

110th anniversary of the astrophysicist Fritz Zwicky

Natasha Ivanova
Astronomical Observatory and Planetarium of Varna
P.O. Box 120, 9 000 Varna, Bulgaria
natasha_i@abv.bg
(Conference poster)

Abstract. The preparation and realization of an educational project for high-school students about the life and the scientific work of the renowned astrophysicist Fritz Zwicky (born in Varna), represented in a TV emission, is discussed. In addition, a short biography of Fritz Zwicky (1898-1974) is presented. Some of the presented pictures are published for a first time.

Key words: History of Astronomy, Physical Education

110 годишнина от рождението на астрофизика Фриц Цвики

Наташа Иванова

В настоящата статия се обсъжда подготовката и реализацията на ученически проект за представяне на живота и научните разработки на известния астрофизик Фриц Цвики (роден във Варна), представен в телевизионно предаване. В допълнение е представена и кратка биография на Фриц Цвики (1898-1974). Част от представените тук снимки се публикуват за първи път.

Увод

Фриц Цвики, една особено колоритна личност, оставила дълбока диря във физиката и астрономията на 20 век, е роден в морската столица на България – Варна. Този факт бе слабо известен на варненската общественост, а и на цяла България.

На 14 февруари 2008 г. във Варна, тържествено бе чествана 110 годишнината от рождението на Цвики. Това стана повод в града да се заговори с интерес за него. Все пак във Варна се е родил и живял "бащата" на тъмната материя, на свръхновите и неутронните звезди; астрономът обяснил космическите лъчи; астрофизикът съставил шесттомен каталог на десетките хиляди галактики, описани от самия него; ученият допринесъл за развитието на толкова много области на физиката и астрономията, че само изброяването им би отнело доста време.

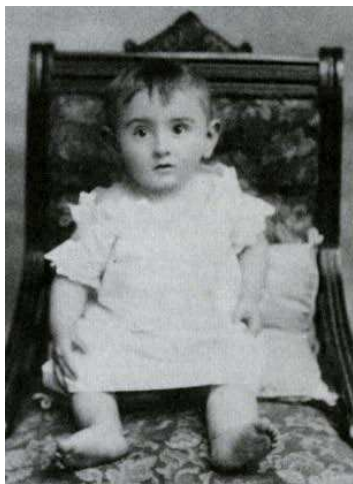
Честване на годишнината от рождението на Фриц Цвики в НАОП „Н. Коперник” - Варна

В инициативите по честването на годишнината от рождението на Фриц Цвики активно се включиха средношколци. Те бяха водени от любопитство, ентусиазъм и преклонение пред една личност, съществувала в името на науката. Разбира се, искрите бяха запалени в кръжоците по астрономия към НАОП „Н. Коперник” във Варна.

По време на кръжоците и при обсъждането на приближаващата годишнина възникна идеята за създаване на ученически проект, представящ живота и научната дейност на Цвики. Основен мотив за създаването на този проект бе да се запознае варненската общественост и най-вече младото поколение с човека, чийто жизнен път е започнал от Варна, преминал е през много неизвестности, достигнал е невероятни професионални върхове и е направил велики открития.

Първоначалната идея бе да се направят представяния на ученическия проект за Цвики в множество варненски училища.

Началото бе поставено със сформиране на работен екип. В него се включиха четирима ученици: Борис Стоилов, 12 клас, III ПМГ "Акад. Методий Попов", Момчил Стефанов, 9 клас, Професионална гимназия по машиностроене и транспорт, Николета Консулова и Емел Адем, 10 клас, СОУ "Л. Каравелов" от град Варна,



(A)



(B)



(C)

Fig. 1. (A) Малкият Фриц - снимка направена във Варна, (B) Родната къща на Фриц Цвики във Варна, (C) Франческа Връчек - майка на Фриц Цвики

с ръководител - Наташа Иванова от Варненската обсерватория. Първите стъпки бяха търсене и събиране на материали.

