

СЪДЪРЖАНИЕ**ПРЕДГОВОР****НАУЧНО-ПОПУЛЯРНИ ДОКЛАДИ**

Е. Халова, 10^{-ти} юбилей на “Дните на физиката” в ТУ-София	3
Л. Георгиев, 2012 -та , митове, легенди, реалност.....	11
Н. Кожухарова, Л. Ландау: Да откриваш тайните на природата – най-голямото човешко щастие	23
Р. Ташева, В. Танева, Дифузните и планетарните мъглявини като гигантски физически лаборатории	31
Б. Рангелов, Научни изследвания на Антарктика	39
Р. Кобиларов, Тестовете на ядрени оръжия – история и последствия	48
Д. Илиева, Т. Славов, О.П.Е.Р.А. Истинският смисъл на експеримента и елементът на изненадата	53
А. Карастоянов, Закон за ядрените сили	66
М. Илиев, Използване на възстановяеми енергийни източници в бита и промишлеността	72
А. Андонов, Безжично предаване на енергия	89
Д. Миланов, Алтернативи на атомната енергия	95
С. Спасов, Кондензация на Бозе – Айнщайн	105
В. Танева, Р. Ташева, Физиците продължават да се шегуват, не на шега!	109

НАУЧНИ ДОКЛАДИ

Хр. Търнев, Екстракция на отрицателни йони от водородна плазма	116
Ил. Илиев, Статистическо предсказване на лазерната мощност на CuVr лазер	124
Б. Рангелов, Геофизични изследвания (данни и резултати) на о-в Ливингстън, Антарктика	131
М. Григорова, Регистрация и обработка на сеизмични данни – повишаване на разрешаващата способност	139

Д. Стоянов, Криволинейни координатни системи в електростатични задачи за системи линейни заряди	148
Т. Арабаджиев, Акценти в лабораторния практикум, подготвен в ДПФ.....	158
Авторски указател	168
Програма на Дните на физиката	169

10^{-ти} ЮБИЛЕЙ НА “ДНИ НА ФИЗИКАТА”

Елена Халова

Департамент по приложна физика, Технически Университет – София,
e-mail: ehalova@tu-sofia.bg

Резюме: „Дни на физиката” се провеждат всяка година от 2002г. с цел да се повиши интереса на студентите към физиката. Направен е исторически преглед на събитието, като са представени отделните рубрики и заглавията на някои от представените доклади.

Ключови думи: физика, „Дни на физиката”, история

Физиката, като една от природните науки, играе определяща роля в цялостното развитие на личността и бързото ѝ адаптиране към съвременните образователни и технически изисквания на ХХІ век.

През 2002г. Департаментът по приложна физика реши да проведе „Ден на физиката”, събитие което още на следващата година прерасна в „Дни на Физиката”. Целта беше повишаване на мотивацията за изучаване и засилване на интереса към физиката на ученици и студенти и да се информират за последните постижения на съвременната науката и приложението им в техниката. „Дни на Физиката” подпомагат създаването на навици за самостоятелна творческа работа, развиват инициативността на студентите и внасят изследователски елемент в тяхната работа. „Дни на Физиката” способстват за развитието и усъвършенстването на личностните качества на студентите и за открояването на студентите, които проявяват интерес към физиката.

Програмата на „Дни на Физиката” и датите на провеждане се оповестяват предварително на видни места и на страницата на ДПФ.

Изборът на темите правят самите студенти в зависимост от интересите си или със съдействието на преподавателите.

С годините се наблюдава засилена активност и интерес от студентите, някои от които вземат участие последователно в рамките на 3-4 години. Редица от представяните доклади предизвикват оживени дискусии.

Гости на събитието са ученици от професионалните гимназии и средните училища и преподаватели и студенти от ТУ-София, както и от други ВУЗ.

Темите на докладите от студенти, преподаватели и утвърдили се гост-физици са най-разнообразни и обхващат широк спектър от научни области, например: ядрена енергетика, полупроводникова електроника, микроелектроника и компютърна индустрия; лазерна техника и технологии; нови материали; информационно-комуникационни средства и технологии; космическа техника и глобални информационни системи; нови медико-диагностични и оперативни методи и техники и т.н.

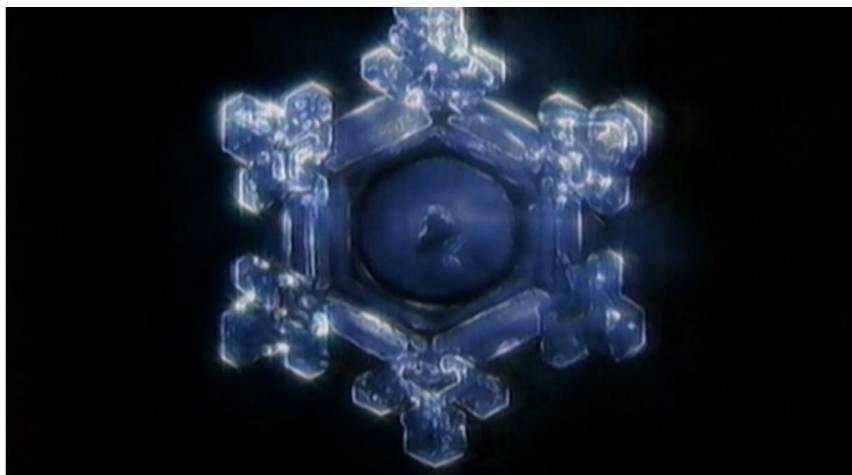
През годините темата **историята на физиката и физичните открития** е представена чрез доклади, някои от които са „Физиката и техническата революция в ХХ в.”, през 2005г., „Силициевата долина – история и настояще” - 2008г., „Физиката през 1909 ...1959 ... 2009 ...2059 г.” - 2009 и др.

От областта на **астрономията** са теми като: „Същност на галактиките”, „Soho”, „Черните дупки-произход и свойства”, „Черните дупки и явленията свързани с тях”, „Черни дупки” и др.

От областта на **последните постижения на съвременната наука** са теми като: „Ускорители на елементарни частици”, „Адронният ускорител-голямата загадка или експериментът на експериментите” и др.

От областта на **физиката и екологията** са теми като: „Физика на климата”, „Парникови газове, инвентаризация и законодателство в България” и др.

През първите години преобладаващи бяха докладите представени от преподаватели, но и от няколко студенти, на теми като: „Мисиите в Слънчевата система” през 2005г., „Soho” - 2005г. В последствие доклади представяха студенти заедно с преподаватели, като „Слънчевите затъмнения” през 2006г., „Перпетуум мобиле” – 2006г. и др. През 2007г. участието на **студенти** стана масово с доклади на теми: „Материя, антиматерия и аниhilация”, „Същност на галактиките”, „Влак на магнитна възглавница”, „Възможности за получаване на ядрена енергия чрез индуцирано разпадане” („Хафниева бомба”) и др. Много предпочитани са темите за черните дупки (2007г.), като: „Черните дупки - произход и свойства”, „Черните дупки и явленията свързани с тях”, „Черни дупки”. Темите представени от студенти през 2010г. годините са: „Физика и математика - взаимно влияние” - 2008г. „Великата тайна на водата” (фиг. 1.), „Видове цветни монитори”, „Корпускулярно-вълнов дуализъм” и др.



Фиг. 1. Доклад на тема „Великата тайна на водата” - Значение: “Благодаря”

Значително е и участието на студентите и през 2011г. с теми: „За или против ядрената енергетика”; „Вселената – минало, настояще и бъдеще”; „Тъмната материя”; „Кондензация на Бозе – Айнщайн” и др.

Много характерно за всички представени доклади от студентите е, че обхващат широк спектър от научни области и са представяни на изключително високо ниво (фиг. 2).



Фиг. 2. Доклади представени от студенти

Участие през годините в „Дни на Физиката” са вземали изтъкнати и утвърдили се **учени-физици и специалисти** от различни области, които изнасяха доклади за съвременните постижения на науката и техниката. Акад. дфн. М. Матеев, председател на СФБ, изнесе доклад през 2005г. на тема: „100 години след годината-чудо на Айнщайн 1905”. През 2006г. Акад. А. Петров, директор на Института по физика на твърдото тяло „Академик Г. Наджаков”, представи доклад на тема „Физиката на меката материя”. Проф. дфн А. Драйшу от ФФ на СУ “Св. Кл. Охридски” взе участие през 2008г. в „Дни на физиката” с доклад „Генерация на мощни свръхкъси лазерни импулси”. Доц. дфн Л. Литов от ФФ на СУ “Св. Кл. Охридски” и активен участник в експериментите, провеждани в ЦЕРН, през 2010г. запозна студентите с „Големия адронен колайдер - очаквания и реалности”, доклад който предизвика голям интерес в публиката. Докладът на доц. д-р В. Ловчинов, ръководител на лаборатория по ниски температури към БАН, на тема „Свръхпроводимост”, съпроводен с демонстрация бе приет с огромен интерес – 2005г. (фиг. 3).

Активно участие в „Дни на Физиката” през тези 10 години вземаха и преподаватели от ДПФ (фиг. 4), които представяха популярни доклади на теми като: „Физиката и техническата революция в ХХ в.” - 2005г.; „Физични основи на оптичните комуникационни системи” - 2005г.; „Изследване на вътрешно-атомната и вътрешно-молекулярна динамика със свръхкъси, фемтосекундни и аттосекундни лазерни импулси” - 2005г.; „Микро- и наносвят и технологиите на ХХІ век” - 2006г.; „Плазмени технологии” - 2006г.; „Събития във физиката преди 100 год.” - 2006г.; „Силициевата долина – история и настояще” - 2008г.; „Глобални, регионални и локални екологични проблеми, свързани с промяна в

състава на атмосферния въздух” - 2009г., „Физиката през 1909 ...1959 ... 2009 ...2059 г.”-2009г., „Бележити жени във физиката” - 2010г., „Младите учени и великите открития” - 2010г., „Съотношение “маса-плътност” на съгъстяване в молекулярни облаци, породени от свръхзвукова турбулентност” - 2010г., „Метод на разделяне по физически фактори за числено изследване на многосвързани солитонни състояния във влакнесто-оптични линии” - 2010г., „Относно универсалността на физическите закони”; „Етер, вакуум и теория на струните – забравени и най-нови теории” и „Парникови газове, инвентаризация и законодателство в България” - 2010г., „Япония – Апокалипсис сега (или просперитет в бъдещето?)” - 2011г.



Фиг. 3. Доклад на тема „Свръхпроводимост”, съпроводен с демонстрация



Фиг. 4. Доклади представени от преподаватели от ДПФ

От 2010 г. се провежда и отделна научна сесия, с научни доклади, на преподаватели от ДПФ, свързани с научната им дейност. Въпреки съботния

ден, научните доклади се радваха на интерес както от преподаватели, така и от студенти. Темите с научна насоченост представяни през годините са: „Влияние на Sb върху формирането и развитието на повърхността в бързозатвърдяла AlSiFeSb микроструктурна сплав” - 2010г., „Съотношение “маса-плътност” на стъпяване в молекулярни облаци, породени от свръхзвукова турбулентност” - 2010г., „Метод на разделяне по физически фактори за числено изследване на многосвързани солитонни състояния във влакнесто-оптични линии” - 2010г., „Модификация на Si повърхност чрез N⁺ имплантация” - 2011г., „Ефект на Робинс-Магнус – опит за пълно обяснение” - 2011г., „Сравнение на два числени метода за анализ на раманово саморазсейване в оптични влакна” - 2011г. и други.

През изминалите 10 години нарасна популярността на „Дни на Физиката”, което се потвърждава от участието на преподаватели от други ВУЗ, като гл. ас. д-р Ат. Атанасов от Департамента по физика и биофизика към Медицински Факултет на Тракийски Университет, Стара Загора с тема “Probable physical determination of the mass, size, generation time and rate of growth in most simple living cells (prokaryotes)” - 2010г., доц. Ил. Илиев от филиала на ТУ в Пловдив с тема „Факторен и регресионен анализ на CuVr лазер” - 2011г., доц. д-р Д. Стоянов от филиала на ТУ-Сливен с тема „Параметри и правила на подобие на цилиндрична йонизационна камера” - 2011г. Огромен бе интересът към много актуалния доклад, непосредствено след земетресението в Япония, на доц. д-р Б. Рангелов от МГУ на тема „Япония – Апокалипсис сега (или просперитет в бъдещето?)” - 2011г. Интересен е и фактът, че през 2011г. на „Дни на физиката” бе представен доклад чрез видеопрезентация на тема „Binary precession solutions based on synchronized field couplings” от J. Peavey, USA - 2011г.



Фиг. 5. Доклад на тема „Япония – Апокалипсис сега (или просперитет в бъдещето?)”

Редовна рубрика в „Дни на Физиката” радваща се на голяма популярност е и „Лауреати на Нобелова награда по физика” за съответната година (фиг. 6), чрез която участниците се запознават с най-значимите научни открития в областта на физиката.

През 2002г. бе представена експозиция на „Холографски изображения”, със съдействието на Централна Лаборатория за оптичен запис и обработка на информация при БАН (фиг. 7). Представители на лабораторията бяха така любезни да отговарят на всички въпроси, свързани с процеса на изготвяне на холографски изображения.



Фиг. 6. Нобелова награда



Фиг. 7. Експозиция на Холографски изображения

На „Дни на Физиката” в ТУ-София са представяни и изложби на теми като: „Термоядреният синтез – енергията на звездите”, със съдействието на СФБ и Физическия Факултет на СУ „Св. Кл. Охридски”, във връзка с Европейска програма по термоядрен синтез (фиг. 8) и „Старинни уреди”, подготвена от Департамента по Приложна Физика (фиг. 9) през 2005г.



Фиг. 8. „Термоядреният синтез – енергията на звездите”.

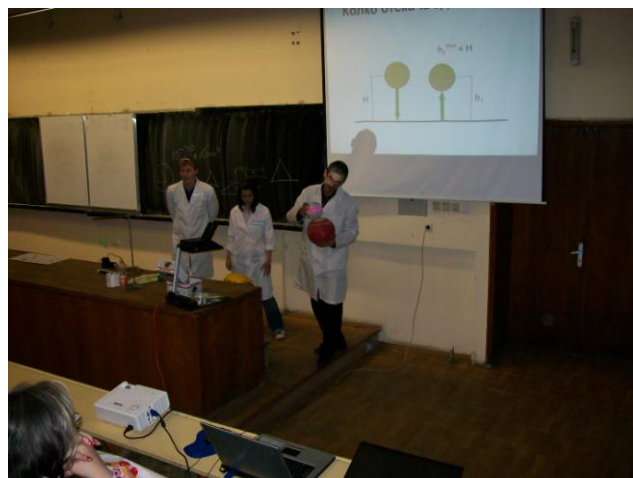


Фиг. 9. „Старинни уреди”.

Традиция в „Дни на Физиката” е и провеждането на състезание, с участие на студенти и гости ученици, което се провежда в края на „Дни на Физиката” и победителите се награждават. В състезанието се включват не само теоретични, но и експериментални въпроси и задачи, задавани чрез непосредствени демонстрации на различни физични явления и закони, представени от инж. Л. Георгиев (фиг. 10). Миналата 2011г. интересни опити на физико-химични явления бяха представени и от колектив от Химически Факултет на СУ „Св. Кл. Охридски”(фиг. 11).



Фиг. 10. Демонстрации и Състезания



Фиг. 11. Демонстрации на физико-химични явления

През 2011г. стартира нова тематика свързана с успеваемостта на студентите на изпитите по физика, която предизвика широка дискусия в която участваха и преподаватели и студенти. Това са докладите на тема „Изпитът по физика – предизвикателство за студентите” и „Анализ на резултатите от изпит по физика 1 за машинни специалности”.

Ежегодно всички презентации се качват на уебсайта на ДПФ на адрес: <http://phys.tu-sofia.bg>. Така всички студенти, дори и тези които са нямали възможност да чуят докладите, могат да се запознаят със съдържанието им. По

този начин се стимулира интереса на студентите към „Дни на физиката”, както и към дисциплината физика.

От 2009г. се издава и „Сборник популярни и научни доклади Дни на физиката” (фиг. 12), представяни на „Дни на Физиката”. Това е още една възможност за популяризиране на това събитие, а така също и да се проследи развитието на темите през годините. Издаването на сборника стана възможно благодарение на оказаната ни финансова подкрепа от НИС към ТУ-София.

През изминалите 10 години “Дни на физиката” се радваха на огромен успех. Сигурна съм, че и бъдещите издания на “Дни на физиката” ще бъдат също толкова интересни за участниците и посетителите, защото това е един приятен и интересен начин те да погледнат на физиката като неизменна част от нашия живот.

Надяваме се, че чрез организирането на “Дни на физиката” успяваме да допринесем за повишаване на интереса на студентите, бъдещите инженери, към тази красива и интересна наука - Физика, чиито приложни аспекти са в основата на съвременната техника и технологии.

Нека си пожелаем да се срещаме отново поне още 10 години!

Литература

„ФИЗИКАТА И ТЕХНИЧЕСКИЯТ ВЪЗХОД В ХХ – ВЕК”, Сборник доклади от научно-образователен форум „Седмица на физиката”, МП издателство на ТУ-София, 2005г.

„ДНИ НА ФИЗИКАТА 2009”, Сборник популярни и научни доклади”, МП издателство на ТУ-София, 2009г.

„ДНИ НА ФИЗИКАТА 2010”, Сборник популярни и научни доклади”, МП издателство на ТУ-София, 2010г.

„ДНИ НА ФИЗИКАТА 2011”, Сборник популярни и научни доклади”, МП издателство на ТУ-София, 2011г.



Фиг. 12. Сборник доклади

2012 -ТА, МИТОВЕ, ЛЕГЕНДИ, РЕАЛНОСТ**Любомир Георгиев**

Департамент по приложна физика, Технически университет - София,
бул. Кл. Охридски 8, 1000 София, e-mail: lgeorg@tu-sofia.bg

Резюме. В настоящият доклад е разгледано летоброенето в древния Рим, календара на маите и движението на слънчевата система в галактиката "Млечен път", довели до появата на много митове и легенди около датата 21.12.2012 година.

Ключови думи: летоброене, календар на маите, Нибиру, прецесия на земята, траектория на слънчевата система в млечния път.

Познатият ни днес календар с който отчитаме хода на времето и значими за нас дати се базира на летоброенето в древния Рим. Първият римски календар започвал на 1 март. Тогава било началото на новата календарна година. Месец март носел името на бога на войната "Марс", следващия месец април бил в чест на етруската богиня "Априлия", последвал го май на богинята на земята "Мая", след него юни в чест на "Юнона" - богиня на брака и семейното щастие. Следващите месеци били по номера след март: квинтилий (пети), сикстилий (шести), септември (седми), октомври (осми), ноември (девети), декември (десети), януари в чест на бог Янус и февруари - месецът на пречистването преди новата година.

В средата на I в. пр. н.е. Гай Юлий Цезар след срещите си с Клеопатра харесал египетския календар и наредил да изготвят подобен за Рим. При него новата година започвала на 1 януари и бил установен годишен цикъл от 365, 25 дни. За да се компенсира разликата от 0,25 дни през месец февруари на всеки четири години два пъти се отбелязвала датата 24-ти, което съответства на сегашната високосна година. В чест на реформата направена от Юлий Цезар месец квинтилий (пети) бил преименуван на юли. Този календар е известен като Юлиански. След победата на Октавиан в битката при Акциум над флота на Антоний и Клеопатра през 31 г. пр. н. е. той получава титлата Август и става първия римски император. В негова чест месец сикстилий (шести) е кръстен август. И така стигаме до познатия ни днес календар: януари, февруари, март, април, май, юни, юли, август, септември, октомври, ноември и декември.

Наименованията на дните от седмицата също са запазени от римско време:

- Понеделник - Monday - ден на Луната;
- Вторник - Tuesday - ден на Марс;
- Сряда - Wednesday - ден на Меркурий;
- Четвъртък - Thursday - ден на Юпитер;
- Петък - Friday - ден на Венера;
- Събота - Saturday - ден на Сатурн;

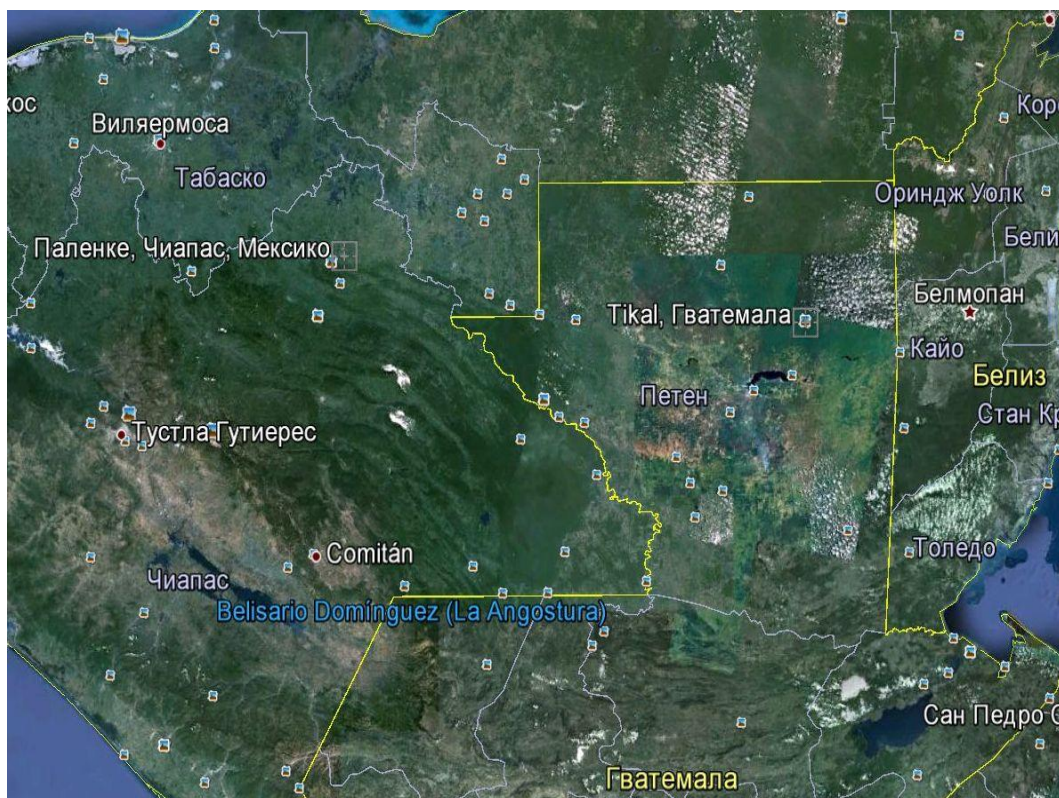
- Неделя - Sunday - ден на Слънцето.

На 24 февруари 1582 г. папа Григорий XIII видоизменя Юлианския календар, като въвежда допълнително условие за високосните години:

- Всяка година, кратна на 4 е високосна;
- Всяка година кратна на 100 не е високосна (пример:1900г.);
- Всяка година кратна на 400 е високосна (пример:1600, 2000 г. и т. н.).

Така на всеки четири века се пропускат три високосни години, което дава средна продължителност на годината от 365,242500 дни. Това е сега действащия календар, наречен Григориански.

Един друг удивително точен календар е календарът на майте, населявали някога земите на Централна Америка от 3500 г. пр. н.е. до 1500 г. сл. н.е. Те са изчезнали също толкова мистично, както са се появили. Няма конкретни данни затова защо са напуснали градовете си и как са изчезнали от лицето на земята. Те са били една от най-напредналите нации по отношение на знанията за времето, астрономията и математиката. Първи са изобретили нулата като число. Хронологичните познания на този народ били удивителни. Някои от тях все още предстои да се разгадаят.

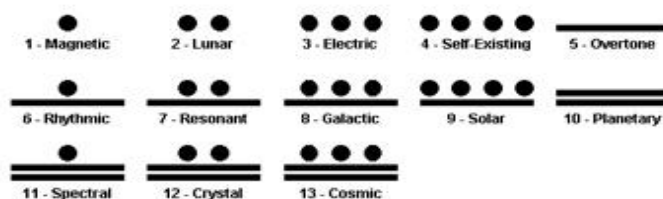


Земни на цивилизацията на Майте

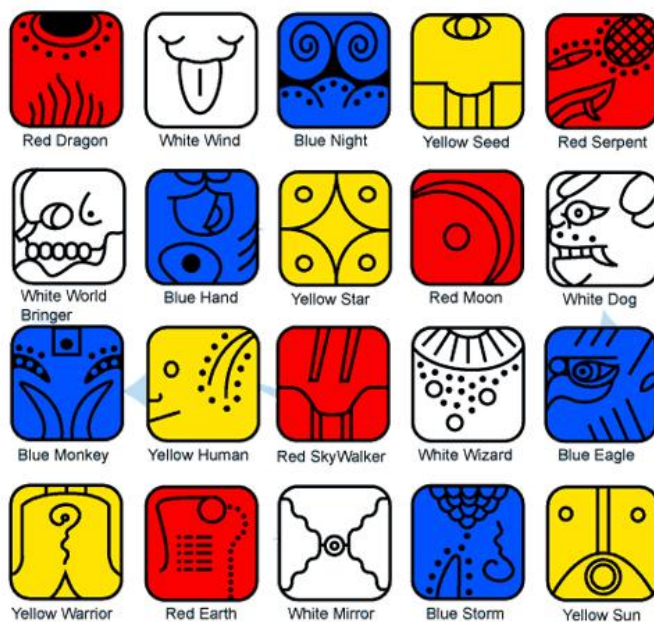
Маите са имали два основни календара: Цолкин - свещен и ритуален календар, и Хааб - слънчев календар, отговарящ на Григорианския. Основна единица и за двата календара е кин (ден). Двадесет кина образуват един уинал (месец), а осемнадесет уинала правят един тун (година). Петте липсващи дни образуват един нещастен месец, наречен Уайеб (безимен). Годината на маите започва на 21 декември - деня на зимното слънцестоене, а продължителността на годината според техните астрономи е 365,242129 денонощия. Да съпоставим тази продължителност с продължителността на годината в Григорианския календар, който използваме сега, а именно 365,242500 денонощия. Точността е удивителна.

Предпочитаният от маите календар се нарича Цолкин или "свещено броене". Той на практика е една матрица, формирана от възможните комбинации между 20-те символа на дните, наричани още слънчеви племена, и 13 свещени числа - галактически тонове. Най-общо Цолкин е вечен календар от 260 дни, синхронизиран с движението на енергията в нашата галактика и отразява цикъла на галактическото въртене. Всички други звездни и планетарни цикли са включени в него и произтичат от него.

The 13 Tones (Galactic Cycle) of the Dreamspell Calendar



13-те галактически тона



20-те слънчеви племена

1	21	41	61	81	101	121	141	161	181	201	221	241
2	22	42	62	82	102	122	142	162	182	202	222	242
3	23	43	63	83	103	123	143	163	183	203	223	243
4	24	44	64	84	104	124	144	164	184	204	224	244
5	25	45	65	85	105	125	145	165	185	205	225	245
6	26	46	66	86	106	126	146	166	186	206	226	246
7	27	47	67	87	107	127	147	167	187	207	227	247
8	28	48	68	88	108	128	148	168	188	208	228	248
9	29	49	69	89	109	129	149	169	189	209	229	249
10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250
11	31	51	71	91	111	131	151	171	191	211	231	251
12	32	52	72	92	112	132	152	172	192	212	232	252
13	33	53	73	93	113	133	153	173	193	213	233	253
14	34	54	74	94	114	134	154	174	194	214	234	254
15	35	55	75	95	115	135	155	175	195	215	235	255
16	36	56	76	96	116	136	156	176	196	216	236	256
17	37	57	77	97	117	137	157	177	197	217	237	257
18	38	58	78	98	118	138	158	178	198	218	238	258
19	39	59	79	99	119	139	159	179	199	219	239	259
20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260

Матрицата на Цолкин

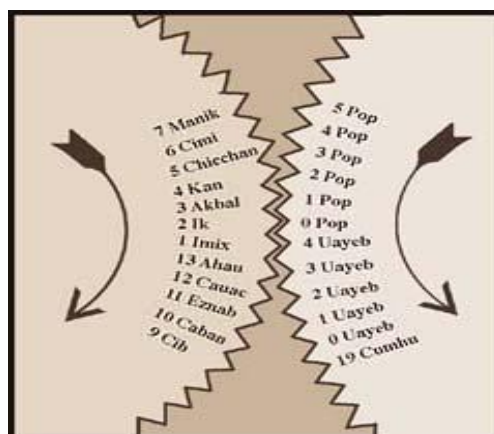


Свещения календар на майте - Цолкин



Цолкин - в средата е "Хунаб Ку" - галактическият център, който маите заедно със слънцето "Кинич Ахау" смятали за живи и дишащи същества.

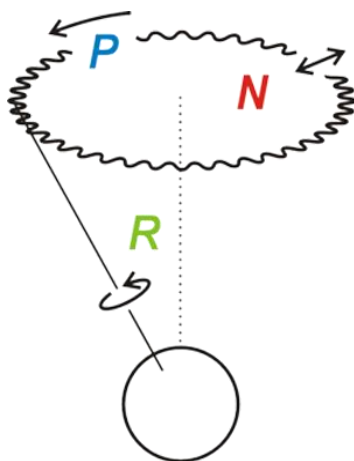
Цолкин и Хааб са използвани съвместно, така всеки ден е означен с дата и в двата календара. И тъй като единият е от 260 дни, а другият от 365, най-малкото им общо кратно число дава период от 18980 дни. С други думи, Цолкин и Хааб се синхронизират веднъж на всеки 18980 дни, което прави период от 73 години за Цолкин и 52 за Хааб.



Цолкин и Хааб в момент на синхронизация

Маите съумяват да отброят периоди от милиони години, свеждайки ги до цикли от 104 000 години, които съдържат 4 по-малки цикъла от по 26 000 години. Те от своя страна се делят на 5 цикъла от по 5200 години, които се състоят от 13 цикъла от по 400 години, наречени бактуни. Един бактун има 20 цикъла, или катуна, от по 20 години и т.н., докато се достигне един ден. Според календара на маите човечеството в момента се намира в последната година на един период от 104 000 години, следователно и в последния 5-и период от 5200 години, а с него приключват и всички останали по-малки периоди. Тук идваме до многозначителната 2012 година, по-точно до зимното слънцестоене на 21.12.2012г., когато е точният край на всички отброявания. Този 5-и и завършващ период е започнал на 13 август 3113 г. пр. н. е. Маите са записали тази дата като 0.0.0.0. С нея започва писането на историята в съвременния смисъл на думата, зараждат се първите цивилизации на Египет и Месопотамия, патриархатът набира сила като основна форма на управление. Може да се каже, че съвременните култура и ценности водят своето начало от този древен момент. Последният отрязък от времето ще завърши отново с дата, отбелязана като 0.0.0.0. Това показва пълното завъртане по колелото на времето.

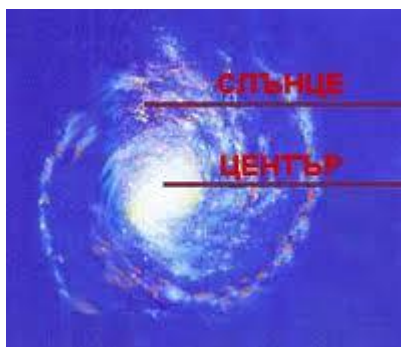
В календара е описано, че на 21 декември 2012 г. земята ще се подреди в една линия със слънцето и центъра на Млечния път, посочен като черна дупка и ще получи мощен синхронизиращ енергиен импулс. През последните пет години астрономите откриха, че в действителност съществува огромна черна дупка в центъра на нашата галактика. Те поддържат тезата на маите, че на 21 декември 2012 г. положението на земята ще се изравни със слънцето и центъра на нашата галактика Млечния път. Това галактическо събитие става веднъж на всеки 26000 години. То съвпада с периода на прецесионното движение на земята. Никой не знае какъв ще бъде ефекта, но маите вярвали, че ще се случи нещо специално.



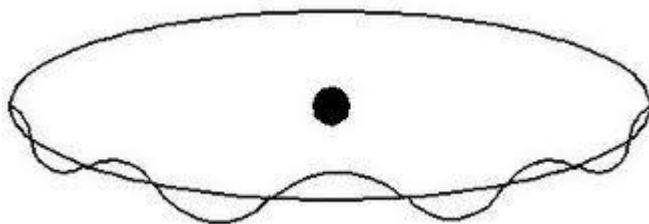
Прецесия и нутация на земната ос
 период на прецесия – 26000 г. период на нутация – 18,6 г.

Пръв хипотезата, че на въпросната дата ще настъпи Апокалипсис прокарва ученият от Харварския университет Майкъл Коу през далечната 1966 година. Докато изучавал календара на изчезналата цивилизация, той стигнал до извода, че след като календарът свършва на 21 декември 2012 година, то на този ден ще настъпи свършекът на света. Много съвременни учени са твърдо против теорията, според която планетата ще бъде унищожена. Маите са една от най-умните и прогресирали цивилизации, раждали се на земята досега. Във философията им обаче никога не е съществувало понятие като края на света. Времето на маите е циклично, то няма начало и край. Въпреки истерията по задаващ се Апокалипсис, са открити прогнози от времето на маите, в които въобще не се говори кога и дали въобще ще настъпи краят на света. За тях на 21.12.2012 г. завършва един голям цикъл на съществуване. Според маите човечеството ще се прероди за нов живот, в който ще доминира духовното над материалното.

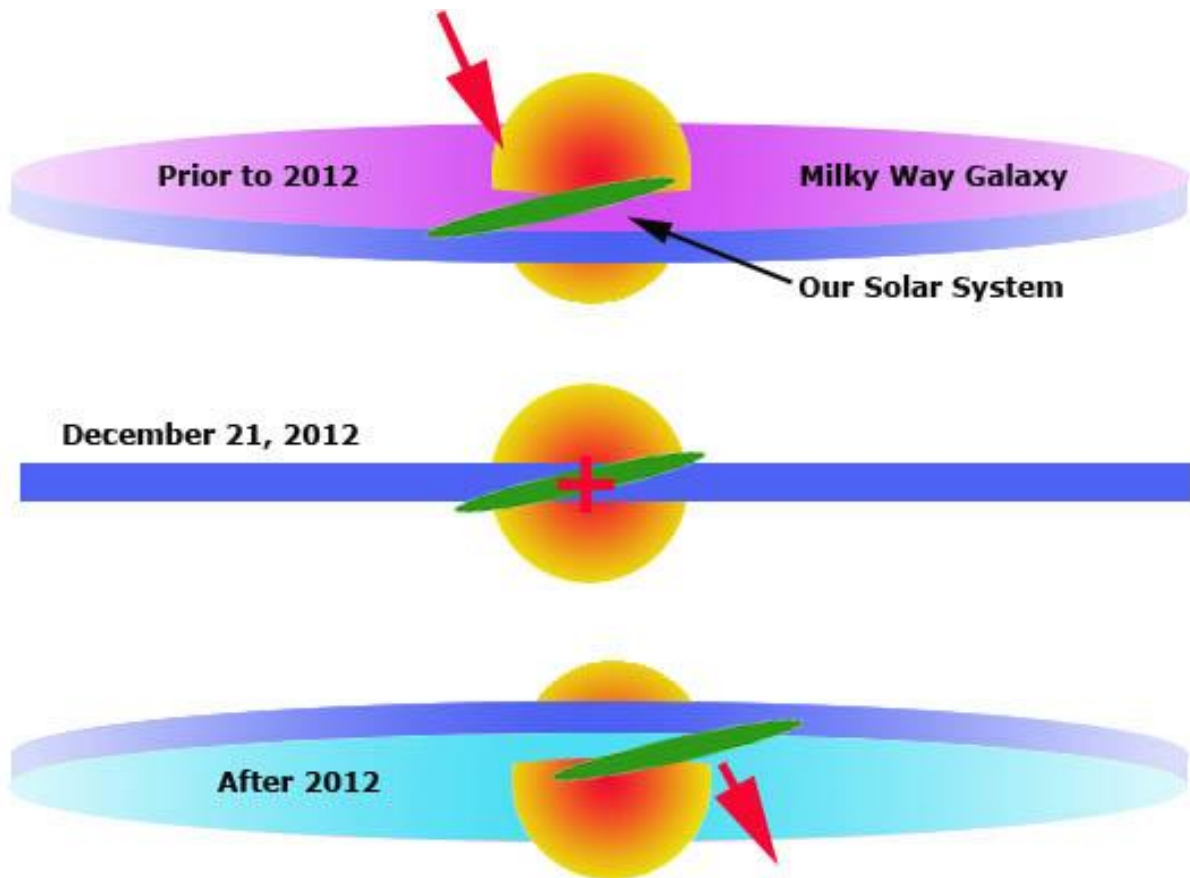
Цялата слънчева система се върти около центъра на Галактиката със скорост 220 км. в секунда, и на нея са й необходими около 220 млн. години за една обиколка и този период се нарича галактическа или космическа година. От своето създаване досега Слънцето е направило по-малко от 25 обиколки около центъра на галактиката. Доказано е, че откакто са се появили най-старите цивилизации на Земята са изминали само 15 галактични минути.



*Положение на слънчевата система в Галактиката,
разстояние = 26000 св.г.*



Траектория на слънчевата система около Галактическия център



*Изравняване с Галактическия център на 21.12.2012 г.
по Гринуич -11:11 ч. за България – 13:11 ч.*

Захария Ситчин, който изучава и пише произведения за древната цивилизация на шумерите в Месопотамия, изтъква, че е открил и превел шумерски документи, в които се описва планетата Нибиру, наричана още планетата Х, движеща се по силно сплесната, кометообразна орбита около Слънцето с период на въртене 3600 години. Според данните тя ще бъде най-близо до земята именно на 21.12.2012 г. - денят на зимното слънцестоене.



Траектория на Нибиру

Тази хипотеза се подсилва от един древен текст на майите, в който се казва "И когато две слънца огреят Земята, ще се роди ново начало". Предполага се, че майите също са знаели за съществуването на Нибиру и, че тя ще се доближи максимално до земята на 21.12.2012 г. Може би това е второто слънце за което говорят, тъй като се предполага, че Нибиру е с размерите на Юпитер и притежава силно магнитно поле. При едно близко преминаване до земята тя би изглеждала на небосклона с размерите на слънцето. Какви биха били последиците за нас от тази близост?:

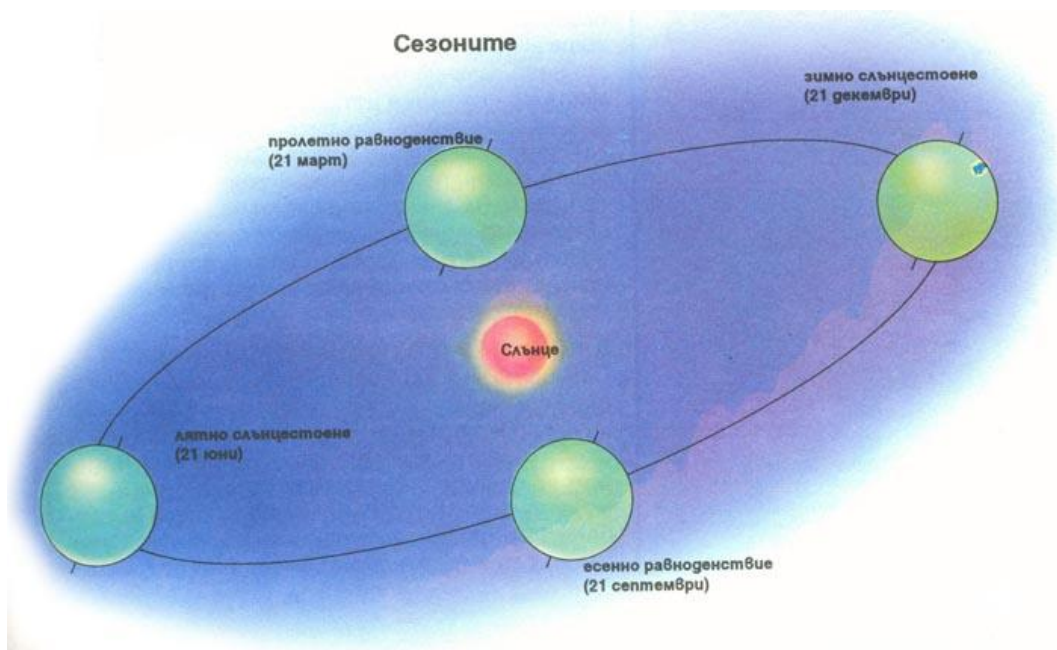
Първо - директен сблъсък, в следствие на голямата близост и силната гравитация. Второ - смущение в орбитите на астероидите от астероидния пояс и евентуално падане на астероид върху земята. Трето - промяна в радиуса на орбитата на земята и забавяне на околоосното ѝ въртене. Четвърто (най-вероятно) - смяна на магнитните полюси на земята в следствие на силното поле на Нибиру. Това ще доведе до огромни и непредсказуеми катаклизми, понеже магнитното поле създава магнтосферата, която отклонява частиците от слънчевия вятър и ни предпазва от радиацията.



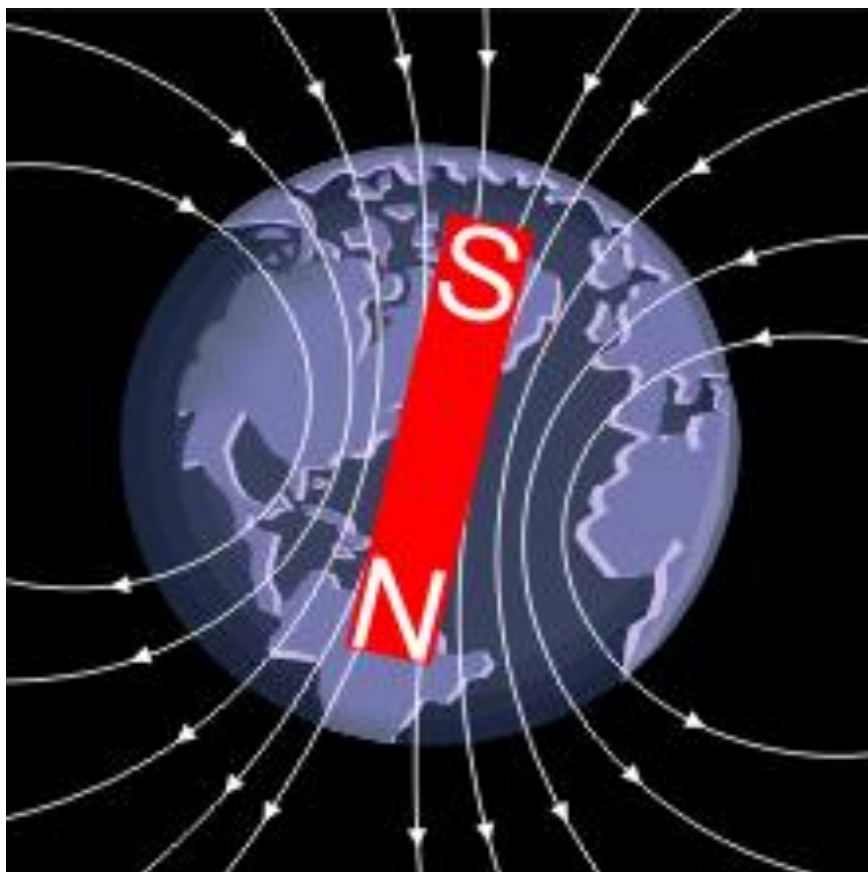
Първо - директен сблъсък



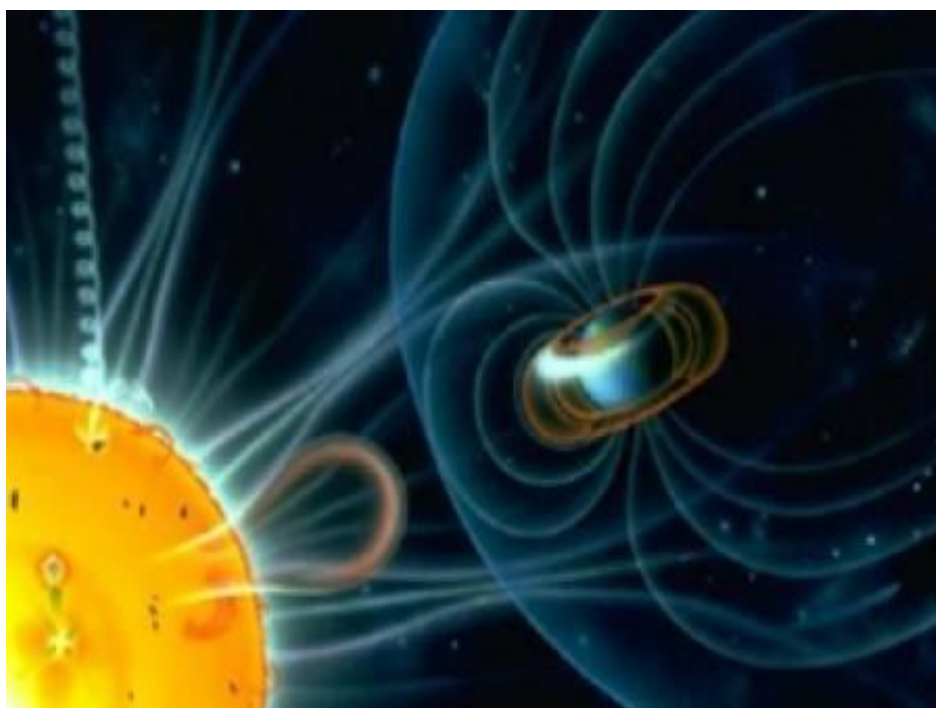
Второ - смущение в орбитите на астероидите от астероидния пояс



Трето - промяна в радиуса на орбитата на земята и забавяне на околоосното ѝ въртене



Четвърто (най-вероятно) - смяна на магнитните полюси на земята



Магнитосфера на Земята

Заклучение

В древните записи на майте не се споменава за край на света. За тях времето има цикличен характер. На 21.12.2012 г. завършва един голям цикъл на отброяване от 104 000 години, а заедно с него и всички по-малки цикли и се дава начало на нов голям цикъл. Според майте човечеството ще се прероди за нов живот, в който ще доминира духовното над материалното. Те казват: "И когато две слънца огреят Земята, ще се роди ново начало". Говорят за начало, а не за край.

Едно е сигурно, ще наблюдаваме уникално астрономическо явление, което става веднъж на 26000 години - изравняване на слънчевата система с Галактическия център на Млечния път.

Литература

- [1] Гутберлет, Б.И. Календарът на майте, "Сиела", 2010;
- [2] <http://rome.bg-history.info/1146/Rimskiiat-kalendar.html>
- [3] <http://vaseto.info>
- [4] <http://www.beinsadouno.com>
- [5] <http://bg.wikipedia.org>

ЛЕВ ЛЕОНИДОВИЧ ЛАНДАУ: „ДА ОТКРИВАШ ТАЙНИТЕ НА ПРИРОДАТА – НАЙ ГОЛЯМОТО ЧОВЕШКО ЩАСТИЕ“

Невена Кожухарова

Технически Университет, ДПФ, бул. "Климент Охридски" №8,
e-mail: nkojouharova@abv.bg

Резюме: През 10-те години на провеждането на „Дните на физиката“ в ТУ-София е имало множество представяния на работата и успехите на физици, както известни на широката публика (голяма част от тях – носители на Нобелова награда), така и по-малко известни. Причините са били различни, но постепенно се е оформила такава рубрика, която бихме искали да се запази и развие за в бъдеще. Това е едно общо представяне на живота и работата на един от най-известните руски физици теоретици, създател на една от водещите и днес теоретични школи в света. Конкретен повод бе годишнина – 50 години от получаването на Нобелова награда от Ландау, като един добър повод да се разкаже за работата на един известен учен.

Ключови думи: теоретична физика, теория на Ландау за фазови преходи от втори род, свръхфлуидност, свръхпроводимост, физика на елементарните частици, комбинирана четност.

Лев Леонидович Ландау е роден на 22 януари 1908 г. в Баку в семейството на инженер от местната петролна компания и лекарка. Той е по-малкото от двете деца в семейството, има сестра София. Още от малък се проявява като добър математик (но има предпочитания към алгебрата, а геометрията намира за скучна), но и със странен и затворен характер. Не обича игрите с деца на неговата възраст, трудно е било да го видят да се разхожда – това време той считал за пропиляно, а въпреки усилията на родителите си не се е занимавал с уроци по пиано. Още от детските си години проявява завидна упоритост, граничеща на моменти - по думите на майка му - с инат.



