търсеното разстояние D е височината на равнобедрения триъгълник  $D = L / (1/\text{tg } A + 1/\text{tg } B)$ . Чрез него Талес пресмята и височината на пирамидите в Египет [8].

#### 5. Небесна сфера

Един запазен уред, за определяне положението на отдалечени обекти е небесната сфера. Тя представлява сферична карта на съзвездията. Смята се, че е създаден през 4 век пр.н.е. в Китай. Небесната сфера е предшественик на армиларната сфера [7].



Небесна сфера



Модел



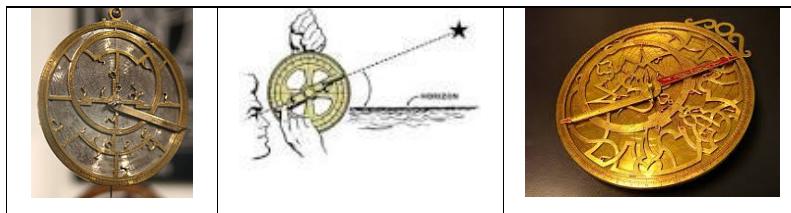
Стокхолм (1585)



Флагът на Португалия с армиларна сфера

#### 6. Армиларна сфера

Армиларната сфера е модел, който демонстрира движението на звездите и планетите около земята. Армиларната сфера се състои от множество сферични рамки в центъра на които е земята или слънцето. Хипарх (190 – 120 година пр.н.е.) пише, че Ератостен (276 – 124 година пр.н.е.) е изобретил армиларната сфера.



#### 7. Астролабия

Инструментът, с който се измерва разстоянието до недостъпни обекти се нарича астролабия. Тя представлява проекция на небесната сфера върху равнина и служи за астрономически и триангулационни измервания. Смята се, че е изобретена от Аполониус от Перга между 220 и 150 година пр.н.е. Астролабията се използва за измерване височината на звездите и планетите над хоризонта и за

определяне на географската ширина на сушата. Уредът е бил неудобен за пътешествия. Затова през 15 век португалски майстори създали морската астролабия.

## 8. Заключение

Ако приемем, че различните стойности за обиколката на екватора се дължат както на разликата в големината на мерната единица (стадий), така и на естествени геофизични процеси, то бихме могли да изкажем хипотезата, че повърхността на Земята се е изменяла с времето във вертикално направление с постоянна скорост.

## Литература

- [1] Ц. Чолова 1988 *Естественонаучните знания в средновековна България* (БАН, София); 2013 *Образованието в средновековна България* (НБУ, София).
- [2] Ц. Тачев 1982 *Из историята на естествознанието в България* (Народна просвета, София) с. 28-72.
- [3] К. Иванова, Богословие (Небеса) Пролог, съчинен от Йоан Презвитер Екзарх Български ([http://promacedonia.com/zv/j\\_ekzarh.html](http://promacedonia.com/zv/j_ekzarh.html)).
- [4] Йоан Екзарх 1981 *Шестоднев* превод Н. Кочев (Наука и изкуство, София).
- [5] М. Борисов, А. Ваврек, Г. Камишева 1985 *Предшественици на разпространението и развитието на физическите науки в България* (Народна просвета, София) с. 5-65.
- [6] E. Gulbekian, 1987 "The origin and value of the stadion unit used by Eratosthenes in the third century B.C." *Archive for History of Exact Sciences* 37(4) 359–363.
- [7] А. Бонов, 1982 *Възгледите за вселената на Йоан Екзарх Български* (Наука и изкуство, София).
- [8] D. W. Duke 2011 "The Very Early History of Trigonometry" *International Journal of Scientific History* (17) 34-42.