Д-р Ева Божурова от Варненската обсерватория и директорът на Обсерваторията г-н Иван Иванов бяха издирили акта за раждане на Цвики и любезно ни предоставиха копие от него. Търсенето в Интернет се оказа доста по-сложна работа. Установихме, че информацията за Цвики не в голямо изобилие. Най-много сайтове бяха открити на родния му немски език. В екипа нямаше немскоговорящ, затова търсенето продължи в руски и английски сайтове. В българските сайтове информацията се състоеше от няколко реда.

След превода и обобщаването на събраната информация се направи разпределение на задачите между членовете на екипа. Пред всеки бе поставена задача да обобщи и преработи наличната информация по определена тема или момент от живота на Цвики и въз основа на нея да изготви кратък материал. Например - за детството и семейството му, за работата по откриване на „тъмната материя“, за обяснението на космическите взривове наречени от него „свръхнови“, обяснението им чрез въвеждане на понятието „неутронна звезда“ и т.н.

Оказа се, че личността на Цвики бе очаровала целия екип и предизвика бурен ентузиазъм по време на работата. Отделните разработки кратко и ясно описваха разглеждания проблем. Съчетанието им в едно общо цяло стана много лесно, защото всеки участник бе успял да усети духа на учения, на епохата, на съответното откритие. След свързването на всички подготвени материали бе получена обща визия даваща представа за личността на Цвики, пречупена през индивидуалния поглед на участниците в екипа. Бе направена презентация на Power Point от снимки и диаграми, илюстрираща биографията на Цвики.

Интересен момент в работата по проекта бе срещата с племеника на Фриц Цвики, живеещ във Варна – г-н Стефан Станев. Той е внук на сестрата на Фриц - Леони, която се оженила за българин и останала да живее във Варна. Богатата култура и ерудиция на големия учен е намерила превъплъщение у неговия племенник. Г-н Станев разказа моменти от историята на живота на семейство Цвики във Варна, за своята баба Леони и още множество интересни неща. Разгледахме огромната книга, написана за живота на Цвики, за наше съжаление - на немски език. Видяхме къщата в която е отраснал малкият Фриц.

Поради краткото време оставащо до 14 февруари, рождената дата на Цвики и невъзможността да се посетят за кратко време много училища, бе решено представянето на проекта да бъде записано в една от Варненските телевизии.

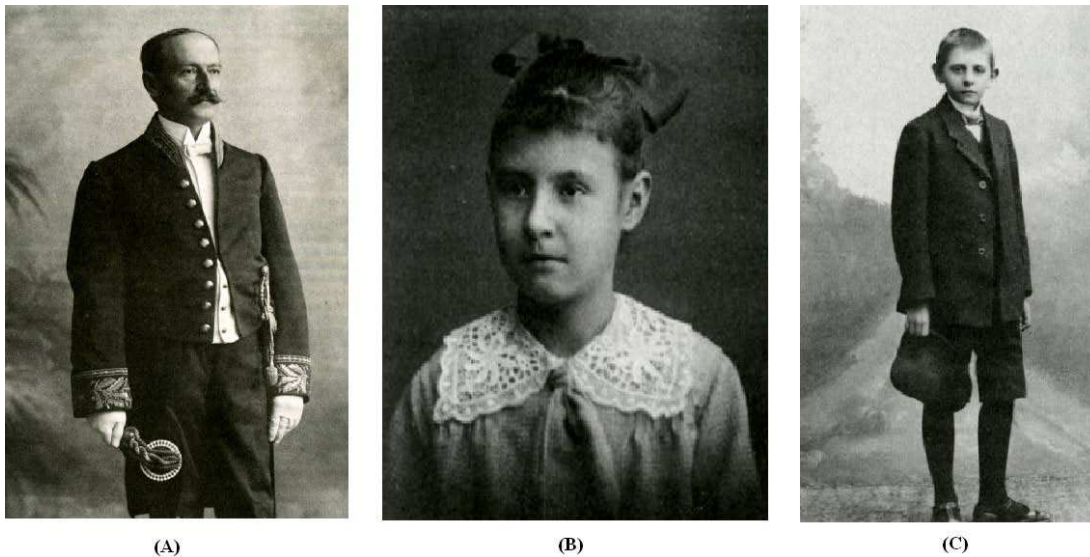


Fig. 2. (A) Фридолин Цвики - бащата на Фриц Цвики, (B) Леони Цвики - сестрата на Фриц Цвики, (C) Рудолф Цвики - братът на Фриц Цвики