*Лев Давидович
Ландау
(около 1950г.)*

Завършва училище много преди връстниците си – само на 13 години. След това се записва да учи в Икономическия техникум в Баку. Това е по преценка на родителите му, тъй като смятали, че е рано за записването му в университет, както и че това е било време на сериозни реформи в образователната система, свързани с присъединяването към СССР. Още на 12 години Ландау се е научил

да диференцира, а на 13 е можел и да интегрира. След едногодишно обучение в техникума той напуска и се записва през 1922 г. в Бакинския университет, където през първата година се обучава паралелно в две специалности – едната „физика и математика“ и другата „химия“, но счел химията за по-малко интересна и продължил през втората година само физика и математика. По това време се записва в научно студентско математическо дружество, където са и първите му изяви като лектор, съвсем не блестящ, какъвто го характеризират в края на кариерата му.

На 16 години Лев Давидович се премества в Ленинградския университет, където вече учи сестра му София. По думите на някои негови колеги от Бакинския университет това преместване е било необходимо, защото Ландау е получил всичко от преподавателите си и вече няма какво да научи. По време на този престой те със сестра си са живели в семейството на чичото – брат на баща им, майка им доста често ги е посещавала и сериозно се е притеснявала за него, тъй като Ландау по думите ѝ „не може да се справя сам с живота“, той често не е обръщал внимание на външния си вид, дали е облечен подходящо за времето от годината, а и на съвсем обикновени неща като кога се е хранил за последен път. Такива реплики са казвани по-късно и от съпругата му.



*Семейството на Ландау,
когато той е на около
4 годишна възраст*

Това е времето, по което от свой състудент получава прякора си Дау, който му остава до края на живота. Трябва да отбележим отношението, което Лев Давидович има към своите преподаватели – той се държи към тях сериозно и в същото време независимо. В дадения период си създава навици да преглежда огромно количество научни статии в периодични издания, при което обръща внимание предимно на първата и последната част на работите – постановката на задачата и достигнатите резултати и обяснява „Трябва да знам над какво е работил авторът, а как е постигнал резултата аз знам по-добре.“ Този негов навик се запазва до края на кариерата му.

Първата научна работа на Ландау е публикувана през 1926 г. в „Zeitschrift für Physik“ – „За теорията на спектрите на двуатомните молекули“, посветена на принципни въпроси на квантовата механика. Трябва да отбележим, че това е времето на създаване на теорията и много физици са проявявали научен интерес към темата – времето, по което са организирани т. нар. „Солвеевски конгреси“ (на тези конгреси е имало множество дискусии между учени като Айнщайн и Н. Бор, в тези спорове и представяни мислени експерименти са изяснени голяма част от особеностите на квантовия свят, интерпретацията на квантовата механика като цяло.). Статията представлява развитие на идеите на Шрьодингер, Хайзенберг и други основатели на квантовата механика. Пред

свои студенти Ландау е казвал многократно „*Когато се запознах с общата теория на относителността бях потресен от красотата ѝ. Статиите на Хайзенберг и Шрьодингер предизвикаха моето възхищение, никога по-рано с такава яснота не съм усещал силата на човешкия гений.*“

През 1926 година Лев Давидович Ландау участва на 5 Конгрес на руските физици, където представя два свои доклада още преди защитата на дипломната си работа, което прави през 1927 г. След това постъпва като аспирант в Ленинградския физико-технически институт (университет). През следващата 1928 г. отново участва в конгрес – 6 по ред – на руските физици, в който участват много чуждестранни гости – учени като Н. Бор, П. Дирак, Дебай, Брилюен. Като един от най-добрите аспиранти, след този конгрес Ландау е изпратен на специализация в чужбина, като в следващите години (до 1931 г.) последователно е в Берлин, Гьотинген (където работи Макс Борн), а после и в Лайпциг при един от създателите на квантовата механика – Хайзенберг. В началото на 1930 г. отива в Цюрих, а по-късно същата година и в Копенхаген в института на Нилс Бор. По време на тази специализация Лев Давидович има щастието да работи с най- известните физици по това време.

При заминаването от Русия Ландау говори свободно немски и френски, но не и английски език, но се оказва, че трябва да отиде в Англия – Кеймбридж и за две-три седмици с упорит труд се научава да чете и разговаря на английски. В Кеймбридж той се запознава с още един от известните физици на това време – П. Капица (също съветски физик), работел по това време в Кавендишката лаборатория. По време на този престой Ландау работи върху темите за магнитните свойства на свободните електрони и релативистката квантова механика, като през 1930 г. създава и теорията на електронния диамагнетизъм (известен още като „диамагнетизъм на Ландау“).

През 1932 г. Ландау отива в Харков като става ръководител на теоретичния отдел на Украинския физико-технически институт. През 1934 г. става „доктор на физико-математическите науки“ и през следващата година е избран за професор. По време на престоя и работата си в Харков, Ландау чете курсове по теоретична физика за експериментатори, както и води лекционните курсове на студентите от няколко факултета – първоначално е в катедрата по теоретична физика, а по-късно в тази по обща физика. Със студентите през семестъра води много разговори по време на почивките, обяснява допълнителни въпроси, като при това се обсъждат не само физични проблеми, но още през първата сесия се променя ситуацията – почти половината студенти не са могли да преминат в по-горния четвърти курс, тъй като не са си взели успешно изпита по физика. Това става причина за разговори с ръководството на университета, а по-късно Ландау е принуден да напусне. В голяма част от тези разговори Лев Леонидович е убеждавал ръководството в необходимостта физикът да владее много добре математиката „Програмата по физика в този университет е препълнена с ненужни теми като например историческото въведение, а между

тях има немного полезни сведения, които е абсолютно необходимо да се знаят като например ред и интеграл на Фурие.“

Изучаването на всяко ново нещо Ландау е свързвал още от студентските си години с направата на класификация. Любопитна в това отношение е такава класификация на физиците теоретици, направена от него в периода, когато работи в Харков. Те са разделени в няколко класа, към нулевият клас са причислени създателите на фундаментални теории като Нютон, Максвел, Лоренц, Айнщайн, Планк, Хайзенберг, Шрьодингер. В следващия първи клас са учените, създали някакъв раздел на физична теория като Лагранж, Хамилтон и Якоби в механиката, към втория клас принадлежат физиците, разработващи определени проблеми, към третия – открили или обяснили физично явление и към четвъртия клас – онези, работещи над частни въпроси от физиката.

През 1937 г. се премества в Москва по покана на Капица като ръководител на секцията по теоретична физика на Института за физични проблеми. По това време разработва общата теория на фазовите преходи от II род, теорията на междинните състояния на свръхпроводниците и статистическата теория на атомните ядра.

През 1938 г. Ландау е арестуван като германски шпионин след клеветническа публикация във всекидневник и в продължение на почти два месеца е в ареста. Освободен е само благодарение намесата на Пьотр Капица, който пише писмо до самия Сталин, в което се застъпва за Лев Давидович Ландау (след като вече е писал такива писма до ръководителя на НКВД - Берия, но без положителен отговор).

По времето когато Ландау отива в института в Москва, П. Капица вече е открил свръхфлуидността на хелия при температура 2,17 К. Когато от правителството на СССР искат Капица да се върне в страната си, той работи в Англия, има на свое разположение лаборатория и много сътрудници, но решава да помогне на страната си и да се върне в СССР – Москва, за да основе там добре работеща физична лаборатория, една от най-модерните за времето си. При това положение е било необходимо, за да продължи изследванията си, да се премести цялата апаратура от лабораторията му, което става със знанието и съгласието на Ръдърфорд. Апаратурата е купена от Съветското правителство за огромна сума за времето си – 30 хиляди англ. паунда. В същото време сътрудниците на Ръдърфорд са били извънредно изненадани и учудени от факта, че той е разрешил закупуването на апаратурата, за която е твърдял, че няма да напусне лабораториите в Англия на никаква цена.

През 1945 г. Ландау разработва теория на ударните вълни на голямо разстояние, а през следващата – 1946 г. определя затихването на трептенията в електронна плазма.

През 1950 г., заедно с В. Гинзбург създава теория на свръхпроводимостта.

През 1956 г. въвежда понятието „комбинирана четност“ и разработва теория на двукомпонентното неутрино (това е друга област на физиката, в която работи – физика на елементарните частици).

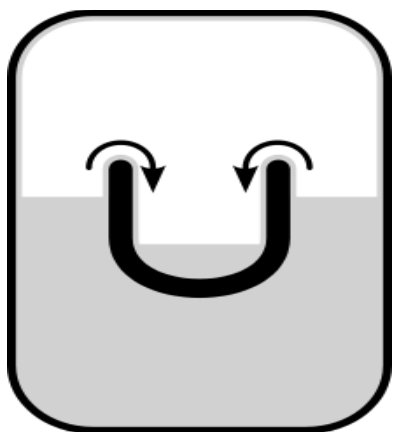
В никакъв случай не трябва да се пропуска и факта, че е създател на фундаментален курс по теоретична физика в периода от 1940 до 1965 г. Този курс е в съавторство с Лифшиц и се състои от 10 тома. След пребиваването си в много от научните центрове на Европа Ландау се замисля да създаде своя школа по теоретична физика, която да събере всичко хубаво и полезно, което е придобил като опит в това отношение и реализацията на проекта му започва около средата на 30-те години на ХХ век. Важна стъпка за това е било и създаването на много обширен и подробен курс по теоретична физика. Лев Ландау предлага на М. Бронщайн да е негов съавтор, но обективни причини не позволяват това да се случи. С голяма прецизност избира най-добрите студенти и аспиранти и след многогодишни усилия създава една от най-добрите теоретични школи в света.

През 1962 г. недалеч от Москва претърпява автомобилна катастрофа, от чиито последици и умира на 7 януари 1968 година. След катастрофата прекарва две седмици в кома, много сериозно ранен, той не се възстановява напълно, прекратява своята работа.

Нобелова награда получава през 1962 година и поради здравословното си състояние не може да я получи в Швеция, тя му е връчена от посланика на Швеция в Москва в болницата, където се възстановява след катастрофата. В аргументацията на Нобеловия комитет се казва: „за неговите новаторски теории на кондензираната материя, специално на течния хелий...“. На церемонията в Хелзинки при обявяване на наградените е присъствала съпругата му.

През 1965 г. бивши студенти и колеги на Ландау основават институт по теоретична физика на негово име в гр. Черноголовка, близо до Москва. На негово име са наречени малка планета (2142 Landau) и лунен кратер.

Искам да се спра накратко само на някои от темите, по които работи Ландау. Разглеждането на всички тематик, по които е работил, не може да е в такова представяне – то по обем представлява един немалък учебник.



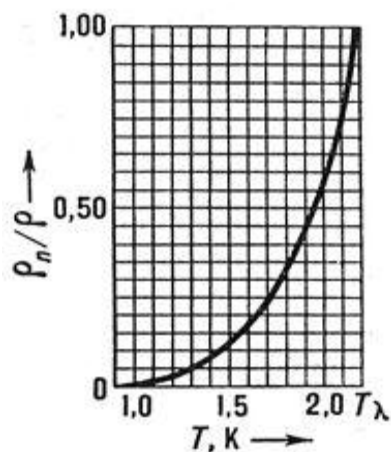
Свръхфлуидна течност

Свръхфлуидност и свръхпроводимост

Свръхфлуидността е способност на веществата да протичат през тесни процепи и капилари без триене, което възниква при понижаване на температурата близо до абсолютната нула и при което веществата преминават в особено състояние на квантова течност (ТД фаза). Явлението е открито експериментално от Капица през 1938 г. при течен хелий II, намиращ се под т.нар. λ -точка ($T = 2.17 \text{ K}$). За това откритие той получава през 1978 г. Нобелова награда.

При преминаване през λ -точката хелият преминава от състояние HeI в състояние HeII, т.е. претърпява фазов преход.

Явлението свръхфлуидност е наблюдавано по-късно и при други системи като разредени атомни бозе-кондензати.



Отношение на плътността на нормалната и свръхфлуидната компонента

престава да е в състояние на свръхфлуид.

Според теорията, развита от Ландау, течният хелий се състои от две взаимопроникващи течности: свръхтечна и нормална компонента. Първата компонента се намира в квантово състояние на бозе-кондензат. Тя се движи без триене и не участва в преноса на топлина – енергия (има нулева ентропия и нулев вискозитет). Нормалната компонента се движи с триене и участва в преноса на енергия.

Теория на Ландау за фазовите преходи от втори род (1937 г.)

Това е основна теория за този вид преходи. При преходите от втори род е характерно, че при преминаването от първоначалната в крайната фаза има промяна на симетрията, т.е. имаме две фази с различни симетрии. Такъв преход обикновено не става скокообразно, както при преход от течно в твърдо състояние например (например при високи температури кристалът на BaTiO_3 има кубична симетрия, а при понижаване на температурата се достига една гранична стойност, при която симетрията става тетрагонална от кубична), при това не се наблюдава никакво изменение в състоянието на тялото. Възможен е фазов преход от втори род без да се променя симетрията на кристалната решетка, такъв пример е преход на метал от нормално в свръхпроводящо състояние или при точката на Кюри за феромагнитни или антиферомагнитни вещества, където има изменение на симетрията на разположението на елементарните магнитни моменти в тялото.

Теорията се основава на предположението, че свободната енергия на всяка система трябва да се подчинява на две условия: 1) свободната енергия на системата е аналитична функция; 2) хамилтонианът има симетрична форма (второто условие произтича от първото).

Свободната енергия на системата в модела на Изинг се записва като:

$$F = r\psi^2 + s\psi^4 + H\psi, \quad (1)$$

където $r = r_0(T - T_c)$ е параметър, зависещ от температурата, а ψ е пълната намагнитеност или още параметър на подредеността

$$\Psi = \pm \sqrt{\frac{-r_0(T - T_c)}{2s}} \quad (2)$$

е равновесната намагнитеност в модела на Изинг.

В теорията се доказва, че при състояния с различна симетрия при разлагането на функцията F по степени на Ψ , първата степен е тъждествено равна на 0. За да е точката на прехода в устойчиво състояние, то четвъртата степен трябва да има положителен коефициент. В следствие на такива предположения могат да се определят функции като ентропията на системата например, както и изменението на C_V и C_P . В теорията се изследва и влиянието на външни полета (без да се указва конкретния им вид) върху фазовите преходи от II род, флуктуациите на параметъра на подредеността, както и фазовите преходи в двумерна решетка.

Параметърът на подредеността е въведен за пръв път в теорията на Ландау. По това време е експериментално известно, че кривата на прехода „течност – газ“ и кривата на намагнитване имат един и същи вид, което е свързано с универсалността на законите във физиката и води до предположението, че двете системи притежават еднакви симетрии.

Физика на елементарните частици

Темата, на която ще обърнем внимание е разработена през 50-те години на XX век и е свързана с нарушаването на четността при слабите взаимодействия.

Четността е една от квантовомеханичните величини, характеризиращи микрочастиците. Състоянието на частицата се описва от вълновата функция $\Psi(x, y, z)$. При инверсия на пространството (т.е. при преход на координатната система от вида $x' = -x$, $y' = -y$, $z' = -z$ или преход от дясноориентирана КС към лявоориентирана КС) и последваща още една инверсия, вълновата функция трябва да съвпада с първоначалната. Операцията инверсия трябва да оставя функцията неизменна (положителна четност за частиците, при които е изпълнено това $P = +1$) или да променя знака ѝ (отрицателна четност – $P = -1$). Четността на система от частици се пресмята като сумата от четностите на отделните частици. Запазване на четността означава инвариантност на природните закони по отношение преминаването от лява в дясна КС и обратно.

До 1956 г. не е имало никакви съмнения, че законът за запазване на четността може да се нарушава при каквото и да е вид взаимодействие. През същата 1956 г. Ли и Янг предполагат, че може да има нарушаване на четността при слабите взаимодействия. По това време са известни два мезона – τ и θ , еднакви във всички свои характеристики, но различаващи се по начина си на разпадане – τ -мезонът се разпада на три π -мезона, а θ – на два. Можело да се предположи, че това е една и съща частица, разпадаща се по два различни начина, но едно такова предположение е в противоречие със закона за съхранение на четността, защото π -мезонът има четност $P = -1$ и системата от два такива ще е с четност $P = (-1)^2 = 1$, а такава с три ще е с четност $P = (-1)^3 =$

= -1. С времето е установено, че τ и θ -мезоните са всъщност една и съща частица, наричана днес K^0 мезон.

Ли и Янг предлагат опит за проверка на четността, реализиран от мадам Ву и сътрудници в Колумбийския университет. Същността на опита се състои в това, че ако „ляво“ и „дясно“ са неразличими в природата, то при един вид слабо взаимодействие, каквото е β -разпадането, излитащите електрони при реакцията, имащи посока съвпадаща с посоката на спина на ядрата и тези в обратна посока ще имат равен брой, в противен случай – „ляво“ и „дясно“ не са равностойни и има нарушение на закона за запазване на четността. В опитите на мадам Ву с помощта на магнитно поле спиновете на ядрата на ^{60}Co са ориентирани в едно направление, като при това са и охладени до температура почти 0 K, за да не пречи топлинното движение. Измерена е значителна разлика в броя на β -електроните, излъчени в различните посоки – по-голям е този в посока обратна на направлението на ядрените спинове.

За обяснение на получените резултати, независимо едни от други Ландау и Ли и Янг представят хипотезата, че слабите взаимодействия са инвариантни при по-сложни замени, изразяващи се в едновременната инверсия на пространството и замяната на частицата с античастица. Така при огледално отражение образът няма да се различава от самата система – първообраз. За означаване на операцията инверсия обикновено се използва символът P, а за замяната на частицата с античастица – C, по този начин инвариантност по отношение на комбинираната инверсия се означава като CP-инвариантност. За изследванията си в тази област Ли и Янг (без Ландау) получават Нобелова награда.

В настоящото представяне се спрях само на малка част от работите на Ландау, тъй като не е възможно да се обхванат за малко време всичките, като в същото време се надявам, че е получена обща представа за неговата огромна научна дейност. В края искам отново да подчертая, че тя не е единственото дело, с което трябва да се свързва името му – не трябва да се забравя преподавателската му работа и сериозните усилия за изграждане на добра теоретична съветска школа по физика, която е световно призната и до днес.

Литература

[1] Бесараб С., „Ландау – страници жизни“, Москва 1983 г.

[2] Ландау Л.Д., Е.М. Лифшиц, „Теоретическая физика“ т.5 Статистическая физика, изд. „Наука“, Москва, 1976 г.

[3] <http://www.wikipedia.org>

ДИФУЗНИТЕ И ПЛАНЕТАРНИТЕ МЪГЛЯВИНИ – ГИГАНТСКИ ФИЗИЧЕСКИ ЛАБОРАТОРИИ

Радостина Пенева Ташева¹ и Валентина Т. Танева-Тончева²

¹ ДПФ, Технически Университет, адрес, e-mail: rad_tasheva@abv.bg

² ДПФ, Технически Университет, e-mail: uraa@dir.bg

Резюме. Разгледани са основните типове газови образования в галактиките – дифузни и планетарни мъглявини, както и тяхната връзка със звездообразуването и финалните стадии на звездна еволюция респективно. Акцентът е поставен върху използването на данните получени за такива обекти за характеризиране на физическите условия в екстремни условия – ниски плътности, много ниски (няколко келвина) или много високи (10^5 - 10^6 K) температури.

Ключови думи: дифузни мъглявини, планетарни мъглявини, емисионни линии.

1. Увод

Основната част от газа в галактиките е водород – повече от 70% от пълния брой атоми. По-голямата част от газа в галактическият диск на нашата Галактика е в нейонизирано (неутрално) състояние и областите, които формира се наричат Н I области. При подходящи условия, например в близост до гореща звезда или след експлозия на свръхнова, газът може да се йонизира, формирайки Н II област. Газът и в двете състояния формира междузвездна среда или ISM.

Н II областите имат обикновено висока температура ($\sim 10^4$ K) и са обкръжени от студени Н I ($\sim 10^2$ K). Н II областите се открояват много ясно на директни снимки (или CCD изображения) на галактики, защото те са доминирани от емисионни линии от различни видове, като например водород, но също и хелий, кислород, въглерод, калций, силиций, желязо и др. Снимки, направени в червена светлина - при дължина на светлинната вълна $H_\alpha = 6563$ Å (първата линия от серията на Балмер) показват Н II областите особено ярко, защото голяма част от светлината във видимия диапазон се излъчва в тази линия. В резултат на това, Н II областите обикновено изглеждат розови на цветни изображения.

Н II областите са типични за спиралните галактики, по-специално, в спиралните ръкави, където млади звезди осигуряват голямо количество ултравиолетови фотони необходими за йонизацията на газа. Най-известни сред тях са областите с интензивно звездообразуване, в които има изобилие от току-що възникнали, горещи звезди. Някои от тези региони могат да съдържат толкова голям брой „енергетични” звезди, че те да йонизират значителна част от газа в галактиката.

Областите със звездообразуване са обичайно свързани със спиралните ръкави в спиралните галактики и поради своите чисти емисионни линии, дават възможност да се проследи кинематиката и ротационните характеристики на галактиките.

Елиптичните и S0 галактиките рядко съдържат значителни H II области. Те са обикновено стари и голяма част от техния водород се е трансформирал или е дисипирал в междузвездното пространство. Те, обаче, съдържат планетарни мъглявини, които често пъти са твърде бледи, но пък са важен индикатор на разстоянието.

2. Дифузни и емисионни мъглявини

Дифузните мъглявини са тънки облаци от междузвездна материя без ясно обособени граници, разположени в голяма част от пространството и съставени най-вече от нейонизиран водород (H I) и прах. Ако те са масивни, точно там възникват големите звездни асоциации.

Отражателните дифузни мъглявини не излъчват във видимия диапазон. Те се намират в близост до слаби звезди, чийто светлина отразяват, така че мъглявината изглежда бяло или синкаво оцветена.

Водородът в „**тъмните**” **мъглявини** съществува във формата на молекули. Най-големите мъглявини от този тип - гигантските молекулярни облаци се простират на разстояния до 150 светлинни години, имат средни плътности от 100 до 300 молекули на кубичен метър и вътрешна температура от 7 до 15 K. Във вътрешността на тези образувания обаче могат да се намират уплътнения с плътност до $10^5 \text{ H}_2/\text{cm}^3$ и повече. Уплътненията, с размери до 1 светлинна година имат изключително силни магнитни полета, които не позволяват на собствената им гравитация да ги смаже. За химичния състав на тези области може да се съди само по излъчването им в микровълновия диапазон. То показва наличието на повече от 70 различни химични съединения.

Дифузните **емисионни мъглявини** са по своя характер H II области, тъй като се състоят предимно от йонизиран водород. Техните емисионни линии е възможно да бъдат използвани за изучаване на физическите условия не само в спиралните ръкави, но и в ядрата на галактиките, където подобни области са често срещани. Проблемите, които възникват в този случай, са свързани с големия коефициент на междузвездно поглъщане в направлението на галактическите ядра.

Мъглявината Трилистник (M20 - *Trifid Nebula*) показана на фиг. 1 представлява интересна комбинация от разсеян звезден куп, емисионна мъглявина (долната червена част), отражателна мъглявина (горната синя част) и тъмна мъглявина.



Фиг. 1. *Мъглявината M20 -
Trifid Nebula*

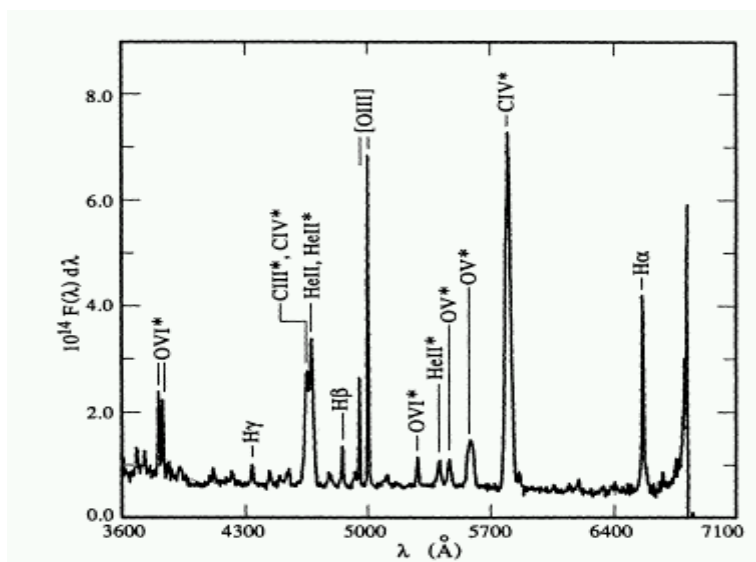
Червеното оцветяване на емисионната мъглявина предполага йонизация от слаби звезди отговаряща на излъчване в Балмеровата серия (главно H_{α}). Долу в ляво на мъглявината се наблюдава джет който представлява струя с дължина 0,75 светлинни години. Източникът на тази струя е остатък от протозвезда, изхвърлен на последния етап от гравитационния и колапс. Джетът е по-плътен от околната среда, което и причината да бъде видим т.е. все още да не е разсеян от радиацията на младата звезда причинила изхвърлянето му.

Наблюдения с инфрачервения телескоп Спицър показва, че мъглявината съдържа около 30 протозвезди и други 120 млади звезди, които не светят във видима светлина.

3. Йонизация и йонизационни линии

Във всяка H II област има определен регион около йонизиращия източник, който е резултат от баланса между потока на йонизиращи фотони, от една страна и степента, в която плазмата може да се охлажда, повишавайки вероятността за рекомбинация между йонизираните протони и електрони. Ако потокът йонизиращи фотони е значително по-голям от броя на двойките електрон-протон, рекомбинирали за единица време, плазмата става почти напълно йонизирана. Проучванията показват, че по-малко от процент от водорода в тези области остава нейонизиран.

Ултравioletови фотони с $\lambda < 912 \text{ \AA}$ (Лаймановия континуум) имат достатъчно енергия, за да йонизират водорода т.е. електроните да напуснат електронната обвивка. Електронът, в крайна сметка, отново бива заловен от друг атом, но тъй като междузвездния газ има твърде ниска плътност това може да отнеме известно време. Горещите звезди са най-добрите източници на такива ултравioletови фотони. Това са звезди в ранните стадии на еволюцията от спектрален тип O и B (повърхностна температура $10^4 - 6 \cdot 10^4 \text{ K}$), както и бели джуджета (с повърхностна температура достигаща $2 \cdot 10^5 \text{ K}$).



Фиг. 2. Спектър на типична планетарна мъглявина NGC 1501. Наблюдават се множество тесни линии на H, C, O и He.[1]

Когато някакъв атом или йон има нива на възбуждане близко до основното, то при удари с топлинни електрони, йоните или атомите преминават на тези нива. Въпреки че нивата понякога са метастабилни, ако газът има ниска плътност, при взаимодействието му с излъчването на източника се наблюдават забранени линии. Тези условия са винаги изпълнени за планетарните мъглявини (фиг. 2).

Съществени са H_{α} линията на водорода ($\lambda 6563 \text{ \AA}$), $[N II]$ ($\lambda 6583 \text{ \AA}$), $[O II]$ ($\lambda \lambda 3726-3729 \text{ \AA}$) и $[O III]$ ($\lambda \lambda 4959-5007 \text{ \AA}$). С изключение на H_{α} линията на водорода останалите са забранени линии. Забранените линии изчезват при плътности на газа по-големи от определена критична стойност (обикновено около 10^8 cm^{-3}), така че тяхното присъствие в даден газ е индикатор за плътността му.

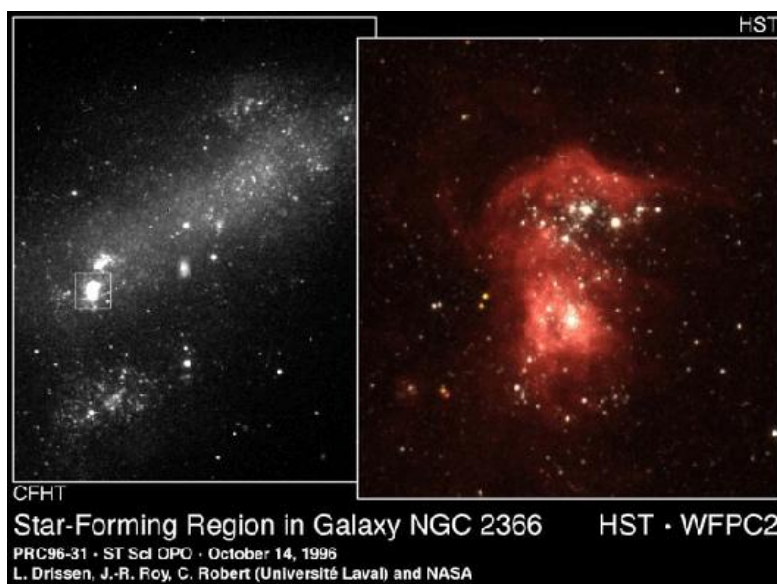
Емисионните линии представляват много добро средство за диагностика на физическите условия в междузвездния газ. Например, $[O III]$ и $[N III]$ линии са чувствителни към температурата, докато $[O II]$ и $[S II]$ (при 6716 и 6731 \AA) са по-чувствителни към електронната плътност. Това е така, защото последните линии се излъчват от различни нива, но с почти една и съща енергия на

възбуждане, така, че тяхното отношение дава представа както за броя на ударите, предизвикващи преминаване в основното състояние, така и за плътността на газа. Налице са, обаче, съществени различия в интензитета на излъчваните линии в тези обекти в зависимост от тяхното разположение. Когато Н II областите се намират в ядрените области на галактиките, често се наблюдават силни линии на О I и дублета на сярата S II – $\lambda\lambda 6171-6731$. В същото време, най-силната линия в Н II областите в спиралните ръкави, обикновено, е линията О II $\lambda 3727$, линиите О I са слаби, а линиите на S II – $\lambda\lambda 6171-6731$ практически винаги са по-слаби от линиите на N II – $\lambda\lambda 6548-6584$. [2] Обикновено се работи с относителни интензитети на спектралните линии, както и със съотношения, свързващи отделните интензитети.

Един независим метод за пресмятане на температурите и електронната плътност в емисионните мъглявини са наблюденията в диапазона на радио вълните, където те излъчват линии с постоянен интензитет.

4. Области с активно звездообразуване

Областите с активно звездообразуване представляват комплекси от млади звезди, току-що създадени вследствие на колапса на големи области междузвезден газ. Великолепен пример за това е мъглявината Орион, който се вижда като размито петно, с невъоръжено око. Централната област на тази мъглявина е регион, който в оптичния диапазон изглежда да съдържа много малък брой звезди. Обаче, наблюдавана в инфрачервената част на спектъра, както наскоро бе доказано, съдържа много източници, екранирани от междузвезден прах. Този прах много често присъства при формирането на младите звезди.



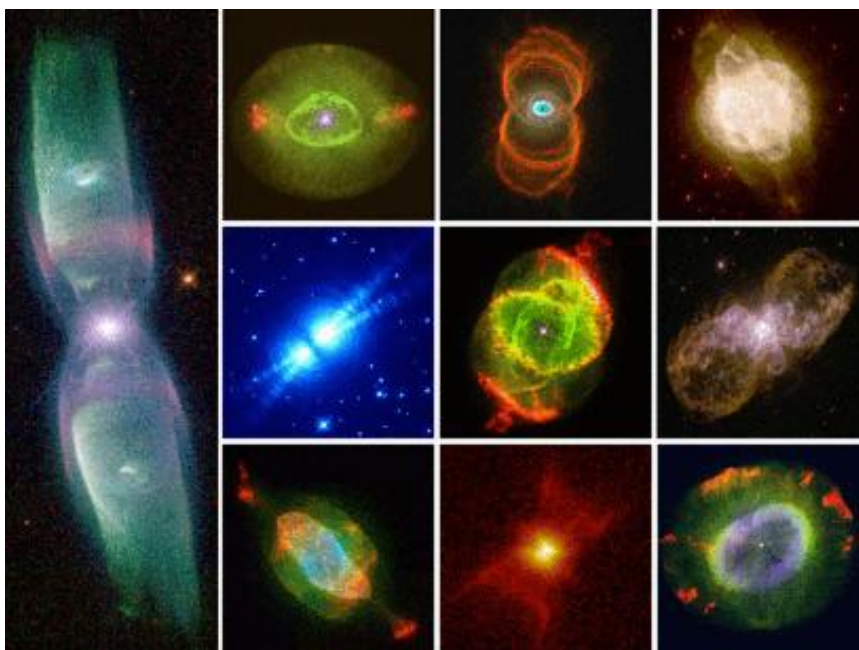
Фиг. 3. Област на активно звездообразуване в галактиката NGC 2366: в ляво в оптичния диапазон а в дясно в инфрачервената част на спектъра.

На фиг.3 е показана много обширна Н II област с активно звездообразуване в галактиката NGC 2366, заснета с помощта на телескопа Хъбл.

Младите звезди имат маси в широк диапазон, като звездите с ниски маси ($\sim 0,5 M_{\odot}$) доминират [3]. Малкото на брой много масивни звезди (с маси по-големи от слънчевата) имат огромен ефект върху развитието на региона, тъй като те осигуряват по-голямата част от йонизиращите ултравиолетови фотони, нагряващи околния газ до няколко $\times 10^4$ К. Само няколко масивни звезди стигат, за да изчистят впечатляващ район около себе си, разкривайки останалата част от новосформираните звезди и потискайки по-нататъшното звездообразуване. Масивните звезди са кратко живеещи, изгарят бързо своето гориво и в крайна сметка, завършват живота си като свръхнови. Това внася огромни количества енергия в околния газ и го загрява до много по-високи температури (10^6 К). Областите с активно звездообразуване варират по размер от 10^{-3} до няколко стотици парсека. Плътноста на частиците варира от $> 10^6 \text{ cm}^{-3}$ в компактните области до 10^2 cm^{-3} в гигантските Н II облаци.

5. Планетарни мъглявини

Планетарните мъглявини са малки области на йонизиран газ около едно много горещо централно бяло джудже и се образуват по време на последните етапи на звездната еволюция. Те имат много широк спектър от форми и свойства, както може да се види от изображенията на космическия телескоп Хъбъл на фиг. 4.



Фиг. 4. Колекция от планетарни мъглявини заснети с телескопа Хъбъл.

Цветовата гама на планетарните мъглявини е следствие от използването на тесноивични филтри, центрирани на различни емисионни линии от мъглявината.

Този тип мъглявина е открит от Хершел през 1785 г., който се е позовал на тях като „планетарни“, защото погледнати в телескоп те имат диск (като планети), а не са точкови изображения (като звездите). В нашата Галактика са известни над 2000 планетарни мъглявини.

Планетарните мъглявини обикновено възникват в крайните стадии на еволюция на с маси около и под слънчевата (с долна граница около 0,8 слънчеви маси). Когато такива звезди изчерпят водорода в техните ядра, съществуващия дотогава баланс между светлинното налягане предизвикано от термоядрените реакции и гравитацията се нарушава и ядрото се компресира, като температурата му може да достигне до 10^5 K. В същото време обвивката на звездата се разширява и охлажда и звездата става червен гигант. При температура приблизително 10^5 K става запалването на хелия в ядрото и превръщането му във въглерод и кислород. Горенето на хелия е твърде чувствително към температурата – при увеличаване на температурата със само 2% скоростта на термоядрената реакция нараства два пъти. Това води до създаване на пулсации с нарастваща амплитуда, които в края на краищата водят до изхвърляне на цялата атмосфера на звездата. Тя се трупа около звездата създавайки планетарна мъглявина, а горещия централен остатък от звездата ($3 \cdot 10^4$ K) я йонизира и тя започва да свети.

Температурите, плътностите и съставът на планетарните мъглявини могат да бъдат получени сравнително лесно. Централната звезда винаги може да се види и да се определи температурата ѝ, което позволява да се оцени количеството на UV потока, който тя излъчва. Този UV поток загрива мъглявината и тя излъчва различни емисионни линии, използвани за получаване на електронни плътности, температури и обилия на елементите на газа, заобикалящ звездата.

Типичната планетарна мъглявина е около 1 светлинна година в диаметър и се състои от газ с концентрация от 10^2 до 10^5 cm^{-3} . (Земната атмосфера, за сравнение има концентрация 2.5×10^{19} cm^{-3} .) За младите планетарни мъглявини тези плътности са от порядъка на 10^6 cm^{-3} и с остаряването на мъглявината намаляват. Масите им варират от 0.1 до 1 слънчева маса. Стрьомгенова сфера, по името на датския астроном Бенгт Стрьомген [4], се нарича йонизираната област около звездата, създава планетарната мъглявина. Йонизиращите фотони, движещи се навън от централния източник, могат да йонизират около него област с крайни размери, зависеща от степента на йонизация и рекомбинация. За UV поток S^* , радиуса R на този район се дава от:

$$(1) \quad R_S^3 = \frac{3 S^*}{4 \pi n_p^2 \beta}$$

където n_p е плътността на протоните в газа около източника и $\beta \sim 2,6 \times 10^{-13} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ е водородния коефициент на рекомбинация. Има тънък слой около йонизираната област, наричан йонизационен фронт, която формира зона на преход от горещия йонизиран газ към студения околел газ. Дебелината на тази зона е приблизително равна на средния свободен пробег на електроните във фронта.

Повечето планетарни мъглявини имат изобилия на химичните елементи като звезди в галактическия диск, както се очаква, ако те са еволюирали от дискови звезди. Планетарните мъглявини на Галактическото хало са много по-бедни на метал, което е разбираемо. Има обаче интересни разлики. Съдържанието на хелий, въглерод и кислород може да бъде силно завишено в сравнение с родителските звезди. Тези елементи са били създадени в родителските звезди по време на ядрена реакция, но са били скрити под повърхността им. Когато звездите стъпват на клоната на гигантите, тези елементи могат да се смесват във външните слоеве на звездата и по-нататък да бъдат изхвърлени в околния газ. Това вероятно става по времето, когато централната звезда изхвърля обвивката си и се превръща в бяло джудже. Йонизираните маси в планетарните мъглявини, обикновено, са няколко десети от слънчевата маса.

6. Заключение

Голямото разнообразие от наблюдаеми мъглявини дава възможност за изследване на междузвездно вещество намиращо се в широк диапазон от физически условия – от близки до абсолютната нула температури в гигантските молекулярни облаци до 10^4 в планетарните мъглявини; при концентрации от 10^2 до 10^5 cm^{-3} , съществено различни от концентрацията в земната атмосфера ($2.5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$) и водещи до пораждаването на забранени линии. Те позволяват да се изследват процеси свързани както със зараждаването на звезди (в дифузните мъглявини), така и с финалните стадии на тяхната еволюция (в планетарните мъглявини). Поради химическата еднородност на непрекъснато примесващия се газ и възможността да се разглеждат физически процеси в системи в термодинамично равновесие или с малки отклонения от равновесното състояние те предоставят уникална възможност да се тестват, допълват и реорганизируют концепциите на термодинамиката и статистическата физика, физиката на плазмата и квантовата физика.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Stanghellini, Kaler and Shaw, (1994). *A&A*, 291, 604.
- [2] Eracleous M., Hwang J.A., Flohic H.M. (2010), *APJ Sup.Ser*, V.187, P.135.
- [3] Холопов (1981), „Звездные скопления”
- [4] Strömgren, Bengt (1939). *The Astrophysical Journal* **89**: 526–547

НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ В АНТАРКТИДА

Бойко Рангелов

Геологопроучвателен Факултет, Минногеоложки Университет, София,
e-mail: branguelov@gmail.com

Резюме. Представени са основните резултати от научните изследвания в района на Българската антарктическа база през последните няколко години. Описани са подходите към БАБ и условията в които се извършват изследванията. Отделено е място на особеностите при научни изследвания в условията на Антарктика.

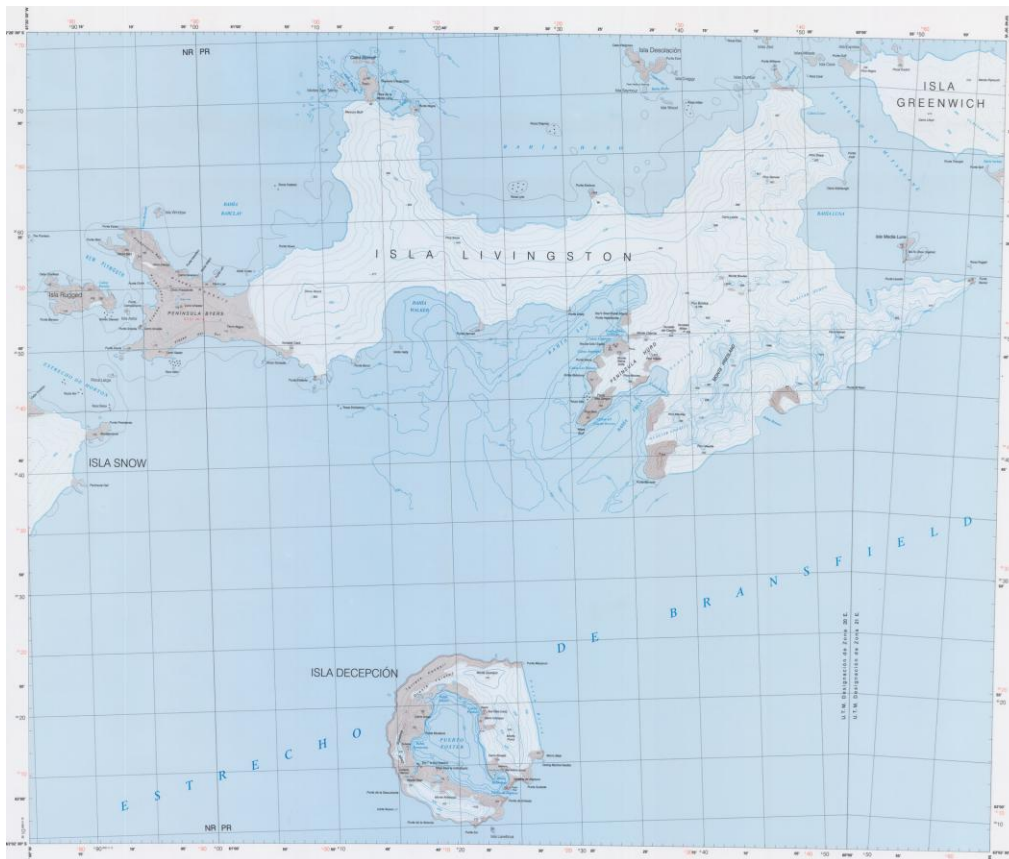
Ключови думи: геолого-геофизични и геодинамични изследвания, Антарктида.

1. Увод

През последните години се наблюдава усилен интерес към изследователска дейност в Антарктида. Най-често тя е организирана с кораби, като круизовете са ограничени в областта на Антарктическият полуостров и архипелазите от острови разположени около него. Понякога се използват и самолети и вертолети. По-рядко са посещенията на континенталната част. Основна причина за това е, че полуостровът и островите около него са много по-атрактивни от гледна точка на природни забележителности и условия за изследвания, за разлика от континента, където доминират мощни ледове и обектите за изследване са по-трудно достъпни. Нашият опит може да има ползност и значение за изследователите попадащи за първи път на Ледения континент. Опитът ни се гради на две експедиции до остров Ливингстън – съответно Българската Антарктическа база (БАБ) „Св. Климент Охридски” и Испанската Антарктическа База (ИАБ) „Хуан Карлос I” на о-в Ливингстън, през 2000-2001 и 2011-2012 г., както и на други изследователски бази разположени на околните острови (Кинг Джордж, Дисепшън). И на двата острова са разположени множество изследователски бази на Бразилия, Англия, Чили, Аржентина, Испания, Русия и др.

2. Особенности на изследванията на Антарктида.

Пътуването става най-често с кораб през антарктическото лято през пролива Дрейк (опасно място с много бури и силно вълнение) свързващо Южна Америка и Антарктида. Основните пристанища, където дебаркират и откъдето тръгват изследователските кораби са Пунта Аренас (Чили – с летище и полети до о-в Кинг Джордж) и Ушуайя (Аржентина).



Фиг. 1. *Островите Ливингстън и Дисепиън*

Доколкото пътуванията до Антарктика са свързани с екстремни природни условия, то и екипировката предполага отчитането на всички възможни опасности и защитни мерки. Районът на Антарктическият полуостров и архипелаците около него са най-оживената част на Антарктида, особено през време на антарктическото лято – Ноември-Март. Растителност практически липсва. Изключение правят антарктическите лишей (които не се нуждаят от почва, а живеят само от влагата във въздуха и то най-вече в крайбрежните райони) и мъхове, които също са низши растения. Обикновено лишейте (достигат няколко десетки вида).

От фауната най-разпространени са птиците – морелетник (гигантски петрел) чайки, бързолети и разбира се пингвини. В района на БАБ и ИАБ се срещат видовете „адели“, „папуа“ и „полицай“. Гнездят наблизко в големи колонии (Хана Пойнт), но през последните години в периода на мътене, изследователските посещения на гнездящите колонии са забранени. Най-интелигентното животно на тези географски ширини е т.н. „скюа“ – пъстра кафяво-сива на дребни петна птица – хищник – която се е адаптирала най-добре и дори осъществява контакти с хората. От морската фауна се срещат бозайници: тюлени (няколко разновидности, от тях опасен за човека може да бъде т.н. „тигров тюлен“) и моржове, както и различни видове китове, косатки и риби. От примитивните организми най-популярен е т.н „крил“ (червени

малки ракообразни) и т.н петели (гастропод с една черупка). Ловът и безпокоенето на животните, както и даването на храна са забранени.

3. Неблагоприятни, опасни и рискови явления

Ултравиолетова радиация

Най-опасният агент на природната среда действащ върху очите и кожата на туристите и изследователите. Поради добре оформената озонова дупка, количеството им през деня е значително [2,3]. Наблюденията са правени с примитивен индикатор, позволяващ само сравнителни измервания на (UVA) и (UVB). При ясно, слънчево време (което не се случва толкова често) ултравиолетовия индекс достига максималната си стойност – 12. Лъчението е меко (UVA) и твърдо (UVB), като това от първия вид прониква на незначителна дълбочина в кожата, а от втория – доста по-дълбоко. Опасността идва от осветяване на очите и възможни изгаряния на кожата.

Около 2-3 часа престой на слънце, води до зачервяване на кожата и начална степен на изгаряне. Защитата се осъществява чрез покриване на откритите части на кожата с дрехи и ръкавици, на главата – с шапка, на очите – с глетчерни очила, а на откритата кожа на лицето – със слънцезащитни кремове с фактор 50-60 за UVA и около 20 за UVB.

Радиоактивност

Измерените стойности в района на БАБ на естествената радиоактивност показват нормални стойности на радиоактивния фон – 12-13 мкSv/h. Такива са стойностите и на естествените скални разкрития, които доминират фона, поради силния и непрекъснат вятър, който отвява радона. Измерените стойности над дебел лед – например във водохранилището на БАБ, показват стойности от 5-6 мкSv/h, което означава на практика пълна доминация на космическото лъчение. Една особеност в района на БАБ е относително повишения фон на седиментните скали в района (формация Майерс-Блъф) – достигащи стойности 2-3 пъти по-високи от естествения фон. Битува легенда сред туристите, че водата на Антарктида е обогатена на тритий и деутерий, което я прави силен антиоксидант и подпомага подмладяването. Често явление е, да се видят японски туристи да смучат антарктически лед по тази причина.

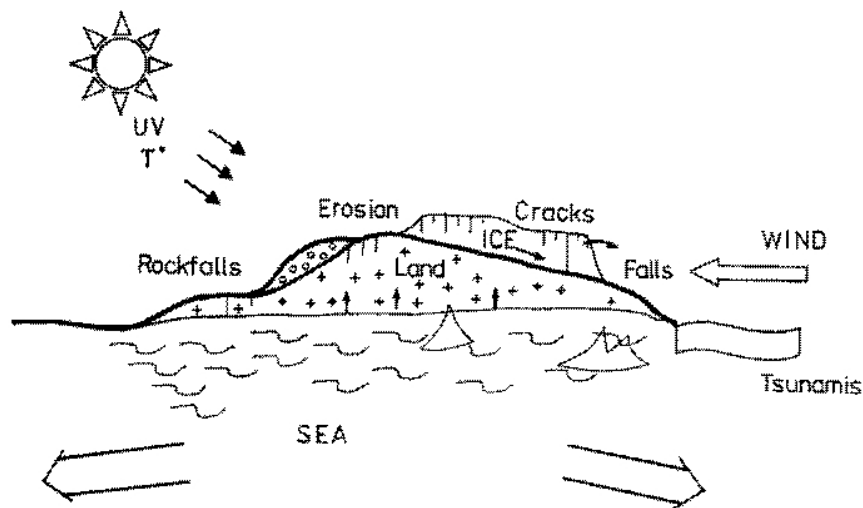
Силни бури и температурни вариации

Това са най-опасните метеорологични елементи. Често се наблюдават поривисти бурни ветрове с голяма скорост, достигаща до 150 км/ч. Такива ветрове и бури могат да “издухат” сам човек или имущество във водите на залива.