Предаването бе излъчено в навечерието на рождения ден на Фриц Цвики, на 13 февруари. Анонси за него бяха пускани и на следващия ден - 14 февруари. Така цялата варненска общественост получи възможността да се докосне до личността на този особено интересен астрофизик, роден във Варна. На пресконференция, организирана в сградата на Обсерваторията по повод 110 годишнината на учения, бе разказано и за ученическия проект за Цвики.

Честването на тази годишнина няма да приключи с отпразнуването на рождената дата на Цвики. На ежегодната XXXIV Национална конференция по астрономия във Варна ще се отдели специално внимание на учения. В младежката част на конференцията отново ще бъде представен ученическият проект за Фриц Цвики с цел да се запознаят гостите от страната с личността му. В момента се работи по проект за поставяне на паметна плоча на къщата, в която е живял Цвики във Варна.

Кратка биография Фриц Цвики (1898–1974)

Многогранната личност на професор Фриц Цвики и важните открития, които той е направил, са оставили незаличима следа в науката.

Фриц Цвики е роден на 14 февруари 1898 г. в град Варна, България.

Баща му - Фридолин Цвики, швейцарски търговец, имал фирма в града. Той е роден в Швейцария през 1868 г. Майка му - Франциска Връчек е чехкиня, родена през 1871 г. Фриц е най-голямото от трите деца в семейството. Той има по-малък брат Рудолф, а най-малка е сестрата Леони. Майка му умира във Варна през 1927 г. Сестра му Леони се жени за варненец и остава през целия си живот в България. Баща му живее в България до национализацията през 1945 г., а после се връща в Швейцария. В момента във фамилната къща на семейство Цвики, във Варна, живее внукът на Леони.

До възрастта в която малкият Фриц трябвало да тръгне на училище, той живял във Варна със семейството си. След това родителите му решили, че трябва да получи образованието си в Швейцария. Изпратили го при дадо му в селището Молис, в швейцарския кантон Гларус. Там преминали ученическите му години.

Цвики постъпил в Швейцарският федерален технологически институт в Цюрих през 1916 г. Там записал математика и експериментална физика. В този институт той се срещнал с гениални учители. По това време в института преподавал и младият Алберт Айнщайн. В института в Цюрих любимият преподавател на Фриц бил физикът Аугуст Пикард (1884-1962). През 1920 г. Цвики завършил института в Цюрих, подготвяйки дипломна работа по физика. Ръководител на дипломната му работа бил друг известен учен - математикът Херман Вайл (1885-1955).

През 1922 година Цвики защитил дисертация под ръководството на Питър Деби (1884-1966) и Паул Шерер (1890-1969). И двамата му ръководители по-късно стават водещи учени. Петер Деби получил Нобелова награда по химия през 1936 г, а Паул Шерер е един от основателите на ЦЕРН (Европейски център за ядрени изследвания в Женева).

След защитата на дисертацията си Цвики кандидатствал и получил покана да работи в Калифорнийския технологичен институт (Калтех), в Пасадина, САЩ. Поканата била изпратена лично от тогавашния директор Робърт Ендриус Миликън (1868 – 1953). Той е известен с пресмятането заряда на електрона, за което получава Нобелова награда.

От 1925 до 1972 година Цвики е работил в Калтех и на обсерваториите към него - Маунт Уилсън и Маунт Паломар. Той загубил голяма част от спестяванията си по време на голямата депресия в САЩ, внасяйки парите си във фонд за подпомагане строежа на Паломарската обсерватория.

В Съединените щати Цвики често контактувал с Айнщайн, макар двамата да били на огромно разстояние един от друг: Цвики в Калифорния, а Айнщайн в Ню Джърси. Много учени свързвали близостта между Цвики и Айнщайн с това, че и двамата идвали от Технологическия институт в Цюрих. По тази причина често наричали Цвики “ученикът на Айнщайн”.

В Калтех Цвики започнал да се занимава с квантова механика. В този период той силно се увлякъл и от астрофизиката. Веднъж Цвики подметнал на Миликън, че вече не давал добри идеи. Миликън веднага реагирал с въпроса “Е добре, момче, а при теб как е?”. На това Цвики отговорил “При мен добрите идеи се появяват на всеки две години. Назовете ми тема и аз ще ви дам идея!” И Миликън му предложил астрофизиката. Точно в този момент се проектирала Паломарската обсерватория и института Калтех имал нужда от астрофизици. И наистина, този световно известен институт получил един голям астрофизик, направил много в науката. През 1942 година Цвики станал професор по астрофизика.

През 1918 г в обсерваторията Маунт Уилсън заработил най-големият за времето си телескоп, с диаметър на огледалото 2.5 м. През 30-те години на XX век с него регулярно се провеждали най-дълбоките в света астрономически наблюдения. По това време там от Германия пристигнал видният немски астроном Валтер Бааде (1893-1960).

И Цвики и Бааде се интересували от един въпрос, който отдавна безпокоял астрономите: внезапните появи на редки и с неясен произход звездобразни източници на светлина. Те се наблюдавали на места където преди това сякаш нямало звезди и затова били наричани “нови” звезди. Цвики и Бааде понякога осъмвали в разговори по любопитната тема “нови” звезди. Така започнала общата им работа. Бааде бил блестящ астроном с енциклопедични знания и кротък характер, а Цвики бил борбена и мислеща личност с буен нрав. Въпреки големите различия между характерите им, съвместната им работа била изключително плодотворна.

По онова време за “новите” се знаело, че са избухващи звезди, внезапно увеличаващи своя блясък десетки хиляди пъти, а после в течение на месеци възстановяващи първоначалния си блясък. Имало и сведения, че в някои мъглявини са наблюдавани изключително ярки “нови”, като на мястото на избухването отсавала