Пряко свързано с ефектите на вятъра е и явлението наречено “температура на усещане”. Често температура от $-2-3^{\circ}\text{C}$ при силен вятър и влажност се усеща като -20°C . И обратно – температура от $+2^{\circ}\text{C}$ при тихо и слънчево време

създава усещане за $+20^{\circ}\text{C}$ (Рангелов, 2001). Температурните вариации през антарктическото лято не са големи – средно $\pm 3-4^{\circ}\text{C}$. Измервания с екстремален термометър показват отрицателни температури през зимата достигащи минусови стойности от $-25-30^{\circ}\text{C}$. Ежедневно, почти през цялото лято се наблюдават циклични колебания на температурата около нулата, което води до циклично замръзване на водата и последващо стопяване на леда.

Този процес в пукнатините на скалите, силно подпомага ерозията и тяхното разрушаване. Повечето агенти действащи в района на острова, както и последиците от тяхното действие са представени на фигура 2.



Фиг. 2. Схема на основните доминантни фактори обуславящи геодинамиката и опасните явления на остров Ливингстън

Цунами

Ледопадите предизвикват множество локални вълни цунами в Южния залив на о-в Ливингстън, описани в Ranguelov [3,4]. За целия престой (2000-2001 и 2011-2012) бяха наблюдавани над 30 случая на такива вълни. Една голяма част от този вид вълни са пропуснати поради различни обстоятелства – бурно море, нощ, друга дейност на наблюдателя и т.н. Измерванията на нахлуванията на цунами и техните максимални амплитуди са правени с примитивно оборудване (разграфено въже и ръчен хронометър), затова надеждни са само измерени амплитуди над 50-60 см. Един изключителен случай е откъсването на леден блок с големи размери – над 300 м., който доведе до образуването на вълна с височина над 2 м. Механизмът на генерация е различен. Тези ледопади винаги са съпроводени с оглушителен шум, който може да бъде използван като предупредителен сигнал. Времето на пробег на началната вълна през залива е различно, но в рамките на 10-25 минути. То е достатъчно за изкачване на близките височини, което е достатъчна мярка да се снижи опасността за хората до нула. Не са за пренебрегване морските ветрови прибойни вълни. При силен вятър, те често достигат 3-4 метра височина.

Основните периоди, които са доминиращи за тях са в рамките 8-14 сек. Приливно-отливните ефекти са отчитани по данните на испанската база, определяни за целите на корабоплаването, като максималните им стойности, често достигат до около 2 м.

В района на БАБ се наблюдават и други геодинамични явления – ерозия, срутища, активни вулкани, ледници с всички съпътстващи ги явления (ледопади, ледонапукване, транспорт на морени и др.) (Рангелов, 2001)

Ерозия

Ерозията е дълбоко развита (на места достига дълбочини от над 4 м), благодарение на непрекъснатия цикъл “замръзване-топене” на водата, която попаднала в пукнатините на скалите, предизвиква тяхното разрушаване. Ерозията е основен генератор на срутищата и скалните пукнатини. Подобни ефекти имат и повърхностните тектонски разломи. Островът се намира в екстензионен тектоничен режим, поради което са широко застъпени т.н. листрични разломи. Върху повърхностна пукнатина на такъв разлом бяха проведени примитивни измервания, които показаха движения от около 1 мм, което е значително преместване за такъв кратък период на наблюдение. Обикновено изветрянето и напукването на скалите е по кливажа, което води до ясно ориентирани слоеве на разделяне. Наблюдават се и плочни напуквания, особено на по-компактните базични скали. Само кварцово набогатените зони на хидротермална промяна, остават по-устойчиви на изветрянето, поради по-голямата си здравина и често образуват клифове на брега.

Специализирана защита от ерозията не е нужна. Базата е построена на устойчива скала – базалтова дайка и независимо, че се наблюдава рушене на дайката, то засега не е с опасни мащаби. Опасност представлява ходенето по големите закръжкени скални блокове на брега на морето. При вълнение те често са хлъзгави и по този начин се явяват основен източник на изкълчвания и травми.

Абразия

Абразията е силно развита в прибойната зона, като основните фактори диктуващи нейната динамика са няколко – ерозията, голямата амплитуда на приливно-отливните ефекти (често достигащи 2 метра), ледниковите движения съпроводени често с моренен транспорт и др.

На абразия са подложени най-много клифовете (изградени от по-устойчиви кварцитизирани скали) и вертикалните скални образувания, върху които често се разполагат ледниковите езици. Ясно личат абразивни ефекти и върху скалите с развити разломни дефекти – тектонски пукнатини, огледала, штрихи. Подобна естествено образувана пещера вследствие на съвместното въздействие на абразията и ясно изявен листричен разлом се наблюдава на около 2 км североизточно от БАБ.



Ледници

Ледниците са масово разпространени и ограждат района на базата от всички страни. Най-големите са типични шелфови ледници (ледникът на Джонсон, Перуника и др.) и имат значителни размери (десетки километри) и дебелини, по данни на испанските изследователи достигащи до около 300 метра в най-мощните участъци. Динамиката им е голяма – регистрирани са премествания в отделни области от няколко десетки метри за една година.

Ледниците са основен източник на моренен материал, който също може да генерира опасност от големи свличания. Опасност има от пукнатините в леда, при пропадане в които могат да настъпят контузии, измръзвания и дори смърт. Друг елемент, като вторична опасност са ледопадите, които могат да затрупат невнимателни хора или да предизвикат локални вълни цунами в Южния залив на острова. Основен способ за защита е алпийската екипировка и придвижването най-малко по двама и в постоянна радиовръзка с базата. Ледниците са източници и на ледената каша, която при дебаркиране е основен пречещ фактор. Скоростта ѝ на преместване при подходящ вятър е изумителна – Южният залив се покрива изцяло за 30-45 минути.

Срутища

Срутищата се образуват вследствие на ерозията. Поради силния пресечен релеф се наблюдават различни по обем срутища – от десетки до хиляди кубични метри [4,5]. Често се изключително неустойчиви и “тръгват” дори от по-силен порив на вятъра. Обемите на късовете изграждащи срутищата в

района на базата са с размери от десетки сантиметри – до няколко метра. В района на базата са картирани над 25 различни по обем и простириания срутища. Внимателното подхождане към местата на срутвания и каменопади, изучаването им в тихо време и ясни метеоусловия, могат значително да снижат опасността от това природно бедствие.



Активни вулкани

Само на 40 км на североизток се намира активният вулкан Дисепшън, който е изригвал няколкократно – за последен път пред 1974 година. Следи от неговата дейност върху о-в Ливингстън са вулканските бомби и пирокластитите (черен вулкански пясък) довяти по време на изригванията на Дисепшън в минали времена и често образуващи значителни прослойки в ледниците.

Вулканските материали и лави са най-често базични – андезитобазалти и базалти. Намират се и късове пемза донесени от водните течения [6]. На о-в Ливингстън също има активен вулкан. Разположен е на ЮИ от базата. Представлява опасност при подледно изригване, което може да доведе до тежки наводнения.

Това, че е разположен относително далече от базата го прави и по-малко опасен. Евентуално изригване ще бъде наблюдавано преди наличието на опасни последици, което позволява вземането на предварителни защитни мерки.

Направените изследвания на дайковите и ефузивни скали в района на Българската Антарктическа база [1] показват, че съвременната вулканична активност е доказана и вулканска активизация може да се очаква.

Метеорити

Основна атракция са метеоритите, които в Антарктида се срещат по-често отколкото където и да било. Причина за това е, че ледовете се явяват основни капани за тези небесни пришълци, а липсата на активна човешка дейност позволява следите оставено от тях да се запазват за дълго време. Най-перспективни са областите с дебели ледове разположени на склонови участъци – поради гравитацията подножията на тези участъци се явяват естествени акумулатори за редките образци. В района на БАБ и ИАБ досега не са откривани подобни образувания.

Скъпоценни и полускъпоценни камъни

В близкия район на базата (БАБ), досега макроскопски са намирани само полускъпоценни разновидности – едно находище на оникс (кафявочервен ивичест ахат, понякога с включения на пирит) и множество жили с различни размери (най-често от 2 до 10 см. напречно сечение и дължини – достигащи до метри) от аметист. Ониксът е по-рядко срещан, понякога има и ювелирни качества и добре се полира.

Аметистът е много по-широко разпространен. Има го като плътни агрегати (много рядко се срещат оформени кристали) или като отделни включения в кварцовите хидротермални жили. Има находки с ювелирни качества – светло до тъмно оцветени агрегати, плътни, рядко напукани. Често се срещат красиви агрегати от епидот, най-често по кливажните пукнатини на магмените скали – диорит и габро-диорит. Самите магмени скали, когато са плътни и неизветрели, добре се полират и имат атрактивен рисунък. Като евентуални находки за декоративни цели могат да се използват и често срещаните агрегати от манганит, пирит, халкопирит, галенит, сфалерит (клеюфан) и др., които са масово разпространени около базата. Намерени са и друзи от кварц и калцитни рози. В шлиха се откриват и микроскопични кристалчета от гранат, оливини, епидот, магнетит и хематит, рядко циркони. Всички описани материали имат колекционни качества [5].

Вкаменелости

За първи път в района на БАБ са намерени вкаменелости на белемнити (2000г.) – древни главоноги изкопаеми от късноюрско-раннокредната епоха. На анализ са подложени осем образца. Идентифицирани са два вида белемнити – *Belemnopsis* (с възраст – Бериас-Валанжин) и *Hibolites* (с титонска възраст).

Всички образци са намерени в плажните отложения и винаги са включени в тъмнооцветенните пясъчници, принадлежащи като че ли, на формацията Майерс-Блъф (?). Находките на белемнитите са силно калцитизирани (поякога зеолитизирани), като цветът на образците е предимно ярко бял. Това вероятно се дължи на лекия метаморфизам и последвалото изветряне във водно-солена среда на плажните отложения. Размерите на детритусите са между 2 и 5 см, като само едни образец е с по-големи размери. Вкаменелостите са плътно

включени в околната скала и практически не могат да бъдат извадени цели чрез механични въздействия. Находките са масово разпространени в тъмнооцветените валуни и чакъли като достигат до около 10% от всички подобни късове. Ясно се долавят ветрилообразните форми на находищата, което може да е критерии за това, че са били транспортирани отгоре-надолу [7,8]. Към момента все още няма съобщения за открити бележници в основната скала.

4. Заключение

Получените обобщения и резултати дават ясна представа за възможностите за извършване на успешни изследвания от различен характер в района на Антарктида. Въпреки че повечето от тях имат предварителен характер, демонстрираните факти и наблюдаваните закономерности са пряко доказателство за естествените, почти несмутени (едва ли не лабораторни!) условия за наблюдаване и изучаване на всички явления проявяващи се на остров Ливингстън и околностите му. Широките възможности за научни изследвания, които предоставя Българската Антарктическа База, могат и трябва да бъдат използвани за разширяване на изследователската дейност в Антарктида

Литература

- [1] Kamenov B., 2000. K-Ar and Ar-Ar emplacement ages and geochemistry of dykes from Hurd peninsula, Livingstone Island, South Shetland Islands., *Terra Antarctica, An Antarctic Earth Science Journal, Siena.*, 63-86.
- [2] Ranguelov B., 2001. Seismic signals registered on the Livingstone Island (Antarctic South Shetlands) and some implications for the seismic hazard purposes, *Alb. J. of Nat. & Tech. Sciences.*, (1), 131-139.
- [3] Ranguelov B., 2001. Tsunamis generated by icefalls in the Livingstone Island (Antarctic South Shetlands)., *Book of Abstracts., NATO Advanced Workshop.*, 23-26 June, 87-91.
- [4] Рангелов Б., 2001. "Странни" геоложки феномени на о-в Ливингстън - Антарктида., *сп. Минно дело и геология*, бр.4, 27-31.
- [5] Рангелов Б., 2001. Специфични скални феномени в Антарктида., *сп. Геология и минерални ресурси.*, бр. 2-3, 16-18
- [6] Рангелов Б., 2001. Научните изследвания на Антарктида., *Наука*, бр.2, 16-19.
- [7] Рангелов Б., 2001. Основни научни изследвания на Антарктида – кампания 2000-2001. *Спис. на БАН.*, бр.3, 37-42.
- [8] Ranguelov B., *Complex geological and geophysical investigations in Antarctica.*, *Ann. of the M&G University.*, Sofia, 2002, pp. 117-120.

ТЕСТОВЕТЕ НА ЯДРЕНИ ОРЪЖИЯ – ИСТОРИЯ И ПОСЛЕДСТВИЯ

Румен Кобиларов

Департамент по приложна физика, Технически университет – София, София 1000,
бул. "Кл. Охридски" 8, България, e-mail: rkobi@tu-sofia.bg.

Резюме. В работата е представен исторически обзор на проведените тестове на ядрени оръжия. Разгледани са основно два вида тестове – на ядрени и термоядрени оръжия. Посочени са основните географски области, в които те са провеждани, както и общата им мощност. Разгледани са най-важните радиоактивни продукти, получавани при провеждането на такива тестове и тяхното въздействие върху околната среда и хората.

Ключови думи: ядрени оръжия, радиоактивни изотопи, радиоактивно замърсяване на биосферата, цезий-137, стронций-90.

Първият тест на ядрено оръжие е извършен на 16 юли 1945 г., когато САЩ взривяват първата атомна бомба с кодово име "Тринити" в Аламогордо, Ню Мексико. Малко по-късно военните сили на САЩ използват за първи път и атомни бомби върху цивилно население. На 6 август и на 8 август 1945 г. атомни бомби са пуснати над японските градове Хиросима и Нагасаки. Последниците от използването им са ужасяващи – над 105000 са жертвите при взривяването на двете бомби и около 170000 са заболелите от лъчева болест, които са починали впоследствие. Въпреки тези факти тестовете на ядрено оръжие продължават и след втората световна война. Следващата страна, която извършва тест на атомна бомба на 29 август 1949 г. е Съветският съюз. По-късно Великобритания (на 3 октомври 1952 г.), Франция (на 3 декември 1960 г.), Китай (на 16 октомври 1964 г.) и Индия (на 18 май 1974 г.) също се присъединяват към страните, извършили подобни тестове.

Надпреварата в ядреното въоръжаване довежда и до усъвършенстване на оръжията. Термоядрените тестове започват на 1 ноември 1952 г., когато САЩ взривява първата термоядрена бомба в атола Ениветок в Тихия океан. Тази бомба с кодово име "Майк" е 500 пъти по-мощна от "Тринити" с очаквана мощност от 10.4 мегатона тротилов еквивалент. Другите страни не закъсняват в извършването на подобни тестове: Съветския съюз тества първата си водородна бомба на 22 ноември 1955 г., Китай на 17 юни 1967 г., Великобритания на 8 ноември 1957 г. и Франция на 24 август 1968 г.

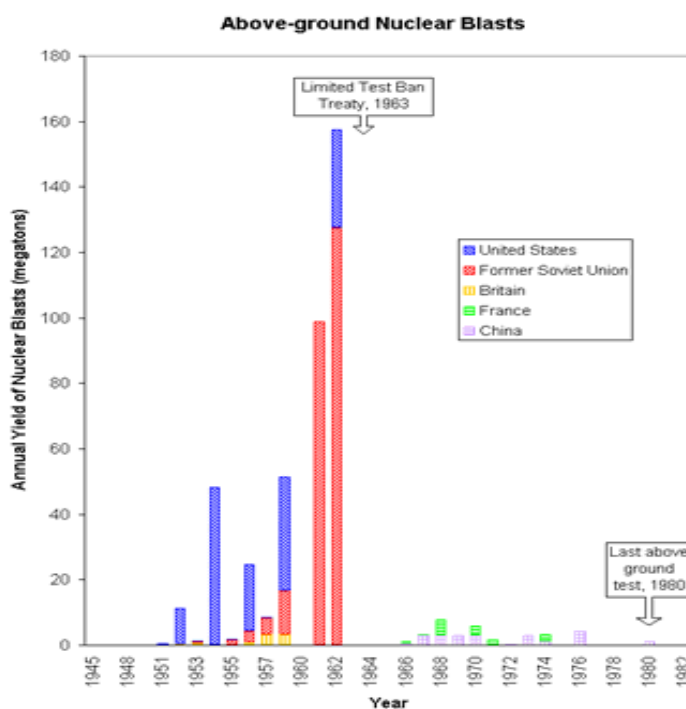
Най-интензивния период, в който са извършвани тестове на ядрени оръжия е 1952 – 1962 г. През този период са проведени и най-мощните тестове. На 30 октомври 1961 г. в Съветския съюз е извършен взрив, известен като Цар бомба, с мощност 50 мегатона тротилов еквивалент (според други източници

мощността е 58 мегатона). На 4 май 1954 г. е проведен теста с най-голяма мощност в САЩ – 15 мегатона. В края на този период на интензивни тестове на ядрени оръжия, фиг. 1, учените показали на политици и военни възможните губелни за природата и човечеството последствия от тях и в началото на 1963 г. бившият СССР, САЩ и Великобритания подписали договор за прекратяване на надземните тестове. Но подземните тестове продължили.

В периода от 1952 г. до сега са извършени 2065 ядрени теста, като най-голям дял имат САЩ (1030), бившият СССР (715) и Франция (211). Следователно до края на XX век на всеки девет дни е извършван по един тест. От всички тях само 191 са тестове свързани с използването на ядрената енергия за мирни цели като две трети от тях (около 120) са проведени в СССР. Това са само известните данни – има засекретени тестове, за които може би няма да узнаем никога.

Общата мощност на всички проведени ядрени тестове е оценена на 565 мегатона (това са около 38000 атомни бомби като тази над Хиросима). От тях над земната повърхност са проведени 527 теста с обща мощност от 479 мегатона или за периода от 1952 до 1980 г., когато е проведен последния потвърден официално тест над земната повърхност, на всеки 11 часа е избухвала бомба като тази в Хиросима.

На фигура 1 е показана мощността на проведените над земната повърхност тестове на ядрени оръжия от различните страни по години.



Фиг. 1.

Тестовите на ядрени оръжия са извършвани в различни райони на света. Най-много тестове са проведени на територията на САЩ (947), Казахстан (496), Русия (221), Полинезия (187), както и на няколко острова в Тихия океан, в Алжир, Австралия, Китай, Индия и т.н. Най-известни са полигоните в Невада и Ню Мексико в САЩ, Новая земля в Русия, Семипалатинск в Казахстан, атола Bikini и Christmas Island в Тихия океан, две области в пустинята Сахара в Алжир.

Във всички райони, в които са провеждани ядрени тестове има сериозни последици за местното население и природата.

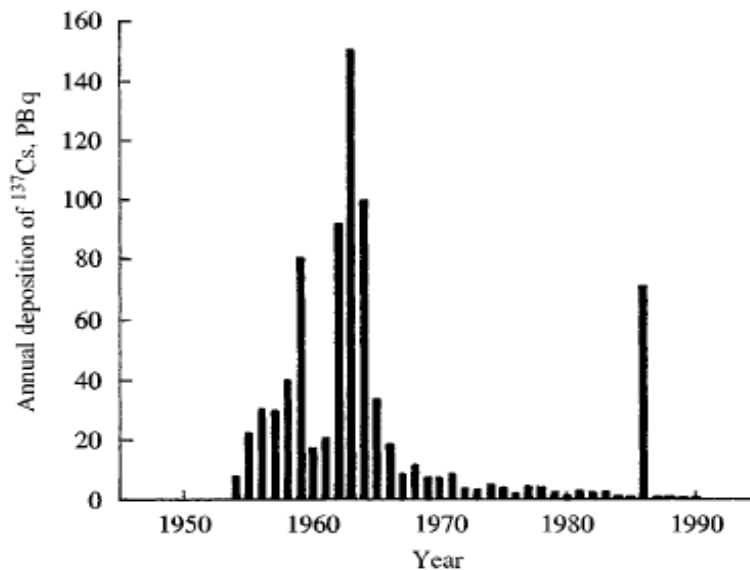
Доказано е, че ядрените експлозии, извършвани в атмосферата и океаните при тестовите на ядрените оръжия са главен източник на радиоактивно замърсяване на биосферата. Показано е, че при деленето на ядрата на урана и плутония се образуват над 35 химични елемента. По-голямата част от тях имат малък период на полуразпад, като в резултат на разпадането им се образуват нови около 200 радиоактивни изотопа. Около 70% от тях имат период на полуразпад до 10 дни, 15% са с период на полуразпад от 10 до 30 дни и 15% са с период на полуразпад от 30 дни до десетки години.

Най-важни от гледна точка на здравето на човека и животните са стронций-90 (с период на полуразпад ~ 28 години) и цезий-137 (с период на полуразпад ~ 30 години). Поради големия си период на полуразпад тези радионуклиди се запазват за дълго време в почвата и водите и причиняват ракови заболявания на костите и тъканите на живите организми.

Стронций-90 и цезий-137 са сравнително леки радионуклиди, които след като се изхвърлят при взрива в тропосферата и стратосферата могат лесно да се пренесат и отложат чрез въздушните течения върху различни части на планетата, разположени на стотици хиляди километри от мястото на взрива. Установено е, че отлаганията на тези радионуклиди са най-големи в умерения пояс на северното полукълбо - между 30-ия и 60-ия паралели. Това повишено отлагане може да се обясни с глобалното движение на въздушните маси от екватора на север. В зоната на умерения пояс те се охлаждат и попадат в тропосферата, откъдето или непосредствено или чрез дъждовете радионуклидите се отлагат върху растенията, почвата и водните басейни. Друг фактор, оказващ влияние върху повишеното отлагане в северното полукълбо е, че преобладаващата част от ядрените тестове са проведени в това полукълбо.

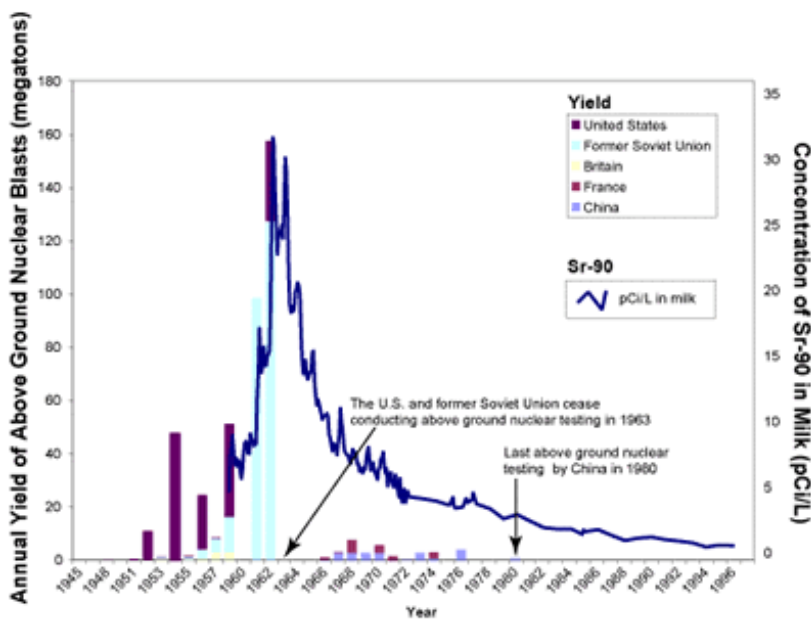
Общото количество на изхвърлените в атмосферата и отложени на земната повърхност и водните басейни стронций-90 и цезий-137 до прекратяването през 1963 г. на надземните тестове на ядрени оръжия е оценено на над 300 PBq и над 500 PBq (500×10^{15} Bq), съответно. Ако тези количества се отложат равномерно върху земната повърхност, замърсяването със стронций-90 ще е около $1,7$ MBq/m², а с цезий-137 - $2,6$ MBq/m². За сравнение при аварията в Чернобил замърсяването на България е от порядъка на няколко kBq/m² в най-силно повлияните райони.

На фиг. 2 е показано годишното отлагане на цезий-137 като функция на времето в години.



Фиг. 2.

Отложените върху почвата стронций-90 и цезий-137 чрез корените на растенията се пренасят в листната маса и плодовете им. От там чрез непосредствена консумация или чрез консумация на животински продукти радионуклидите попадат в тялото на човека, който е на върха на хранителната верига. Като пример на фиг. 3 е показана зависимостта на нивото на Sr-90 в пастеризираното мляко от мощността на проведените тестове по години.



Фиг. 3.

Натрупването на тези радионуклиди (най-вече на цезий-137) в костите и органичната тъкан на тялото причинява ракови заболявания, преобладаващата част от които са с фатален за човека край. И на трите фигури ясно се вижда, че след прекратяването на надземните тестове на ядрени оръжия през 1963 г. отлагането на радиоактивни елементи в почвата и върху растенията, както и съдържанието им в хранителните продукти бързо намалява. Важно е да се подчертае, че изследвания, проведени от UNSCEAR (Научен комитет за изследване на ефектите от атомната радиация към ООН) показват успоредно намаляване на броя на раковите заболявания при хората.

По непотвърдени данни към настоящата година Русия разполага с ядрени и термоядрени оръжия с обща разрушителна мощност 2900 мегатона, а САЩ – с 1800 мегатона. Много научни изследвания са показали, че ядрени удари с мощност около 100 мегатона могат да унищожат живота на Земята. Следователно натрупаните досега запаси са достатъчни за многократното ни унищожение. Очевидния извод е, че разумната част от обществото трябва да се бори за прекратяването на тестовете и запасяването с ядрени оръжия.

Литература

[1] UNSCEAR, Sources and effects of ionizing radiation, Report to General assembly with scientific annexes, United Nations, New York, 2000.

[2] UNSCEAR, Ionizing radiation: Sources and biological effects, Report to General assembly with annexes, United Nations, New York, 1982.

[3] <http://nuclearweaponarchive.org>.

О.Р.Е.Р.А. – ИСТИНСКИЯТ СМИСЪЛ НА ЕКСПЕРИМЕНТА И ЕЛЕМЕНТЪТ НА ИЗНЕНАДАТА

Диана Илиева и Тодор Славов

Транспортен Факултет, ТУ-София

Резюме: Амбициите на физиката не спряха да растат след големите пробиви в началото на 20ти век, напротив, те продължават експоненциално да нарастват и да търсят все по-дръзки отговори на загадките на Вселената. LHC и О.Р.Е.Р.А. се радваха на голям медиен шум, но до колко той запозна хората с проблемите, чието решение учените търсеха? Първият въпрос, който трябва да си зададем разглеждайки подобни сериозни научни начинания е, каква всъщност е целта им, и едва след това- какво са постигнали до момента. В този доклад ще научите как работи експериментът О.Р.Е.Р.А. и какво е значението на резултатите му за физиката.

Цел на експеримента:

- О.Р.Е.Р.А. – Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus е амбициозен експеримент целящ директно наблюдение на осцилацията на $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$, като детекторите позволяват наблюдение и на подканал на осцилацията на $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{e}$.
- Доказването на осцилацията на неутрино частиците и преминаването им от един вид в друг обясняват намаляването на потока ν_{μ} от Слънцето към Земята и доказват наличието на дори смехотворна маса на ν , което може да обясни наблюдаваните ефекти на тъмната материя и да промени представите ни за Вселената и нейните физически зависимости.

Повече за неутриното:

Тази важна частица е без заряд от семейството на лептоните, безумно трудно за наблюдение и проследяване. Тя изключително слабо взаимодейства с околната среда и въпреки че 10 милиарда ν преминават през Земята във всеки даден момент само 1 от тях се „сблъсква“ с нещо по пътя си, огромната част преминават като призраци през материята, защото ν разчитат на слабата ядрена сила за взаимодействие, която има слабо проявление и обсег по-малък от диаметъра на протон.

Доказването на неизчезваща маса на ν означава, че Вселената може да е много по-тежка, отколкото сме предполагали досега, но също така обуславя една физика извън пределите на Стандартния Модел за елементарните частици, следователно откритията в тази насока са важни както за физиката на частиците, така и за астрофизиката и космологията.

Волфганг Паули е първият физик теоретик, който наблюдавайки радиационното β -разпадане достига до заключението за мистериозна частица, която отнася част от енергията при разпада, но остава неуловима за измерителните уреди. Това в същността си е електрон-неутриното, но през 1931год., когато Паули провежда експериментите липсва адекватна апаратура, с която ν да бъде наблюдавано. С времето съществуването на ν_e се потвърждава и са открити също така ν_μ и ν_τ .

Осцилациите:

Осцилациите на ν са постулирани от Понтекорво, отнасяйки се конкретно за прехода $\nu \leftrightarrow \nu$, още преди да са открити видовете ν . Маки предложил възможността за преход на един вид в друг с матрица на смесването. Събрани са убедителни доказателства от наблюдение на осцилации в атмосферни, слънчеви и земни условия на ν , които сочат, че собствените състояния на масата и видовете не съвпадат, както и че собствените стойности на масите не са равни. Ако един вид ν бъде наблюдавано от подходящо разстояние от източника, то ще бъде отчетено като ν от друго видово състояние. Очевидно тази елементарна частица е твърдо решена да остане неразбираема за хората на науката. Все пак на базата на наблюдения и очаквания е изведена матрица за условията на смесване на видовете ν и за различните среди, през които преминава (ПМНС матрица)

3x3 Unitary Mixing Matrix

$$\begin{pmatrix} \nu_e \\ \nu_\mu \\ \nu_\tau \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_{e1} & U_{e2} & U_{e3} \\ U_{\mu1} & U_{\mu2} & U_{\mu3} \\ U_{\tau1} & U_{\tau2} & U_{\tau3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \nu_1 \\ \nu_2 \\ \nu_3 \end{pmatrix}$$

PMNS (Pontecorvo-Maki-Nakagawa-Sakata) Matrix

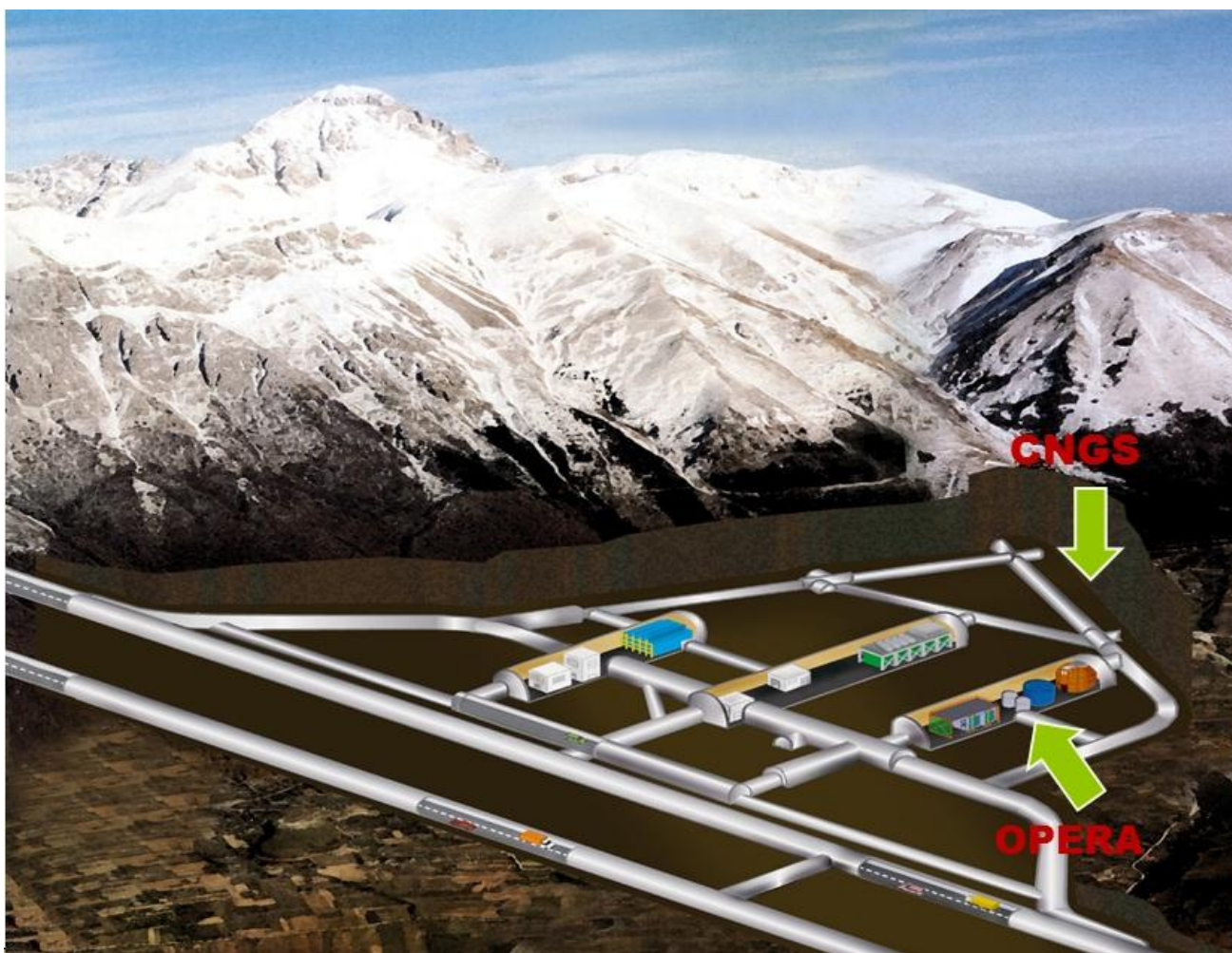
$$\begin{pmatrix} \nu_e \\ \nu_\mu \\ \nu_\tau \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & c_{23} & s_{23} \\ 0 & -s_{23} & c_{23} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{13} & 0 & s_{13} e^{-i\delta_{CP}} \\ 0 & 1 & 0 \\ -s_{13} e^{i\delta_{CP}} & 0 & c_{13} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{12} & s_{12} & 0 \\ -s_{12} & c_{12} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \nu_1 \\ \nu_2 \\ \nu_3 \end{pmatrix}$$

Atmospheric terms **Unknown terms** **Solar terms**

$c_{ij} = \cos\theta_{ij}, s_{ij} = \sin\theta_{ij}$

Същност на постановката:

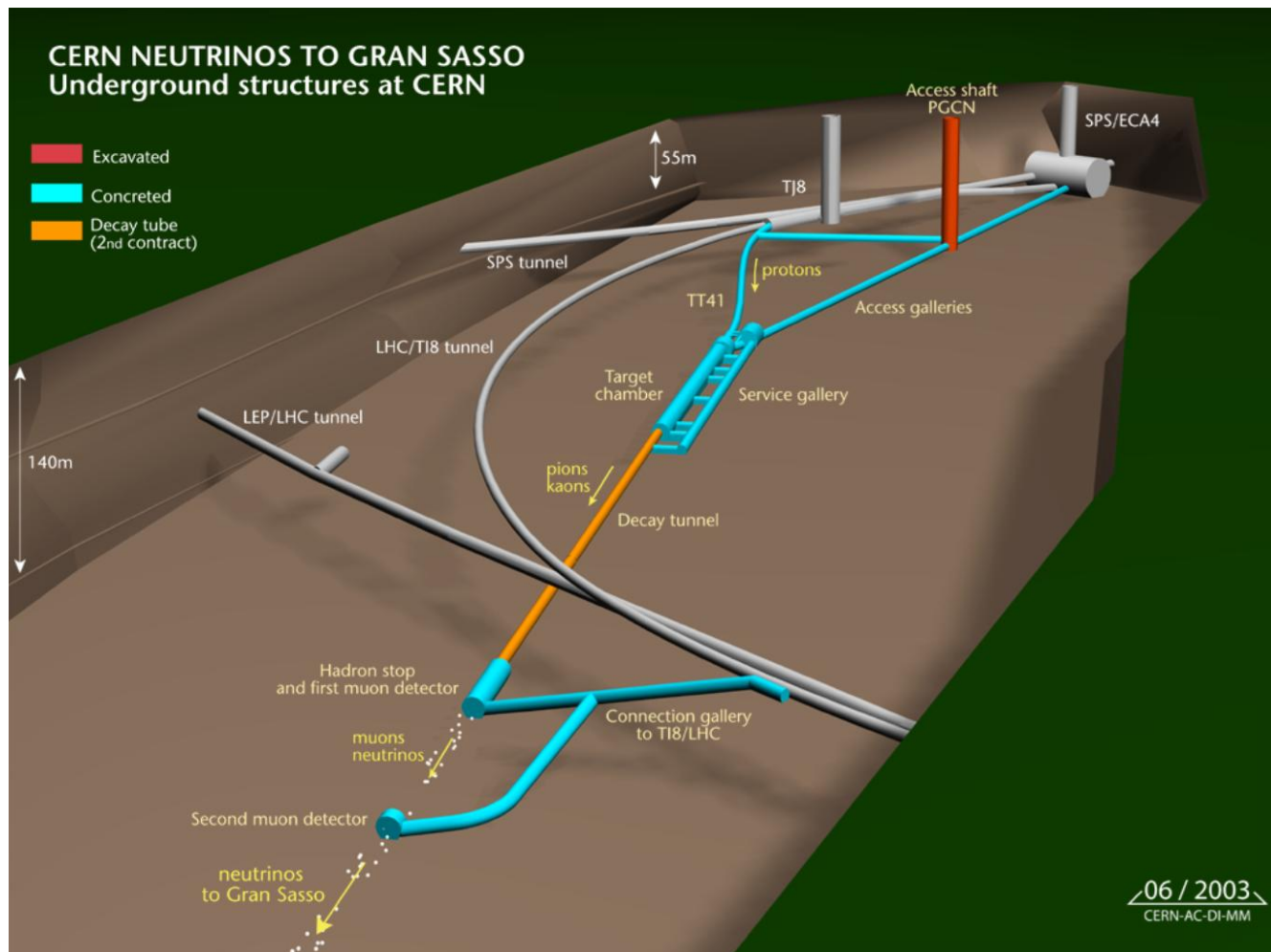
Насоченият лъч протони с енергия 400 GeV се ускорява от SPS, тези протони чрез магнит се подвеждат към 2 м дълга графитена цел за произвеждане на неутрино на две порции, всяка от по 10,5 μ s с пауза между тях от 50 мс. Впоследствие за индивидуално проследяване на всяко отделно ν в ЦЕРН са произвеждали заряд в продължение на 1-2 ns, с пауза от 500 ns между всеки „залп“ от частици. Насочен лъч създаден в ЦЕРН преминава 732 км през земята към лаборатория снабдена с детектори в Гран Сасо, като предвидената грешка в местоположението/разстоянието за целият път на ν е 20 см. До края на това пътуване лъчът тръгнал от ЦЕРН е съставен почти изцяло от ν_{μ} със средна енергия от 17 GeV. През 2008 и 2009г. експериментът все още не беше достигнал предвиждания висок интензитет на събития, това стана едва през 2011 и 2012г.



Данни за лъча от ЦЕРН към Гран Сасо:

- $\langle E \rangle$: 17 GeV
- L: 730 km
- $(\nu_e + \bar{\nu}_e) / \nu_{\mu}$ (CC) 0.87%

- ν_μ / ν_μ (CC) 2.1%
- ν_τ prompt: пренебрежим
- Очаквани ν взаимодействия
- $\sim 23600 \nu_\mu$ CC + NC (CC- зареден поток, NC- незареден поток)
- $\sim 160 \nu_e + \nu_e$ CC
- $\sim 115 \nu_\tau$ CC ($\Delta m^2 = 2.5 \times 10^{-3} \text{ eV}^2$)



Детектори:

О.Р.Е.Р.А. се използва МЕСС детектор, което означава магнетизирана камера с емулсия. Същият апарат, но не магнетизиран, е използван и в експеримента DONUT осъществил първото пряко наблюдение на ν_τ .

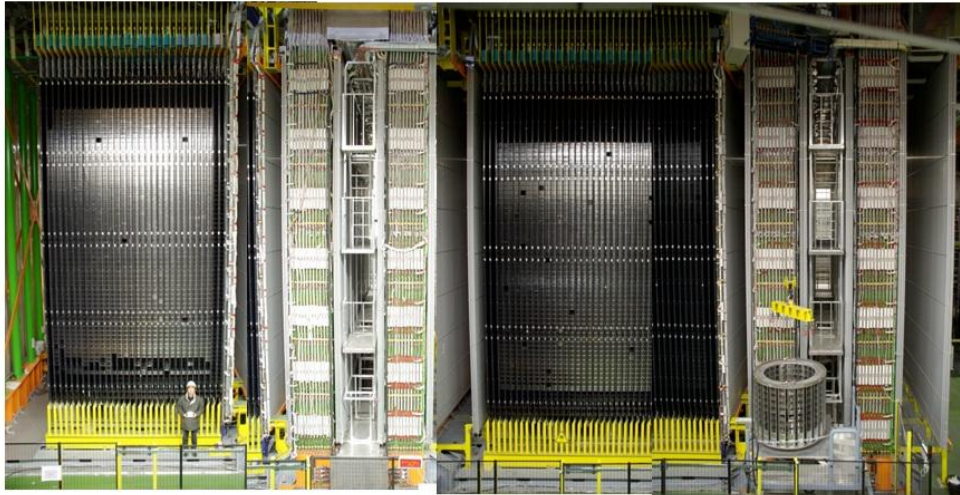
От МЕСС се очаква:

- да определи и измери заряда на μ
- да определи и измери заряда на e^-
- да позволява с голяма прецизност изучаването на τ - разпада

Използват се още електронни тракери и мюон спектрометри с желязо и специална стомана.

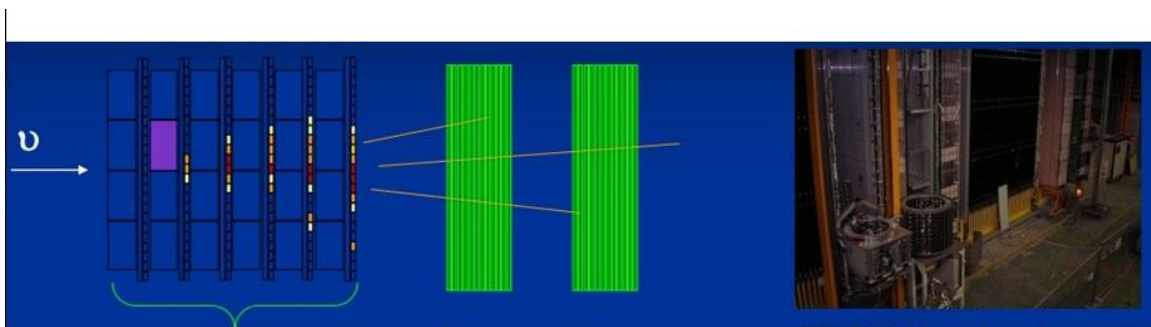
Супермодул 1

Супермодул 2



ЦЕЛ МЮОН
спектрометър

Магнитният спектрометър изпълнява функциите и на субдетектор и на носеща конструкция за целият експеримент и подложен на значително натоварване. На този апарат се разчита да поддържа тракерите на целта, да поеме без проблем магнитните сили и да е устойчив на сеизмична. Това налага много високи изисквания към стоманата, от която той ще бъде изработен. Магнитните плочи и възвръщащите гривни са изработени от стомана с различни магнитни свойства, обусловени от различното съдържание на Mn и C в двата материала.

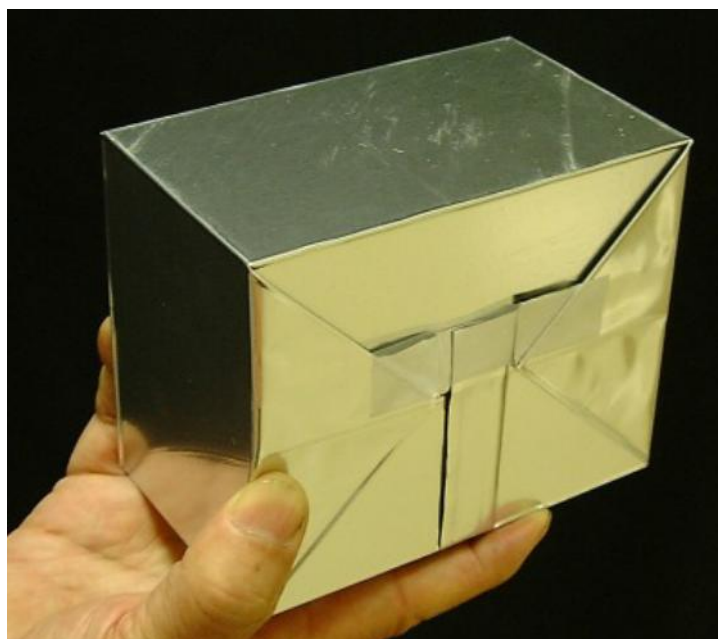


ТТ: разпознава тухлите с възможни взаимодействия

Спектрометър: разпознаване на мюони и измерване на заряда и момента им

С-ма за манипулация на тухлите: изважда тухлата с възможно събитие от стената

За засичане на преминаването на ν подходящ елемент е Рb, затова от него за изработени тухлите на МЕСС. Всяка такава тухличка има 56 плочки от Рb дебели 1 мм и покрити с ядрена емулсия. Обединени в тухлата с размери 7,5x12,5x10,2 см, те тежат 8,3 кг. За изработката на детектора са били нужни 150,000 такива оловни тухли, което се равнява на 1,25 килотона маса на целта, която те съставляват. Тухлите са разположени в 62 вертикални „стени“ напречни на движението на лъча, като между тях са поместени пластмасови сцинтилатори. Детекторът е разделен на два еднакви супермодула, всеки с по 31 стени и 31 двойни слоя сцинтилаторни равнини, следвани от магнитен спектрометър. Числата поставени в друга перспектива са следните: 150, 000 тухли се равняват на 110,000 м² емулсионен филм и 105,000 м² Рb плочки. Цялата тази площ се сканира с напълно автоматични микроскопи с 2 порядъка по-бързи от ползваните в експеримента CHORUS



Топли диполни магнити са част от магнитният спектрометър. Те има две вертикални стени с Fe слоеве и с RPC тракери разположени преди и след магнита, както и между стените му. Всяка стена е от 12 Fe слоя по 50 мм с 11 междини от 20 мм. Размерите на магнита са 8,75x10x2,64, като 2,64 = 0,82 м стена + 1 м междина + 0,82 стена. Общото тегло на структурата е 950 тона и за нея е използвана несплавна стомана с пропускливост 7×10^{-4} Ну/м за магнитно поле от 1,55 Т.

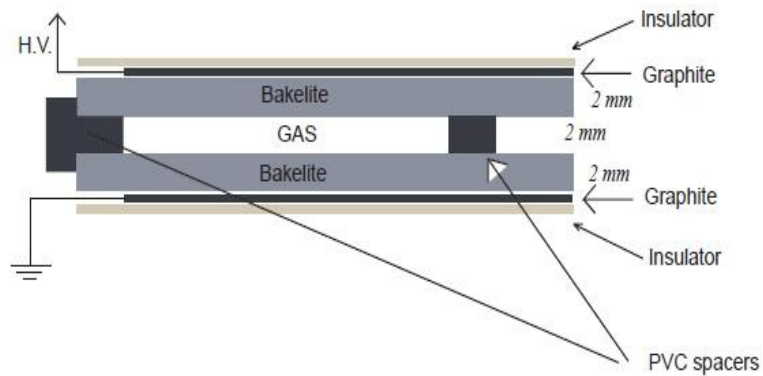
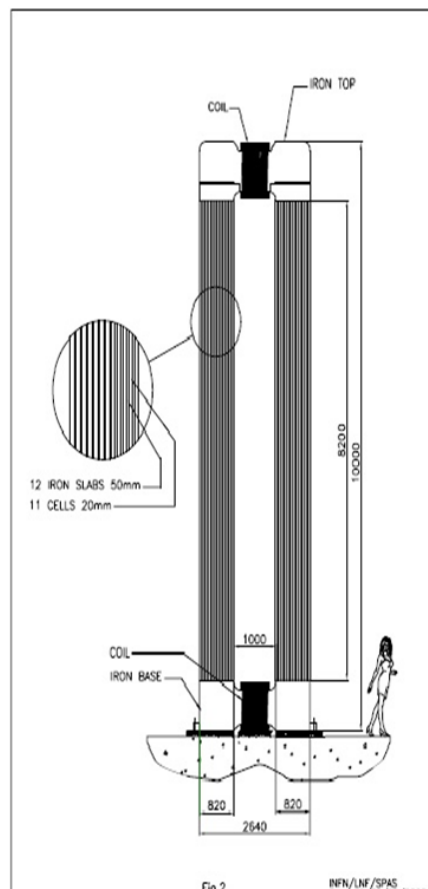
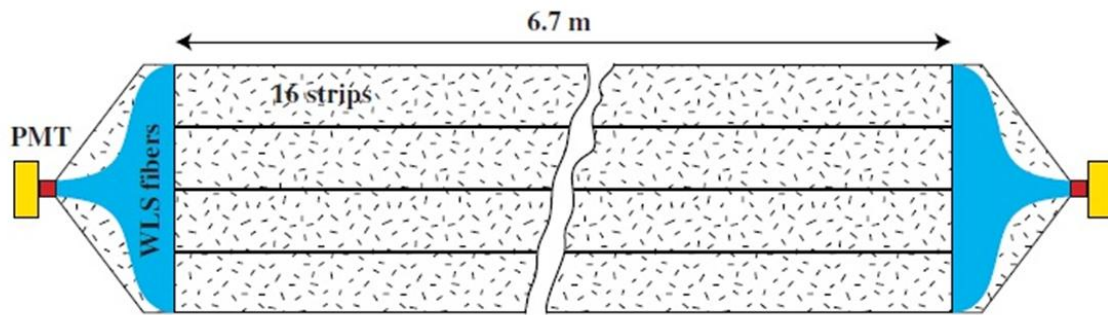


Figure 57: Schematic view of a RPC.