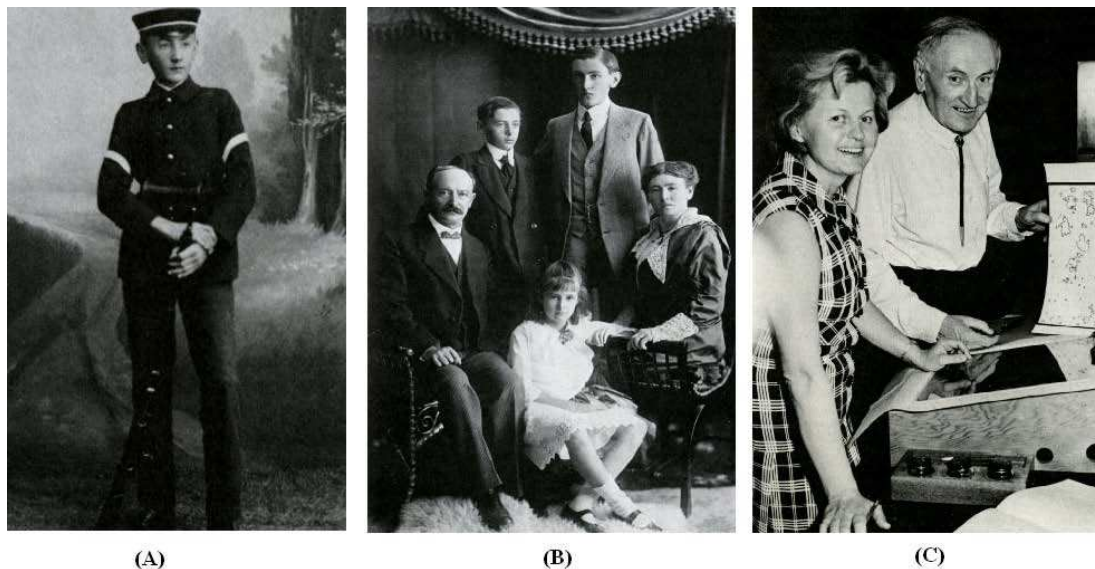


Fig. 3. (A) Фриц Цвики - кадет в Швейцария, (B) Семейство Цвики - (от ляво на дясно) Фриц Цвики, брат му Рудолф, (седнали) баща му и майка му, а между тях - сестра му Леони, (C) Фриц Цвики с втората си съпруга Маргарита

слаба звездичка или пък не се виждало нищо. Каква ли била природата на тези избухвания? Над това работели Цвики и Бааде.

През 30-те години на XX век ставало все по-ясно, че някои от мъглявините, в които се наблюдавали такива “нови” звезди, представляват гигантски звездни системи - галактики, подобни на Млечния път и отдалечени на огромни разстояния. Използвайки данни от наблюденията, Бааде пресметнал, че едно такова избухване на “нова” звезда в друга галактика би трябвало да бъде не десетки хиляди пъти, а милиарди пъти по-мощно от нашето Слънце. За да отличават тези изключително ярки обекти от останалите “нови”, двамата учени ги нарекли “свръхнови”. Те предположили, че това са избухвания на отделни звезди, които са много по-масивни от Слънцето. Цвики, търсейки обяснение на процеса на избухването, използвал цялата налична до момента информация. Но все нещо не достигало, обяснението не се получавало.

По невероятно стечение на обстоятелствата точно в това време Джеймс Чадуик открива неутрона. Оказало се, че точно тази частицата била нужна на Цвики за да обясни наблюдаваното явление. Той въвел и понятието “неутронна” звезда. Дошло му на ум, че ако една достатъчно масивна звезда изчерпи ядреното си “гориво”, тя би следвало да започне да се свива много силно, т.е. да колапсира. Тогава електроните биха навлезли в ядрата на атомите, свързвайки се с протоните и образувайки неутрони. Следователно, плътността на веществото би могла да достигне плътността на ядрото на атома, защото ядрата на атомите биха били разположени буквално едни до други. Така би се получила “неутронна” звезда. Пресмятанията показали, че веществото на неутронната звезда би било толкова плътно, че един напръстник от него би тежал колкото Хеопсовата пирамида.

Но изпъкнало и нещо друго. Цвики осъзнал, че при колапса на такава звезда следва да се отдели огромно количество енергия във вид на чудовищна експлозия. Именно тези експлозии той нарекъл “свръхнови”. Скоро Цвики и Бааде установили, че избухванията на свръхновите са едни от космическите източници на новооткритите гама-лъчи.

През 1934 г. Цвики и Бааде представят своите изследвания в Станфордския университет. Месец по-късно списание Физикъл ривю (*Physical Review*) публикува

много сбито резюме (само 24 реда) на това представяне, в което за първи път се въвеждат понятията „свръхнова“ и „неутронна“ звезда. Дава се обяснение и точна оценка на мащабите на космическия взрив. Накрая се показва връзката на явленияето "свръхнова" с вече наблюдаваните гама-лъчи. По думите на астрофизика Кип Стивън Торн, работил в Калтех, въпросното резюме представлява "един от документите, които съдържат най-много предсказания в историята на физиката и астрономията".

През 1936 г. Цвики създава екип за системно търсене (мониторинг) на свръхнови в сравнително близки галактики. За целта бележитият оптик от естонски произход Бернхард Шмид направил първия сравнително голям широкоъгълен фотографически телескоп. Този телескоп, родоначалник на Шмид-телескопите, има сферично огледало и корекционна пластина на входа на тръбата с диаметър 18 дюйма (46 см). С него може да се фотографира участък от небето с диаметър около 4° и с проникваща способност около 18 зв. вел. От 1937 до 1941 г. екипът на Цвики открил 18 свръхнови, а до тогава, в цялата история на астрономията, били известни само 12 такива.