256 хоризонтални и вертикални сцинтилаторни ивици съставят равнини от 6,7x6,7 м² разположени между стените с емулсия на тракерите на целта. Ивиците се разчитат и от двете страни от Kuraray Y11 фибри свързани с 64-каналов Хамаматсу X7546 фотомултипликатори. 64 ивици разчетени от един такъв мултипликатор съставят основна единица. Четири такива се групират в ситу, за да оформят сцинтилаторната равнина. Всяка базова единица е изградена от 4 под-единици, които представляват 16 ивици опаковани в светлонепропусклив алуминиев кожух с дебелина 0.5 мм, за да се осигури

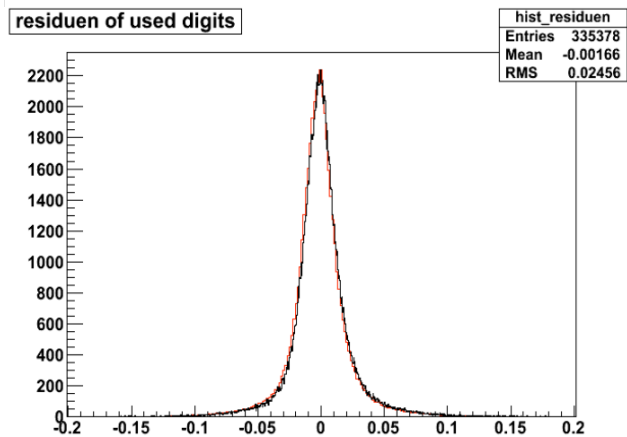
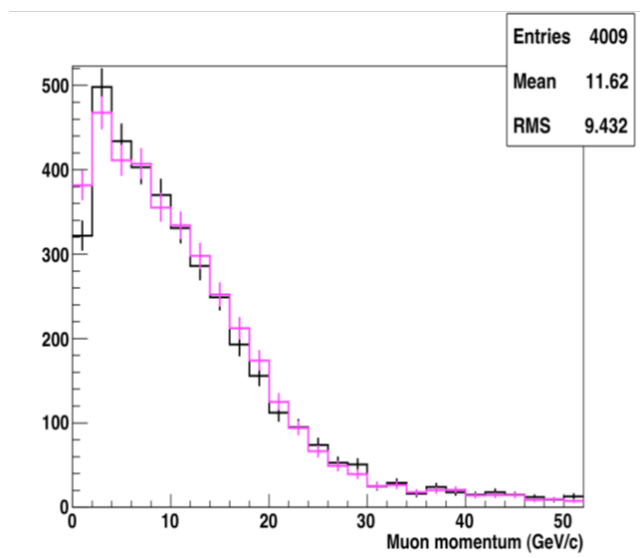
нужната механична якост. ~99% ефективност, до 8 мм точност на положението и 20 mrad точност на ъгъла.



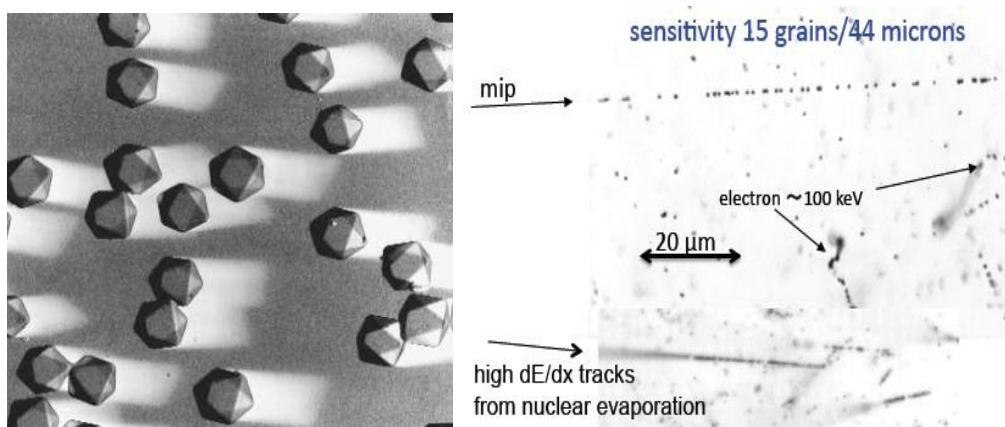
Измервания с тракера:

Отчитане на момента на мюоните

пространствена резолюция от ~250 μm



За основен детектор служат AgBr кристали с размер 0,2 μm , всеки слой филм има 10^{13} броя такива кристали. Емулсионна резолюция: $dx = 1 \mu\text{m}$, $d\theta = 2 \text{ mrad}$.



За всеки изминали 8 часа се подменят 25 тухли. 6 автоматизирани линии паралелно проявяват при пълна тъмнина отпечатъците върху тухлите, при максимална скорост на работа от 150 тухли на седмица. Скоростта на микроскопите е 200 см² на час. Те се изпращат за анализ в лаборатории в следните градове:



Не е възможно!

Многото хипотези против суперлуминалното неутрино

От 17.09.2011 причини неутрино в никакъв случай да не е по-бързо от светлината се публикуваха повече от веднъж седмично, защото „откритието“ застрашаваше не просто Специалната Теория на Относителността на Айнщайн, а и фундаменталният закон за запазване на енергията. За някои хора 60 ps преднина на неутрино са мизерна разлика, но в света на науката това не значи нищо по-малко от съвсем нова физика.

Елементарни логически несъответствия проличават още на пръв поглед. Протоните от лъчът в ЦЕРН се удрят в статична цел и се разпадат на пиони-нестабилни частици, които претърпяват бърз разпад на мюони и неутрино. Мюоните наследяват огромната част от енергията и са по-тежки, те прекратяват пътя си още в тунела на ЦЕРН. Съответно сборът от масата и енергията на $\nu + \mu$ трябва да е равна на началната частица- пионът, а изкуствено полученият пион има енергия 10 пъти по-малка от нужната, за да са достоверни резултатите. Единственото възможно обяснение е нещо да е ускорило ν , но заради слабото

им взаимодействие със средата това е много невероятен сценарии. При големи енергийни нива на пиона разликата е дори по-изразена. Ако резултатите от O.P.E.R.A. се приложат към реалните атмосферни условия пионите: 1) ще се разлагат по-рядко; 2) ще се разлагат изцяло в μ ; 3) и няма да имат възможност дори да се разложат преди достигането на Земята.

Следователно популярното мнение е, че ако изобщо има частица по-бърза от светлината мигновено ще отдаде голяма порция от енергията си и ще забави ход.

Едно от дръзките обяснения за бързината на ν предложи, че има скрити измерения, освен наблюдаваните от нас 4, и ν е прескочило в едно от тях, съкращавайки пътя си.

На съмнение беше подложена и постановката на експеримента, като например разположението на атомните часовници и сателита и възможното забавяне на връзката между тях. Дължината на лъча от протони беше променена, за да позволи точно индивидуално наблюдение на всяко взаимодействие и резултатите бяха повторени.

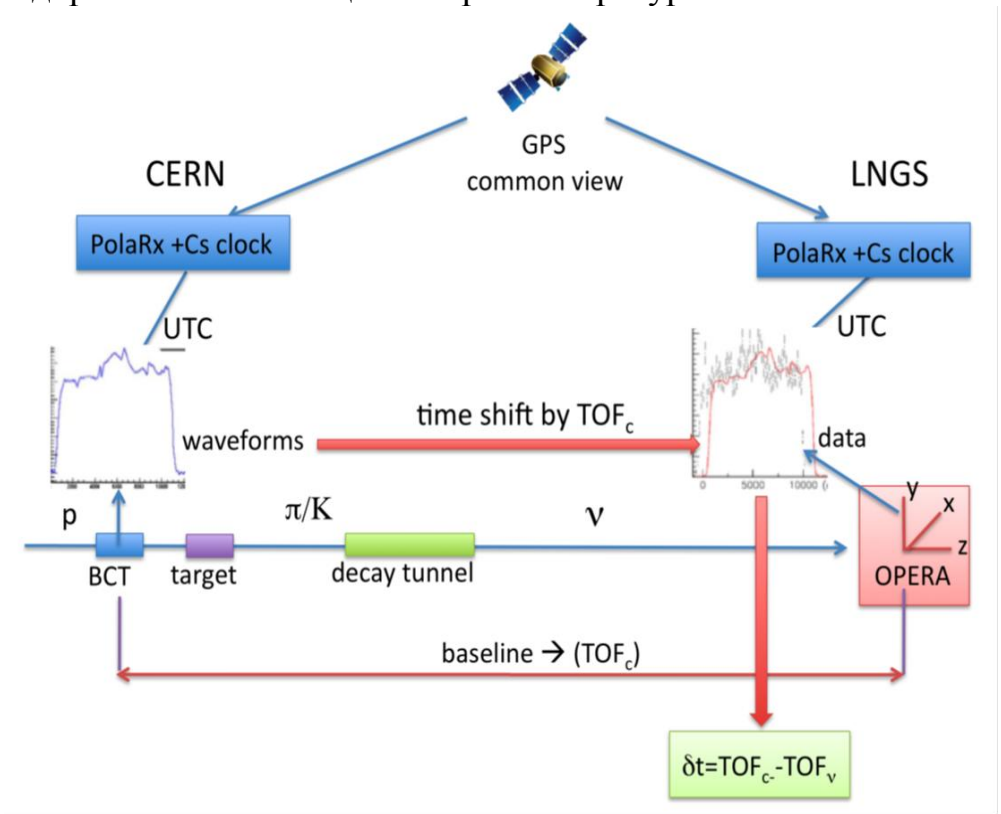
Това обаче допълнително разпали негодуванието на учените, които обориха измерванията на O.P.E.R.A. Пояснявайки, че енергийният спектър на неутрино с такава скорост ще е силно изкривен, придружен от обилно отделяне на фотони и емисия e^+e^- двойки наподобяваща радиацията на Черенков трябва да се наблюдава. Това би довело до вече предвиденото бързо намаляване на енергията на ν , но никакъв слаб поток подобен на радиацията на Черенков не е отчетен.

Разрешението на проблема със свръхлуминалната скорост на неутрино бе открито след по-малко от половин година, през която обаче много изявени учени от областта на физиката се надпреварваха да търсят недостатък в научната постановка на O.P.E.R.A. В крайна сметка проблемът се оказа повече от банален. Както преди няколко години с LHC, и тук чисто механически дефект доведе до суматоха. Лоша връзка между GPS-а и компютърът, които отговарят за времевата карта на събитията е довела то скандалните 60 ps предимство за призрачното неутрино

В показаната долу схема са открити проблемите довели до нереалният резултат – лошо проводящ фиброоптичен кабел от GSP-а и часовник с малфункция.

Но точно когато ν превърна O.P.E.R.A. в един от най-обсъжданите гафове в експерименталната физика, от Фермилаб в Илинойс откриха нова употреба на частицата- безжична телекомуникация. Лъч от малката призрачна частица е пренесъл думата „неутрино“ на 1 км разстояние, като 240 м са били твърда почва. Възприетата от детектора MINERvA думичка е получена като бинарен код, като от трилиони изпратени частици на пулс, само 0.81 (%) са отчетени. Това може да не звучи надеждно и ефективно за повечето хора, но дава възможност за изключително сигурно предаване на данни, защото поток от

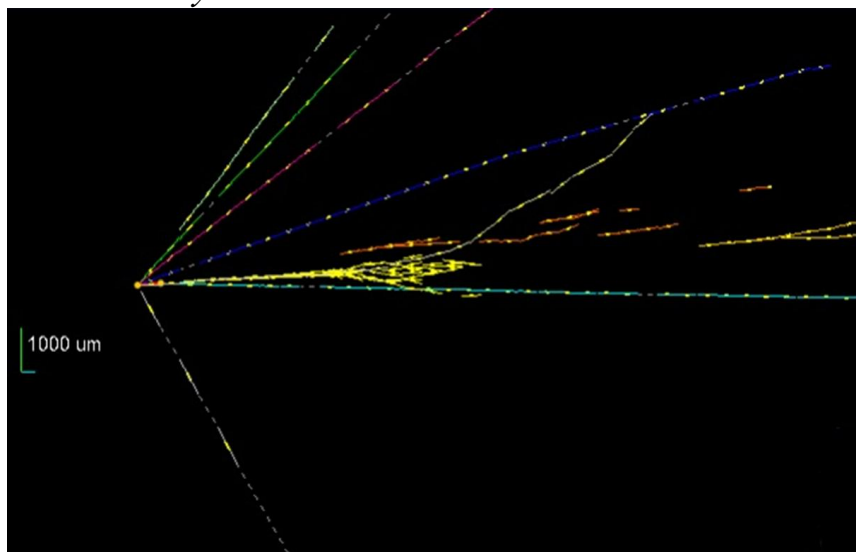
неутрино натоварен с какъвто и да е криптиран код трудно може да бъде прихванат дори със скъпа специализирана апаратура.



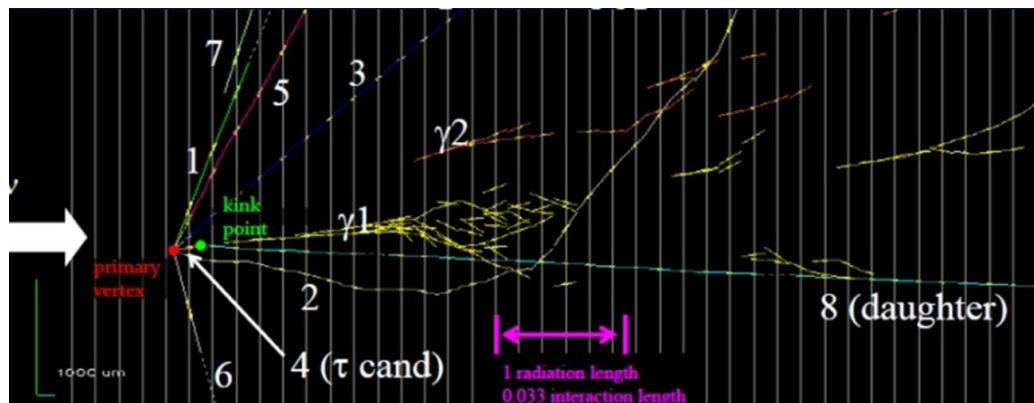
Заклучения

Експериментът O.P.E.R.A. тепърва достигна максималните си възможности и още много данни предстои да бъдат събрани и обработени. Независимо от това резултатите до тук са обещаващи, а грешките- вълнуващи. Обработени са 92% от данните събрани през 2008-ма и 2009-та година и от тях 1 събитие е кандидат за ν_μ , т.е. е съвместимо с очакванията. Освен това са разпознати и 13 събития вероятни за ν_e .

Първото възможно тау събитие:



Топология и кинематика на събитията:



Следите тръгващи от върха са проследени няколко тухли по-надолу, за да се установи природата на безмюонното събитие

$$\gamma_1 : 5.6 \pm 2.7 \text{ GeV/c}$$

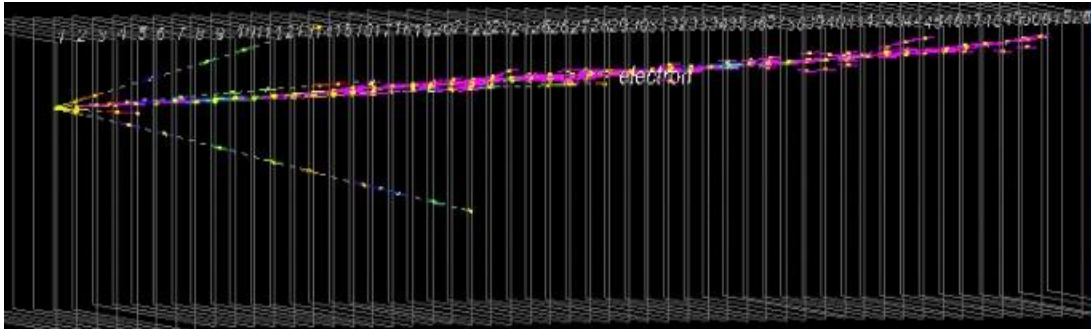
$$\gamma_2 : 1.2 \pm 0.8 \text{ GeV/c}$$

Писта	ID на частицата	Вероятност	tan	tan	P (GeV/c)
1	адрон Pb/emul = 4.1/1.2 sm	Prob(μ) = 10^3	0.177	0.368	0.77 [0.66,0.93]
2	протон	Обсег, разпръскване, dE/dx	-0.646	-0.001	0.60 [0.55,0.65]
3	адрон	Взаимодействие	0.105	0.113	2.16 [1.80,2.69]
4 (майчино)			-0.023	0.026	
5	адрон Pb/emul = 9.5/2.8 sm	Prob(μ) = 10^3	0.165	0.275	1.33 [1.13,1.61]
6	адрон Pb/emul = 1.6/0.2	Prob(μ) = 10^3			
7	От неутрално възбудима частица		0.430	0.419	0.34 [0.22,0.69]
8 (дъщерно)	адрон	Взаимодействие	-0.04	-0.008	12 [9,18]

13 възможни събития за ν_e

момент на електрона: 9.5 ± 2 GeV

пълна енергия на събитието: $18.9 (+68.1; -8.4)$ GeV



Литература:

Официалното внесено предложение за осъществяване на експеримента О.Р.Е.Р.А.

Семинар от 04.06.2010 воден от Антонио Еридидато.

Презентация на L. Scotto Lavina на тема „Дизайн и представяне на ЕСС-МЕСС детектори“.

„Скорошни резултати от експеримента О.Р.Е.Р.А.“ от М. Поцато.

Множество публикации на работещите в експеримента учени, достъпни в arxiv.org.

ЯДРЕНИ СИЛИ

Александър Карастоянов

Департамент по приложна физика, Технически университет – София,

София 1000, бул. Кл. Охридски 8, България, e-mail: ask@tu-sofia.bg

Резюме: С откриването на атомното ядро възникна и проблемата за ядрените сили. Пред физиците се появи най-голямата загадка от историята на физиката. Нейното решение беше намерено в края на 1964 година в сегашния Технически университет – София. Посочват се основните особености на ядрените взаимодействия и основния закон за ядрените сили. Дава се прост пример на приложение на закона. Изтъква се неговото научно и приложно значение.

Ключови думи: атомно ядро, нуклони, ядрени сили, ядрена потенциална енергия, ядрена потенциална яма, енергия на свързване, ядрени характеристики, ядрена енергетика.

С откриването на атомното ядро от Ръдърфорд (1911 г.) и частиците, които участват в него (протонно-неутронния модел на ядрото, Иваненко, Хайзенберг, 1932), възниква и проблемата за силите, които ги задържат в ядрото. Те бяха наречени ядрени сили. Тези сили преодоляват кулоновите сили на отблъскване между протоните, а стабилността на ядрото като цяло се гарантира от участието на ядрено взаимодействащи електрически неутрални частици, наречени неутрони (Чадуик, 1932). Днес протоните и неутроните се наричат с общото име нуклони.

Намирането на законите на ядрените взаимодействия стана една от централните задачи на физиката на ядрения 20-ти век [1].

Разбирането на физиката на ядрото е необходимо за разбиране на света като цяло. Знаем, че ядрото определя строежа на атома и като следствие – на молекулите, телата, планетите и звездите. Образуването и разпространеността на атомите във вселената, нейната еволюция, звездната енергия, температурата на Земята и много други фундаментални природни явления са непосредствено свързани с процесите, ставащи в ядрото. Основната задача на ядрената физика е намирането на силите между ядрените частици [2].

Намирането на тези сили се оказа неимоверно трудна задача дори за огромната армия физици. “Пред физиците се появи нова загадка, която сега изглежда най-голямата за цялата история на физиката: природата (или теорията) на ядрените сили. Ние сравняваме трудностите в чисто количествено отношение: никога с физика не са се занимавали толкова много хора (в това число и велики), както днес, и никога за работата не са изразходвани такива

средства, както днес” – писа московския професор Компанеев през 1978 година [3].

На фона на растящите енергийни нужди на човечеството, с които е свързано овладяването и използването на ядрената енергия, изглежда обаче странно, че законът за ядрените сили остана практически незабелязан след откриването му почти половин век. Тук може да се гадае за много причини, но като че ли главната се характеризира с народната поговорка “Много баби, хилаво дете”.

Какви са характерните особености на ядрените взаимодействия, въз основа на някои от които се търсеха техните закони?

1. Намаляват много бързо с разстоянието, поради което действат практически в ядрени размери.

2. Не зависят от вида на нуклоните, т.е. ядрените сили между два протона, два неутрона или протон и неутрон са практически еднакви.

3. Превишават многократно, на два порядъка, кулоновите сили.

4. Намаляват експоненциално с разстоянието, поради което дълбочината на ядрената потенциална яма и енергията на свързване на нуклона при тежките ядра са практически постоянни.

5. Имат силен аналог на магнитните сили. Той се характеризира с ядрен векторен потенциал и пропорционално ядрено потенциално количество на движението.

6. Нуклоните имат големи ядрени диполни момент – аналози на електричния и магнитния диполни моменти. Това води до специфични ядрени взаимодействия, наречени спин-орбитални, спинови и тензорни.

7. За успешно описание на ядрените взаимодействия е необходимо използването на специално ядрено уравнение на Дирак.

За откриването на закона за ядрените сили бяха достатъчни съображенията, довели Нютон до откриване на закона за гравитацията, идеята на Лаплас за допълнително експоненциално отслабване на силите с разстоянието [4] и данни за масите на ядрата, установени точно още от Астон (1919-1927 г.). Астон е определил масите на 212 стабилни изотопи на елементите. Нютон е използвал съображенията на френския абат и астроном Буйо, според който силите трябва да се разпределят равномерно в пространството, подобно на светлината. И тъй като плътността на светлинния поток е обратно пропорционална на лицето на сферата, през която той преминава, силите трябва да са обратно пропорционални на лицето на тази сфера, т.е. $4\pi r^2$, където r е радиуса на сферата. Това е знаменития Нютонов закон за обратните квадрати при гравитацията. Забележително е, че множителят 4π участва в съвременните формулировки на закона на Кулон при електростатичното взаимодействие. Ако силите са изотропни (т.е. разпространяват се равномерно във всички посоки на пространството), няма начин да се избегне този демоничен закон за обратните квадрати.

Лаплас задълбочава разсъжденията на Нютон, като допуска, че силите се поглъщат в обкръжаващата ни материална среда (тогава наричана етер, сега – вакуум) подобно на светлината в прозрачните тела.

Комбинирането на тези два фактора води до закон от вида

$$F = -\frac{g^2}{4\pi r^2} \exp(-\mu r), \quad (1)$$

който се оказва тъй дълго търсения закон за ядрените сили. Той изразява силата между два нуклона на разстояние r един от друг. А този закон беше намерен от автора в края на 1964 година!

Тук g е величина, която характеризира големината на упражняваната от нуклона ядрена сила и по аналогия с електричния заряд може да се нарече ядрен заряд или товар, а μ е коефициент на отслабване на силата с разстоянието.

Стойностите на тези величини са следните:

$$g = \sqrt{hc/2} = 3,1515691 \cdot 10^{-13} N^{1/2} \cdot m, \quad (2)$$

$$\mu = m_{\pi} c / \hbar = 0,684006 fm^{-1}, \quad (3)$$

където h е константата на Планк, $\hbar = h/2\pi$, c е скоростта на светлината във вакуум, а m_{π} е масата на неутралния пион. Те са потвърдени от експеримента, но зад тях стоят теоретични съображения.

Има и трета ядрена константа. Това е големината на ядрения аналог на магнитния момент, определена също въз основа на теоретични съображения [5].

Този закон триумфално обясняваше всички ядрени данни, към които беше приложен, а днес те са около 500 [6]. Статистическото обосноваване на даден физически закон обикновено изисква 7-8 опитни данни [7]. Законът на Кулон е бил обоснован само въз основа на един единствен резултат с точност 1 % [8].

Потенциалната енергия, съответстваща на силата (1), има сложен и неудобен за изчисления вид, тъй като съдържа така наречената интегрална експоненциална функция $Ei(-\mu r)$ [9]:

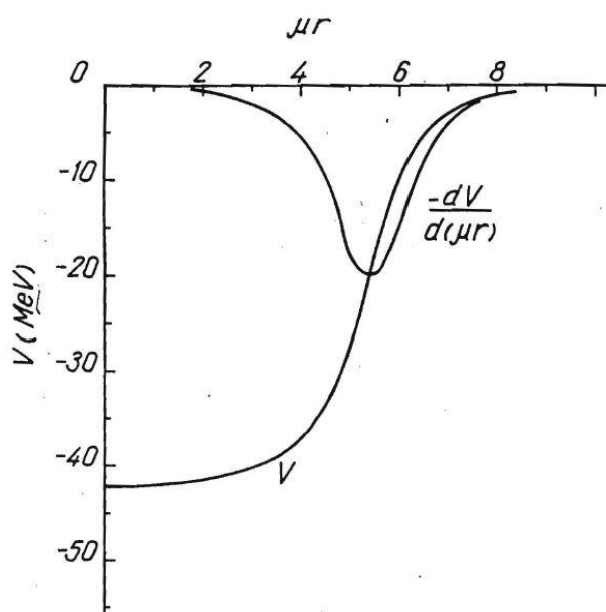
$$V = -\frac{g^2}{4\pi} \left[\frac{\exp(-\mu r)}{r} + \mu Ei(-\mu r) \right]. \quad (4)$$

На нея може да се придаде още вида, посочен от Емил Маринчев

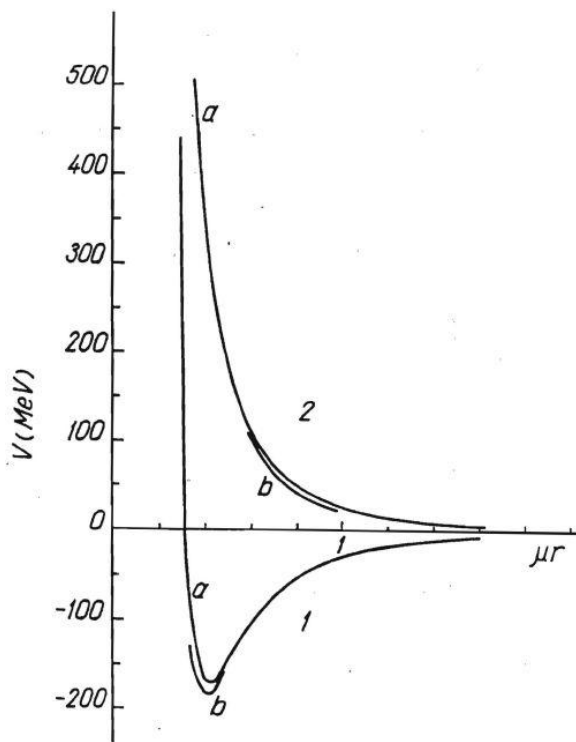
$$V = -\frac{g^2}{4\pi r} E_2(\mu r), \quad (5)$$

където $E_2(\mu r)$ е друга интегроекспоненциална функция [10]. Връзката и с $Ei(-\mu r)$ може лесно да се установи от сравняването на потенциалните енергии (4) и (5).

Потенциалната енергия на тежките ядра е потенциална яма, която има приблизително камбановидна форма. На фиг. 1 е показана неутронната потенциална яма на ^{208}Pb и съответната сила на ядрото. Плътноста на нуклоните (нуклони/ m^3) следва приблизително същата зависимост. Разстоянието, на което плътността на нуклоните намалява два пъти спрямо максималната (около нуклон на 10 кубически ферми) се нарича радиус на ядрото R .



Фиг. 1



Фиг. 2

Силите на взаимодействие между неутрона и протона, анализирани с помощта на уравнението на Шрьодингер, имат графично вид, характерен за междумолекулните взаимодействия (фиг. 2). Но те са много по-големи. При два протона към тях трябва да се прибави и кулоновата сила на отблъскване. По-конкретно фиг. 2 ни дава ефективната np (неутронно-протонна) потенциална енергия в т.н. хермитово приближение при пълна класическа енергия $E = 0$ (a) и $E = 100 \text{ MeV}$ (b). Крива 1 се отнася за успоредни еднопосочни спинове, а крива 2 – за противоположни спинове на нуклоните. Символът np означава въздействие на протон върху неутрон.

Показаните криви са получени в Института по приложна физика към ТУ – София. Разстоянието R_V , отговарящо на потенциална енергия $V_0/2$, където V_0 е дълбочината на потенциалната яма, е близко до R . То е потенциалния радиус

на ядрото и обикновено феноменолозите го вземат за радиус на ядрото. Използваните параметри са $\mu R = 5,5$; $\mu R_V = 5,35$, което отговаря съответно на радиуси 8 и 7,8 ферми (фемтометри). Потенциалната енергия, показана на фиг. 2, се получава чрез трансформиране на ядреното уравнение на Дирак в уравнение на Шрьодингер и реално е функцията, която заема мястото на потенциалната енергия в традиционното уравнение на Шрьодингер.

Както беше споменато, в [6] са сумирани около 500 потвърждения на закона за ядрените сили. Други 60 резултати са изброени в [11]. Повече информация може да се получи по Интернет [12]. Ще приведа едно общодостъпно доказателство.

Определяйки разстоянието на равенство между ядрената и кулоновата сила, което се оказва около 5 ферми, забелязах, че то съответства на областта на ядрените размери около желязото. Но това е областта с максимална енергия на свързване на нуклона. Да проверим какво дават изчисленията.

Нека приемем, че радиуса на ядрото R е свързан с масовото число на ядрото A по известната формула [13]

$$R = r_0 A^{1/3} = 1,3 A^{1/3} \text{ fm} . \quad (6)$$

Да приравним разстоянието на равенство на ядрената и кулоновата нуклонна сила на радиуса на ядрото. Тогава от закона на Кулон и закона за ядрените сили имаме за точката на равенство R :

$$\frac{e^2}{4\pi \varepsilon_0 R^2} = \frac{g^2}{4\pi R^2} \exp(-\mu R), \quad (7)$$

където ε_0 е диелектричната константа на вакуума, а e елементарния електричен заряд.

Като въведем константите на взаимодействието

$$\alpha_g = g^2 / 4\pi \hbar c = 1/4, \quad (8)$$

$$\alpha_e = e^2 / 4\pi \varepsilon_0 \hbar c = 7,29735 \cdot 10^{-3} = 1/137,036, \quad (9)$$

Имаме

$$\alpha_g / \alpha_e = 137,036 / 4 = 34,259. \quad (10)$$

По такъв начин от (7)

$$\exp(\mu R) = g^2 \varepsilon_0 / e^2 = \alpha_g / \alpha_e = 34,259, \quad (11)$$

$$\mu R = \ln 34,259, R = (1/\mu)\ln 34,259 = 5,167 \text{ fm} . \quad (12)$$

От тук и (6) имаме

$$A = (5,167/1,3)^3 = 62,8 . \quad (13)$$

Максимумът на енергията на свързване на нуклона е при ${}^{62}\text{Ni}$, така че имаме прекрасно съвпадение с опита в границите на точността на r_0 .

И така, изграждането на нуклеодинамиката очевидно е привършено [12]. Остава пътят на нейните научни и практически приложения.

Ще завърша с една стара римска сентенция: *“Каквото можях, направих! Който може повече, да продължи!”*

ЛИТЕРАТУРА

[1] Элементарный учебник физики (под ред. на акад. Г. С. Ландсберг). Наука, Москва, 1970, **3**, 573.

[2] С. де Бенедетти. Ядерные взаимодействия. Атомиздат, М., 1968, 7-8.

[3] А. С. Компанеев. Симметрия в микро- и макромире. Наука, М., 1978.

[4] Н. А. Бонев. Теоретична астрономия. Наука и изкуство, С., 1961, 420.

[5] А. Карастоянов. Нуклеодинамика. 16 научно-технологична сесия Контакт 2005 . ТЕМТО, С., 2005, 92-101.

[6] А. Карастоянов. 40 години от откриването на основния закон за ядрените сили. 15 НТС Контакт 2005. ТЕМТО, С., 2005, 156-165.

[7] The World of the Atom. Basic Books, New York, 1966.

[8] С. Р. Филонович. Судьба классического закона. Наука, М., 1990, 139.

[9] Е. Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. Специальные функции. Наука, М., 1968, 62.

[10] Справочник по специальным функциям (под ред. на М. Абрамовиц и И. Стиган). Наука, М., 1979, 56.

[11] А. Карастоянов. Една стара лапласова сила, СТО и нуклеодинамиката. 6 интердисциплинна сесия Контакт 2000. ИНГА, С., 2000, 108-116.

[12] www.askbg.hit.bg, www.askbg.netfirms.com.

[13] А. Карастоянов. Лекции по физика, 1969.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ В БИТА И ПРОМИШЛЕНОСТТА

Мартин Илчев Илиев

Електротехнически факултет, Технически Университет – София, София 1000,
бул. „Климент Охридски“ 8, България, e-mail: marto_mil@abv.bg

1. Краят на атомната енергетика



Японската ядрена криза и 25-годишнината от ядрената катастрофа в Чернобил породиха разгорещени спорове за настоящето и бъдещето на атомната енергетика. Събудилите се страхове на хората от една страна и ограничения ресурс на горивото предотврати ядрен ренесанс в енергетиката.

Наличните изкопаемите горива биха задоволили енергийните нужди на човечеството за следващите 200 г., но последствията от тяхното използване нанасят огромни щети на природата. Ако човечеството продължава да използва днешните технологии за производство на материални блага и енергия, нормалните условия за съществуването на хората ще бъдат застрашени. Още през 2002 г. Световният фонд за дивата природа, WWF, публикува доклад, съгласно който, за последните 30 години човечеството е унищожило 1/3 от естествената биосреда на Земята, потреблението е нараснало 2 пъти. При запазване на настоящите темпове на промишлено развитие, потребление и нарастване на населението, ресурсите на планетата ни ще бъдат изчерпани още преди 2050 г.

Опасенията от изменение на климата, нарастването на цените на нефта и увеличаващите се държавни субсидии водят до увеличаване на инвестициите във възобновяеми енергоизточници. Политическата подкрепа и нарастващите субсидии помагат на сектора да понесе относително леко започналата през 2007 година икономическа криза.

В световен мащаб около 3 милиона домакинства се снабдяват с електричество от малки фотоволтаични системи. На много места функционират малки водоелектрически централи, свързани в мрежи на селищно или общинско ниво. Над 30 милиона селски домакинства ползват за осветление и домакински нужди биогаз, извлечан от локални инсталации. Готварски печки на дърва и друга биомаса се използват от 160 милиона домакинства.

2. Видове възобновяеми източници на енергия

Възобновяема енергия е енергията, получена от източници, които се приемат за естествено възстановяващи се или за практически неизтощими – речните води, дъжда, приливите, геотермалната енергия, вятъра, слънчевата светлина и биомасата.

3. Използване на енергия от течащи води за електропроизводство

Хидроенергията се произвежда чрез движение на водни маси, например реки, канали или речни потоци. Схемите за хидроенергия преобразуват енергията на водата, течаща под определен наклон (или ъгъл), в използваема енергия. Подобни схеми изискват подходящи равнища на валежи в зоната на водоприхващане, хидравлична глава, тръба или съоръжение за пренос на водата до турбина, както и турбинно помещение, в което е инсталирано оборудване за генериране на енергия и регулиране на водата. След като водата бъде употребена в рамките на този цикъл, тя се връща към първоначалното си състояние.

Големите ВЕЦ с язовирни стени изискват големи водни обеми и източници на течаща вода. За да има достатъчно свободно пространство, е необходимо да бъдат евакуирани и много хора. Това променя напълно ситуацията за хората живеещи в относително защитена околна среда. Техния начин на живот ще бъде променен изцяло – условията за работа и за живеене, разпределянето на земята. Големите водни електрически централи увеличават риска от болести, свързани с водата. Разрушението на язовирна стена се случва рядко, но поради сериозните последици, които това би предизвикало, е наложително да се прецени въздействието. Рискът от нещастни случаи и повреждане на имуществото или техническите инсталации са най-значителните последици, но влиянието върху околната среда също трябва да се има предвид.

Малките водноелектрически централи (ВЕЦ) обикновено се дефинират като централи с инсталирана мощност до 10 мВт. Малките ВЕЦ са полезни при производството на електроенергия, особено в изолирани местности. Големите ВЕЦ се намират близо до точката на насищане, което позволява в случаите, в които това е възможно, акцентът да бъде поставен върху изграждането на малки ВЕЦ.

Повечето конвенционални ВЕЦ-ове включват следните главни компоненти:

- Язовир - контролира водния поток и увеличава нивото, за да се създаде напорът. Резервоарът, който се образува, в действителност представлява акумулирана енергия.
- Турбина - задвижва я силата на водата, напиреща върху лопатките.
- Генератор - свързва се с турбината и се върти, за да произвежда електроенергия.

- Трансформатор - конвертира електричеството от генератора в използваеми нива на волтажа.

- Електропреносни линии - провеждат електричеството от ВЕЦ-а до системата за електроразпределение.

- В някои ВЕЦ-ове присъства и друг компонент – напорният тръбопровод, който пренася вода от водоизточника или резервоара до турбината в електроцентралата.

- Най-старата форма на “водна турбина” е водното колело. За неговото задвижване се използва естествената разлика в напора във водното ниво на един поток. В своята конвенционална форма водното колело е направено от дърво и е снабдено с кофи или лопатки по периферията. Водата се блъска в тях, предизвиквайки въртенето на колелото. Традиционните водни колела се използват от векове, но тези големи и бавно движещи се колела не са подходящи за производство на електричество. Водните турбини, които служат за електропроизводство, са направени от метали, въртят се с по-високи скорости и тяхното построяване и инсталиране са много по-лесни. През годините са разработени много видове турбини с цел да работят възможно най-добре в различни ситуации.

- Водните турбини могат да бъдат класифицирани по различни начини. Единият начин е според метода на функциониране (импулсна или реакционна турбина); друг начин е според конструкцията (вид на вала и водозахранването).

- Водните турбини могат да работят като турбини, като помпени турбини или като комбинация от двете. Те могат да бъдат от единично регулиран или двойно регулиран тип.

- Турбините могат да бъдат класифицирани и според специфичната им скорост. Импулсните турбини използват пръскалка в края на тръбопровода, която превръща водата под налягане в бързо движеща се струя. Тази струя след това бива насочена към колелото на турбината, което е проектирано да превръща колкото се може повече от кинетичната енергия на струята в осево електричество. Често срещани импулсни турбини са Пелтън и турбината, работеща с напречен поток (cross-flow). При реакционните турбини енергията на водата се превръща от налягане в скорост в рамките на насочващите лопатки и самото колело на турбината. Въртенето на турбината е реакция на действието на водата, струяща от пръскалките в рамената на ротора. Типичен пример за реакционна турбина е турбината на Франсис. Предимството на една малка водноелектрическа реакционна турбина е в това, че тя може да използва целия напор, който е на разположение на дадено място. Импулсната турбина трябва да бъде поставена над нивото на долния язовирен участък (tailwater). Предимството на импулсната турбина е, че тя е много проста и евтина и, докато водният поток се изменя, водният поток към турбината може лесно да бъде контролиран като се променя размерът на пръскалката. За разлика от тях, повечето малки реакционни турбини не могат да бъдат нагодявани към

различни водни потоци. Повечето хидравлични турбини се състоят от монтирано върху вал водно колело или работно/ходово колело (runner), което е поставено във воден канал, който пренася вода от по-високо място (резервоара, намиращ се нагоре по течението спрямо язовира) към по-ниско място (реката под язовира). Някои колела приличат много на витло на лодка, други пък имат по-сложна форма. Колелото на турбината е инсталирано във воден канал, който позволява на водата от резервоара да минава през лопатките на турбината, като по този начин я кара да се върти. Почти всички турбини/генератори се въртят с постоянна скорост. Постоянната скорост, с която действа един тип турбина/генератор може значително да се различава от скоростта на друг тип. Най-добрата скорост за всеки вид турбина се определя по време на проектирането, а генераторът при това положение се конструира така, че обикновено да произвежда променлив ток при тази скорост. Едно устройство, наречено стабилизатор (регулатор), кара всяка част да работи с подходящата за нея скорост, управлявайки шлюзовете, които контролират потока във водния канал (тръба). Има няколко типа турбинни конструкции, като Пелтън, Каплан, Франсис или турбина, работеща с напречен поток (cross-flow).

Няколко причини за използване на хидроенергия от малки ВЕЦ

- Разнообразява енергийните доставки.
- Подпомага местното развитие.
- Съдейства за поддържането на речните корита.
- Поддържа електрификацията на селски райони.
- Високо съотношение на енергийна възвращаемост.

4. Енергия на морските вълни

Вълните обикновено карат големите понтони да се издигат и да падат надолу, оставяйки район с редуцирана височина на вълната в „сянка”. Енергия на приливите и отливите – улавя енергията от приливите/отливите във вертикално направление. Приливите идват, увеличават равнището на водата във водния басейн и след това отлива го намалява. Ако водата в басейна се оттича през турбина, се получава електроенергия.



Енергия на потоците на приливите и отливите – може да се използва за добив на електроенергия с турбини, които са монтирани под водата. Първата такава турбина е инсталирана в Strangford Lough.

Най-добрите и най-големите

Първата в света електроцентрала, която произвежда енергия от вълните е в Португалия. Името и е Aguçadora Wave Park и е открита през 2006 година.

От 1967 година най-голямата централа за производство на електроенергия от приливите и отливите, разположена до Монт Сейнт Мишел във Франция, произвежда 600 млн. kWh годишно със своите 24 турбини по 10 MW.

Южна Корея планира да построи най-голямата в света централа, която да използва енергията на приливите и отливите – 254 MW. Инвестицията ще бъде поета от корейското правителство.

Преобразуване на термалната енергия на океанската вода – използва температурните разлики между по-топлата вода на повърхността и по-студената в недрата на океана. Този вид добив на енергия не е тестван още за работа в по-големи мащаби.

Най-голямото предимство от водноелектрическите централи е елиминирането на цената на горивото. Други предимства са по-дългия живот от централите с изгаряне на изкопаеми горива, ниските цени за поддръжка и предлагането същевременно на съоръжения за водни спортове.

5. Геотермална енергия

Геотермална енергия е топлината съдържаща се в разтопеното земно ядро. Извличането и на повърхността на земята може да стане чрез термални води, чрез вулкани или чрез принудително вкарване и загряване на вода в нагорещени скални маси.

Ресурсите на геотермална вода могат да бъдат класифицирани според своята температура и област на приложение, както следва:



Ниско потенциални източници на геотермална вода - (с температура от 10°C до 100°C) - използват се за отопление, оранжерийно производство, индустриални процеси и за бално-лечебни процедури. Приложима навсякъде технология са земносвързаните термопомпи, които използват подпочвени води с малка дълбочина.

Земносвързаните термопомпени инсталации не произвеждат топлина. Благодарение на обратния хладилен процес термопомпата, задвижвана от електродвигател, отнема подпочвена топлина (или топлината на подпочвената вода или на тази във водоем) с по-ниска температура и я пренася в друг обем, като я отделя при значително по-висока температура. Това е противоестествено на природните закони и не може да стане напълно даром. Цената е разходът на електроенергия за задвижване на помпа, която да “премести” подземната топлина. Средно разходът на електроенергия за помпите, спрямо получаваната полезна топлина, е 1 към 4.8, което означава, че ако консумираната мощност е 1 киловат, то отоплителната мощност е 4.8 киловата.

Ако температурата на подпочвената вода е 12°C и след преминаване през термопомпената уредба се инжектира обратно в почвата с температура 2°C , то всеки преминал кубичен метър вода през системата ще отдаде полезна енергия около 12 kWh . Ако помпа с дебит 10 литра в секунда работи само десет минути, то тя ще изпомпи в системата 6 m^3 вода, което означава, че ще се пренесат около 46 kWh топлинна енергия, което е равностойно на топлинен генератор (примерно електрически бойлер) с мощност около 270 kW , при което електрическата мощност, необходима за работа на инсталацията ще бъде под 60 kW . В този пример за един час ще разходват до 60 kWh електричество, а ще се получи около 270 kWh топлинна енергия.

Описаният технологичен процес в примера използва, така наречената, термопомпена система "вода-вода". Тя е една от най-икономичните системи за отопление (съответно за охлаждане през лятото). Такава система е още по-ефективна, когато електричеството, необходимо за помпите, се добива за сметка на слънцето, чрез фотоволтаици, или чрез вятърни генератори.

Геотермална вода със "средна температура" - към този клас се причисляват находищата на подпочвени води под налягане с температура между 90°C - 180°C . Могат да се използват за производството на електрическа енергия, чрез пряко освобождаване на пара, която да задвижи турбина или ако температурата е под 140°C се използва тъй наречената бивалентна схема с вторичен органичен флуид.

Геотермална вода с "висока температура" - в този случай се използват находища на суха или наситена пара с температура между 200°C до 350°C за производство на електрическа енергия.

Няколко причини за използване на геотермална енергия:

- Намалява емисиите на парникови газове.
- Ползва неизчерпаем енергиен източник.
- Възможност за пряко отопление.
- Изисква по-малки земни площи в сравнение с другите енергийни ресурси.
- Непрестанна наличност.

6. Вятърна енергия

Вятърна енергия (или енергия от вятъра) е възобновяем вид енергия и представлява кинетичната енергия на въздушните маси в атмосферата. Тя се превръща в полезна форма на енергия, най-често в електрическа или механична.

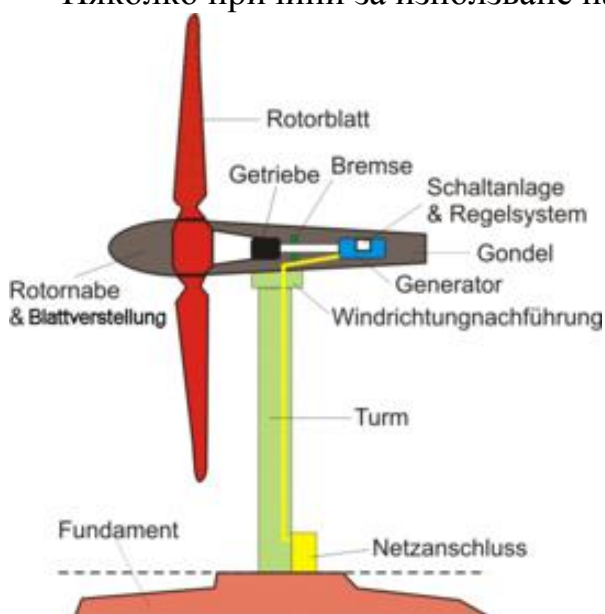


Схема на устройството на вятърна турбина



Механична енергия: вятърът е използван за задвижване на платноходи, за помпане на вода за напояване, или за задвижване на вярърни мелници.

Електрическа: с помощта на електрически генератори силата на вятъра може да се превърне в електричество.

Вятърната енергетика е бурно развиващ се отрасъл, за което свидетелства фактът, че в края на 2008 година общият капацитет на ветрогенераторите в световен мащаб е 120 гигавата. В началото на 2009 година 80 страни в света използват този вид енергия за промишлени цели.

- Вятърната енергия е чиста, без вредни емисии. За сметка на това конструирането на ветрогенератори не се посреща с ентузиазъм от всички, най-вече заради някои странични ефекти върху околната среда - разливане на смазочни материали и хидравлични течности, промени в микроклимата, опасност за птиците, загрозяване на пейзажа и други.

Вятърна ферма на сушата

Вятърът е практически неизчерпаем източник на енергия и не води до замърсяване и до климатични аномалии, с други думи притежава качества, с които нито един от традиционните източници за производство на електроенергия не може да се похвали. Чистите и ефективни модерни технологии дават надежда, че бъдещето може да е основано на неизчерпаеми и незамърсяващи околната среда производства. Приложенията на вятърната енергия са: за производство на електричество в така наречените "вятърни ферми", за зареждане на акумулатори, осветление на сгради, паркинги, паркове, за хранене на офис оборудване и климатични инсталации и по принцип за задоволяване на всякакъв вид енергийни нужди.

Вятърни турбини

Ветрените технологии използват енергията на въздушните маси над земната повърхност, които са резултат от движението, предизвикано от топлината на Слънцето и движението на Земята. Въздухът задвижва перките на енергийното съоръжение, монтирани на ротор в резултат на силата, която се създава от разликата в наляганията между високото налягане върху плоската повърхност на перките и ниското налягане на обратната им страна. Въртенето им води до директно производство на механична енергия, която може да се превърне в електрическа с помощта на електрогенератор. Най-общо казано, вятърната турбина е уред, който превръща вятърната кинетична енергия в електрическа. За разлика от вятърните водни помпи които са с много перки, за да имат по-голям въртящ момент, електрогенераторите са с 2 или 3 витла, като при тях целта е висока скорост на въртене. Освен с хоризонтална ос, генераторите могат да са и с вертикална. Оста е свързана посредством предавателна кутия.

Роторът се състои от хъб, три витла и система за стъпково регулиране на ъгъла на атака на всяко витло спрямо въздушния поток, като всички компоненти са разположени насрещно на вятъра. Те са със специална аеродинамична форма, за да могат да създават и използват подемната сила на въздушното течение. Механичната мощност на роторните витла се подава към генератора посредством трансмисионната система. Тя се състои от кутия с предавателен блок от зъбни колела, блокираща система, както и от спомагателни смазваща и охлаждаща системи. Предавателния блок от зъбни колела осъществява преобразуване на оборотите. Блокиращата система е разработена да "заклучва" генератора, когато турбината е спряна. Въртящата система обръща корпуса (кутията) на ротора по направлението на „вятърната атака”, използвайки задвижващ и зъбен механизъм. Микропроцесорна система следи и контролира състоянието на системите на вятърния генератор. Регулиращите системи са разработени за дистанционно обслужване от станция посредством оптични влакна.

Вятърните турбини могат да бъдат използвани самостоятелно или да бъдат свързани към електрическа мрежа, или дори комбинирани с клетки за събиране на слънчева енергия. Те се монтират върху кула. В повечето случаи вятърът е

толкова по-силен и постоянен и по-малко завихрен, колкото по-голяма е височината, до която достига кулата. Самостоятелните турбини обикновено се използват за изпомпване на вода или комуникации, но домакинствата и отдалечените селища намиращи се в по-ветровити зони могат да ги използват за да генерират електрическа енергия.

Генераторите варират по размери: от произвеждащи 1 kW съоръжения (подходящи за битови сгради) до огромни мултимегаватови ($1 \text{ MW} = 1000 \text{ kW}$) устройства, включени към националната електрическа мрежа.

Важно е да се отбележи, че изобретатели и конструктори на вятърни генератори фокусират работите си върху устройства, които принудително да ускоряват въздушния поток — например чрез ветрозаборници (*кофузори*), които ускоряват вятъра преди попадането му върху ротора на турбината. За подобни цели се ползват и фуниеобразно разширяващи се тръби (*дифузори*), монтирани зад роторите на турбините. Дифузорите и кофузорите могат да увеличат мощността на турбините няколко пъти в определени режими на работата ѝ. Поради големият разход на пари те се използват малко в практиката.

Вятърната енергия във водните басейни

Интересен факт е, че използването на морския вятър представлява по-широкомащабно и по-голямо предизвикателство, както и по-скъпо начинание, отколкото използване вятъра на сушата. Огромният му потенциал се дължи на отличните морски вятърни ресурси, които са по-силни и постоянни от тези на сушата. Това води до по-висока производителност.

Фермите представляват много вятърни турбини разположени на едно място. Вятърните турбини се монтират на пилони, които могат да достигнат до дълбочина от около 25–30 метра, но за истински дълбоки води, единственото възможно решение са плаващи платформи. Предвижда се тези съоръжения да бъдат сглобявани на сушата и след това да бъдат закрепвани на желаното място с помощта на бетонна котва. За съхраняването на получената енергия се предлагат няколко варианта. Единият предвижда изграждането на огромни съоръжения, подобни на батерии, които да съхраняват произведената енергия.

Спънка пред осъществяването на проекти от този род е и възражението на военните. Освен това, те създават област на “радарен хаос”, който сериозно затруднява получаването на сигнали от самолети в околността. Една вятърна турбина бива засичана от радара горе-долу на всяко шесто изпращане на сигнали, задълбочавайки ефекта на “радарния хаос”. А ако случайно няколко перки се появят една след друга, объркването става пълно.

Съществува и метод, предназначен да изкорени трудностите още в зародиш. Компютърно генериран модел на вятърна турбина би могъл да бъде използван за да се предвиди какво би било нейното радарно отражение и по този начин да се намали значително възможността тя да бъде сбъркана със самолет. Има и трети вариант — изработването на перките от специални материали, поглъщащи радарните вълни.

Вятърната енергия по света

Добивът на енергия от вятъра е извървял дълъг път от първите прототипи от преди 20 г. В проучване бе направено заключението, че количеството енергия, добивано от вятъра в световен мащаб, ще нарасне с 12% до 2020 г. В края на 2008-ма световно генерираната енергия от вятърните турбини достига 121.2 гигавата.

В Европа

Европа остава световният лидер във вятърната енергия, въпреки че се наблюдава глобализация на пазара. В ЕС има различни преки икономически и административни преференции при изкупуване на електричество, произведено от вятъра. В Германия, например, преките субсидии само за вятърна енергия през 2003г. надхвърлят 20 милиарда евро. Дания вече добива почти 20% от електричеството си от вятърни генератори; Шлезвиг-Холщайн (най-северната провинция на Германия) – 11%; Навара (промишлената област на Северна Испания) – 20%.

В САЩ

Технологията за вятърната енергетика се развива много бързо в САЩ и осигурява чиста, сигурна и неизчерпаема енергия на потребителите в цялата страна. Днес този вид възобновяема енергия може да конкурира традиционната. В САЩ ползват данъчен кредит за електропроизводство от вятърни енергоинсталации. Според изследвания на Министерство на енергетиката на САЩ само три щата - Северна Дакота, Южна Дакота и Тексас са в състояние да задоволят електропотреблението на САЩ, използвайки енергията на вятъра.

В Африка

Проект за изграждането на най-големите в Африка мощности за производства на електричество от вятъра е започнал от французи. Етиопия е подписала договор на стойност 220 млн. евро с френската компания *Vergnet*.

В България

Ветрогенератори край нос Калиакра.

Редица качества правят вятъра, респективно добитата от него енергия незаменими: има го в изобилие; евтин е; практически неизтощим източник на енергия; не води до замърсяване и до климатични аномалии; липса на експлоатационни разходи, свързани със закупуване на горива и др. Това предполага и рационалното му използване в България.

Първата енергийно свързана ветротурбина към обществената електроразпределителна мрежа работи в Ахелой. Тя е част от проект за енергийно обезпечение на животновъдна ферма, който е осъществен с подкрепата на правителството на Кралство Холандия. Първият български инвеститор изгради и пусна в експлоатация ветроелектрическа централа, състояща се от една турбина с мощност 225 kW през 2003 г. През следващата 2004 г. бяха изградени десетина вятърни турбини.

В България в момента в процес на разработка са проекти за вятърни електроцентрали с обща мощност около 1 000 MW. Макар и „започнала от

нула” преди няколко години, вятърната енергетика бързо набира скорост и у нас. Благоприятно в тази посока се отразяват климатичните тенденции, които се наблюдават на територията на България през последните 30 години, а именно увеличаване силата на вятъра и намаляване на количеството на валежите. Това се дължи на глобалното затопляне и на прогресивното обезлесяване у нас.

Няколко причини за използване на вятърна енергия

- Източник на незамърсяваща околната среда енергия, не се отделят емисии на CO.
- Произвежда енергия с действително ниска стойност.
- Вече представлява важна експортна индустрия.
- Променя заобикалящата среда, но не нарушава индустриални дейности в околността.
- Може да бъде използвана както на сушата, така и във водни басейни.
- Като единствен недостатък на този вид централи може да се обсъжда това, че най-висок добив на електроенергия от тях се получава в часовата зона 3.5-5.5 часа, т.е. преди пика в консумацията. Това се компенсира с изграждането на големи зарядни станции за електромобили, които да поемат произведената електроенергия.

7. Слънчева енергия

Соларни тръби правят възможно естественото осветление в дома и промишлеността

В зависимост от преносната среда за транспортиране на светлината, системите се разделят на светлопроводи с газообразна и с плътна среда. Светлопроводите с газообразна среда са съставени от три основни компонента – оптична система, която улавя светлината, система за нейното транспортиране и излъчвател.

Оптичните системи или концентраторите на светлината се отличават с голямо разнообразие във формата (куполни, частично сферични, кристалообразни и др.), което улеснява приложението им във всякакви покривни конструкции. Заоблената форма на купола не позволява задържането на сняг и премахва нуждата от поддръжка. Благодарение на значително по-малките отвори в покрива в сравнение с традиционните решения за естествено осветление (капандури, прозорци, оберлихти), системата подобрява и показателите на топлоотдаване на сградите (предотвратява се възможността от парников ефект). Оптичната система на концентраторите улавя светлината и блокира UV лъчите чрез уловителен купол, снабден с рефлектор. Някои от предлаганите модели са снабдени със специална леща, вградена в купола, която пренасочва светлината, идваща от малък ъгъл. Резултатът е повече уловена и, съответно, излъчена светлина в помещенията. Други модели колектори разполагат с подвижни отражатели, а при трети се върти самият концентратор и проследява траекторията на слънцето.

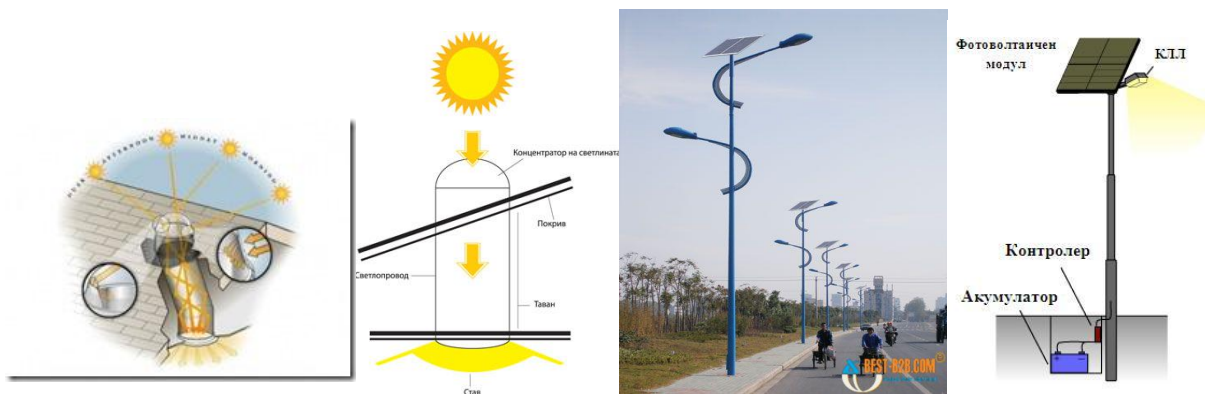
Слънчевата система за улично осветление, използвани в улични, паркови и отдалечени райони.

Използването на слънчевата енергия е популярен начин за производство на електроенергия в много развиващи се страни и отдалечени райони на големите развити страни.

През деня, фотоволтаичните модули са свързани с акумулаторна батерията. За правилното зареждане на акумулатора се грижи заряден контролер. В тъмната част на денонощието, съхранената в батерията енергия се подава към компактни луминесцентни лампи и се превръща в светлина. Спецификациите на типична слънчева система за осветление са показани по-долу.

• 12 V DC компактни луминесцентни лампи (11W КЛЛ се равнява на 65 W лампа с нажежаема жичка) или LED осветители.

- Фотоволтаични модули.
- Акумулаторна батерия 12V.
- Заряден контролер.
- Осветление: 12 часа на ден, дори при пет поредни облачни дни.



Въздушни слънчеви колектори

Идеята е много проста и логична - да се използва парниковия ефект. Слънчевата светлина (ултравиолетова, видимата светлина, късовълновото инфрачервено излъчване) преминава през прозрачен материал (стъкло, поликарбонатни плоскости, полиетиленов или поливинилхлориден [ПВХ] слой), под който светлината се поглъща от черен топлоприемник. Топлоприемникът се нагрива от слънчевата светлина и загрива въздуха под стъклото. Този въздух от своя страна се използва за въздушно отопление.

Широко известни са така наречените Super solar houses (супер слънчеви домове), или още Cliff Houses. Покривите и стените на тези домове се правят от многопластови конструкции: външните стени са прозрачни, средната (която е обикновено носеща) играе ролята на акумулатор на топлина, а вътрешната е топлоизолираща.

Съществуват множество варианти на проверени в практиката конструкции на супер слънчеви домове.

Плоски слънчеви колектори

Историята на слънчевите колектори започва с обикновен остъклен сандък. Това е най-разпространеният тип - така наречените плоски слънчеви колектори. Те са неподвижни и на пръв поглед изглеждат много евтини. Но тяхната ефективност е ограничена от геометрията им - те работят само тогава, когато слънчевите лъчи падат под ъгъл по-голям от 30 градуса, т.е. само приблизително 8 часа в денонощие (реално още по-малко), а ефективната им площ (площ, перпендикулярна на слънчевите лъчи) за тези 8 часа средно е само около 0,7 от площта на стъклената повърхност.

Тръбни слънчеви колектори

Елементът, нагриван от светлината на Слънцето представлява черна тръба с циркулиращ в нея топлоносител, затворен за топлоизолация в стъклена тръба.

Понякога погрешно определят тръбните слънчеви нагреватели като "плоски", но това не е вярно, защото светопоглъщащите тръби са кръгли и площта им, обърната към слънцето (ако са във вертикално положение), остава постоянна в продължение на 7 до 17 часа астрономическо време. Всъщност, това зависи от съотношението между диаметъра на тръбите и разстоянието между тях.

Тръбите имат много голяма площ, от която погълнатата слънчева топлина преминава в атмосферата.

Вакуумни слънчеви колектори, тръбен тип

Прозрачните тръбички-преобразуватели са разположени както в обикновените тръбни колектори. Вакуумът в тръбичките на слънчевите колектори от този тип служи за топлоизолация на светопоглъщащите тръбички, пълни с вода. По правило те са разположени коаксиално на външната стъклена тръбна обвивка.

Слънчеви колектори-концентратори

Най-важната разлика между слънчевите колектори-концентратори и обикновените слънчеви колектори е наличието на рефлектор (отражател, огледало), което фокусира слънчева светлина от голяма площ върху светлопоглъщащ елемент. По този начин се увеличава мощността на потока лъчиста слънчева енергия, насочен към светлопоглъщащия елемент на единица от неговата площ. Прякото слънчево греене и отразената от сняг светлина нагряват спиралата на термометъра до почти 50 градуса по Целзий.

За сметка на увеличената плътност на потока слънчева енергия се постига намаляване площта на светопоглъщащия елемент, а от там и неговата стойност.

В слънчевите колектори-концентратори се използват параболоцилиндрични концентратори (в този случай приемникът на слънчева енергия представлява тръба, която се намира във фокуса на оптична система) или параболични концентратори, фокусиращи светлината в една точка. Огледалата обикновено се произвеждат от полиран алуминий със специално покритие.

Често пъти в слънчевите колектори-концентратори се използват устройства за следене и насочване към Слънцето.

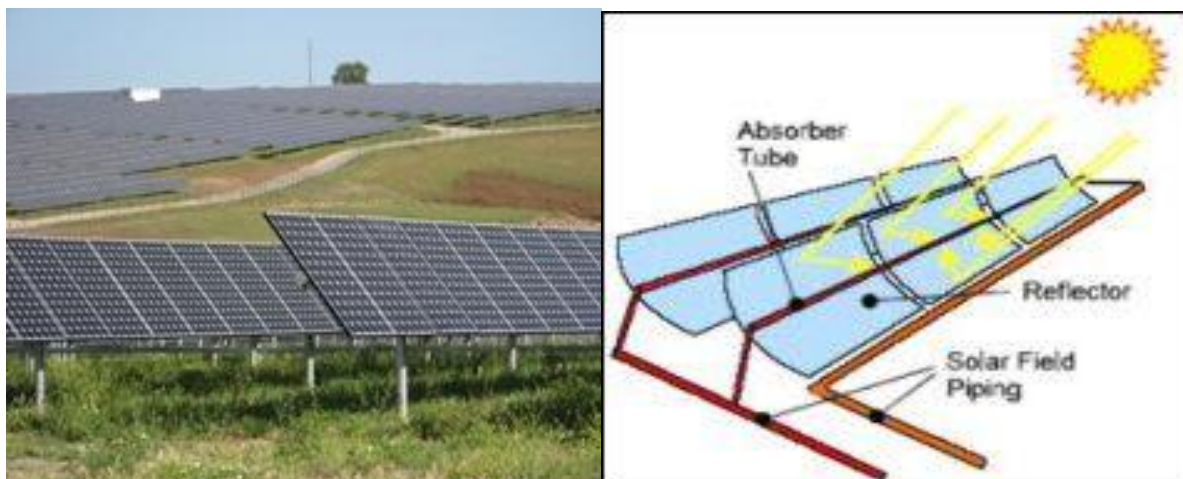
В последните години се използват и слънчеви колектори-фолио, които се монтират на стъклопакетите и играят ролята на слънцезащитно фолио и едновременно с това произвеждат електроенергия.

Варел, използван за слънчев колектор

Обикновен черен железен варел от 100-200 литра, поставен на покрив от поцинкована ламарина и гледащ на юг, през лятото затопля 50-100 литра вода до температура 50-60 градуса. (Имат се пред вид екологично чисти места, където няма смог, дим или прах.)

Топлопроизводителността на обикновен 200-литров "втора употреба" варел през лятото и в слънчев ден (без силен вятър) е напълно съизмерима с тази на фабричен плосък слънчев колектор с площ 2 квадратни метра с цена не по-малка от 350 евро или на вакуумен тръбен слънчев колектор, състоящ се от 20 тръби с диаметър 58 мм, дълги 1 метър, с разстояние между тях около 60 мм, струващ не по-малко от 400 евро.

Ефективността на слънчевия водонагревател тип "варел" се дължи на това, че през лятото варелът е осветен от слънцето и съответно не само по 8 часа на ден, колкото плоските слънчеви колектори и 10 часа, колкото вакуумните слънчеви колектори, а цели 14 часа. Към това трябва да прибавим и това, че варелът има по-малка повърхност за топлообмен с въздуха в сравнение с горе посочените типове слънчеви нагреватели. Блестящият покрив изпълнява ролята на безплатен концентратор на слънчева енергия - интензивността на потока слънчева енергия, падаща върху варела, според мен, е с 30 % повече, отколкото интензивността на потока енергия на пряката слънчева светлина.



Електромобилите и всички средства за електрически транспорт, които в последните години претърпяха бурно развитие.

8. Биогоривата и биомаслата

От времето на Прометей до наши дни най-използваният метод за превръщане на биомасата в енергия е тя да бъде изгаряна, като се получава топлина, пара и електричество. Но техническият напредък през последния век намери нови, по-ефикасни и екологични методи за използване на биомасата. Тя може да се конвертира в течни и газообразни горива, които да се използват за енергийни източници. В същото време освен дървесината и сламата за биомаса се използват все повече и специални земеделски култури като захарната тръстика, прерийната трева и върбовите дървета - това са т.нар. енергийни култури.

Енергията от биомаса, или биоенергията, е съхранена в органичните материи като дървесина, слама, сухите отпадъци от захарната тръстика и отпадъците от горския, селскостопанския и индустриалния сектор. Както енергията от горивата от полезни изкопаеми, биоенергията произлиза от слънчевата енергия, която е била съхранена в растенията чрез процеса на фотосинтеза. Принципната разлика е в това, че на полезните изкопаеми са им необходими хиляди години, за да се превърнат в използвани форми, докато добре управляваната енергия от биомасата може да се използва непрекъснато като възобновяем енергиен източник.

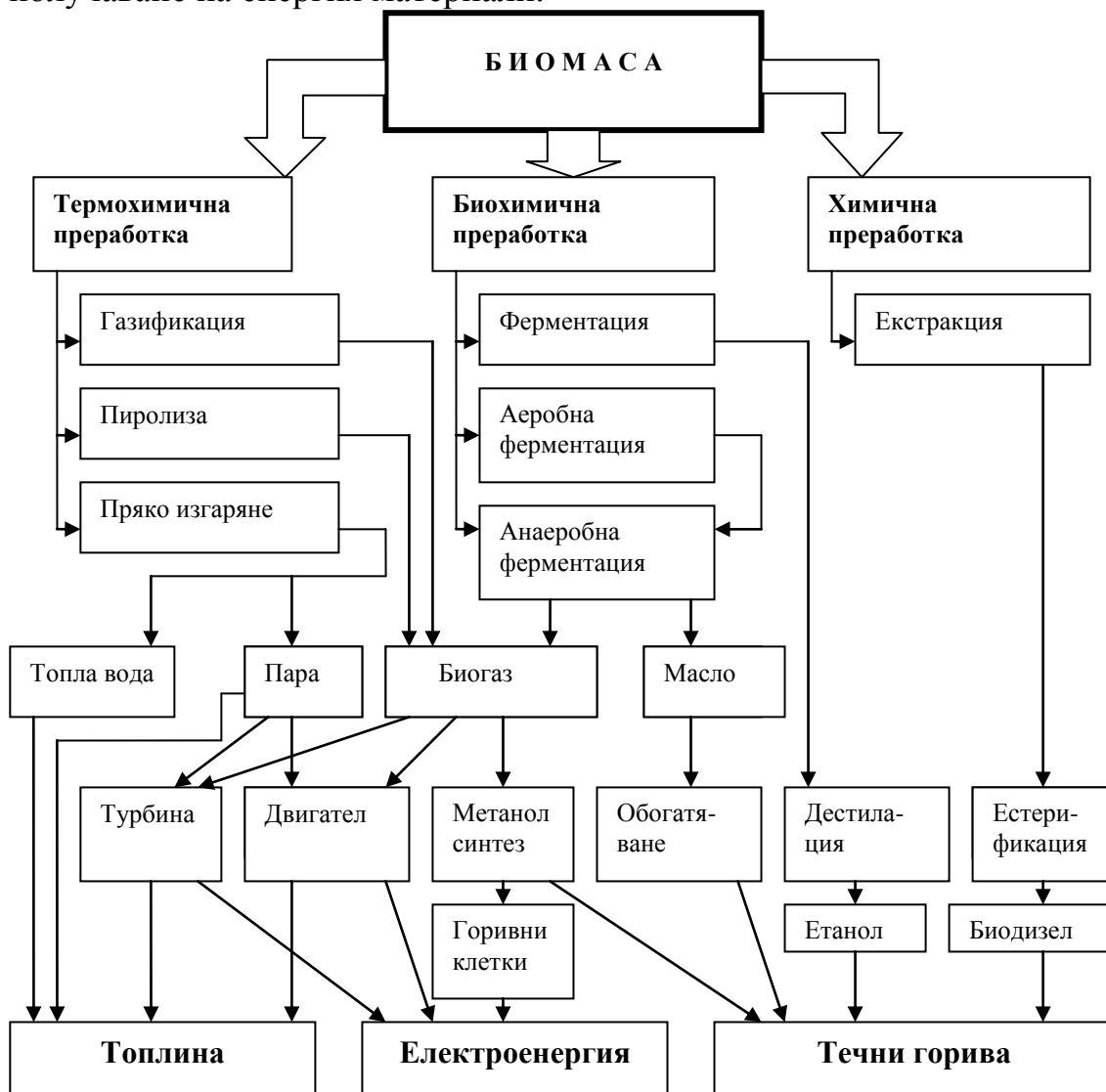
През 2006 г. около 40% от потенциала на възобновяемите енергийни източници в България се пада на биомасата. Основните култури в България, от които могат да се получават биогорива, са зърнено-житни, маслодайни, захарно цвекло, зеленчуци, трайни насаждения, затревени площи и ливади. Не заетите с култури площи в България също могат да бъдат засявани с т. нар. енергийни култури за производство на биогорива. В България има 50 млн. дка земеделска земя, от която между 20 и 35 на сто не се обработват. През 2008 г. България разполага със 140 000 тона биодизел и 20 000 тона биоетанол. Годишно при производството на растениевъдна продукция от основните култури, след прибиране на реколтата, се получава около 4,8-5,2 млн. тона остатъчна биомаса, като най-висок относителен дял от растителните отпадъци заема сламата - около 3 млн. тона.

Първите биогазови инсталации са направени в Индия през 1859 г. В момента по приблизителни данни в Германия има 1000 инсталации, в Австрия - 200, в Швейцария - 100, в Корея – 3003.

На схемата са показани всички технологични процеси и начини за използване на енергия от биомаса:

Биомасата изобщо обхваща всички материали с растителен и животински произход. Като източник на енергия тя включва също едно много голямо разнообразие от продукти - дървесината и отпадъците от дърводобивната и дървопреработвателна промишленост, селскостопанските отпадъци, отпадъците от хранително-вкусовата промишленост, животинските торове, както и органичната фракция на градските твърди отпадъци, разделно

събирания боклук от домакинствата и утайките от пречиствателните станции, а също и специално отглежданите т.н. енергийни култури. Тук под биомаса ще разбираме именно тази съвкупност от подходящи за използване с цел получаване на енергия материали.



Биомасата извършва реакция с кислорода, за да отдели топлина и затова може да бъде наречена още “биогориво”. В природната среда биомасата в крайна сметка се разпада на елементарни молекули с отделянето на топлина, макар и това да се извършва бавно, най-вече в непосредствено близките температури на средата посредством микробен процес на естествено разлагане или метаболизъм. Следователно, отделянето на топлина и на други продукти при изгарянето на биомасата наподобява естествените природни процеси. Ето защо биомасата като източник на енергия може да бъде причислена към възобновяемите източници на енергия и по принцип, макар и не винаги на практика, използването ѝ не замърсява околната среда. Следователно, биомасата е източник на екологично чиста или “зелена” енергия. Това контрастира с енергията от фосилните и ядрените източници, които се добиват от находища под земята и в повечето случаи не са част от екологичната среда.

Често тя е наричана “кафява” енергия, тъй като нейното използване винаги води до отделянето на допълнителни материали, които замърсяват околната среда.

Реалните химически форми на първичните и дериватните биогорива, както и процесът на производство на биогориво са много по-сложни от гореописания. Въпреки това, първо, фундаменталната простота на цялостния процес следва да се има предвид в случаите, когато се разработват икономически и устойчиви производствени системи и, второ, биогоривата са химически по-еднородни, в сравнение с фосилните горива и следователно те са предпочитани за ефективно използване.

Няколко причини за използване на енергия от биомаса

- Източник на незамърсяваща околната среда енергия, не се отделят емисии на CO.
- Произвежда енергия с действително ниска стойност.
- Не променя заобикалящата среда.
- Спомагат за намаляване на екологичния отпечатък от човешката дейност – използват се отпадъци за производство на голяма част от тях и по този начин се решава проблема с депонирането на отпадъците.

Литература

- [1] <http://bg.wikipedia.org>
- [2] <http://www.econrgbg.com/>
- [3] <http://www.google.bg/>
- [4] http://ec.europa.eu/energy/renewables/index_en.htm
- [5] www.managenergy.net
- [6] www.sustenergy.org
- [7] www.biolyfe.eu
- [8] www.optfuel.eu
- [9] www.biodme.eu
- [10] www.solera-project.eu
- [11] www.solugas.com
- [12] <http://veicatalog.com/>
- [13] http://cambg.org/energy/solarcollectors010_review_article.html
- [14] <http://greentech-bg.net/?p=218>
- [15] <http://lighting-bulgaria.com/statiadetails.aspx?id=629>
- [16] <http://tech-dom.com/statii.aspx?id=1492>
- [17] <http://solar.vns-bg.com/products.html>
- [18] <http://geopowerbg.com/bg/.../6/Водна-енергия/>
- [19] <http://www.tret.net/pagesBg/TehnologiesGeo.htm>
- [20] <http://energy-review.bg/energy-statii.aspx?br=66&rub=658&id=156>
- [21] Списание „Наука”, бр.4, 2008 г.
- [22] <http://www.saveearth.net84.net/biomasa.php>
- [23] <http://www.voda.bg/news-4/info-211>

БЕЗЖИЧНО ПРЕДАВАНЕ НА ЕНЕРГИЯ

Андон Андонов¹

¹ ФаГИОПМ, Технически Университет-София, София 1000, бул. "Кл. Охридски" 8, България, e-mail: andon.andonov@fdiba.tu-sofia.bg

Резюме. Тесла и опитът с Wardenclyffe tower като исторически първи успех в тази област; Явлението ЕМИ- Електромагнитна индукция; WiTricity- проект на екип физици от MIT, САЩ

Ключови думи: безжично предаване на енергия, Никола Тесла, самоиндукция, WiTricity

1. Увод

В началото на 21 век електрическата енергия вече се е превърнала в незаменима част от нашето ежедневие. Голям е и броят на уредите в бита ни, чието функциониране се дължи на същата тази енергия.

От казаното до тук следва, че тези консуматори са зависими от наличието на непосредствено намираща се връзка към електропреносната мрежа. В общия случай тази връзка се осъществява с метални (мед, алуминий, стомана) проводници.

Този вид свързаност обаче довежда до едно много съществено ограничение – уредът може да функционира (без батерии) най-много докдето стига кабелът, който го свързва с източника. Това не се счита за голямо ограничение при консуматори, чиято употреба не изисква смяна на положението спрямо източника.

Същото трудно може да бъде казано за постиженията на електрониката – преносими компютри, мобилни телефони, таблети, при които мобилността е неотлъчна част от употребата им. При тях използваният досега метод за досег към електроенергия причинява неудобства и поставя ограничения при употребата им.

Целта на настоящия доклад е да представи някои идеи как може да бъде избегната “жичната” зависимост. Представени са както някои известни отдавна теории, така и практически експеримент, които демонстрира възможностите на безжичното предаване на енергия.

2. Никола Тесла и опитът с Wardclyffe tower

Идеята да се разработи метод за безжичен пренос на електроенергия в никакъв случай не е нова. Първите опити започват още в самото начало на 20 век. Те се свързват с името на гениалния изобретател Никола Тесла, на когото се приписват редица открития изпреварили времето си - флуоресцентното осветление, асинхронният електромотор, трифазните и многофазните трансформатори и др. Той не само успява да проведе опита, но и създава единствената до момента световна станция за пренос на електричество.

През 1900 година на остров Лонг Айълн започва строежа на Wardclyffe tower. В строежа участват 2000 души като кулата достига височина от 57 метра. На върха на кулата е монтиран тежаш 55 тона купол от мед. Първият тест за безжично предаване на електроенергия е направен през 1905 г. Ефектът му е поразителен. Затова свидетелстват заглавията в нюйоркските вестници от типа: "Тесла запали небето над океана на хиляди мили разстояние". Очевидците свидетелстват, че от медения купол започват да изскачат дълги до 40 м мощни светкавици, а гърмът от тях се чувал на разстояние от 15 мили (над 20 км). Кулата е осветена от ярко сияние, а хората наоколо започват да изпадат в паника, след като виждат как между подметките на обувките им и земята започват да прескачат искри, а всички метални предмети се озаряват от призрачно сияние, известно като Огъня на свети Елм. Но резултатът от експеримента е налице. Монтираните на 25 мили разстояние 200 контролни електрически лампи светват ярко от предадената без проводници - по земята и въздуха - електроенергия.

Самият пренос на енергията се е случил през земната йоносфера. Според мнението на запознати с проекта учени, тази кулата е имала потенциала да захрани с електричество обект, намиращ се дори на другия край на планетата.



*Снимка на кулата
около 1902 година*

източник: en.wikipedia.org

Поради различни причини проектът е спрял, а по време на Първата световна война кулата е разрушена.

Въпреки че от практическа гледна точка опитът не донася нищо освен огромно количество загубена енергия, пропилені финансови средства, той доказва, че безжичния пренос на енергия е *постижим* и че *съществува* среда, която да го извърши.

3. Електромагнитна индукция, Самоиндукция

Под ЕМИ (електромагнитна индукция) се има предвид възникването на електрично поле чрез промяна в потока на магнитно поле. Самоиндукцията е точно обратното явление – промяната на електрическият ток по един проводник довежда до създаването на магнитно поле с цел противодействие на промяната.

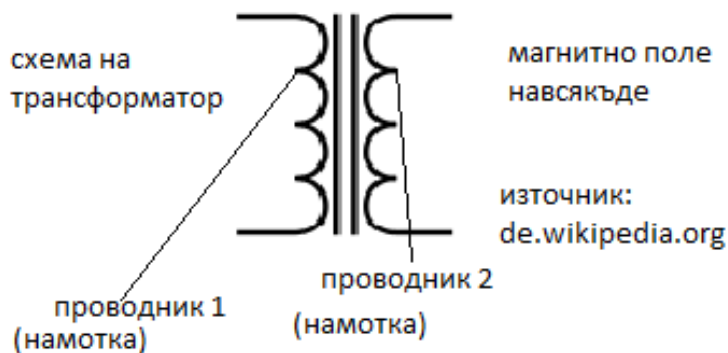
Тези две явления демонстрират едни и същи принципи на променливото електромагнитно поле.

От гледна точка на разглеждания въпрос двете ЕМИ и Самоиндукцията се допълват по следния начин :

- нека имаме ток, течащ по един проводник;
- чрез управлявани промени в потока на същия този ток следва да се наблюдава създаването на магнитно поле (самоиндукция);
- друг проводник, намиращ се в обхвата на магнитното поле, създавано от първия проводник, се оказва в условия за настъпване на ЕМИ. В него ще се индуцира ЕДН или по-просто казано – електрически ток;

Описаната схема успява да пренесе електричеството от първия проводник във втория с помощта на магнитно поле.

Тези принципи се използват например при трансформаторите, където между двете намотки няма пряк контакт.



4. Променливо магнитно поле

С променливо магнитно поле също може да бъде пренесена безжично електрическа енергия. Предимството на този вид предаване е, че “получателя” сам може да определи каква част от получената енергия ще употреби. (При електромагнитните вълни не е така – там неизползваната енергия се преобразува в топлина (описаният по-горе метод). Обхвата на безжичното предаване в този случай е изключително ограничен – до няколко сантиметра.

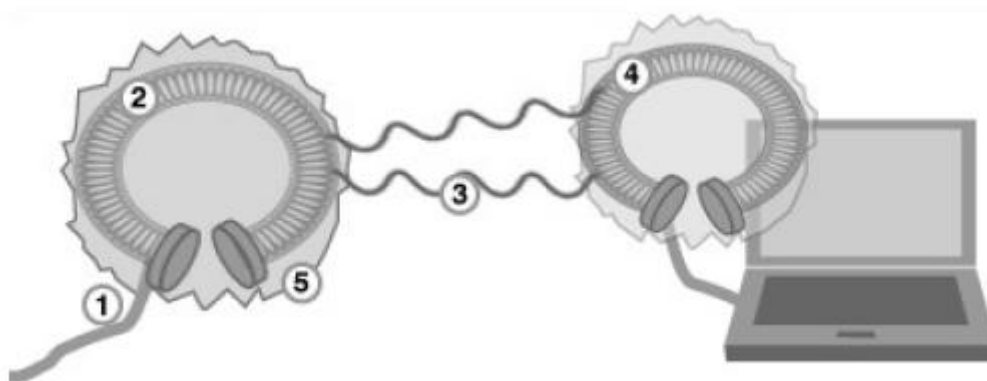
Затова тази технология се използва за уреди, които изразходват малко ток на малко разстояние.

5. Проектът “WiTricity”

5.1 Идея

От няколко години насам се работи по един нов метод за безжично предаване на енергия на име WiTricity. Разработките по тази технология започват през 2005 година под ръководството на Dave Gerding и са доразвити през 2007 от екип на MIT (Massachusetts Institute of Technology). Ръководител на проекта е проф. Marin Soljacic.

На следващото изображение е указан принципа на действие, използван от тази технология:



източник: <http://www.fh-htwchur.ch>

1. Медната антена е свързана с източника на енергия;
2. Антената създава електромагнитни вълни с резонансна честота 10 Mhz;
3. Необходимата енергия се превежда безжично през разстоянието от около 2 метра;
4. Изпратената електрическа енергия се прихваща от втора антена, която е свързана с консуматора (в нашия случай лаптоп). Приемащата антена също трябва да може да работи с резонансна честота от 10 MHz;
5. Неупотребената от консуматора енергия се абсорбира от изпращащата антена. По този начин не се отчита загуба на енергия.

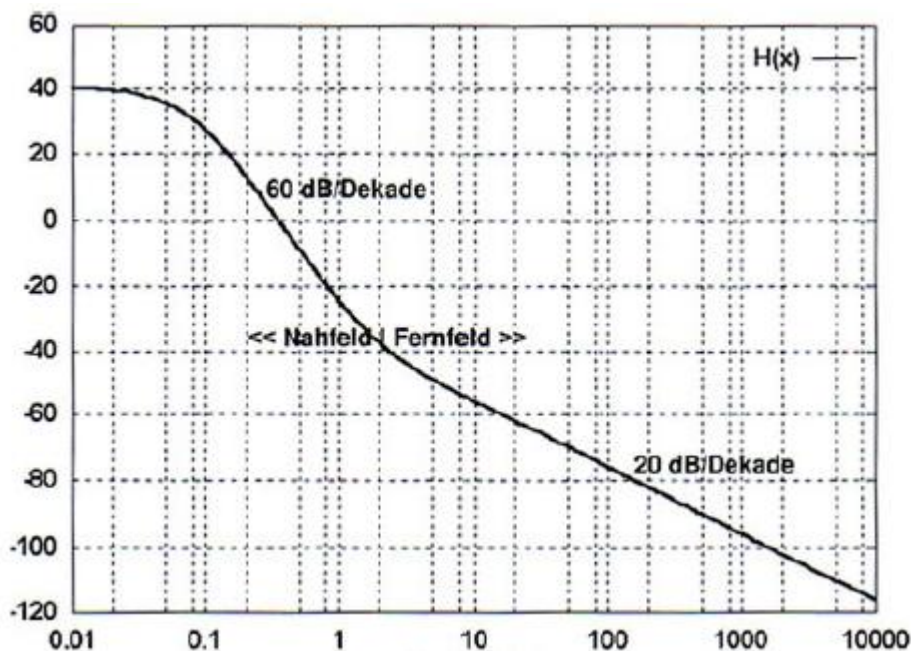
5.2 Принцип на действие

Важно е да се отбележи, за да може да бъде по-голямо количеството на предадената енергия трябва честотата на трептене на антените в системата да бъде по-голяма.

При Witricity основната идея е предаването на енергия да става чрез общо магнитно поле. От двете страни се създава трептящ кръг между свързаните

индуктивно антени. По тази причина, за да бъдат намалени загубите, трябва разстоянието между предаващата и приемащата антена да не бъде твърде голямо. Следващата графика показва зависимостта на силата на магнитното поле от разстоянието:

Интензитет на магнитното поле H (A/m)

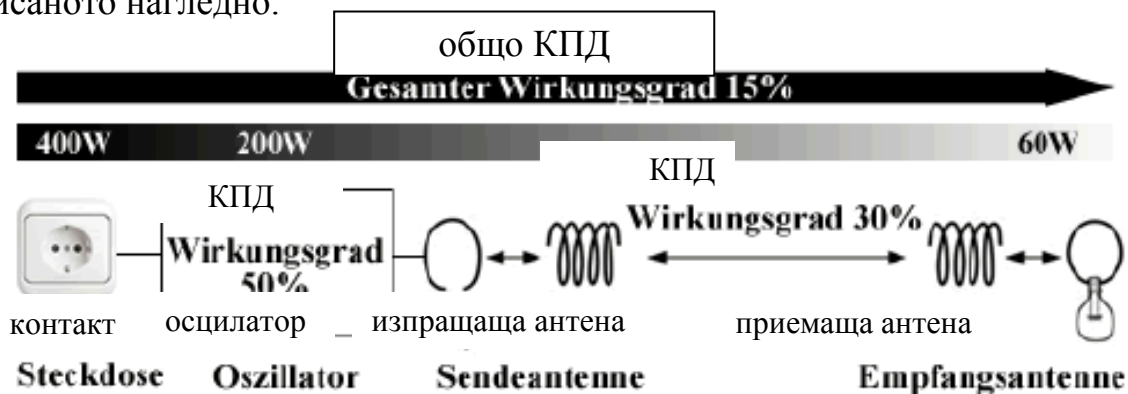


източник: <http://www.fh-htwchur.ch>

разстояние (метри)

От нея се вижда, че на разстояние до два метра заглушаването на сигнала е в допустими граници.

При този вид предаване на енергия важен е въпросът каква е ефективността на пренос. За съжаление коефициента на полезно действие при предаване на разстояние 2 метра е около 15 %. Следите на тези големи загуби започват още при първия осцилатор, където 50% от енергията биват превръщани в топлина. Още 70 % се губят при преноса по безжичната среда. Във втория случай съществува възможност загубите да бъдат намалени и затова тук са основните усилия за усъвършенстване КПД на метода. Следващата схема илюстрира описаното нагледно:



6. Заключение

Всеки един от представените тук методи има силата да промени както света, така и нашите досегашни представи за възможно и невъзможно. Но този вид предаване на енергия не бива да се приема без резерви. При прилагането на един такъв метод е важно на първо място да се вземе в предвид човешкото здраве и влиянието върху човека като цяло, защото трудно би могло да се очаква, че постоянния досег със силни електромагнитни полета няма да окаже негативно влияние върху здравето.

Друг голям проблем пред всички методи е ниското КПД и начина, по който се губи енергията. Именно тук са по-голямата част от опитите за усъвършенстване.

Но трябва да бъдат отчетени и огромните ползи, които ще донесе усъвършенстването на Witricity, който проект се явява потенциална надежда в областта на безжичното предаване на енергия.

Мобилни телефони, лаптопи, на които не им се налага да се включват в електрически контакт, за да се зареждат – звучи фантастично, но в най-близко бъдеще това може да бъде част от ежедневието на всеки човек.

Литература

[1] “Тесла заимствал идеите си от “други светове”- в. “Монитор” – 06.03.2010 - <http://www.monitor.bg/article?id=235194>

[2] Transformer - <http://en.wikipedia.org/wiki/Transformer>

[3] Selbstinduktion - <http://de.wikipedia.org/wiki/Selbstinduktion>

[4] Elektomagnetische Induktion -

http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische_Induktion

[5] Witricity – Drahtlose Energieübertragung - <http://www.fh-htwchur.ch/uploads/media/Witricity.pdf>

[6] Goodbye wires! - <http://web.mit.edu/newsoffice/2007/wireless-0607.html>

[7] WiTricity Technology: The Basics - <http://www.witricity.com/pages/technology.html>

АЛТЕРНАТИВИ НА АТОМНАТА ЕНЕРГИЯ

Даниел Миланов

Факултет: ЕМФ, Технически Университет – София, София 1000, бул. „Климент Охридски“ 8, България, e-mail: dani_milanov@abv.bg

Резюме. Статията е посветена на велики учени работещи в областта на безплатната енергия. Споменават се опити на различни учени изследващи аномалната енергия. Технологии за извличане на такъв вид енергия и вече разработени източници. Ползата от екологично чисти енергия не замърсяваща околната среда и едновременно безплатна.

Ключови думи: квантов енергиен поток на вакуума, етер, соларни панели, вятърни турбини, хидрогенератори, геотермална енергия, водород.

Живеем в необятен океан от енергия. Всичко – всеки атом, всяка субатомна частица се намира в постоянно движение, въртейки се безкрайно. Дори в студения, тъмен, абсолютен вакуум на космоса съществува т. нар. от новата физика „квантов енергиен поток на вакуума“.

Именно етерът на древните, живителната енергия на метафизиката са хаотичните колебания на това обобщено поле от потенциал, в което са вписани пространството и времето. След като това вече е теоретично и математически доказано, сега въпросът не е дали тази енергия на нулевата точка съществува, а по-скоро можем ли да овладеем този неизчерпаем източник на свободна и неограничена енергия и въведем нови технологии, едновременно евтини и безопасни за околната среда.

Едно е сигурно – ако продължим да горим фосилни горива и да разчитаме на ядрения разпад, бъдещето на цивилизацията ни е в огромна опасност.

В началото на миналия век Никола Тесла – велик изобретател, дал ни променливия ток и бобината на Тесла, е казал: *Електроенергията е навсякъде в неограничени количества. Тя може да задвижва световните машини, без да са ни нужни въглища, нефт, газ или друго гориво.*

Това е нова енергия за задвижване на машините, която се получава от енергия извън Земята – космическата енергия.

С над 200 патента на свое име, Тесла разработвал безжичното предаване на електрическа енергия, когато през 1901 г. се сблъскал с интересите на Дж. П. Морган. Амбициозният му проект да усилва и изпраща енергия на кораби в морето и в последствие да осигури безплатно електричество на целия свят бил осуетен от Морган, което разочаровало и силно обезсърчило Тесла.

Още преди Тесла, първите изследвания в областта на безплатната енергия били оглавени от велики учени като Майкъл Фарадей и Джеймс Кларк Максуел.

През 1831 г. Фарадей създава своя еднopolосен магнитен генератор по подобие на Земята, чието въртене около разтопено метално ядро поддържа въртенето ѝ в самоподдържащо се магнитно поле. В резултат на тази работа по-късно било разработено динамото. Този еднopolосен генератор или Фарадеев диск е в основата на подход към безплатната енергия.

Джеймс Кларк Максуел, прочут с уравненията на Максуел, е известен с точната формулировка на нещата чрез теориите си за електрическите свойства, които елиминират енергията на нулевата точка. Но по-късните трудове на Максуел допускат съществуването на „етер“ – субстанция по-фина от въздуха, считано за научен факт още от времето на Платон.

Преобладаващият възглед по онова време бил, че вакуумът е фина течност, т. нар. „материален етер“, което е погрешно. Етерът съществува, но това не е видима материална течност. Фарадей възстановил това понятие на силовите линии, но смятал, че електромагнитното поле или електромагнитното смущение в етера в действителност са извити струни.

Струните се намират под напрежение и при смущение вие всъщност ги дърпате. Максуел ясно заявява, че се е заел да улови точно каквото Фарадей правел на теория със силовите линии и го постигнал. Теорията на Максуел се състои от 20 уравнение и 20 неизвестни. В кватерниона, което е висша алгебра, може да правите неща, за които дори не сте мечтали при тензорите и със сигурност не можете да направите при векторите, нито при теориите, изучавани в университетите.

Всъщност, макар скептиците често да изтъкват теорията на Айнщайн, именно Айнщайн през 1920 г. казал: *„Има много доводи в подкрепа на хипотезата за етера. Отхвърлянето на етера означава да се приеме, че празното пространство няма каквито и да било физични качества. Фундаменталните факти на механиката не са в хармония с този възглед. Според общата теория на относителността пространството е надарено с физични качества и, следователно, в този смисъл етерът съществува.*

Днес, например, познаваме отклонението на Уилис Юджийн Лам в квантовата механика. Показано е, че обменът на енергия между вакуума и заредените частици е реално, създава реален ефект и може да се измери. Лам получил Нобелова награда за осъществяването на това измерване и описването му във физичната литература.

Работа на Иля Пригоджин в областта на термодинамиката, за която получи Нобелова награда през 1977г., показва как се самоорганизира тази енергия, когато са налице подходящи условия на системата. Това се случва при някои експерименти и изобретения, които извличат тази енергия и произвеждат аномална енергия.

1. СЪЩЕСТВУВАЩИ ВЪЗБНОВЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ

Базираната в Лондон Rainsford Mann Design разкри последния си дизайн – 80 метрова Еко яхта, която е резултат на придобиването на нови технологии, които могат да намалят негативното влияние на корабоплаването върху природата (фиг. 1). За пръв път соларна централа подава електричество 24 часа.

Датата 4-ти юли влиза в историята на възобновяемата енергия със забележителното постижение на концентриращата соларна централа на испанската компания Torresol, която конвертира слънчевата светлина в електричество 24 часа без прекъсване (фиг. 2).



Фиг. 1. 80 метрова екологична яхта със слънчеви панели



Фиг. 2. Соларна централа

GDF Suez най-големия фотоволтаичен парк във Франция фиг. 3. С мощност от 33 MW, фотоволтаичната централа в южния град Кирбан ще има 145000 фотоволтаични панели и ще произвежда годишно 43,5 млн. kWh електроенергия. Производството на електроенергия ще се равнява на годишната консумация на електроенергия на 14500 домакинства (без отопление). Икономията на въглероден диоксид ще бъде в рамките на 120000 тона. Фотоволтаичната централа ще бъде разположена в равнина на 1000 м надморска височина на площ от 60 хектара.