Търсенето на свръхнови е свързано с наблюдението на множество галактики. През целия си живот Цвики изучил и описал десетки хиляди галактики и купове от галактики. Във връзка с това той разработил и приложил успешно оригинален фотографически метод, наречен метод на аналитичната фотография. При този метод се прави фотографическо наслагване чрез съвместно копиране на негатив и позитив от две снимки на галактика, снети в различни лъчи (например в сини и в жълти лъчи). По този начин в резултатния кадър се постига усилване на детайлите от галактиката, които светят по-силно в едните или пък в другите лъчи. Така за първи път били контрастни и проследени уверено спиралните структури на редица близки галактики. Днес подобни изследвания се провеждат много по-лесно - чрез попикселно събиране или изваждане на числени изображения на галактики.



(A)



(B)

Fig. 4. (A) Фриц Цвики и Нилс Бор, (B) Фриц Цвики с А. Хейл и Теодор Карман, 1946г.

От всички открити и описани галактики и купове от галактики Цвики съставил голям каталог. В периода 1961-1968 година в издателството на Калифорнийския технологичен институт бил публикуван този шест-томен «Каталог на галактики и

на купове от галактики» (*Catalogue of galaxies and of clusters of galaxies* — CGCG). Той съдържа списък на основните данни за галактиките и куповете от галактики, наблюдавани до предела на чувствителността на 48-дюймовия (1.2-метров) Шмид-телескоп на Паломарската обсерватория.

През 1933 г. Фриц Цвики провел наблюдения на галактиките в купа, намиращ се в съзвездие Косите на Вероника. Тогава, използвайки данните от наблюденията и прилагайки законите на небесната механика, той стигнал за първи път до един парадоксален резултат.

По това време било ясно, че колкото една галактика е по-ярка като цяло, толкова повече звезди, а значи и маса, има в нея. Цвики оценил интегралните яркости на галактиките, а чрез тях и общата маса на купа. След това, чрез законите на Кеплер той построил очакваното (теоретично) намаляване на орбиталните скорости на галактиките с увеличаване на отстоянието от центъра на купа, подобно на намаляването на орбиталните скорости на планетите с отдалечаване от Слънцето. До тук всичко било наред.



Fig. 5. Фриц Цвики и Алберт Айнщайн в Калтех през 1931 г.

След това, използвайки наблюдаваните червени отмествания в спектрите на галактиките от същия куп Цвики оценил наблюдаемите скорости на галактиките и ги сравнил с теоретичните. Удивлението му било огромно, защото този път диаграмата показала, че скоростите почти не зависят от разстоянията на галактиките до центъра на купа. Оказало се, че външните галактики се движат по орбитите си с такива големи скорости, от порядъка на стотици километри в секунда, както и вътрешните. Следователно, разсъждавал Цвики, навсякъде в този куп трябва да има още много маса, която не се вижда и значи не свети. Само наличието на голямо количество такава маса би осигурило достатъчно гравитация, която да удържа в течение на милиарди години бързо движещите се вътрешни и външни галактики на купа. Така Цвики първи изявил проблема за липсващата маса и въвел термина "тъмна материя".

Повечето астрономи приели скептично изказаната хипотеза и около 30 години тя останала в забрава. Едва през 60-те години на XX век Вера Рубин и Кенет Форд от Вашингтонския институт "Карнеги", отново отворили тази страница на науката. Те направили това от друга гледна точка, изучавайки кинематиката на галактиките. Оказало се, че звездите от галактичните дискове, които се въртят около центровете на галактиките по почти кръгови орбити, не намаляват съществено орбиталните си скорости с отдалечаване от центровете на галактиките. А

това свидетелства, че навсякъде в галактиките има скрита, несветеща маса. Днес е изместно, че плътността на скритата маса в галактиките намалява приблизително обратно пропорционално с отдалечаването от центъра, като при галактиките-джуджета фракцията на скритата маса е по-голяма.