Фиг. 3. Фотоволтаичен парк във Франция, град Кирбан



Фиг. 4. Соларна система в Северна Африка

Най-големия световен проект за възобновяема енергия (поне на хартия) ще започне с инвестиция от 555 милиарда долара (фиг. 4). Лансиран от Desertec Foundation, проекта ще инсталира 100 GW концентрирана слънчево-топлинна

енергия в Северна Африка, достатъчна за да осигури 15 % от енергийните нужди на Европа. Според някой оценки, ако се ползва само 0.3 % от светлината на пустините в Северна Африка и Средния Изток могат да доставят цялата нужна за Европа енергия.

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ВИДОВЕ ФОТОВОЛТАИЧНИ ПАНЕЛИ

Основните фотоволтаици биват три вида: монокристални, поликристални и тънкослойни.

Монокристални силициеви фотоволтаични системи

Монокристалните соларни клетки се разпознават по техния черен цвят. Те се състоят от един-единствен кристал силиций. Тези соларни панели имат КПД от 14% до 17.7%. Максимална производителност имат при 25°C. Панелите от този вид могат да генерират ток и при облачно и дъждовно време, но с доста по-малка ефективност (фиг. 5).

Едно от основните предимства на фотоволтаичните панели е, че клетки с различна мощност могат да се свързват в масив. Така може да се комбинират клетки с определена мощност, която е необходима за захранването на жилищни домове или предприятия. Възможно е едно домакинство да се захранва с електричество само с помощта на слънчеви панели, но това не се случва често.



Фиг. 5. Монокристални силициеви фотоволтаични системи



Фиг. 6. Поликристални силициеви фотоволтаични системи

Поликристални силициеви фотоволтаични системи

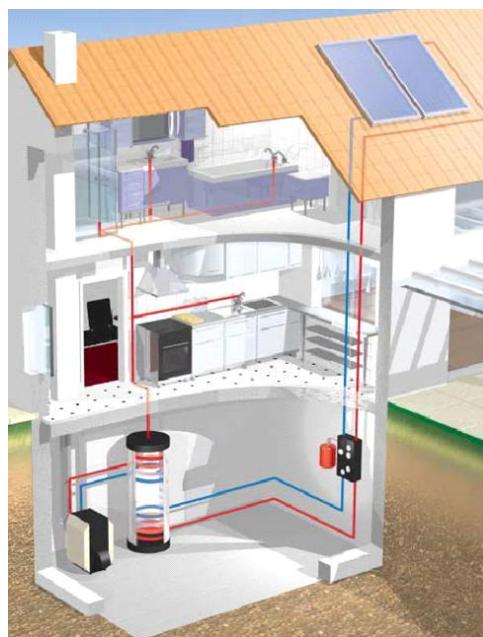
Поликристалните соларни клетки са в син цвят. Тяхната кристална структура е разпределена по части от клетката. Поликристалните модули имат КПД от 10% до 14%. Максималната им производителност също е при 25°C като са зависими от пряката слънчева светлина. При независими тестове в България поликристалните панели се справят по-добре от останалите видове с поглъщането на слънчевата светлина през зимата (фиг. 6).

Аморфно-силициеви фотоволтаични системи

Аморфно-силициевите фотоволтаични клетки или т. нар. тънкослойни фотоволтаични модули, са с тъмносин до черен цвят. Тънкослойните фотоволтаични панели са с КПД от 6% до 10%. По-ниското КПД се компенсира от това, че тези клетки слабо се влияят от високите температури и могат да се инсталират на горещите точки от планетата. Аморфно-силициевите модули имат по-ефективна производителност от други при дифузна светлина (облачно време). Поради по-ниската си производителност в сравнение с монокристалните и поликристалните панели, аморфните се нуждаят от два пъти повече площ (фиг. 7).



Фиг. 7. *Аморфно-силициеви фотоволтаични системи*



Фиг. 8. *Слънчеви панели за затопляне на вода*

СЛЪНЧЕВИ ПАНЕЛИ ЗА ВОДА

Използването на слънчеви панели за затопляне на водата става все по-популярно в целия свят благодарение на икономии, които се реализират от тях. Една добра слънчева система за топла вода може да осигури около една трета от годишното потребление на едно средно домакинство (фиг. 8).

Въпреки че това не е много, тя може да намали разходите за електроенергия. При съчетана инсталация на панел за гореща вода и фотоволтаичен панел за електричество се осигурява значително намаляване на енергийните разходи, като същевременно се използва възобновяема и чиста енергия.

3. АЛТЕРНАТИВИ НА АТОМНАТА ЕНЕРГИЯ ЕНЕРГИЯ ОТ ВЯТЪРА

От столетия насам ние използваме енергията на вятъра (фиг. 9). Вятърните мелници са имали широко приложение в меленето на зърно и изпомпването на

вода. Днес модерните им еквиваленти – вятърните турбини – могат да използват вятъра за да създават електричество.

Най-разпространеният вид вятърни мелници в Европа е с четири крила. Някои съвременни модели вятърни турбини имат само две тесни крила, почти като самолетни перки.

В Португалия, на средиземноморските острови и в Турция се срещат много стар вид вятърни мелници с кливери, чийто брой достига 12. Вятърните помпи във фермите в САЩ и Австралия имат по 20 и повече лопатки.



Фиг. 9. *Енергия от вятъра*

Вятърните турбини, също като мелниците, се монтират на кула за да улавят максимална вятърна енергия. На височина над 30 m те се възползват от по-бързия и по-малко турбулентен вятър. Вятърните турбини могат да се използват както самостоятелно, така и включени към друг енергиен източник, например слънчева батерия.

Обикновено 2 или 3 лопатки се монтират на вал и така образуват ротор. Лопатката действа като самолетно крило (фиг. 10). Когато вятърът духа, от страната по посока на вятъра се образува въздушен "джоб" с ниско налягане. След това този "джоб" издърпва лопатката към себе си, карайки ротора да се върти. Това се нарича издигане. В действителност, силата на издигане е много по-голяма от силата на вятъра в предната част на лопатката, наречена челно съпротивление. Комбинацията от издигане и челно съпротивление кара ротора да се върти като перка, а валът завърта генератор, който произвежда електричество.



Фиг. 10. *Ветрогенератори край нос Калиакра*

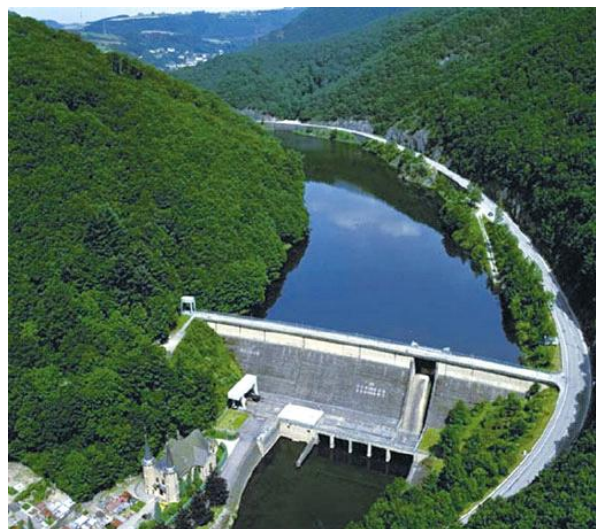
ХИДРОЕНЕРГИЯТА

Хидроенергията или енергията на водата – се произвежда от воден поток при завъртането на колело (най- простият хидравличен двигател) или подобно приспособление. Колело с лопатки или кофички, задвижвано от воден поток. Приложение - в мелници, тепавици. Хидроенергията е възобновяем природен ресурс, поради периодичността на водния цикъл.

Електричеството добивано от генератори, задвижвани от водни турбини, които превръщат потенциалната енергия на падащи или бързо движещи се води в механична. При този процес водата се каптира (“хваща”, събира) на по-високо ниво и впоследствие преминава през тръби или тунели (напорни тръбопроводи) до по-ниско ниво. Разликата между двете височини се нарича напор. При преминаването ѝ през тръбопроводите, водата завърта турбини, които от своя страна хранят генератори. Генераторите превръщат механичната енергия на турбините в електричество. Трансформатори променят този променлив ток в ток с високо напрежение, което може да бъде предадено по-нататък и накрая да достигне до обикновения потребител. Комплексът, който съдържа турбините, генераторите и напорния тръбопровод, се нарича Водна Електроцентрала (ВЕЦ) (фиг. 11 а, б).



Фиг. 11а. Хидровъзелът „Трите
ждрела”, добил 100.6 млрд.
киловата електричество през 2010



Фиг. 11б. ВЕЦ „Своге”

Предимствата на хидроенергията са, че се използва от векове и добиваната електроенергия е със сравнително ниска цена. Недостатъците са, че съществува зависимост от годишните сезони, валежи, засушаване.

Видове турбини

Има много видове турбини, използвани за хидроенергия, и те се избират в зависимост от приложението им и от височината на запрятаната вода, която се

нарича "глава". Въртящата се част на турбината се нарича "бегач". Най-често срещаните турбини са Францис, Капланова и Пелтонова.

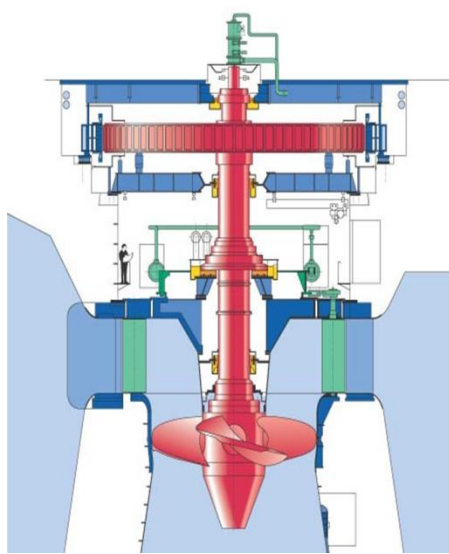
Францис турбините (фиг. 12) имат движещ се направляващ апарат, чиято цел е да променя ъгъла, под който водата попада върху перките на турбината. Францис турбините имат максимален коефициент на полезно действие /КПД/ от 90%.

Каплановата турбина (фиг. 13) е аксиална турбина под налягане с много добри възможности за регулиране. Затова тази турбина намира приложение там, където дебитът и спадът (разлика в нивата на водата) не са постоянни.

Пелтоновата турбина (фиг. 14) е турбина с постоянно налягане с парциално тангенциално впръскване. Коефициентът на полезно действие е 80% до 85%, при най-големите турбини дори 95%.



Фиг. 12. Францис турбина



Фиг. 13. Каплановата турбина



Фиг. 14. Пелтоновата турбина

ГЕОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЯ

Геотермалната енергия се съдържа в нагретите до висока температура подземни слоеве (фиг. 15а, б). Тази топлина води началото си от ядрото на Земята или се поражда в земната кора с разлагането на радиоактивни елементи, които се намират във всички скали. Там където топлината е концентрирана до повърхността, може да бъде използвана като източник на енергия.

В някои области водата се просмуква през пукнатините и пролуките в земната кора и в контакт с тези нагорещени скали повишава температурата си. Някои от тези нагорещени води циркулират обратно към повърхността и възникват горещи извори или гейзери. Излязлата на повърхността топла вода може да остане под земята в области с пропусклива гореща скала, образуваща геотермални резервоари.

Има три вида геотермални енергийни централи: сгъстена пара, суха пара, двоен цикъл.

Геотермалната енергия е възстановяващ се ресурс. Топлината на Земята продължава да се излъчва и всяка година валежите захранват нови водни геотермални източници. Производството на енергия от тях може да се поддържа десетилетия, а може би и столетия. Сравнено с други видове източници на енергия, геотермалните източници имат щадящ ефект върху околната среда. Геотермални източници на енергия са се използвали успешно в стопанства, заплашени от замърсяване райони и повторно залесяващи се области.



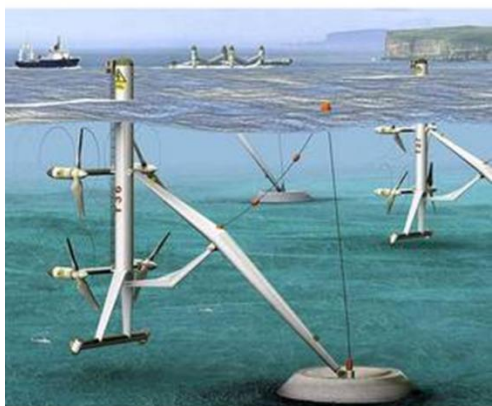
Фиг. 15а. Потенциал от 120 GW геотермална енергия в САЩ



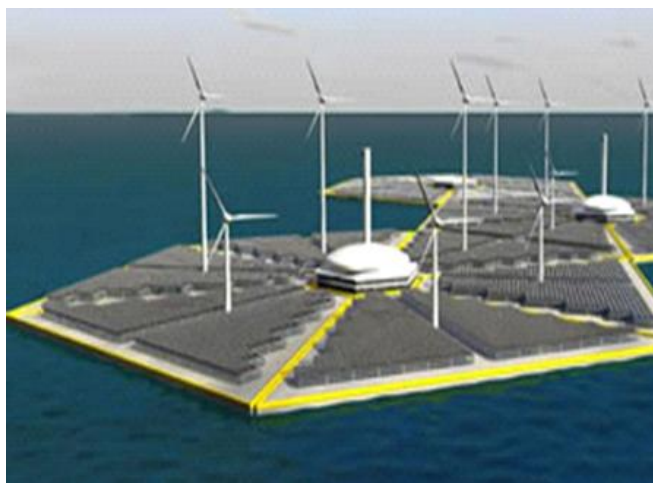
Фиг. 15б. Проект на еко хотел в Китай в кариерата.

ЕНЕРГИЯТА НА ПРИЛИВИТЕ И ОТЛИВИТЕ

Енергията на приливите и отливите също е вид хидроенергия (фиг. 16). При прилив водата се събира в специални резервоари. Впоследствие, при отварянето им, водният поток задвижва хидравлични турбини, а те, от своя страна, електрически генератори (както при ВЕЦ).



Фиг. 16. Енергията на приливите и отливите



Фиг. 17. Обединени алтернативни източници на енергия

От десетилетие насам съществуващата идеята за обединение на соларна, водна и вятърна енергия на едно и също място (фиг. 17), но съвсем скоро може да се превърне в реалност, съобщава Inhabitat. Концепция да се построят изкуствени острови, върху които да се концентрират различни възобновяеми енергийни източници е вдъхновена от идеите на френския физик Jacques-Arsene d'Arsonval, който смята, че морето може да се използва като гигантски соларно-енергиен колектор.

Литература:

<http://www.eco-energy.bg>

<http://mazeto.net>

<http://www.newenergybg.com>

<http://acapt.blogspot.com>

<http://xnetbg.com>

<http://beinsa.com>

<http://zpefreeenergy.blogspot.com>

<http://www.otoplenie.bg>

КОНДЕНЗАТ НА БОЗЕ-АЙНЩАЙН

Спас Спасов

ЕМФ, Технически Университет – София, София 1000, бул. „Климент Охридски“ 8, България

Бозе извежда закона на Планк за радиацията на абсолютно черно тяло, разглеждайки фотоните, като газ от частици, прилагайки към системата условието за термодинамично равновесие. Айнщайн прилага неговата теория за макроскопски брой невзаимодействащи (свободни) частици с маса и показва, че при достатъчно ниски температури би следвало да се появи нов, непознат до тогава вид кондензация – кондензация в основно квантово състояние, съответстващо на нулев импулс на частиците. Това, само по себе си, при кондензираната фаза дава съизмеримост на N_0 (частици с нулев импулс) с общия брой на частиците N :

$$N_0 \sim N$$

В импулсното пространство на идеалните термодинамични системи, без обичайните взаимодействия, са квантовите корелации или, така наречените, квантови псевдовзаимодействия. С други думи съществуването на линейна зависимост между две случайни величини. Тези корелации са от тип Бозе и се подчиняват на Бозе-Айнщайновата статистика. Това са бозоните - те притежават спин цяло число $s = l\hbar$, $l = (0, 1, \dots, n)$ или цял спин. В този случай квантовите Бозе корелации се явяват в статическото описание на бозонния газ, играещи важна роля на ефективното привличане м/у бозоните, което дава предпоставките за появата на кондензата на Бозе-Айнщайн или накратко БАК.

Точното определение на БАК е: кондензация в основно квантово състояние, съответстващо на нулев импулс.

За разлика от другите частици в природата, притежаващи полуцял (“безразмерен”) спин $S = \frac{s}{\hbar} = l + \frac{1}{2}$, които сформират квантови корелации от Ферми тип, тези частици (фермионите) остават по единично в едно квантово състояние и се подчиняват на принципите на Паули и статистиката на Ферми-Дирак. Бозоните са преносителите на фундаменталните взаимодействия в природата. Няколко фазови прехода от втори род се обясняват с бозонизация на фермионите чрез групирането им по двойки с антипаралелни спинове, като например Купъровите двойки при свръхпроводниците. По този начин те преодоляват ограничението, наложено им от принципите на Паули, и образуват енергетично по-изгодни статически конфигурация (Бозе-флуид). С понижаването на температурата на Бозе газ, при запазване на плътността му, се стига до критична температура на БАК T_c , при която БАК започва чрез “кондензацията” на макроскопски брой частици $N_0 \sim N$, докато при температурата T под критичната T_c кондензираната фракция N_0 е съвсем малка

част от целия газ [$1 \ll N_0 \ll N$] $\Rightarrow T \rightarrow 0, N_0 \rightarrow N$ или при $T = -273.15^\circ\text{C}$ ще имаме газ в кондензирано състояние. T_c е температурата и на квантовото израждане на газа, при което той значително се отличава по свойствата си от класическия Болцманов идеален газ. Следователно БАК настъпва веднага щом класическата Болцманова статистика стане невалидна и системата се превърне в квантова, т.е. поддаваща се на описание на Б-А статистика. Благодарение на тази теория физиката успява да обясни някои от най-интересните явления, като свръхфлуидността на хелия и свръхпроводимостта в металите и сплавите.

Интересно при БАК е, че при ниските температури в един момент междучастичковото пространство се изравнява с термалната дължина на вълната. Също при ниските температури се наблюдава припокриване на вълновите функции на атомите, което позволява повече от една частица да бъде едновременно в едно и също квантово състояние с други, или кохерентност при атомите, което в бъдеще ще позволи създаването на атомни лазери. Също така може да намери приложение в компютърните технологии, позволяващо създаването на атомните компютри, които за разлика от стандартните, ще могат да заемат информационни стойности освен 0 и 1, едновременно 0 и 1. Това ще е предпоставка за създаването на едни от най-бързите и мощните компютри в познатия ни свят, известни като квантови компютри.

Пътят до там обаче минава през поредица от моменти изпълнени с конкуренция, откривателски дух и непоколебимост.

Теорията, изведена от Бозе и Айнщайн е от 1925 г., но нейното потвърждение е чак през 1995 г. Борбата за потвърждението на теорията продължава почти век, но ние можем да разгледаме борбата за достигането на тези температурни стойности в малко по-големи мащаби.

Всичко започва с провеждан от Фарадей експеримент, за да изследва качествата на Si. Експериментът бил опасно експлозивен. Представлявал нагриване на Si кристали в запечатана епруветка. От едната страна били Si кристали, които били нагreti, а другата страна на епруветката била потопена в лед. Скоро видял, че има капчици жълта течност в студения край на епруветката. Поради нагриването на единия край и отделянето на газ, налягането в епруветката се увеличава. Когато Фарадей решил да отвори епруветката тя се спукала в ръцете му, захвърляйки стъклените отломки навсякъде, докато течността веднага се изпарила, поради понижаването на налягането. В момента на спукване обаче Фарадей усетил студ по ръцете си, дължащ се на адиабатното изпускане на газа, което се оказало пробив в начините за охлаждане и достигане на ниски температури.

След откриването на този метод на втечняване (газове под високо налягане и ниска температура се втечняват), много от газовете били втечнени, но като че ли не всички се поддавали на този метод. Кислородът, Водородът и Азотът се смятали за постоянни, защото не се втечнявали. Фарадей успял да стигне до -130°C градуса в надпреварата към заветните -273.15°C .

През 1873 Йоханес ван дер Ваалс теретично извежда защо тези газове не се втечняват. Според неговите изчисления газовете първо трябва да се охладят до дадена критична температура, след което да се подложат на налягане.

След като начинът бил открит човекът, който поел по пътя на Фарадей бил Джеймс Дюър, шотландски физик и химик, изобретил термоса. Името му също така се свързва най-често с работата му върху втечняването на така наречените постоянни газове. Първо бил Кислорода и след това Азота при -200°C .

Но Дюър не бил сам в надпреварата, негов съперник бил Хайке Камерлинг Онес, холандски физик, пионер в охладителната техника, единственият опонент на Дюър в опита да се втечни водородът. И двамата учени ползват един и същи метод, за да достигнат до заветната цел. Ползвали каскада от съдове, с няколко газа. Първоначалният газ бил втечен и бил ползван като охладител на следващият, така след 4 степени на каскада се стига до Водорода, който ползвал Кислорода за охладител и бил поставен по 184 атм. Макар метода за достигане на целта да бил еднакъв методите им на работа били напълно различни.

Дюър бил повече практик, правейки опит след опит независимо от чуването на епруветките и инцидентите в лабораторията. Бил човек на „грубата сила“, докато Онес от друга страна вярвал, че преди всеки опит трябва да се премине през серия от теоретични опити за да се оптимизира реалният. Създал цял отбор от стъклари до леяри, за да подобрява инструментите си и да изпипа всеки един детайл. Интересен факт при Дюър е, че при всеки инцидент той описвал добре повредите в апаратурата си, но никога дори не споменавал за нараняванията по асистентите си, което създавало впечатлението, че не се интересувал от тяхно благосъстояние.

Дюър успял пръв да покори Водорода, отчасти поради това че лабораторията на Онес била затворена поради опасност от взрив, макар той да имал много по-малко инциденти. Но в този момент от историята се оказало, че има по висок връх от Водорода и това бил Хелият. Според теорията на Ван дер Ваалс Хелият се втечнявал при дори още по-ниска температура $-268,15^{\circ}\text{C}$. Хелият по онова време бил не само скъп, но и труден за намиране. За съжаление един от асистентите на Дюър отворил погрешният кран и изпуснал цял контейнер с Хелий, което спряло работата на Дюър за повече от половин година. През лятото на 1908, на 10 юли Онес успял и с това получил и Нобеловата награда.

Също така Онес открил свръхпроводимостта през 1901 и свръхфлуидността през 1911. Тези две явление били необясними до заветната 1925, когато Бозе и Айнщайн предвиждат БАК. Състоянието на материята на след плазма, газ, течност и твърдост е БАК. При нея всички атоми се държат като един, всички атоми правят едно и също с една и съща честота. Тогава започнала надпревара отново с пълна сила за получаването на БАК.

От едната страна бил Даниел Клепнер, а от другата страна Ерик Корнел и Карл Уимън. Клепнер се опитва да достигне БАК с водородни атоми, докато

Корнел и Уимън залагат на натрия. И двете страни ползват лазерно охлаждане. Макар лазерите обикновено да се свързват със затопляне на веществата, те използват доплеровия ефект по хитроумен начин. Както всеки знае, атомите могат да поглъщат фотони с дадена честота. Лазерите са настроени на такава честота, че само когато атомите се движат срещу тях и проявяват доплеров ефект, да могат да ги поемат. След което те се активизират и изпускат фотон в произволна посока. На принципа на импулса така тяхната скорост се забавяла и съответно тяхната температура се намалявала до $(1\sim 10)\cdot 10^{-7}$ К. Друг метод е изпарителното охлаждане. Представете си как атомите са оградени в кластер с магнити, сега си представете, че тези магнити образуват нещо като чаша, в която са атомите. Когато намалим стената на чашата, част от атомите успяват да избягат, но го правят благодарение на топлината, взета от съседните на тях атоми. Така бавно по бавно сваляме стените и най-накрая остават атоми на суперниско енергетично ниво или $1\cdot 10^{-12}$ К.

5 Юни 1995 е дата, в която тимът на Корнел и Уимън, заедно с впоследствие присъединилият се Волфганг Кетерле, успяват да достигнат до БАК и разбира се да спечелят Нобелова награда “за осъществяване на БАК в разреждени газове от алкални атоми и за начални фундаментални изследвания на свойствата на кондензатите”.

Едно от приложенията е на БАК са суперкомпютрите. В момента имаме 1 и 0, докато с БАК имаме 1, 0 и двете заедно, което при кодирането на информация вместо на степен 2, става на степен 3. За да видите колко повече означава това, се замислете колко е 5 на 2^{pa} и 5 на $3^{\text{та}}$, а каква щеше да е мощността на компютъра ви ако използваше БАК?

ФИЗИЦИТЕ ПРОДЪЛЖАВАТ ДА СЕ ШЕГУВАТ, НЕ НА ШЕГА!

Валентина Танева Танева, Радостина Пенева Ташева

Технически Университет, Департамент по приложна физика

e-mail: uraa@dir.bg

I. Увод

1. Да започнем с ... поезия. Ето заглавията на някои от стихотворенията на великия Максвел

- Доказателство за нецелесъобразността от четене на лекции през ноември.
- Проблемите на динамиката - хумористично решение на диференциалното уравнение
- Лекция по физика за млади жени – фиг. 1 - място на действието – уютна стаичка, тема на лекцията – огледален галванометър на Томпсън, аудитория – един човек.



Максуел подписва с псевдонима dp / dt

II. Модел, подход, метод, решение, експериментална постановка



2. Научна класификация.

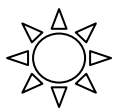
- Ако е зелено и мърда – това е биология;
- Ако вони, е химия;
- Ако не работи, е физика – фиг. 3

Руски учени в Сибир съобщиха, че са открили свръхпроводник, който действа при стайна температура.

3. Закони за запазване.

- В природата нищо не се губи, но всичко се хаби.
- В природата нищо не се губи, защото все някой ще го намери.
- Когато нещата се подобряват, нещо ще се влоши!
- За да не правиш нищо, трябва да си нещо – фиг. 2





**ПРЕЗ ТЕЛЕСКОП МОЖЕ ДА ПОГЛЕДНЕТЕ КЪМ СЛЪНЦЕТО
ДВА ПЪТИ В ЖИВОТА СИ – ВЕДНЪЖ ПРЕЗ ДЯСНОТО
И ВЕДНЪЖ ПРЕЗ ЛЯВОТО ОКО.**

4. Правила, изводи и поуки за отчаяни експериментатори:

- Едно тяло, поставено в условия на строго контролирани величини: налягане, температура, обем, съдържание на пара във въздуха и др., прави каквото си иска. – фиг. 4.
- Успешен е този експеримент, след който трябва да изхвърлиш не повече от половината от измерванията, за да съответства на теорията – фиг. 4.
- Когато експериментът е успешен, не го повтаряй! – фиг. 4.
- Положителните надежди раждат отрицателни резултати. Отрицателните надежди - също!
- Човешко е да се греши, но за пълното объркване на нещата е необходим компютър.
- Размерностите се пишат винаги в най-малко използваната терминология. Например скоростта - в лакти на две седмици.



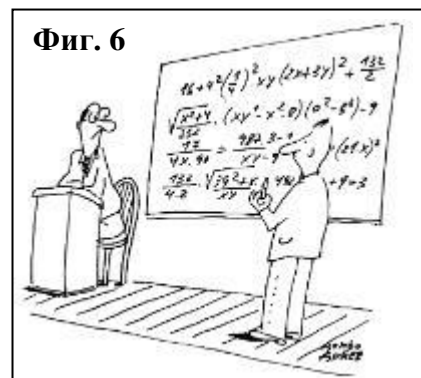
5. Универсални закони за наивни инженери:

- И в най-простата сметка могат да се допуснат всички възможни грешки. – фиг. 5.
 - Каквато и грешка да се допуска в изчисленията, тя е насочена към причиняване на максимални щети.
 - Във всяка формула константите, особено онези, получени от инженерните справочници, трябва да се третират като променливи.
 - Колкото даден размер е по-необходим, толкова шансът да бъде пропуснат е по-голям.
- Ако една инсталация е изправна, то всички консуматори ще са повредени.
 - Времето за всяка доставка, предвидено по проект, трябва да се удвои.
 - Непосредствено преди завършването на дадена инсталация изниква обективна необходимост от принципни изменения нейната конструкция.
 - Части, които в никакъв случай не трябва да се монтират на неподходящо място, се монтират именно там.
 - Няма взаимнозаменяеми части.

- Спецификациите на производителя се умножават за по-сигурно с константа 0,5.

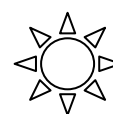
6. Съвети към младия научен работник:

- На семинари не си давай вид, че всичко ти е ясно. Опитай се все пак да разбереш за какво става дума - фиг. 6.
- Не допускай ръководителят ти разбере, че си по-умен от него.
- Необходимостта от статистика отпада в присъствието на ръководителя на катедрата.

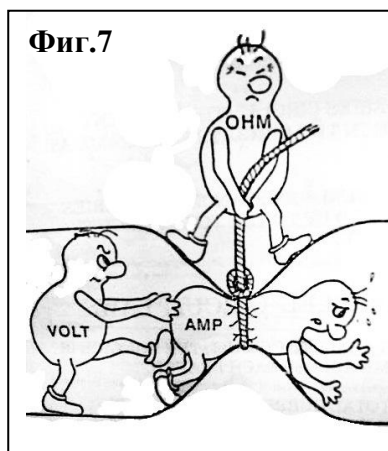


Запомни три главни правила:

- **Първо** – Шефът винаги е прав!;
- **Второ** – Ако шефът не е прав, виж правило “първо”;
- **Трето** – Правило “първо” и “второ” не подлежат на обсъждане!



III. Резултати и обсъждане



1. Професорът задава въпрос на студента:

- Кажете ми, колега, защо се върти роторът на електромотор?

Студентът отговаря убедено:

- Защото по него тече електричен ток. - фиг. 7.

Професорът задава контра въпрос:

- Да, но и през ютията тече ток, но тя не се върти.

- Може би, защото не е кръгла.

Професорът продължава да задава въпроси:

- Котлонът на печката е кръгъл. Защо той не се върти?

- Това го знам – **заради триенето!** – отговаря студентът, доволен.

2. Професор по богословие изпитва студент – бивш физик:

- Колега, кажете, що е това “Божия сила”?

- “Божията сила” – това е производението на божията маса по божие ускорение – отговаря бъдещият свещеник.

- Божия маса? – озадачен е професорът – В това има някакъв смисъл.

Но що е това “Божие ускорение”, чадо?

-Божие ускорение, господин професоре, това е втората производна на “неведомите пътища господни”.



3. Седят две блондинки – фиг. 8 - в преподавателското кафе и разговарят за нанотехнологии и как могат да се използват в медицината за лечение на тежки заболявания. Самотен мъж от съседната маса проявява зле прикрит интерес към разговора.

-Кой е тоя? - пита едната.

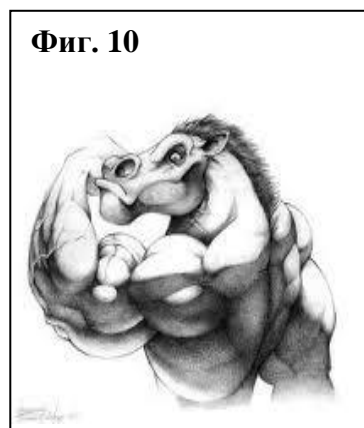
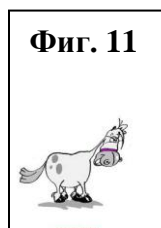
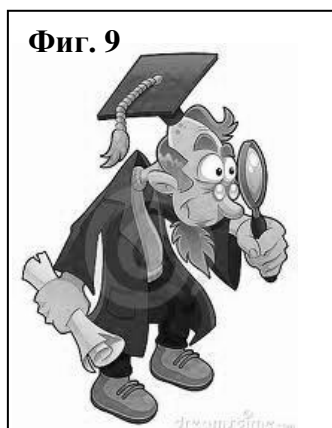
-Колегата от съседния кабинет. Дай да си говорим за тоалети, че да не ни вземе идеята.

✳

Основи на Университетската колегодинамика:

- Научни сътрудници, които най-добре сътрудничат, са най-научни – виж Фиг. 6.
- Професор професору отрицателна рецензия не дава –виж Фиг. 4.
- Колкото е по-висока е научната степен, толкова по-голям трябва да бъде компромисът.
- Всяко действие от страна на асистентите поражда равно по големина и обратно по посока противодействие.
- Всички грешки се делят на свои и чужди. Своите са по-близки, чуждите - по-приятни.
- Не всички трябва да се женят за красиви жени, някой трябва да взема и умните – виж Фиг. 8.

4. Професор по физика – фиг. 9 - задава въпрос на студента:



Кажете, колега, какво е това “конска сила” – фиг. 10

- Конската сила – отговаря компетентно студентът – е силата на един кон с височина един метър и тегло един килограм – фиг. 11

- Къде сте виждали такъв кон, колега? – стряска се професорът.

- Че къде мога да го видя? – чуди се студентът – Този кон се пази в Института по мерки и теглилки в град Севър край Париж.

* **Класически закони:**

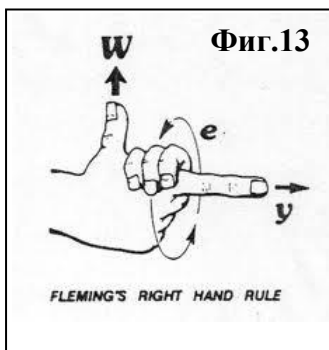
- Закон на Архимед - Всяко тяло, потопено във вода, може да се смята за загубено, ако не изплува на повърхността – фиг.1 2.
- Закон за гравитацията - Предметите падат така, че да причинят максимални щети.
- Закон за термодинамиката - Оставени на себе си, нещата вървят от зле към по-зле.



* **Закон на МЪРФИ:** *Ако нещо върви зле, бъдете сигурни, че то ще стане по-зле!*

Следствия:

- Нищо не е така лесно, както изглежда - фиг. 13.
- Всичко става за по-дълго време, отколкото мислите.
- Оставени на себе си нещата се стремят от зле към още по зле.
- Всяко решение посява семената на нови проблеми.
- Сложните проблеми имат прости и лесни за разбиране грешни отговори.



* * *

Философия на Мърфи:

Усмивайте се... Утре ще бъде по-зле.

Квантова ревизия на закона на Мърфи:

Всичко върви към по-зле едновременно.

Постулат на изомърфизма:

Нещата, които не са равни на нищо друго, са равни помежду си.

* **Закон на Чизхолм:** *Ако нещата се подобряват – нещо ще се влоши.*

Следствия:

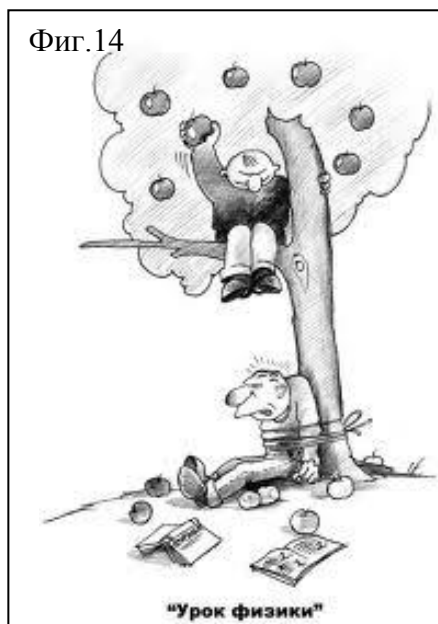
- Ако нещата в момента не могат да се влошат, то в бъдеще ще успеят
- Всеки път, когато изглежда, че нещата се подобряват, нещо сте пренебрегнали.

* **Закон на Финейгъл:**

След като веднъж една работа е приключена, всеки опит да се подобри я разваля.

Правила на Финейгъл:

- Преди да започнете нещо, най-напред разберете за какво става дума.
- Винаги си водете статистика - това показва, че сте работили.
- Първо отчитайте събитията, а след това си правете изводи.
- Когато се съмнявате, направете го да звучи убедително.
- Експериментите трябва да са възпроизводими - те трябва да се провалят по един и същи начин.
- Не вярвайте в чудеса - използвайте ги.

* **Закон за селективната гравитация:**

Всеки изтърван предмет пада така, че да причини максимални щети - фиг. 14.

* **Следствие на Клипщайн:**

Шансът филията с масло да падне с намазаната страна върху килима е право пропорционален на стойността на килима.

* **Закон за перверзността на природата:**

Никога не знаем коя страна на филията да намажем.

* **Закон на Майер: Ако фактите не подкрепят теорията, те трябва да се изхвърлят.****Следствия:**

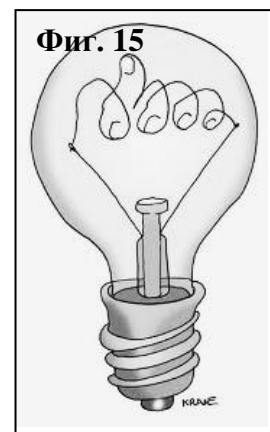
- Колкото е по-обширна теорията, толкова по-добре.
- Един експеримент е сполучлив, ако в интерес на теорията сме игнорирани само половината от наблюденията.

Препоръка: *Ако един експеримент е сполучлив, не го повтаряйте.*

IV. Заключение

Колко специалисти са нужни да завинтят лампата – фиг.15:

- двама специалисти по Обща теория на относителността – един държи лампата, втория върти Вселената.
- специалисти по квантова механика НЕ СА В СЪСТОЯНИЕ да направят това, защото ако знаят къде е лампата, не могат да локализируют фасунгата.
- двеста души специалисти по високите енергии – 136 от тях трошат лампата, останалите 64 – анализират късчетата стъкло.
- астрономите няма да сменят лампата, защото на тъмно им е по-добре.
- физиците експериментатори няма да сменят лампата, те ще я поправят така, както си е на фасунгата.
- теоретични физици също няма да сменят лампата. Те ще направят скъпи компютърни симулации, които да изчислят живота на лампата с точност до порядък.
- ако лампата е със сферична форма, всеки един физик може да я смени. Но, ако е с произволна форма, решението се дава на студентите.



Литература

[1] [HTTP//WWW.XXX.](http://www.xxx)

[2] [HTTP://SCI-HUMOR.BLOGSPOT.COM/2008/12/BLOG-OST_07.HTML](http://sci-humor.blogspot.com/2008/12/blog-ost_07.html)

ЕКСТРАКЦИЯ НА ОТРИЦАТЕЛНИ ЙОНИ ОТ ВОДОРОДНА ПЛАЗМА

Христо Търнев

Департамент по приложна физика, Технически университет – София, София 1000,
бул."Кл. Охридски" 8, България, e-mail: tarnev@tu-sofia.bg

Резюме. В доклада е представен едномерен модел на екстракция на отрицателни водородни йони. Описани са особеностите на модела и резултатите от тестовете за неговото валидиране. Основните резултати са за плазма с три вида заредени частици: електрони, отрицателни водородни йони и положителни атомни водородни йони. Направени са изводи за валидността на закона на Чайлд-Ленгмюр.

Ключови думи: закон на Чайлд-Ленгмюр, PIC-модел, екстракция на йони

1. Увод

Източниците на отрицателни водородни йони представляват интерес както в редица технологии, така и в системите за допълнително нагряване на плазмата в реакторите за термоядрен синтез. Един специфичен въпрос е екстракцията на отрицателните йони от плазмата. Използват се системи от електроди и магнити, които осигуряват извличането на йоните от плазмата, отделянето на електроните и създаването на сноп от отрицателни йони. Редица работи разглеждат тези процеси (виж например [1-3]), но все още има редица неизяснени въпроси, свързани с екстракцията на йоните.

Целта на този доклад е да се изследва зависимостта на екстрахирания йонен ток от приложеното напрежение в най-проста конфигурация и да се провери доколко валиден в този случай е законът на Чайлд-Ленгмюр. Както е добре известно (виж например [4]), съгласно законът на Чайлд-Ленгмюр, в случай на значителен пространствен заряд между електродите, токът е пропорционален на напрежението на степен 3/2:

$$I \sim U^{3/2}$$

Този резултат е получен при някои опростяващи предположения [4], като при точен извод нарастването на тока с напрежението е по-слабо.

2. Описание на модела

Разработен е едномерен модел, модификация на метода Particle-in-Cell (PIC) [5,6], широко използван за моделиране във физика на плазмата. При този метод се наблюдава поведението на известен брой частици и се предполага, че то е представително за много повече частици. В представения тук модел се предполага, че всяка една от наблюдаваните частици описва поведението на

10^{10} частици. Външни параметри в модела са приложеното между двата електрода напрежение, потокът частици, излъчен от катода и функцията на разпределение на частиците. Тук са използвани Максвелова функция на разпределение и моноенергетичен сноп от частици. В случая на Максвелова функция на разпределение всяка частица се излъчва със случайна скорост, но така избрана, че разпределението на всички излъчени частици по скорости да е Максвелово:

Както е добре известно, ако $f(v)$ е функцията на разпределение, то

$$P(v_0) = \int_{-\infty}^{v_0} f(v) dv$$

се изменя в граници от 0 до 1, когато v_0 се изменя от $-\infty$ до ∞ . Ако r е случайно реално число в границите от 0 до 1 (в нашия случай генерирано от генератор на случайни числа), то $v_0 = P^{-1}(r)$ са случайни скорости с функция на разпределение $f(v)$. Тук P^{-1} е обратната функция на P .

Тъй като областта, в която стават съществени изменения на полето е много малка, за да се избегне прекалено големият брой клетки, електричното поле се изчислява по следния начин:

$$\text{От } \operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \text{ в едномерен случай } \frac{dE}{dx} = \frac{\rho}{\epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon_0 S} \frac{dq}{dx}$$

където ρ е обемната плътност на заряда, S е напречното сечение на областта между електродите, ϵ_0 е електричната константа, а dq е зарядът в клетка с дължина dx .

След интегриране по x :

$$E(x) - E(x=0) = \frac{1}{\epsilon_0 S} \int_0^x dq$$

Тъй като зарядите са дискретни, интегралът може да бъде заменен със сума:

$$E(x) - E(x=0) = \frac{1}{\epsilon_0 S} \sum_x dq$$

като се сумират зарядите на частици с координати от 0 до x . От

$$E = -\frac{d\varphi}{dx}$$

след още едно интегриране по x се получава:

$$\varphi(x) = -\int_0^x E(x') dx'$$

като стойността на константата $E(x=0)$ се определя от граничното условие за потенциала на анода (навсякъде в доклада потенциала на катода е приет за 0).

Последователността на работа е следната:

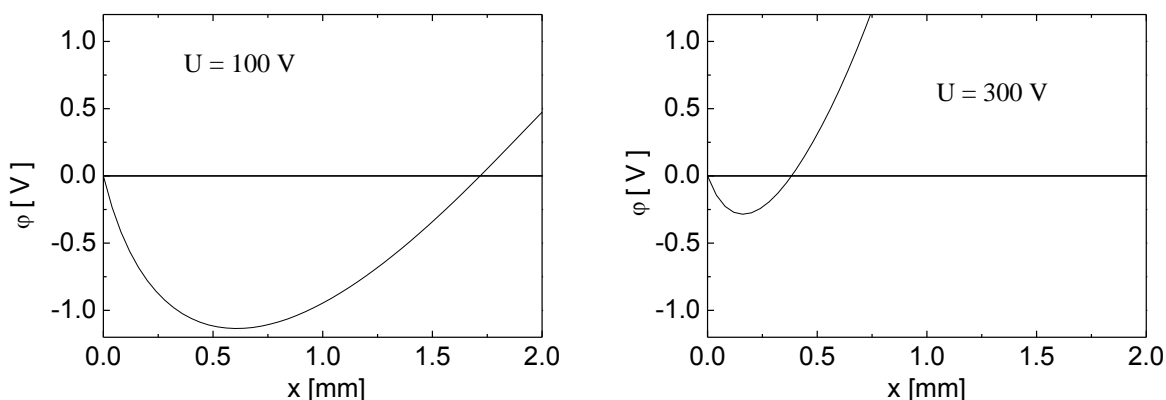
При известни потенциали на електродите определяме полето. След това от катода се излъчват частици с някакви начални скорости. Решаваме уравненията на движение на частиците в изчисленото поле и намираме координатите им след една стъпка във времето. Изчисляваме отново полето, като вземаме предвид и заряда на частиците между електродите. Решаваме уравненията за движение с новото поле, както за частиците между електродите, така и за новоизлъчените от катода частици. Процедурата се повтаря докато се получат стабилни във времето резултати.

Основните параметри на модела са: разстояние между електродите 2 cm; стъпка във времето 10^{-10} s; температури на частиците (взети от експериментални данни [7-10]) за електрони 1 eV, положителни атомни йони 0.1 eV, отрицателни йони 0.7 eV.

3. Резултати за един вид частици

В този раздел ще разгледаме резултатите от модела за случай на един вид частици, излъчени от катода.

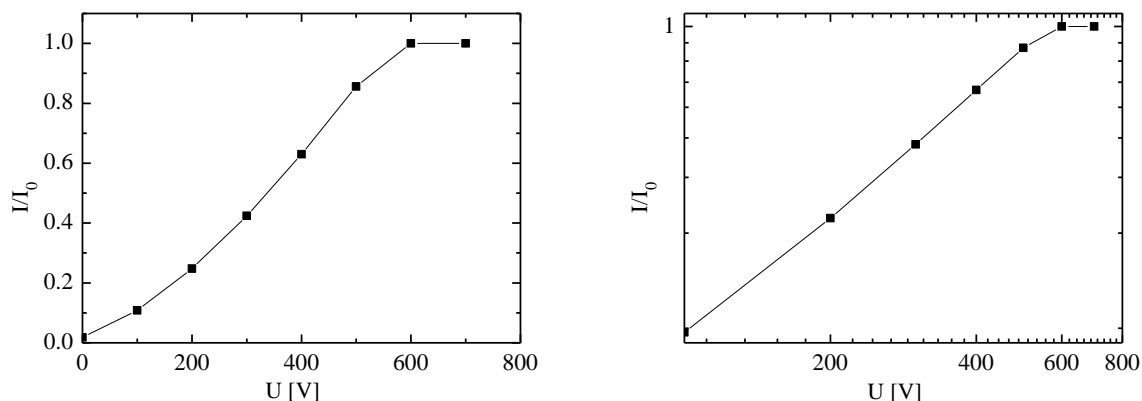
На фигура 1 е показан потенциалът в близост до катода за две стойности на приложеното напрежение за случай на електрони. При напрежение 100 V пространственият отрицателен заряд около катода е голям и в резултат на това се наблюдава минимум на потенциала, отразяващ обратно към катода електроните с енергия по-малка от около 1 eV. Едва около 10 % от излъчените частици достигат анода. При нарастване на напрежението до 300 V полето нараства и по-бързо извлича частиците от областта на пространствения заряд. В резултат на това задържащият потенциал намалява (по абсолютна стойност) и вече около 40 % от излъчените електрони достигат анода.



Фиг. 1. Изменения на потенциала в близост до катода при две стойности на напрежението.

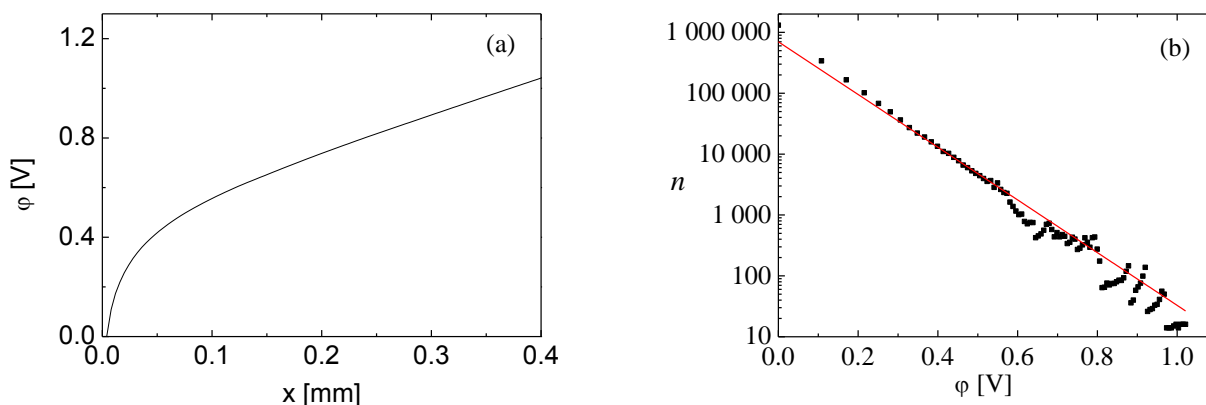
Фигура 2 показва волтамперната характеристика в линеен и логаритмичен мащаб. Вижда се, че приблизително е спазен степенният закон на Чайлд-

Ленгмюр, като наклонът на правата е 1.35-1.4 вместо 1.5. Както бе коментирано по-горе, получената разлика се дължи на приближенията при извода на закона.