Проблемът със скритата маса се оказал много сериозен. Той е още по-сериозен днес. Съвременните данни показват, че излъчващата (наблюдаемата) маса във Вселената е около 4% от общата, че детектируемата единствено по гравитационното си действие тъмна (ненаблюдаема) маса е около 26% от общата и че останалите 70% са нещо още по-необикновено - "тъмна енергия"...

Новаторските идеи на Цвики не отминали и проблема "гравитационни лещи". През 1937 г. той изказал хипотезата, че гравитационни лещи могат да бъдат не само отделни звезди, но и цели галактики. В този случай ъгловото разстояние между изображението на източника и гравитационната леща би следвало да е достатъчно голямо и да може да бъде пряко наблюдаемо чрез телоскоп с висока разделителната способност. През 1950 г., две години след въвеждането в експлоатация на 5 м телескоп на обсерваторията Маунт Паломар, били направени първите снимки на такива "космически миражи". Цвики смятал, че феноменът на гравитационните лещи може да се използва като естествен, природен телескоп. И отново се оказал прав.

В периода 1943–1961 г. Цвики бил главен научен консултант на фирмата «Аероджет дженерал корпорейшън» в Азуза, Калифорния. Там той има регистрирани 50 патента, основно в областта на ракетната техника. Негови изобретения са редица реактивни и хидро-турбо-реактивни двигатели. Цвики участвал активно и в разработката на ракетни ускорители за излитане на тежки самолети. През октомври 1946 г., под ръководството на Цвики, с помощта на ракетата «Фау-2», било осъществено изстрелване на «изкуствени метеори». Това е първият експеримент по създаването на изкуствени астрономически обекти.

Цвики е основател и президент (от 1961 г.) на Обществото за морфологични изследвания. "Морфологичен анализ" – това е специален метод в областта на изобретателството, въведен от Цвики като метод за откривателско мислене. Използвайки този метод той успял за кратко време да получи огромен брой оригинални технически решения на различни видове двигатели в ракетостроенето. Описвайки приложението на морфологичния анализ в науката и техниката той написал две книги - Морфологична астрономия (1957) и Морфология на реактивното движение (1962).

Идвайки от планинска страна, Швейцария, Цвики се влюбил в Калифорния не само заради работата си там, но и заради красивата планина Маунт Уилсън. Освен всичко друго, той бил страстен алпинист и скиор. Често, през зимата, карал ски, в близост до телескопите. Планината Маунт Уилсън е известна и с това, че през 1878 година физикът, бъдещият нобелов лауреат А. Майкелсон (1852-1931) поставил там своя опит по измерване скоростта на светлината.

През април 1933 година Цвики се оженил за Дороти Върнън Гейтс, дъщеря на виден местен сенатор - Егберт Гейтс. Бракът им не просъществувал дълго, едва до средата на 1941 година. От този брак Цвики няма деца. Но Дороти Гейтс продължава да се възхищава на неговия интелект до смъртта си през 1988 година. Той остава приятел до края на живота си с бившия си шурей Николас Рузвелт - 5ти братовчед на Франклин Делано Рузвелт. Николас Рузвелт бил дълго време американски посланик в Унгария.

През 1947 година, Цвики се оженил за своя сънародничка в Швейцария - Анна Маргарита Цурхер. Те се запознали през пролетта на 1947 година в Тун, Швейцария. От този брак той има три дъщери – Маргрет, Франциска и Барбарина. Негови внуци са Кристин Томас Пфенингер, Ариела Францес Пфенингер и Кристиан Аликзандър Фриц Цвики.