Фиг. 2. Волтамперна характеристика за случая на електронен ток в линеен и логаритмичен мащаб. I_0 е токът, излъчен от катода.

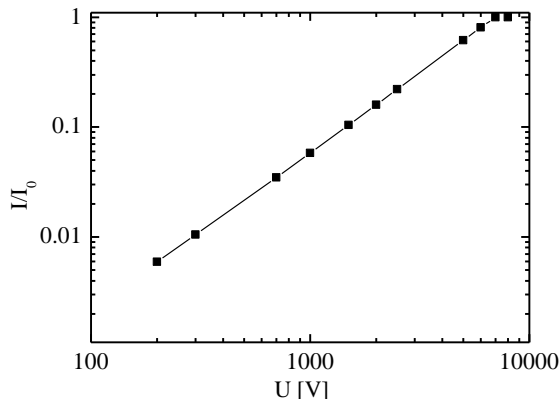
В случая, когато само положителни йони са излъчени от катода, всички йони навлизат на някакво разстояние в междуелектродното пространство в зависимост от енергията, която притежават и се отразяват обратно. Създава се положителен пространствен заряд, увеличаващ задържащото поле, действащо на йоните в близост до катода (фиг. 3(a)). От общи термодинамични съображения е ясно, че се очаква частиците да са с Болцманово разпределение, което се потвърждава от резултатите на фигура 3(b). Правата на фигурата е с наклон, определен от температурата на излъчените положителни йони.



Фиг. 3. Случай на ток само от положителни йони: (a) изменения на потенциала и (b) брой на частиците, получени в модела (символи) и теоретична зависимост за Болцманово разпределение (плътна линия).

При отрицателните водородни йони са разгледани два случая. При частици, излъчени с Максвелово разпределение по скорости, резултатите са подобни на тези за електрони, но токът на насищане се получава при по-високи стойности на напрежението (фиг. 4). Това се дължи на по-голямата маса на йоните и оттам

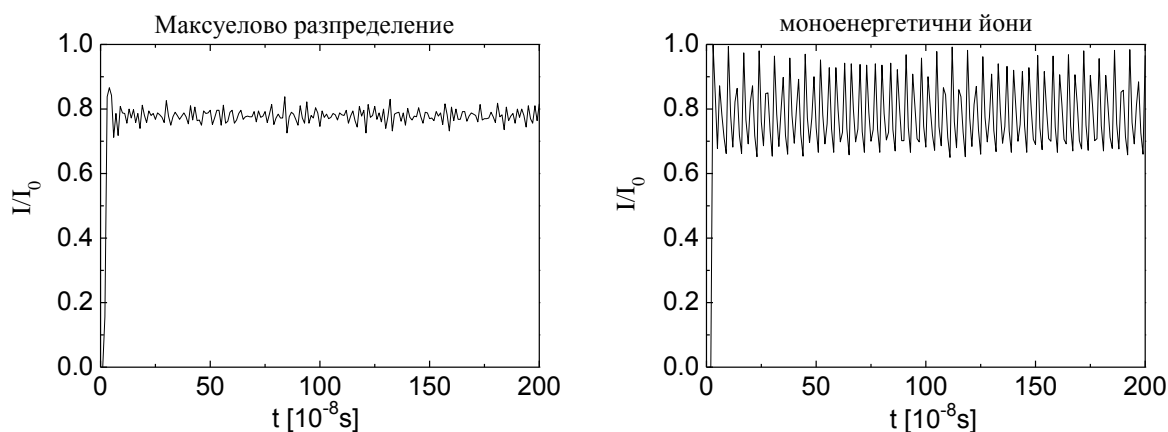
на по-голямото време, необходимо за тяхното извличане от областта на пространствения заряд. С увеличаване на напрежението ролята на приближенията при извода на закона на Чайлд-Ленгмюр намалява [4] и наклонът на правата на фиг. 4 е 1.47 – стойност много близка до теоретичната $3/2$.



Фиг. 4. Волтамперна характеристика за случая на отрицателни йони в логаритмичен мащаб.

Вторият разгледан случай е на моноенергетичен сноп от отрицателни йони. Скоростта на йоните е подбрана да бъде същата, като средната скорост при Максвеловото разпределение.

Механизмът на преминаване на отрицателните йони с Максвелово разпределение през минимума на потенциала е както при електроните – частиците с малка енергия се отразяват, а частиците с голяма енергия преодоляват потенциалната бариера и достигат анода.



Фиг. 5. Относителен дял на отразените от пространствения заряд отрицателни йони за случаите на Максвелово разпределение и моноенергетичен сноп при 2500 V.

При моноенергетичните йони механизмът е различен. С течение на времето се натрупва пространствен заряд, потенциалът в минимума става все по-нисък и достига стойност, при която йоните вече не могат да преодолеят потенциалната

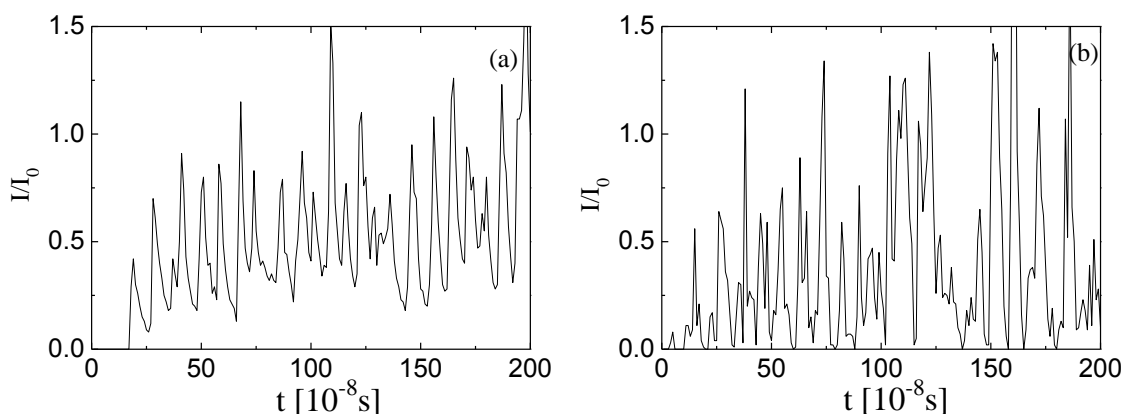
бариера. Всички йони се отразяват към катода. В резултат на това пространственият заряд започва да намалява, защото частиците, които го изграждат се движат към двата електрода. В един момент потенциалът пада (по абсолютна стойност) достатъчно, за да могат всички йони да преминат през областта на пространствен заряд. По такъв начин пространственият заряд работи като ключ, който част от времето пропуска всички йони, а в останалото време отразява всички йони. При увеличаване на напрежението се увеличава времето, през което се пропускат йони към анода.

Поведението на отразения към катода ток в двата случая е показано на фигура 5. Докато при Максвелово разпределение имаме малки статистически флуктуации, при моноенергетичните йони ясно се виждат редуващите се през равни интервали максимуми на 100 % отразени йони.

Резултатите в тази точка показват много добро съвпадение с известните аналитични резултати и могат да служат като тест, потвърждаващ верността на модела.

4. Резултати за три вида частици

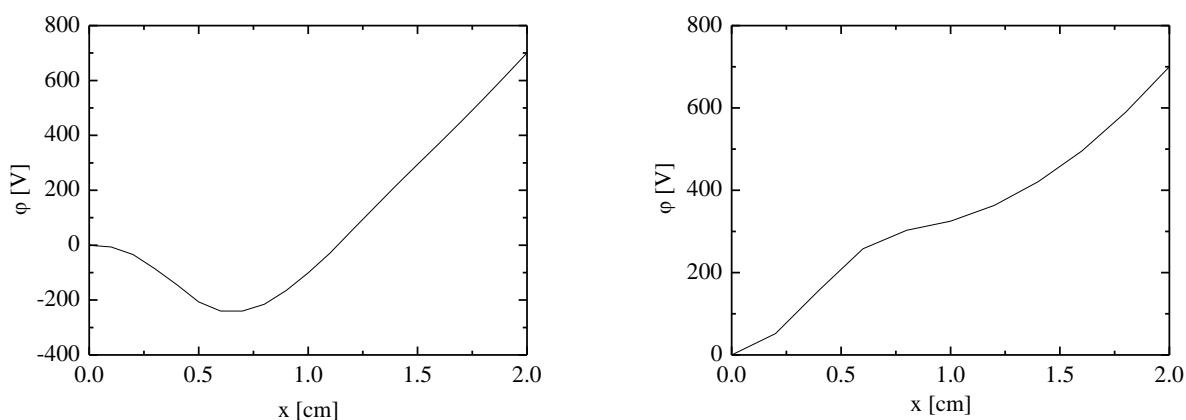
В тази точка са показани резултати за едновременно излъчване от катода на трите вида частици, разглеждани поотделно в предишната точка. В този случай на всяка частица действа електрично поле, което е суперпозиция от четири полета: външното поле на електродите и трите полета на пространствените заряди на всеки вид заредени частици. В резултат на това се наблюдава поведение много различно от това при един вид частици. Например положителните йони могат да проникнат не на разстояние части от милиметъра, а много по-дълбоко в междуелектродното пространство, привлечени от отрицателен пространствен заряд. Друга особеност е различният времеви мащаб на движението на електроните и йоните – поради малката си маса електроните много по-бързо реагират на промените на полето.



Фиг. 6. Изменения с времето на ток от отрицателни йони на анода (a) и катода (b).

Всичко това води до поведение много по-сложно от това за един вид йони. На фиг. 6 са показани измененятия на токовете на двата електрода с времето. Въпреки, че частиците се излъчват с Максвелово разпределени от катода, резултатът е много различен от този за един вид частици (фиг. 5). Вместо почти постоянен ток се наблюдава поредица от импулси, както това става в случая с моноенергетични йони. Особеното тук обаче е, че тези импулси не са на приблизително равни интервали във времето, а следват без да може да се наблюдава някакъв порядък.

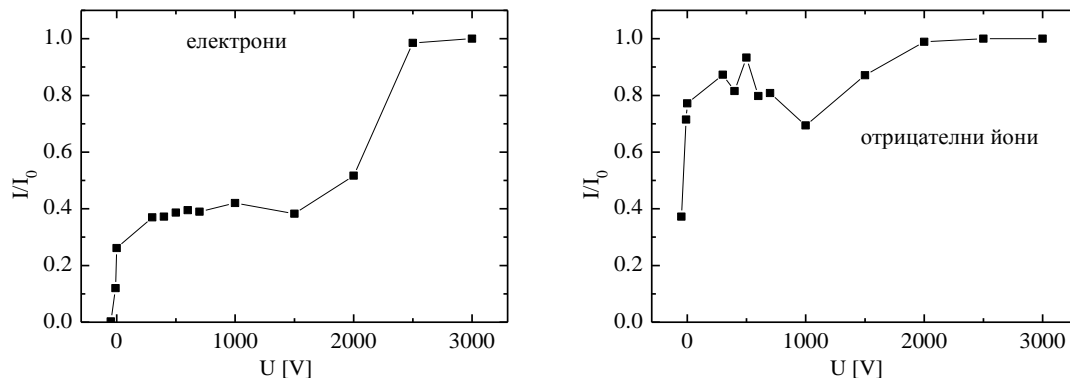
Много по-сложно е и поведението на потенциала (фиг. 7). И тук липсват стабилни структури, подобни на фигури 1 и 3. При това флукуациите не са от порядъка на части от волта, както е при един вид частици, а става дума за изменения от порядъка на десетки и стотици волтове, като напрежението взема както положителни, така и отрицателни стойности.



Фиг. 7. Разпределение на потенциала в два произволни момента от време при напрежение 700 V.

Да се направи ясен анализ на това сложно поведение е много трудно. Това, което бе изяснено, е наличието на струпвания от частици, които в крайна сметка достигат до един от електродите.

На фиг. 8 са показани волтамперните характеристики за електрони и отрицателни йони.



Фиг. 8. Волтамперни характеристики за електрони и отрицателни йони.

Като цяло токът нараства с напрежението, но зависимостта е много по-сложна от случаите на един вид йони.

4. Заключение

Разработен е едномерен модел на екстракция на частици от водородна плазма. Моделът е тестван за случая на един вид частици, като резултатите показват много добро съвпадение с очакваните от аналитични пресмятания резултати. В случая на три вида частици, излъчвани от катода, се наблюдава сложно поведение на измененията с времето на тока и потенциала. Зависимостта на изходния ток от напрежението е много сложна и не се подчинява на закона на Чайлд-Ленгмюр.

Благодарност

Работата по този доклад е в рамките на проект DO02-267 на "Фонд Научни изследвания".

Литература

- [1] F. Taccogna, P. Minelli, S. Longo, M. Capitelli and R. Schneider, *Phys. Plasmas* **17**, 063502 (2010).
- [2] St. Lishev, A. Shivarova and Kh. Tarnev, *J. Appl. Phys.* **106**, 113301 (2009).
- [3] St. Lishev, A. Shivarova and Kh. Tarnev, *Nucl. Fusion* **51**, 043008 (2011).
- [4] В. Л. Грановский, Электрический ток в газе, Наука, Москва 1971.
- [5] J. P. Verboncoeur, *Plasma Phys. Control. Fusion* **47**, A231–A260 (2005).
- [6] C. Birdsall and B. Langdon, Plasma physics via computer simulation, McGraw-Hill Book Company, 1985.
- [7] S. Christ-Koch, U. Fantz, M. Berger and the NNBI Team, *Plasma Sources Sci. Technol.* **18**, 025003 (2009).
- [8] P. McNeely, S.V. Dudin, S. Christ-Koch, U. Fantz and the NNBI Team, *Plasma Sources Sci. Technol.* **18**, 014011 (2009).
- [9] U. Fantz, H. D. Falter, P. Franzen, E. Speth, R. Hemsworth, D. Boilson and A. Krylov, *Rev. Sci. Instrum.* **77**, 03A516 (2006).
- [10] E. Stoffels, W. W. Stoffels, D. Vender, M. Hagelaar, G. M. W. Kroesen and F. J. de Hoog, *Contrib. Plasma Phys.* **35**, 331 (1995).

СТАТИСТИЧЕСКО ПРЕДСКАЗВАНЕ НА ЛАЗЕРНАТА МОЩНОСТ НА CuBr ЛАЗЕР

Илийчо Илиев

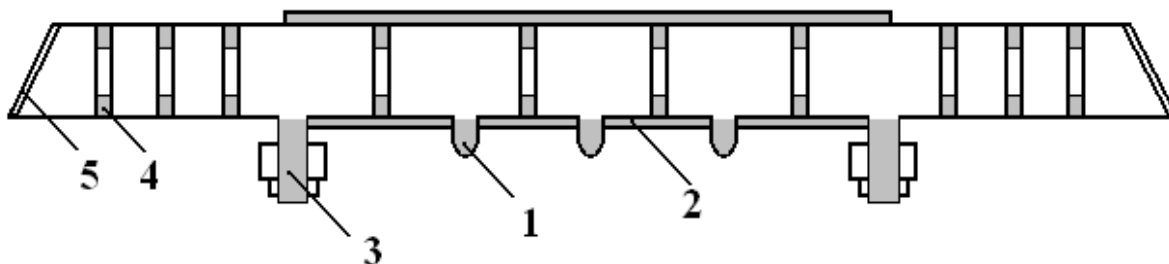
Факултет по машиностроене и уредостроене, Технически университет –София,
Филиал Пловдив, e-mail:iliev55@abv.bg.

Резюме. На основата на метода на адаптивните регресионни сплайни (МАРС) е развит статистически модел и е направено предсказване на изходната лазерна мощност на CuBr лазер. Извършено е сравнение с по-рано развити статистически модели, основани на факторния и регресионен анализ

Ключови думи: метод на многомерните регресионни сплайни (МАРС), лазер с пари на меден бромид.

1. Увод

Обект на изследване е лазер с пари на меден бромид, който е разработен в Лабораторията по лазери с метални пари, Институт по физика на твърдото тяло "Академик Георги Наджаков", БАН, София. Схема на лазерната тръба е показана на фиг.1.



Фиг. 1. Схема на конструкцията на лазерната тръба на лазер с пари на меден бромид: 1 – резервоари с меден бромид, 2 – топлинна изолация в областта на активния обем, 3 – медни електроди, 4 – вътрешни диафрагми, 5 – изходни прозорци.

За предсказване на изходната лазерна мощност ще използваме метода на многомерните регресионни адаптивни сплайни (МАРС). По тази причина ще направим кратка характеристика за неговата същност.

2. Обща характеристика на МАРС

Методът на многомерните адаптивни регресионни сплайни (МАРС) е представител на непараметричните регресионни методи. Той е показал своите отлични качества като предсказваща и описваща техника в икономиката, екологията, социологията, географските информационни системи, метеорологията и др. Едно от неговите преимущества непараметричен метод е, че МАРС няма ограниченията на класическите регресионни техники към разпределенията на данните.

Преимствата на МАРС са свързани и с високоскоростния софтуер със същото название, разработен от фирмата Salford Systems [<http://www.salford.com>]. Програмата извършва автоматичен избор на предикторите, отчита взаимодействия между тях, не се влияе от липсващи данни, прави самопроверки за тестове, трансформира променливи и генерира голям брой решения едновременно, вкл. и “най-доброто” решение. На потребителя се предоставят и много добри възможности за графична интерпретация на резултатите.

По същество МАРС създава гъвкави модели чрез частично линейни регресии, т.е. нелинейностите на данните се апроксимират с отделни наклонени отсечки в различни подинтервали на дефиниционното множество на всяка променлива предиктор. Вместо да се търси една обща регресионна права, приближаваща данните, се използва начупена линия. Наклонът на регресионната линия се променя от един интервал към друг в т.нар. възли.

Възелът е основен елемент на модела. Той показва къде се сменя поведението на функцията. В класическия сплайн възлите се задават предварително, докато в МАРС тяхното най-подходящо място се намира с много бърз алгоритъм при удовлетворяване на подходящи оптимизационни условия (напр. минимум на SSE – сума на квадратите от грешките).

Другият основен елемент в МАРС са базисните функции за преобразуване на предикторите. Базисната функция се нарича “хокеен стик” и има вида

$$\max(0, X - c) \text{ или } \max(0, c - X) \quad (1)$$

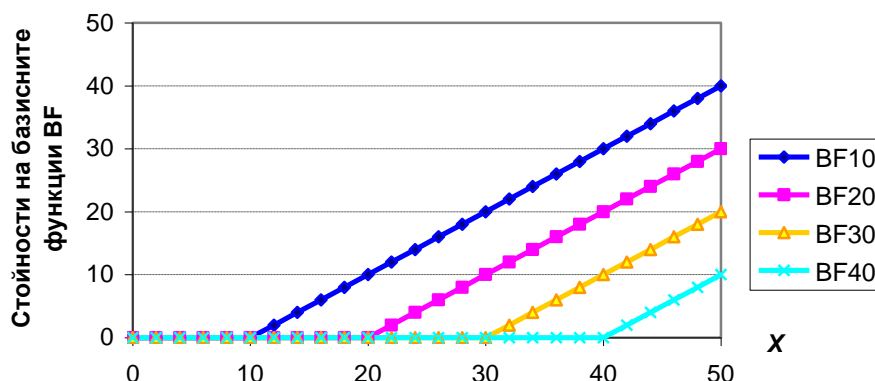
където c е константа, с което функцията X се изобразява в X^* . Пример с 4 базисни функции е показан на фиг. 2. Всъщност такава функция се прави за всяка стойност на X .

С функцията $BF20$ в случая ще имаме следното преобразование за X :
 $BF20 = \max(0, X - 20)$.

Ако в регресионното уравнение X се замени с базисната функция $BF20$ ще имаме $y = const + b_1 \cdot BF20 + error$

Сплайнът ще се запише така:

$$y = \begin{cases} \text{const} & X \in [0, 20] \\ \text{const} + b_1(X - 20) & X \in [20, 50] \end{cases}$$



Фиг. 2. Графики на четири базисни функции “хокеен стик” за предикторната променлива X , дефинирана в интервала $[0, 50]$.

В случай на използване и на втора функция, например $BF30 = \max(0, X - 30)$ регресионната функция ще има вида

$$y = \text{const} + b_1 \cdot BF20 + b_2 \cdot BF30 + \text{error}.$$

При $X \geq 30$ получаваме

$$y = \text{const} + b_1(X - 20) + b_2(X - 30) = \text{const} + 10b_1 + (b_1 + b_2)(X - 30).$$

Сплайнът се записва по-удобно като:

$$y = \begin{cases} \text{const} & X \in [0, 20] \\ \text{const} + b_1(X - 20) & X \in [20, 30] \\ \text{const}_1 + (b_1 + b_2)(X - 30) & X \in [30, 50] \end{cases}$$

$$y = \text{const} + b_1(X - 20) + b_2(X - 30) = \text{const} + 10b_1 + (b_1 + b_2)(X - 30),$$

с наклони 0, b_1 и $b_1 + b_2$. Тук взели са точките 0, 20 и 30. Аналогично може да се построи и по-сложен линейен сплайн. Коэффициентите на сплайна се определят от допълнителни оптимизационни условия за минимизиране на общата грешка от регресия с различни алгоритми, адаптивно спрямо данните.

Накрая ще отбележим, че по принцип регресионните сплайни, аналогично на обикновена линейна едномерна регресия “усредняват” данните, които се групират около регресионната права.

2. Резултати от факторния и регресионен анализ [1]

Ще разгледаме следните независими величини (предиктори): D – вътрешен диаметър на лазерната тръба, dr – вътрешен диаметър на пръстените, L –

разстояние между електродите (дължина на активната зона), P_{in} – входна мощност, P_{H2} – налягане на водорода, PL – специфична мощност на единица дължина, P_{rf} – честота на повторение на импулсите, P_{Ne} – налягане на неона, C – еквивалентен капацитет на кондензаторната батерия, T_g – температура на резервоара с меден бромид.

Зависима изходна величина ще бъде P_{out} – изходна лазерна мощност (лазерна генерация).

В следващата таблица 1 са показани част от получените по-рано резултати от факторния анализ. От 10 независими величини факторният анализ е определил 6 от тях като значими и ги е групирал в 3 фактора.

Таблица 1. Ротационна матрица на компонентите. Факторните тегла по-малки от 0.5 са пропуснати.

	Component		
	1	2	3
P_{in}	,913		
dr	,887		
D	,807		
L	,769		
PL		-,914	
P_{H2}			,929

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

На основата на регресионният анализ е построен линеен параметричен модел, в който като независими променливи влизат трите фактора - (2).

$$\hat{P}_{out} = 0.884F_1 + 0.124F_2 + 0.385F_3 \quad (2)$$

Таблица 2. Предсказани стойности с линеен модел с 3 фактора

опит	D	dr	L	P_{in}	PL	P_{H2}	R2	Pout Pred за Vi
V0	58	58	200	5.00	11.250	0.60	0.946	119.547
V1	58	58	200	5.05	12.625	0.60	0.945	120.215
V2	60	60	210	5.10	12.143	0.62	0.944	123.602
V3	65	63	215	5.15	11.977	0.65	0.944	129.408
V4	68	65	220	5.20	11.818	0.67	0.943	133.502
V5	70	68	225	5.25	11.667	0.69	0.942	137.612
V6	75	73	230	5.30	11.520	0.70	0.942	143.673

В таблица 2 на първия ред е показано предвиждане на експериментално установена мощност $P_{out} = 120 \text{ W}$, обозначена като опит V0. Изчислената стойност с модела (2) е 119.547 W . В следващите редове с номера V1-V6 са показани новите предсказани стойности. Увеличението достига до 20 %.

4. Опростен MAPC модел от втори ред:

Процедурата е много добре описана в [2]. При построяването на MAPC модела от втори ред са използвани 22 BF. От тях като най-добър модел са избрани само 5. В тези 5 BF участват само 3 независими величини (предиктора) - P_{in} , P_{H2} и L – таблица 3.

Таблица 3. Базисни функции и предиктори в MAPC модел от втори ред

Базисни функции	Предиктори
BF1 = $\max(0, P_{IN} - 3)$; BF2 = $\max(0, 3 - P_{IN})$; BF3 = $\max(0, L - 140)$; BF5 = $\max(0, P_{H2} - 0.55) * BF2$; BF17 = $\max(0, P_{H2} - 0.26) * BF1$;	P_{in}, P_{H2}, L

Влиянието на всеки един от предикторите е показано в таблица 4.

Таблица 4. Влияние на независимите променливи в MAPC модела от втори ред

Предиктор	Влияние в отн. единици
P_{in}	100.000
P_{H2}	39.26770
L	21.82241

По този начин най-добрият MAPC модел от втори ред има следния вид:

$$P_{out} = 67.4114 - 32.0496 * BF2 + 0.234951 * BF3 + 88.4776 * BF5 + 56.758 * BF17 \quad (3)$$

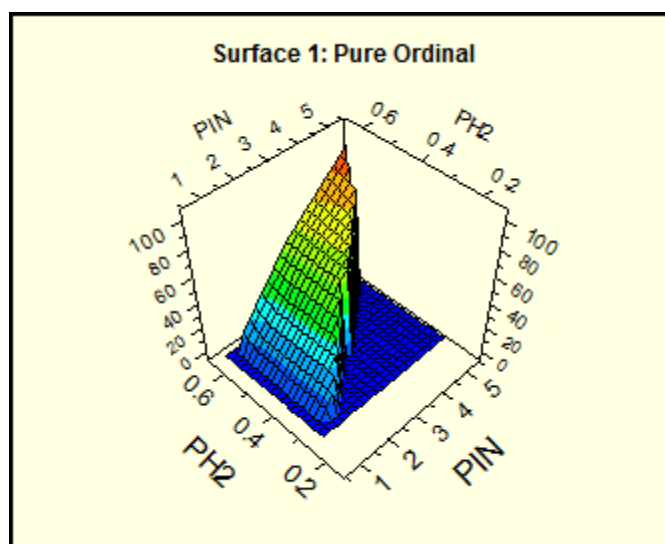
Резултатите са показани в таблица 5, стълб 11. За сравнение в стълб 9 са показани прогнозните резултати от предишния модел, точка 3, таблица 2.

Използваният софтуерен продукт MAPC позволява да се начертаят и зависимостта на зависимата величина P_{out} като функция на два от предикторите. На фиг. 2 е показана такава зависимост. Графичното представяне на получените резултати помага за по-добрият анализ на влиянието на предикторите на изходната лазерна мощност. В конкретния случай от фиг. 3 се

вижда, че оптималните стойности на двата предиктора са в границите P_{in} [4.5-5], P_{H2} [0.5-0.6].

Таблица 5. Предсказани стойности с MARS модел от втори ред

опит	D	dr	L	P_{in}	PL	P_{H2}	R2	Pout Pred за V_i	R2	Модел от 2 ред MARS	R2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V0	58	58	200	5.00	11.250	0.60	0.946	119.547	0.969	120.104	0.975
V1	58	58	200	5.05	12.625	0.60	0.945	120.215	0.969	121.069	0.975
V2	60	60	210	5.10	12.143	0.62	0.944	123.602	0.969	126.767	0.975
V3	65	63	215	5.15	11.977	0.65	0.944	129.408	0.969	132.624	0.975
V4	68	65	220	5.20	11.818	0.67	0.943	133.502	0.969	137.403	0.975
V5	70	68	225	5.25	11.667	0.69	0.942	137.612	0.969	142.296	0.975
V6	75	73	230	5.30	11.520	0.70	0.942	143.673	0.969	145.996	0.975



Фиг. 3. Графика на зависимостта на изходната лазерна мощност P_{out} като функция на величините P_{in} и P_{H2} .

5. Заключение

Представените резултати в таблица 2 показват, че и двата използвани модела имат добро съвпадение с известни експериментални данни. Прогнозните резултати са близки по значение, което е сериозен тест за адекватност на моделите. MARS моделът превъзхожда по-рано развития параметричен регресионен модел по своята точност и достоверност, стойностите на R^2 в колонна 12, таблица. 2 са по-добри от тези на параметричния модел, колонна 10. Непараметричните модели по-добре отчитат локалните промени в изследваните величини и позволяват да се провеждат по-всеобхватни изследвания.

Литература

[1] Ил. Илиев, Факторен и регресионен анализ на CuVr лазер, Сборник популярни и научни доклади «Дни на физиката 2011, София, 13-16 Април, 2011, Издателство на техническия университет София, 154-161.

[2] Snezhana Georgieva Gocheva-Ilieva, Iijcho Petkov Iliev, Statistical Models of Characteristics of metal Vapor Lasers. Nova Science Publishers, New York, 2011,194.

ГЕОФИЗИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ (ДАННИ И РЕЗУЛТАТИ) НА ОСТРОВ ЛИВИНГСТЪН - АНТАРКТИДА

Бойко Рангелов¹, Мария Великова¹ и Ивайла Карабельова¹

¹ Геологопроучвателен Факултет, Минногеоложки Университет, София,
e-mail: branguelov@gmail.com

*Резюме. Представени са данните и основните резултати от измерванията на радиоактивност (РА) и магнитна възприемчивост (МВ) на скалите в района на Българската Антарктическа База (БАБ) на остров Ливингстън. Показано е, че измерванията *in situ* по определена методика (наречена минипрофилиране) и с подбрана надеждна апаратура, може да служи за диференциация на скалните комплекси в полеви условия. Изненадващ резултат е установяването на повишена радиоактивност в седиментния комплекс Майерс-Блъф, разкриващ се около БАБ. Източникът на тези аномалии е от повишени съдържания на изотопите K^{40} и Th^{232} .*

Ключови думи: геофизични изследвания, радиоактивност, магнитна възприемчивост, Антарктида.

1. Увод

Регулярните експедиционни измервания в района на Българската Антарктическа База (БАБ) дават възможност за комплексни геофизични изследвания – регионални и локални, за целите на геологията, разпределенията на различните геофизични полета и др. По време на експедицията 2011-2012 година, основното внимание на геофизичния проект, беше насочено към използването на надеждни геофизични методи, основаващи се на контрастните физични свойства на скалите, разкриващи се в района на БАБ и по-конкретно тяхната радиоактивност и магнитна възприемчивост.

Доколкото скалите в района на БАБ са много разнообразни [1, 2] по вид (седиментни, метаморфни и магмени) и по състав, то се очакваше, те да проявят тези си различия и в интегралните си характеристики на естествена радиоактивност и принудена магнитна възприемчивост. За целта бяха проведени поредица от измервания на скали с различни видими характеристики (цвет, ясни граници между скалните разновидности, видима твърдост, изветряне и др.) с цел съставяне на обучаваща извадка и последващо приложение в условия, където видимите различия не съществуват. Това изглаждане се получава вследствие на изветрянето, ледниковата преработка и други фактори премахващи в голяма степен видимите различия. За да бъдат диференцирани различните скални комплекси е използван предварителен модел за контрастност по различните физични свойства на различните скални формации [3, 4]. Този подход се оказа правилен и ефективен. Попътно бяха

реализирани и други полезни практики, като откриване на погребани скални късове с различни свойства от тези на вместващата среда и установяване на различия вследствие на хидротермални промени (особено в дайковите скали).

2. Техника и методика на измерванията

Използваните технически средства за измервания на радиоактивността и магнитната възприемчивост са стандартни за геофизични измервания от подобен вид.

За измерванията на радиоактивността е използван стандартен портативен интегрален дозиметър МКС с възможности за измерване на естествения гама и бета фон в единици на интегрална доза. Никъде по време на измерванията не бяха установени бета източници. Апаратурната точност на единично измерване е 0.01 mкSv/h, а диапазонът е от 0.01 mкSv/h до 100 mкSv/h, като единично измерване продължава около 1 мин.

За измерване на магнитната възприемчивост е използван портативен полеви прибор КТ-10 на фирмата TERRAPLUS с апаратурна точност от 0.001×10^{-3} SI единици и диапазон на измерване от 0 до 999×10^{-3} SI. Единичното измерване е с продължителност от около 30 сек.

Измерванията и по двата параметъра – РА и МВ са извършвани едновременно и успоредно, като за целта са подбрани гладки повърхности и са спазвани еднакви условия на единичното измерване – еднакъв натиск върху скалната повърхност при измерване на МВ, равна повърхност и еднаква геометрия при измерване на РА и др.

Методиката на измерване е наречена условно – „минипрофилиране”, доколкото разстоянията между точките на измерване варират от 10-15 см до 40-50 см. От всяка скална разновидност на всеки профил е вземана и скална проба за лабораторни изследвания – направа на шлифи за скална и рудна идентификация, химически анализ, рентгено-структурен анализ, спектрометрични изследвания на радиоактивността и др. За достоверност на измерванията, почти всеки измерен профил е фотодокументиран, а профилите впоследствие привързани към геоложката карта на района в мащаб 1:5 000.

3. Резултати и обсъждане

Получените резултати от измерванията са представени таблично (Табл. на измерванията) и част от тях - графично (фигури 1-9), с цел да се запази основната първична документация и тя да може да бъде използвана от други изследователи за други цели, доколкото получените данни са уникални и измерванията *in situ* трудно повторяеми.

Получените данни позволяват да бъдат очертани следните особености на наблюденията и получените от измерванията резултати:

Скалните разновидности с различен състав показват доста контрастни свойства по отношение на РА и МВ. Обобщените стойности на РА и МВ за различните скали разкриващи се в околностите на БАБ са обобщени и представени в таблица 1.

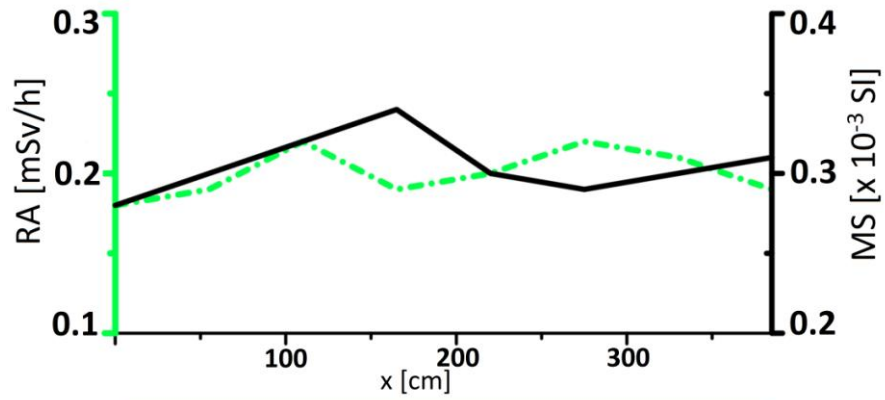
Таблица 1. Диапазон на РА и МВ за различните скали в района на БАБ.

Обект/Свойства	Радиоактивност [мкSv/h]	Магнитна възприемчивост [$\times 10^{-3}$ SI]	Местоположение
Лед/Вода	0.05-0.06	0	О-в Ливингстън
Пясък	0.12-0.13	4.1-4.9	О-в Ливингстън
Седименти	0.20-0.30	0.1-0.7	О-в Ливингстън
Диорит	0.10-0.12	20-30	О-в Ливингстън
Дайки:			О-в Ливингстън
Непроменени	0.09-0.12	50-60	О-в Ливингстън
Малко променени	0.08-0.13	11-25	О-в Ливингстън
Много променени	0.09-0.13	0.4-0.6	О-в Ливингстън
Полиметална руда	0.10-0.12	15-20	О-в Ливингстън
Калцит	0.15-0.18	0.01-0.05	О-в Ливингстън
Пегматит	0.12-0.14	0.2-0.8	О-в Ливингстън

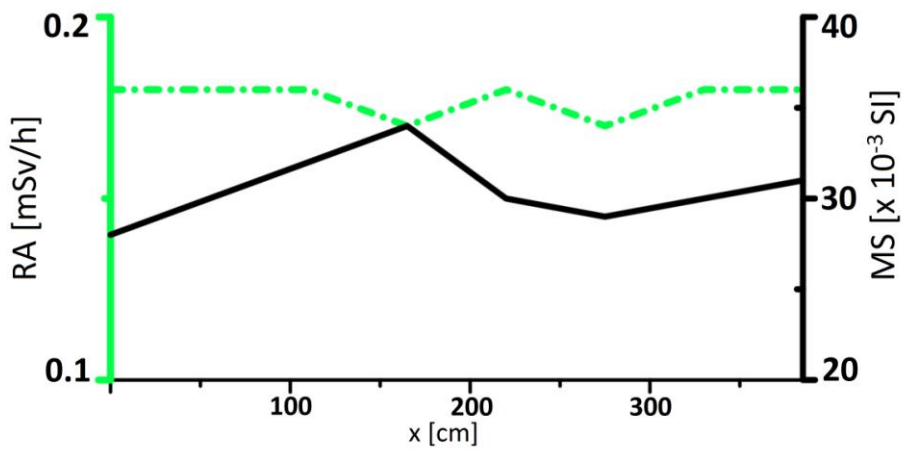
Най-силно променливи са свойствата на дайките, особено по отношение на МВ. Тази изменчивост се свързва с хидротермалната промяна на тези скали.

Изненада представляват високите стойности на радиоактивния фон на седиментите от формацията Майерс-Блъф. Допълнителните изследвания на тази радиоактивност са извършени на спектрометър в РА лаборатория на МОСВ и показаха, че тя се дължи на повишени съдържания на K^{40} (образец №3) и Th^{232} (образец №2) – и двата образца са взети in situ, докато най-слабо активният образец №1 е от плажните отложения (т.е. – най-вероятно е претърпял транспорт), като за сравнение е избран такъв, с включение от белемнит.

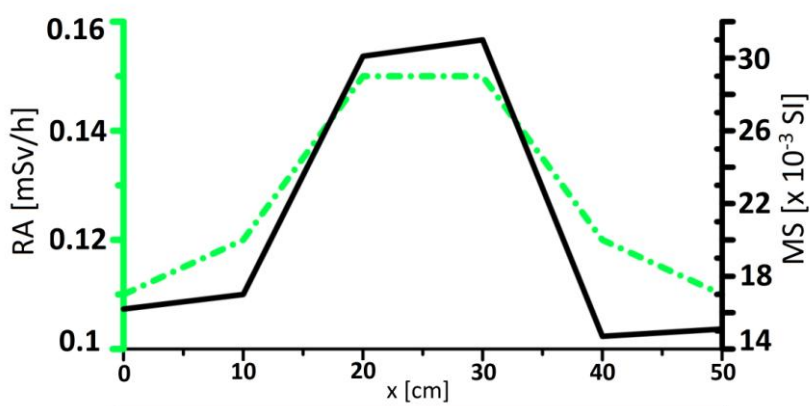
Илюстративни графики от измерванията на различни скални комплекси



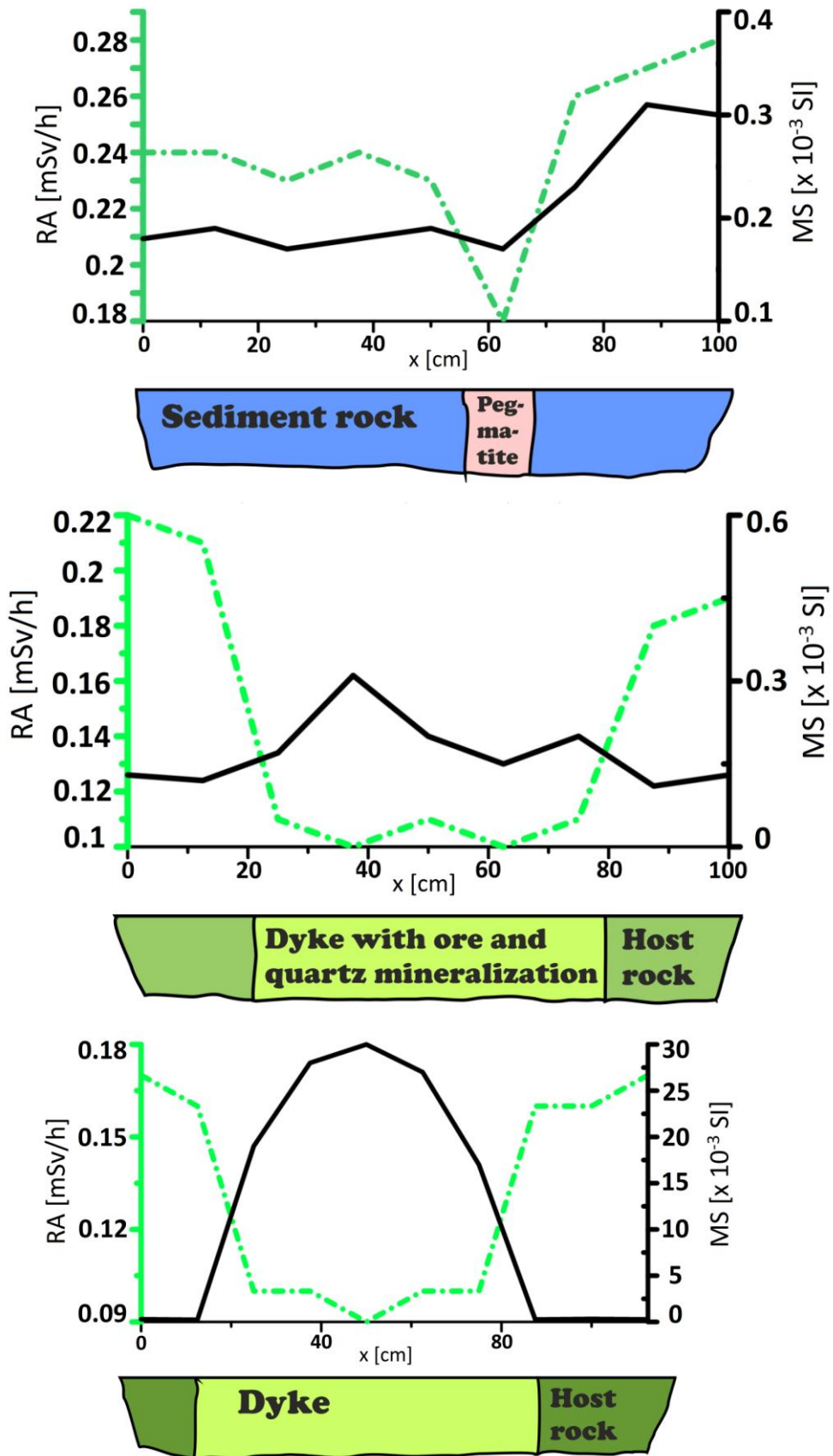
Homogeneous sediment rock



Huge dyke in the sea



Intrusive rock with xenolite



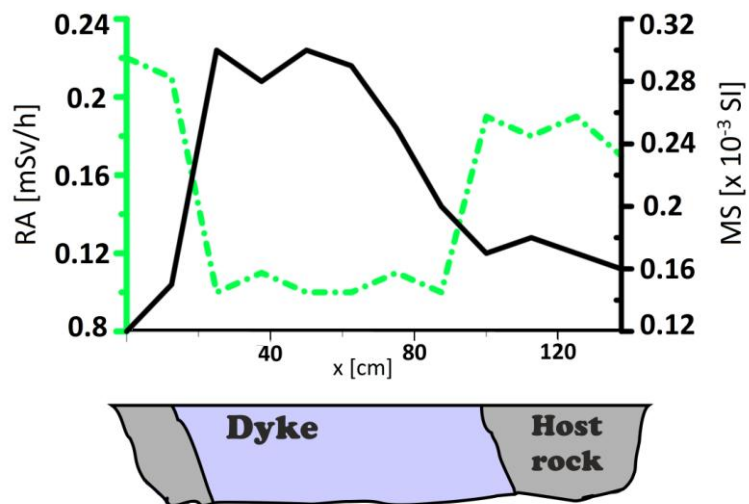
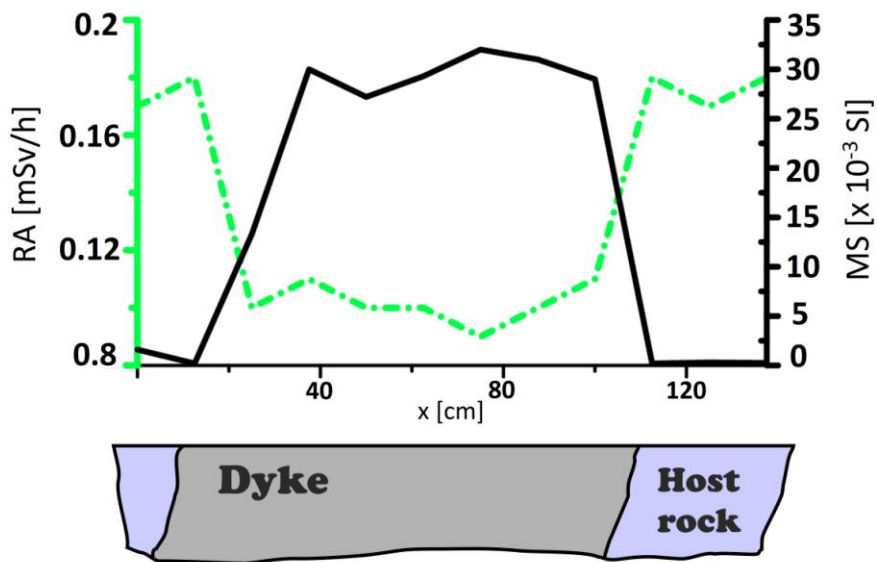
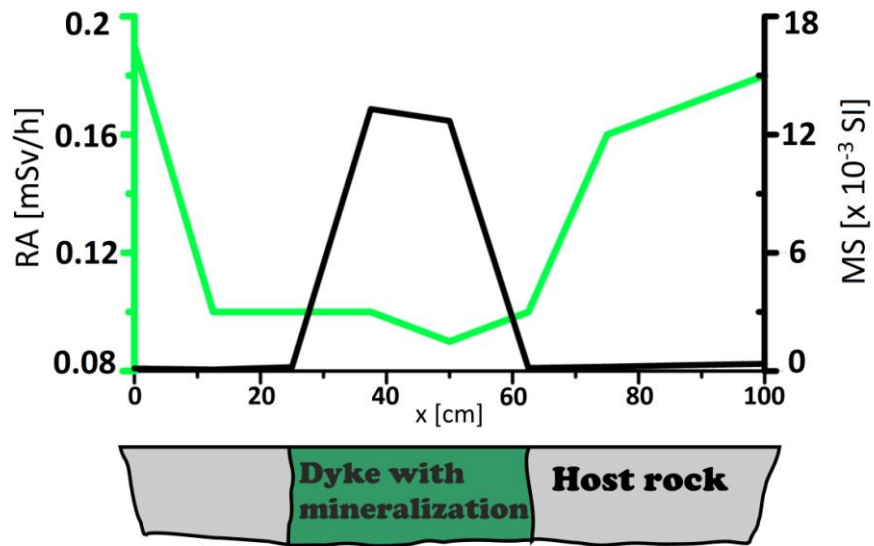


Table all measurements: No of measurement profiles are from 1 to 22. First column is radioactivity in mkSv/h and second – magnetic susceptibility in 10⁻³ SI units. The distance between measurement points at each profile is variable between 10-15 and 40-50 cm. The date of measurements is indicated as well. (Таблица на всички измервания)

1	5.12	2	5.12	3	5.12	4	5.12	5	5.12	6	5.12	7	7.12	8	11.12	9	9.12	10	9.12	11	10.12	12	10.12	13	10.12	14	15.12
0.28	0.15	0.20	0.7	0.12	4.6	0.12		0.09	1.46	0.11	0.51	0.22	0.12	0.17	1.6	0.14	0.20	0.17	0.43	0.22	0.3	0.19		0.17	0.29	0.22	0.13
0.29	0.25	0.19	0.6	0.13	4.1	0.11	10.0	0.10	1.35	0.10	0.51	0.21	0.15	0.18	0.2	0.13	0.21	0.16	0.49	0.23	0.4	0.10	0.08	0.16	0.23	0.21	0.12
0.11	11.7	0.19	0.45	0.12	4.3	0.12	10.0	0.10	0.44	0.12	0.47	0.10	0.30	0.10	13.3	0.10	0.44	0.12	57.0	0.22	0.37	0.10	0.2	0.10	19.0	0.11	0.17
0.10	20.7	0.21	0.5	0.12	4.2	0.11	1.0	0.10	2.7	0.11	0.43	0.11	0.28	0.11	30.0	0.10	0.42	0.12	65.0	0.23	0.42	0.10	13.3	0.10	28.0	0.10	0.31
0.09	25.2	0.19	0.4	0.11	4.5	0.12	0.2	0.09	1.0	0.10	0.18	0.10	0.30	0.10	27.2	0.09	0.37	0.12	67.9	0.24	0.50	0.09	12.7	0.09	30.0	0.11	0.20
0.10	24.1	0.20	0.38	0.12	4.2	0.12	1.0	0.10	1.5	0.09	4.7	0.10	0.29	0.10	29.3	0.10	0.40	0.18	75.6	0.23	0.47	0.10	0.16	0.10	27.0	0.10	0.15
0.11	14.1	0.19	0.40	0.13	4.3	0.11	12.0	0.10	1.2	0.10	3.3	0.11	0.25	0.09	32.0	0.10	0.41	0.13	60			0.16	0.22	0.10	17.0	0.11	0.20
0.27	0.17			0.12	5.1	0.12	13.0	0.09	0.4	0.11	2.5	0.10	0.20	0.10	31.0	0.10	0.39	0.18	0.37			0.17	0.30	0.16	0.26	0.18	0.11
0.28	0.19			0.13	6.2			0.10	4.3	0.12	2.4	0.19	0.17	0.11	29.0	0.11	0.40	0.19	0.56			0.18	0.37	0.16	0.32	0.19	0.13
				0.12	5.5					0.11	1.3	0.18	0.18	0.18	0.2	0.16	0.18	0.18	2.55					0.17	0.27		
				0.11	4.5					0.12	6.5	0.19	0.17	0.17	0.3	0.15	0.19										
				0.12	4.4					0.12	4.7	0.17	0.16	0.18	0.25	0.16	0.20										
										0.11	3.2																
										0.12	0.6																
										0.12	0.4																
										0.11	0.2																
										0.12	0.3																
15	15.12	16	15.12	17	17.12	18	17.12	19	17.12	20	17.12	21	17.12	22	17.12												
0.17	0.22	0.24	0.18	0.11	16.2	0.09	2.9	0.07		0.12	16.7	0.18	28	0.18	0.28												
0.18	0.17	0.24	0.19	0.12	17.0	0.09	2.7	0.14	3.0	0.11	16.8	0.18	30	0.19	0.30												
0.17	0.23	0.23	0.17	0.15	30.1	0.10	3.1	0.13	4.0	0.12	17.2	0.18	32	0.22	0.32												
0.18	0.31	0.24	0.18	0.15	31.0	0.09	3.6	0.14	3.1	0.12	16.8	0.17	34	0.19	0.34												
0.19	0.14	0.23	0.19	0.12	14.7	0.09	3.8	0.13	2.9	0.14	10.6	0.18	30	0.20	0.30												
0.20	0.17	0.18	0.17	0.11	15.1	0.10	4.1	0.14	1.7	0.14	0.4	0.17	29	0.22	0.29												
0.19	0.22	0.26	0.23			0.09	4.2	0.08	2.1	0.13	0.38	0.18	30	0.21	0.30												
0.17	0.3	0.27	0.31			0.10	3.5	0.07	2.8	0.12	0.42	0.18	31	0.19	0.31												
0.18	6.0	0.28	0.30					0.08	2.9	0.11	16.1																
0.07	11.0									0.10	14.3																
0.08	28.0									0.10	19.1																

4. Изводи и заключение

Направените изследвания показват ефективността на експерименталните измервания и получаваните резултати

Магнитната възприемчивост и естествената радиоактивност са физични свойства на скалите, които могат да се използват за скалната диференциация *in situ* направо в полеви условия. Това е полезна практика, която силно подпомага изследователите около БАБ, защото може да се извършва с портативна апаратура, с достатъчна точност и в тежките условия на о-в Ливингстън.