В библиотеката на кантона Гларус се помещава Музей на Цвики. В него могат да се видят снимки на къщите в които е живял, много негови ръкописи и научните

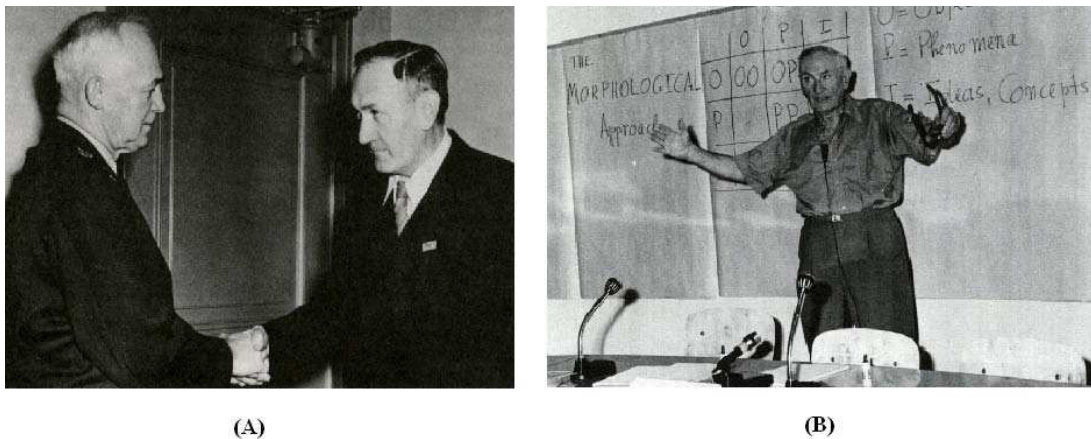


Fig. 6. (A) Ген. Арнолд Харп връчва медал на Фриц Цвики, 1946 г., (B) на Конгреса по морфологичен анализ в Атина, 1970 г.

му разработки. В Швейцария на името на Цвики има основана фондация Fritz Zwicky Stiftung.

За Цвики се разказват много анекдоти. Например, към студент чието име не знаел, Цвики се обръщал с въпроса “Що за дявол сте Вие?”

Веднъж, по време на наблюдение в обсерваторията Маунт Уилсън имало много силна турбулентия, която пречела на работата. По всяка вероятност, наблюдението било много важно за него, защото Цвики много се ядосал. Той посъветвал своя асистент да стреля с оръжие в проклетата турбулентност. Надявал се, че куршумите ще я изгладят. Асистентът го послушал и стрелял, но турбулентността си останала... Явно, за да разреши даден проблем Цвики бил готов да използва цялата си фантазия.

Отношението на Цвики към религията било особено критично. Веднъж дискутирал с един пастор сътворението на света. Пасторът обяснявал, че нашия свят бил сътворен чрез словото на Бог “Да бъде светлина!”. А Цвики отвърнал “Бих се съгласил с това само, ако се добави фразата “и това бил електро-магнетизмът””.

За огромен принос в науката, през 1972 г. Фриц Цвики е награден със Златен медал на Лондонското кралско астрономическо общество.

Фриц Цвики завършил земния си път в Пасадина, щат Калифорния, на 8 февруари 1974, точно 6 дни преди 76 си рожден ден. Той е погребан в селцето Молис, кантон Гларус, Швейцария, където преминала по-голямата част от детството му.

Заклучение

Професор Фриц Цвики ще остане завинаги в паметта на учените като една невероятна личност - особено колоритна и с многостранни интереси, допринесла за развитието на астрофизиката с множество научни резултати и нови идеи.

Изказваме своята благодарност на г-н Стефан Станев - внук на сестрата на Фриц Цвики, който по настоящем живее във Варна. Той ни предостави материали и автентични снимки от семейния албум на швейцарския клон на рода Цвики, някои от които се публикуват за пръв път.

References

K.S. Thorne, Black Holes and Time Warps, W.W. Norton Company, 1994
<http://ru.wikipedia.org/>
<http://www.krugosvet.ru/articles/87/1008742/1008742a1.htm>

<http://www.surkov.ru>
<http://www.inasan.rssi.ru/~dwiebe/popart/gravlen.html>
<http://www.metodolog.ru/>
<http://www.dynamical-systems.org/zwicky/Zwicky-e.html>
http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/kuznetsovsi_temnaya.html