Налага се убеждението, че вземането на проби от скалните разновидности от профилите на измерванията, могат силно да подпомогнат интерпретацията на получаваните данни и резултати.

Литература

[1] Ranguelov B., Seismic signals registered on the Livingstone Island (Antarctic South Shetlands) and some implications for the seismic hazard purposes., Alb. Journal of Natural & Technical Sciences.,2001(1), p. 131-139.

[2] Рангелов Б., Дистанционни и наземни наблюдения при изучаване на геодинамиката на о-в Ливингстън, Антарктида., Сб.Докл. Юб.н.сесия "40 г . от първия полет на човек в Космоса. т.2, 2001, с.209-216.

[3] Рангелов Б., Р.Гюров, А. Близнаков., 2002, Природни опасности на о-в Ливингстън и методи за защита от тях., Сб.Докл. межд. конф. "ВСУ2002", 29-31 Май., София, сек.VI, с. 7-11.

[4] Ranguelov B., Complex geological and geophysical investigations in Antarctica., Ann. of the M&G University., Sofia, 2002, pp. 117-120.

РЕГИСТРАЦИЯ И ОБРАБОТКА НА СЕИЗМИЧНИ ДАННИ - ПОВИШАВАНЕ НА РАЗРЕШАВАЩАТА СПОСОБНОСТ

Мая Григорова¹

¹ Геологопроучвателен факултет, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски”,
София 1700, ул. Проф. Боян Каменов, e-mail: maya_mgu@abv.bg

Резюме. Сеизмичните проучвания намират широко приложение в процеса на търсене и проучване на въглеводородни залежи. Нарастващите потребности от енергийни суровини изискват непрекъснато усъвършенстване както на методите и средствата за търсене и проучване на нови находища, така и на процедурите прилагани при обработката на сеизмичните данни. Търсят се разнообразни подходи за получаване на високоразрешаващи изображения, които позволяват все по-детайлно да бъде изследван всеки сантиметър от получените сеизмични разрези, което от своя страна да доведе до повишаване достоверността на последващата интерпретация на данните.

Ключови думи: сеизмични данни, разрешаваща способност, деконволюция, миграция.

1. Въведение

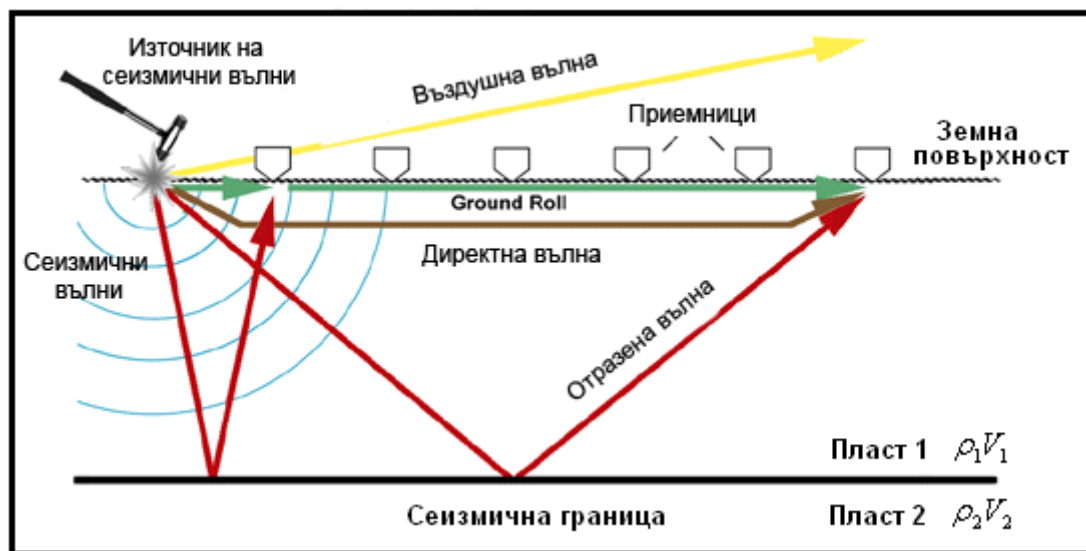
Основен етап при проучването на въглеводородни залежи е провеждането на сеизмични проучвания. В ерата на високите технологии, основна част от едно сеизмичното проучване е компютърната обработка на сеизмичните данни. През последните години развитието на компютърните технологии дава силен тласък на сеизмичните проучвания, като позволява да се преодолеят редица ограничения свързани с големият обем на регистрираните сеизмични данни и времето необходимо за тяхната обработка. Благодарение на специализирани софтуерни продукти става възможно постигането на висока разрешаваща способност на данните, което от своя страна води до повишаване достоверността на последващата интерпретация на данните.

Основна цел, явяваща се същевременно и проблем залегнал в обработката на сеизмични данни е постигането на оптимално съотношение сигнал – шум на данните. В един идеален случай регистрираните данни не съдържат шум и това съотношение е максимално, а резолюцията на полученото изображение относително висока. На практика обаче, данните винаги съдържат определено количество шум, което може да се дължи на редица технически, геоложки, антропогенни и други фактори, свързани с характеристиките на използваната апаратура, избраните параметри на проучването, интервала на регистриране на данните (както по време, така и в пространството), наличие в близост до изследваната площ на пътища и ж.п. линии, климатичните условия в момента

на регистриране на данните (наличие на вятър, валежи и др.). При обработката на сеизмичните данни един от основните моменти е подбирането на процедури, чрез които да се потисне влиянието на пречещите фактори и да се запази високо честотната компонента на сигнала. По такъв начин чрез подходящо избрани обработващи процедури за всеки конкретния случай, става възможно постигането на достоверен сеизмичен разрез подходящ за геоложка интерпретация.

2. Основни елементи при полевите изследвания

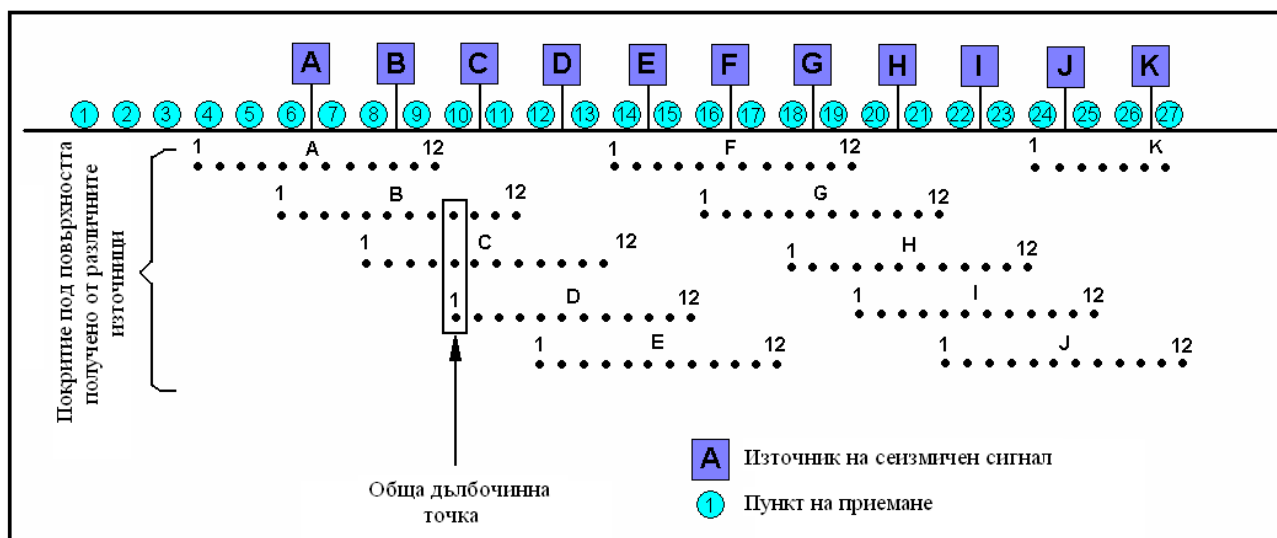
При извършване на полевите сеизмични работи има строго определена последователност на работа на уредите. Освободената в земята сеизмична енергия се придвижва под земната повърхност под формата на сеизмични вълни – директни, отразени, пречупени. Генерираните от източника сеизмични вълни преминават през обема на земната среда, като се модифицират в зависимост от строежа ѝ, като достигат по различни пътища до сеизмичните приемници, където се трансформират в електрични сигнали. След това посредством кабели или по радиовръзка тези електрични сигнали се предават до записващата сеизмична станция, където се трансформират в определен формат на запис и се записват на твърд носител. Накрая данните се препращат към център за обработка на сеизмични данни, което се явява следващият етап от работата при едно сеизмично проучване.



Фиг. 1. Илюстрация на полево сеизмично проучване.

Съществуват различни системи за регистриране на данните, в зависимост от различното разположение на сеизмичната станция и приемниците. Най-широко прилаганият метод за регистрация на отразени вълни е методът на общата дълбочинна точка, поради възможността при използването на този метод да се потискат пречещите вълни и така да се подобри значително съотношението

сигнал-шум на данните. При метода обща дълбочинна точка, различните сеизмични станции се подреждат така, че дълбочинните точки теоретично да се припокриват и трасетата да имат различни пътища на придвижване на сигнала, но общи дълбочинни точки [1].



Фиг. 2. Схема на формиране на натрупването на сигнала [1]

По този начин трасета от различни записи изобразяват една и съща дълбочинна точка няколко пъти. Така се получава натрупване и се повишава качеството на изображението. В много случаи поради редица теренни ограничения е невъзможно постигането на висока кратност, което от своя страна води до по-неуверени резултати и затруднява интерпретацията на сеизмичните разрези.

3. Основни фактори оказващи влияние върху разрешаващата способност на сеизмичните данни

Сеизмичните данни се състоят както от полезен сигнал (еднократни отражения), така и от други разнообразни пречещи вълни. Основна задача на обработващите процедури е да отслабят действието на смущаващите фактори за да се подобри съотношението сигнал-шум. При наличие на точни сеизмични данни, без наличие на шум, резолюцията би била относително висока.

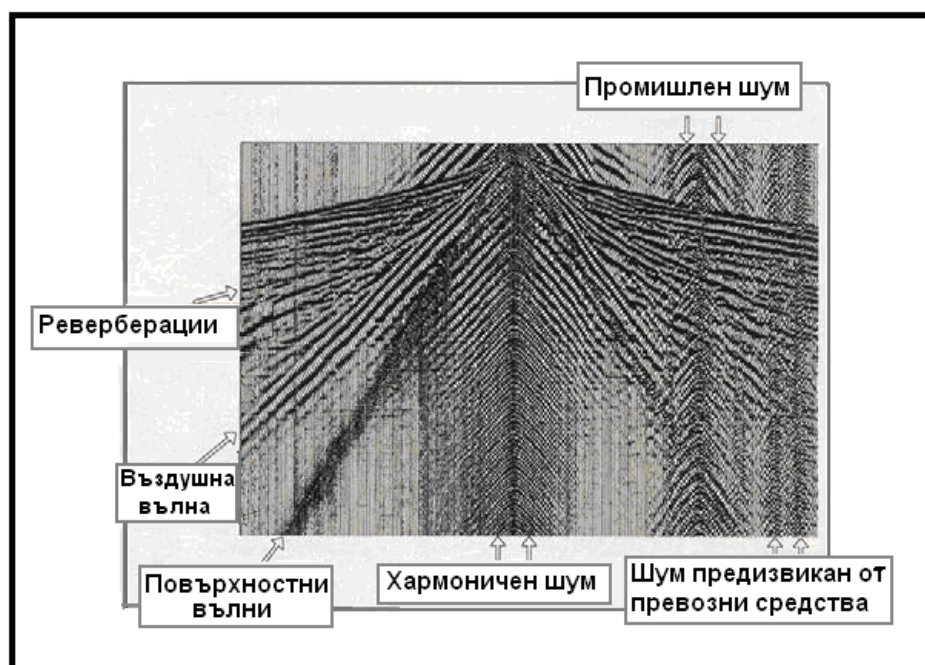
Разрешаващата способност (резолюцията) се отнася до дефиниране на минималното разстояние между два обекта, така че те да бъдат отчетливо разграничени един от друг. В сеизмичните методи резолюцията може да се разглежда в два аспекта:

Вертикална резолюция, отнасяща се до това колко раздалечени (в пространството или във времето) трябва да бъдат две отразяващи граници, така че да бъдат наблюдавани като отделни обекти. При обработката на сеизмичните данни се цели да се потисне влиянието на пречещите фактори и да се запази

високо честотната компонента на сигнала. За повишаване вертикалната резолюция на сеизмичните данни се прилага основно деконволюция, която разширява честотния спектър на данните и потиска пречещите вълни.

Хоризонтална резолюция, отнасяща се до това колко раздалечени трябва да са два обекта в даден пласт за да се наблюдават като отделни елементи в пласта. Основен критерий за оценка на хоризонталната резолюция е големината на зоната на Френел. Като цяло големината на зоната на Френел нараства в дълбочина, а пространствената резолюция се влошава. По такъв начин големината на зоната на Френел е основен критерий за оценка на хоризонталната резолюция. Като основен способ за повишаване на хоризонталната резолюция се разглежда процедурата миграция.

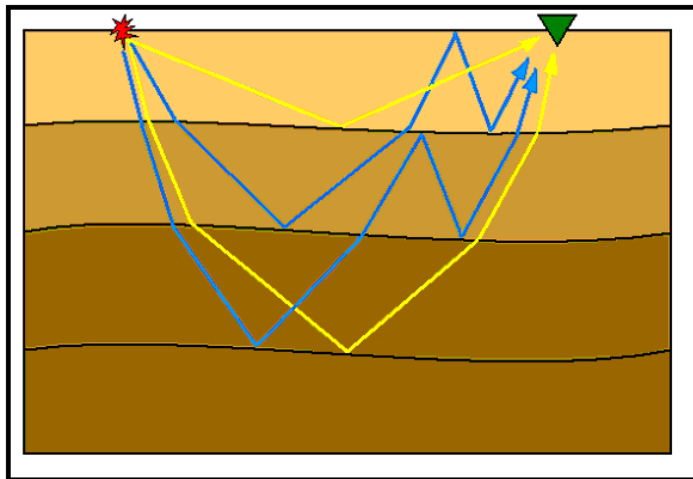
На практика сеизмичните данни съдържат значително количество шум, поради което се прилагат редица процедури с цел да се минимизира влиянието му върху данните. Най-общо шумът може да се класифицира в две категории – кохерентен и некохерентен (случаен шум). Характерно за кохерентния шум е, че той може да се проследи в няколко съседни трасета. Към кохерентния шум се отнасят кратните вълни, директната вълна, повърхностните вълни, страничните вълни, вълни разпространяващи се в един пласт. Некохерентният шум от своя страна има случаен характер и не се корелира от трасе на трасе. Некохерентен шум може да бъде регистриран като резултат от различни малки геоложки нееднородности в плитката част на разреза, а също и въз основа на различни фактори на средата – вятър, инфраструктурни фактори, човешка дейност.



Фиг. 3. Различни видове пречещи вълни [2]

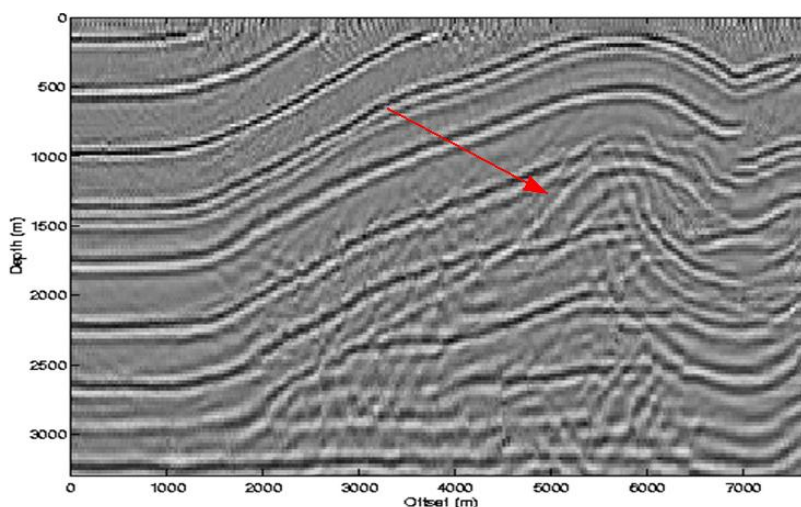
В сеизмичните изследвания се счита, че цялата енергия, която се получава като сигнал има само едно отражение от под-повърхностен слой [3]. На

практика обаче акустичните вълни могат да се отразят няколко пъти под повърхността, променяйки своята посока на движение, което води до появата на така наречените кратни вълни. Кратните вълни се считат за пречещи и по тази причина трябва да бъдат премахнати от сеизмичните данни, за да се избегнат по-нататъшни грешки в обработката и интерпретацията на данните.



Фиг. 4. Реалните отражения се отразяват само веднъж в посока нагоре (жълтите линии), докато кратните вълни имат поне едно отражение в посока надолу (сините линии) [3].

Сеизмичните данни най-общо се състоят от наслагването на реалните отражения с различни видове пречещи вълни. В случай, че отразяващата граница не е плоска, а наклонена повърхнина се наблюдава явлението дифракция. Дифракцията е явление наблюдавано на сеизмичния запис като отражение с ясна хиперболична форма. Тя произлиза от една точка и може лесно да бъде разпозната по въпросната хипербола, която описва, защото хиперболата влиза в конфликт с останалите реални отражения на сеизмичния запис.



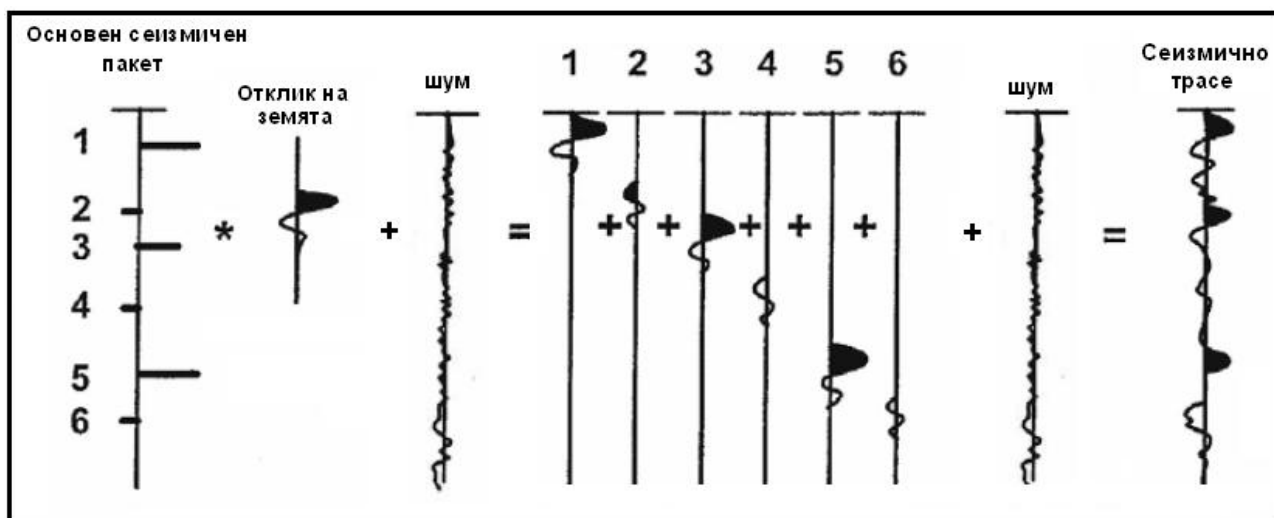
Фиг. 5. Изображение на дифракция [4]

Дифрагиралите вълни са носители на определена геоложка информация, която в редица случаи се използва за изясняване на тектонския строеж. Тези вълни се образуват от дифракционни точки (възли), разположени на различни дълбочини в земната кора [5]. Такива точки могат да бъдат ръбове на разсеци, разломи, вертикални контакти, локални нееднородности в геоложкия строеж.

4. Класически подходи и възможности за повишаване резолюцията на сеизмичните изображения при обработката на сеизмичните данни

С въвеждането в употреба на дигиталните записи, стандартната обработка на сеизмичните данни непрекъснато се развива и усъвършенства. Една от основните задачи на обработващите процедури е насочена към оптимизиране на възможностите за повишаване разрешаващата способност на изображенията и по този начин повишаване качеството на резултатите от обработката.

Един от най-важните аспекти от обработката на сеизмичните данни включва разкриването на полезния сигнал чрез потискане на различните видове шум. При създаването си във взривния пункт сеизмичният сигнал започва да се разпространява в земята. Земята от своя страна реагира по специфичен начин на този сигнал, като го модифицира. Взаимодействието между двата сигнала се нарича конволюция.



Фиг. 6. Модел на конволюция на сигнала

Уравнението на конволюцията може да се представи по следният начин:

$$x(t) = \omega(t) * e(t) + n(t), \quad (1)$$

където:

$x(t)$ - Записана сеизмограма;

$\omega(t)$ - Основен сеизмичен пакет;

$e(t)$ - Отклик (реагиране) на земната среда;

$n(t)$ - Шум.

От уравнението на конволюцията се вижда, че записаната сеизмограма е получена като произведение на основния вълнови пакет с отклика на земята. Така получената сеизмограма практически не съдържа шум. Тъй като това на практика е невъзможно към данните обикновено се добавя шум и така се получава сеизмограма съответстваща на уравнението на конволюцията. От уравнението е известно само $x(t)$, следователно за да се получи информация и за останалите компоненти от уравнението се прилага деконволюция (т.е. обратен процес на конволюцията) – изчислява се отклика на земята $e(t)$, като се премахва влиянието на източника $\omega(t)$ и шума $n(t)$ от данните. С други думи, деконволюцията трябва да "предвиди" чрез линейни филтри всички негативни ефекти върху сеизмичния запис и след това да проектира и приложи обратни такива върху записа. Деконволюцията изменя амплитудния спектър на данните към високите честоти, като едновременно с това потиска реверберациите и кратните вълни и по този начин значително повишава разрешаващата способност на данните. На практика след прилагане на деконволюция в данните би трябвало да се наблюдават само отражения от реални геоложки граници. Следователно, деконволюцията се разглежда като основен способ за повишаване на вертикалната резолюция на изображенията.

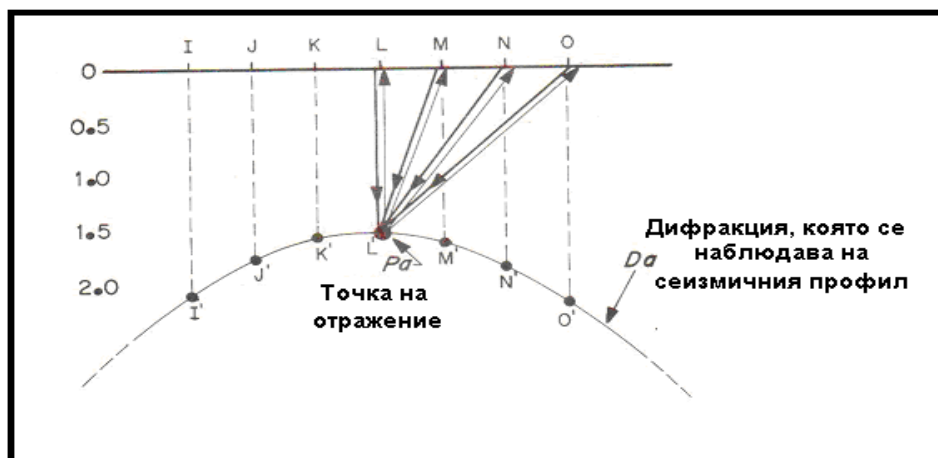
В определени случаи отражателната граница може да се опише като съвкупност от множество близко разположени една до друга точки на дифракция. Поради тази причина като основен способ за повишаване на хоризонталната резолюция се разглежда процедурата миграция. Миграционно преобразуване на сеизмични данни се нарича процесът, при който сеизмичните данни, отразени от редица общи дълбочинни точки, биват преместени до техните теоретично правилни позиции в под-повърхностната среда [6]. Тези позиции се определят в зависимост от разпространението на вълновия фронт в дълбочина, вземайки в предвид времената на пристигане на отразените вълни, наклона на отразяващата граница и скоростта на вълните в съответната среда.



Фиг. 7. Принцип на действие на миграция [1]

По такъв начин миграцията премества дифракционните възли, получени в точката на отражение, до техните реални позиции в под-повърхностното пространство.

За определяне на положението, във времето и пространството, където отражението ще бъде преместено след миграцията може да се изхожда от дифракционната диаграма [1].



Фиг. 8. Илюстрация на дифракционна диаграма [1]

Дифракционната диаграма се определя от скоростта на разпространение на сеизмичните вълни и показва как би изглеждала точката на отражението на нормален сеизмичен разрез. На фигура 8 е показана точка на отражение с време P_a , която се изобразява на сеизмичния разрез като дифракционна точка от кривата D_a . Правата NN' представлява пътя, който вълната изминава от точка N до точка N' за време P_a . След миграция на практика всяка точка от кривата D_a ще бъде преместена в точката на отражение на върха на кривата с време P_a .

По такъв начин чрез репозициониране на наклонените отражателни повърхнини до техните предполагаемо правилни места в под повърхностната среда, процедурата миграция се разглежда като основен метод за повишаване на пространствената хоризонтална разрешаваща способност на данните и се явява крайният етап на обработващите процедури.

5. Заключение

При оценка на възможностите и ограниченията пред регистрацията и обработката на сеизмичните данни има няколко възлови момента, които оказват влияние върху разрешаващата способност на крайните сеизмичните разрези.

- На първо място това е качеството на входните данни, които постъпват към центровете за обработка. За постигането на задоволителни резултати е препоръчително постъпилите данни да бъдат с достатъчна кратност, необходима за коректното изпълнение на подбрения граф на обработка.

- Влиянието на различните етапи от обработката върху разрешаващата способност на сеизмичните данни се оценява на базата на възможностите за максимално добро проследяване на реалните геоложки граници за целите на надеждна геоложка интерпретация на получените сеизмични разрези.

- Разгледани са методите на деконволюция и миграция, които се оказват ефективни инструменти за повишаване на разрешаващата способност на сеизмичните данни.

Благодаря на “РЕКСИМсеиз” ООД за предоставените сеизмични данни, както и за програмните продукти (ProMAX® Family Seismic Data Processing Software), с помощта на които е осъществена експерименталната част на доклада и са получени представените резултати.

Литература

- [1] Leskinen, D., 1975, Introduction to command seismic processing, Petty-Ray Geophysical, Inc.
- [2] <http://tle.geoscienceworld.org/content/24/Supplement/S46/F7.expansion>
- [3] Verschuur, D. 2006, Seismic Multiple Removal Techniques – past, present and future, EAGE Publications.
- [4] <http://utam.geophys.utah.edu/ebooks/index.gg5220.html>
- [5] Добрев, Т. 1984, Сеизмични методи в геофизиката, Издателство Техника.
- [6] Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. 1990, Applied Geophysics, Second Edition, Cambridge University Press

КРИВОЛИНЕЙНИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ В ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИ ЗАДАЧИ ЗА СИСТЕМИ ЛИНЕЙНИ ЗАРЯДИ

Димитър Г. Стоянов

ИПФ-Сливен на ТУ-София, Сливен, бул. Бургаско шосе 59
e-mail: dgstoyanov_ipf@abv.bg

Резюме. В работата се определя електричното поле на система от линейни заряди с цилиндрична симетрия. Получени са изразите за потенциала на електричното поле в различни представяния. Определена е формата на екипотенциалните повърхности.

Ключови думи: електрично поле, потенциал на електрично поле, интензитет на електрично поле.

1. Увод

Изследването на таунсендов или коронарен разряд между система електроди „острие-острие” или „острие-плоскост” изисква познаването на електростатичното поле, създавано от такива два електрода [1]. Полето е силно нехомогенно, със специфична аксиална симетрия, която го прави непредставимо чрез други познати конфигурации на електродите. Това налага да се определи коректно полето, създавано от такива системи електроди, с цел коректно описание на плазмо-химическите процеси, протичащи в тези разряди.

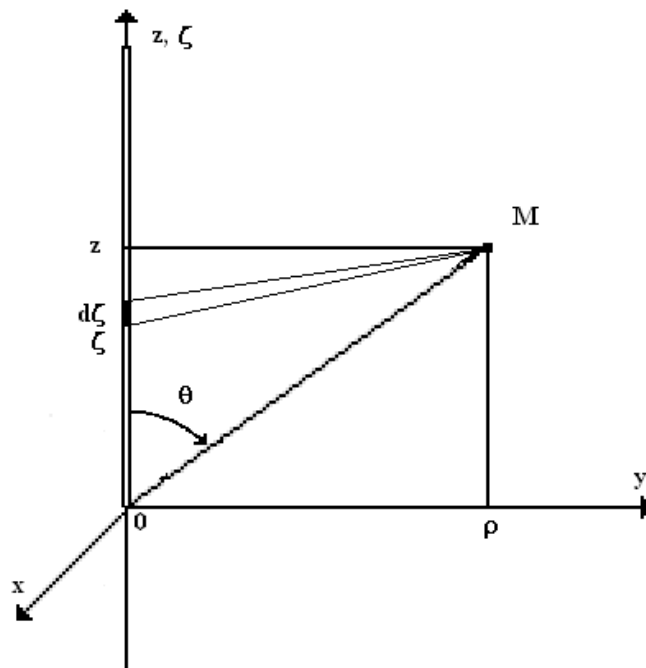
Възможен изход е разглеждането на набор от примери, в които при добре избрана симетрия на задачата решението на задачата да се получава лесно и с прости средства. Например, в такива задачи може да бъде изследвано полето, създавано от система линейни заряди с еднакви или противоположни знаци на зарядите, разположени в пространството. Получените решения ще позволят да се получат и анализират хода на зависимостите на потенциала и интензитета на електричното поле. Освен това ще се получи информация и за формата на силовите линии на електричното поле. Това може да се постигне чрез използване на криволинейни координатни системи.

Получаването на математическите изрази за потенциала и интензитета на електричното поле на прости пространствени конфигурации от електроди или системи линейни заряди с цилиндрична симетрия е полезно и интересно и от педагогическа гледна точка. Изучаването и анализът на математическите зависимости, усвояването на подхода за решаване на такива задачи, придобиването на опит и впечатления от различни видове конфигурации е най-добрият начин за изучаване на теорията на електричното поле.

Цел на настоящата работа е определяне на потенциала на електричното поле на система от линейни заряди с цилиндрична симетрия.

2. Общ подход към проблема

Общият подход за определяне на потенциала на електрично поле на заредена нишка се състои в следното [2]:



Фиг. 1. Геометрия на задачата

Разглеждаме безкрайно тънка и безкрайна нишка, която лежи върху оста **OZ** на декартова координатна система. Нишката е заредена с линейно разпределен електричен заряд $\lambda(\zeta)$. Поради такова разположение на нишката можем да очакваме аксиална симетрия по отношение на оста **OZ**.

Нека точката **M**, в която търсим създаденото електрично поле е на разстояние ρ от оста **OZ** и лежи на височина z спрямо равнината **XOY** на координатната система. Без ограничение на общността на разглеждане, можем да приемем, че точката лежи в равнината **YOZ**. Разглеждаме безкрайно малка част от нишката $d\zeta$, която има координата ζ по оста **OZ**. Върху тази малка част от нишката имаме безкрайно малък електричен заряд dq

$$dq = \lambda(\zeta).d\zeta \quad (1)$$

където $\lambda(\zeta)$ е линейната плътност на електричния заряд върху нишката. Предполагаме, че системата е във вакуум с диелектрична проницаемост ϵ_0 .

Частта от нишката се намира на разстояние от точката **M**, равно на

$$r = \sqrt{(\zeta - z)^2 + \rho^2} \quad (2)$$

Потенциалът на полето, създаден от тази безкрайно малка част от нишката в точката **M** можем да запишем [2]

$$d\varphi = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{\lambda(\zeta) \cdot d\zeta}{\sqrt{(\zeta - z)^2 + \rho^2}} \quad (3)$$

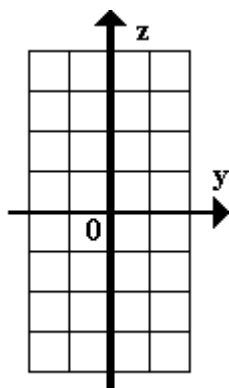
Тогава, потенциалът на полето, създаден от цялата нишка ще бъде [2]

$$\varphi(\rho, z) = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\lambda(\zeta) \cdot d\zeta}{\sqrt{(\zeta - z)^2 + \rho^2}} \quad (4)$$

3. Приложение в частни случаи

В този раздел ще приложим посоченият по-горе общ подход в частни случаи, при който ще имаме различно разпределението на заряда по нишката $\lambda(\zeta)$.

3.1 Пример 1



Фиг. 2. Пример 1

Имаме разпределение на електричния заряд по оста **OZ** от вида:

$$\lambda(z) = \lambda, \quad \forall z \quad (5)$$

Заместването на (5) в (4) дава [2, 3]

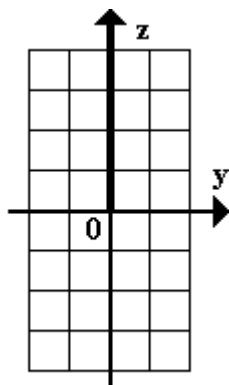
$$\varphi(\rho, z) = -\frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \ln \left| \frac{\rho}{a} \right|. \quad (6)$$

Тук **a** е линеен параметър, който играе роля на интеграционна константа.

Еквипотенциалните повърхности са цилиндрични повърхнини с радиус ρ , а силовите линии са прави, излизащи от оста **OZ** и перпендикулярни на нея.

3.2 Пример 2

Ще предполагаваме, че разпределението на заряда (фиг.3) по нишката $\lambda(\zeta)$ е такова, че:



Фиг. 3. Пример 2

$$\lambda(z) = \begin{cases} \lambda, & z > 0, \\ 0, & z \leq 0. \end{cases} \quad (7)$$

За определяне на потенциала на полето, заместваме в (4) посочените в (7) плътности на електричния заряд и получаваме [3, 5]

$$\varphi(\rho, z) = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{\rho^2 + z^2} - z}{a} \right|. \quad (8)$$

Тук a е линеен параметър, който играе роля на интеграционна константа.

Тук можем ползваме ортогонална криволинейна координатна система (σ, τ, ϕ) , известна още като параболична координатна система [4]. В тази координатна система линиите (повърхностите) с постоянни σ и τ представляват конфокални параболи (параболоиди в пространството), които са симетрични по отношение на оста OZ . Фокусът съвпада с края на нишката. Линиите (повърхностите) на двете координати са взаимно перпендикулярни в цялото пространство.

Между тази ортогонална криволинейна система и декартовата координатна система има следните връзки [4]:

$$x^2 = a^2 \cdot \sigma^2 \cdot \tau^2 \cdot \cos^2 \phi \quad (9a)$$

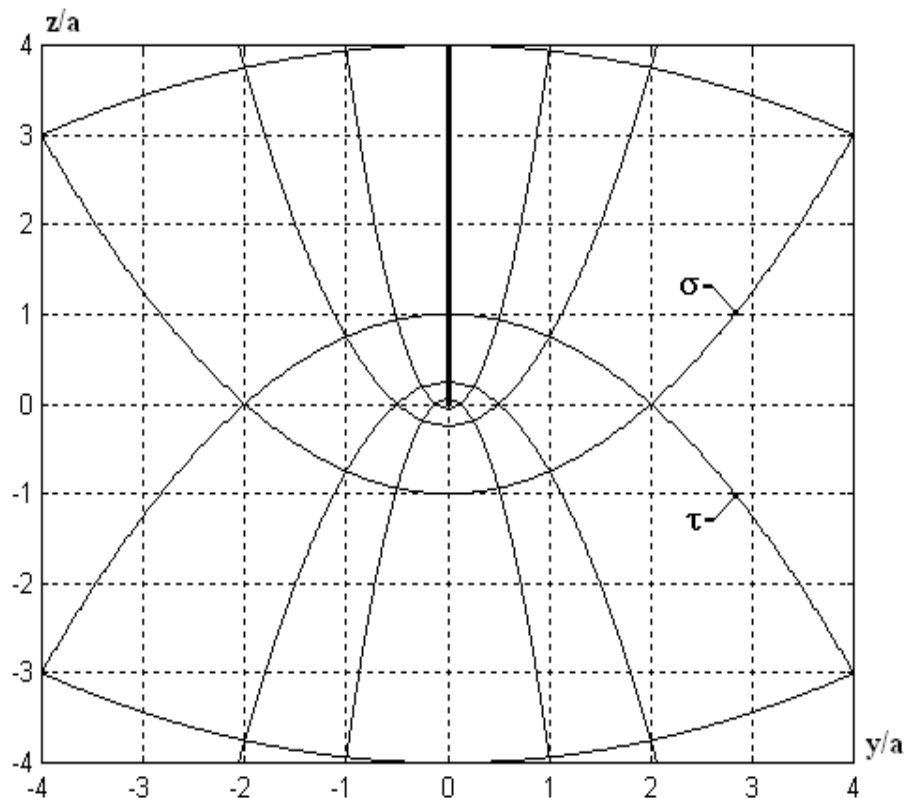
$$y^2 = a^2 \cdot \sigma^2 \cdot \tau^2 \cdot \sin^2 \phi \quad (9b)$$

$$z = \frac{a}{2} \cdot (\tau^2 - \sigma^2) \quad (9c)$$

където аргументите се изменят в диапазон: $\tau \in [0, +\infty]$ и $\sigma \in [0, +\infty]$.

От (8) и (9) получаваме

$$\varphi(\sigma, \tau) = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{\rho^2 + z^2} - z}{a} \right| = -\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln \sigma \quad (10)$$



Фиг.4. *Ход на σ - и τ -линиите в ортогоналната нелинейна координатна система*

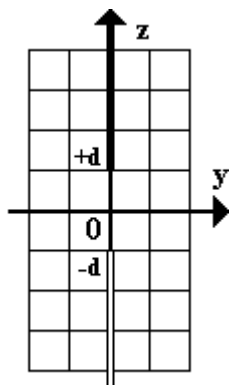
От (10) следва, че екипотенциалните криви (повърхности) съвпадат с σ -кривите на координатната система. σ -кривите имат уравнение на парабола с каноничен вид:

$$\frac{\rho^2}{a^2 \cdot \sigma^4} - \frac{2 \cdot z}{a \cdot \sigma^2} = 1 \quad (11)$$

Векторът на интензитета на електричното поле е тангенциален на τ -линиите, които се явяват силови линии на електричното поле. Уравнението на силовите линии има вида

$$\frac{\rho^2}{a^2 \cdot \tau^4} + \frac{2 \cdot z}{a \cdot \tau^2} = 1 \quad (12)$$

3.3 Пример 3



Фиг. 5. Пример 3

При този пример имаме разпределение на електричния заряд по оста **OZ** :

$$\lambda(z) = \begin{cases} +\lambda, & z > +d, \\ 0, & -d \leq z \leq +d, \\ -\lambda, & z < -d. \end{cases} \quad (13)$$

Замествайки (13) в (4) ще получим [3, 6]

$$\varphi(\rho, z) = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left[\frac{\sqrt{\rho^2 + (d+z)^2} + (d+z)}{\sqrt{\rho^2 + (d-z)^2} + (d-z)} \right]. \quad (14)$$

Тук може да се въведе ортогонална криволинейна координатна система (σ, τ, ϕ) , известна още като координатна система на разтегнатия елипсоид на въртене [4].

В тази координатна система съществуват конфокални двуфокусни хиперболоиди на въртене, с ос на симетрия оста **OZ**. Линиите (повърхностите) с постоянно τ представляват хиперболи (хиперболоиди). Линиите (повърхностите) с постоянно σ представляват елипси (елипсоиди). Като линиите (повърхностите) на двете координати са взаимно перпендикулярни в цялото пространство. Приемаме, че полюсите на тази координатна система лежат в краищата на нишките.

Между тази ортогонална криволинейна система и декартовата координатна система има следните връзки [4]:

$$x^2 = d^2 \cdot (\sigma^2 - 1) \cdot (1 - \tau^2) \cdot \cos^2 \phi \quad (15a)$$

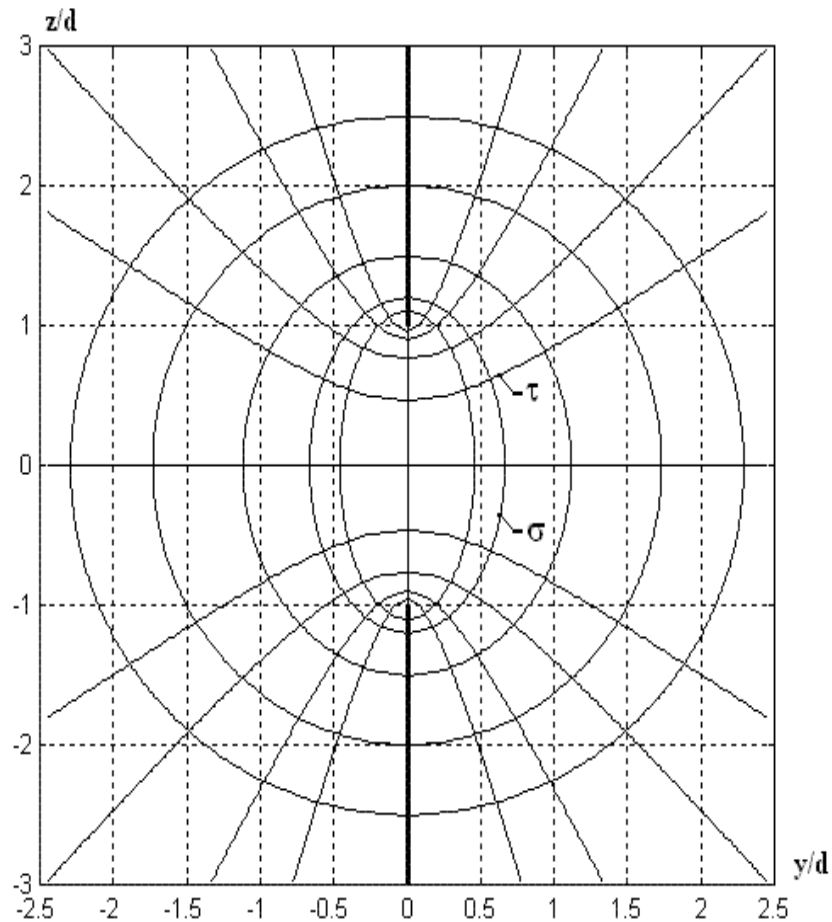
$$y^2 = d^2 \cdot (\sigma^2 - 1) \cdot (1 - \tau^2) \cdot \sin^2 \phi \quad (15b)$$

$$z = d \cdot \sigma \cdot \tau \quad (15c)$$

където аргументите се изменят в диапазон: $\tau \in [-1, 1]$ и $\sigma \in [1, +\infty]$.

От (14) и (15) получаваме

$$\varphi(\sigma, \tau) = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left[\frac{\sqrt{\rho^2 + (d+z)^2} + (d+z)}{\sqrt{\rho^2 + (d-z)^2} + (d-z)} \right] = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left[\frac{1+\tau}{1-\tau} \right] \quad (16)$$



Фиг.6. *Ход на τ - и σ -линиите в ортогоналната нелинейна координатна система*

От (16) следва, че екипотенциалните криви (повърхности) съвпадат с τ -кривите. Те представляват хиперболи, които имат канонично уравнение

$$\frac{z^2}{d^2 \cdot \tau^2} - \frac{\rho^2}{d^2 \cdot (1 - \tau^2)} = 1 \quad (17)$$

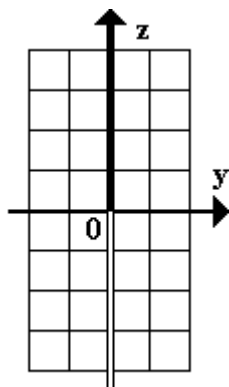
Векторът на интензитета е тангенциален на σ -линиите, които се явяват силови линии на електричното поле.

Уравнението на силовите линии има каноничен вид

$$\frac{z^2}{d^2 \cdot \sigma^2} + \frac{\rho^2}{d^2 \cdot (\sigma^2 - 1)} = 1 \quad (18)$$

Ако разстоянието $d \rightarrow 0$ (**Пример 4**) хиперболоидите се израздат в конуси, а елипсите в кръгове.

3.4 Пример 4



Фиг. 7. Пример 4

Това съответства на ново разпределение на електричния заряд по оста **OZ** :

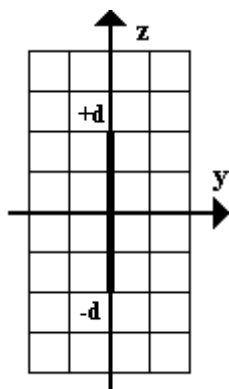
$$\lambda(z) = \begin{cases} \lambda, & z > 0, \\ -\lambda, & z < 0. \end{cases} \quad (19)$$

Замествайки (19) в (4) ще получим [3, 7]

$$\varphi(\rho, z) = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left[\frac{\sqrt{z^2 + \rho^2} + z}{\sqrt{z^2 + \rho^2} - z} \right] \quad (20)$$

3.5 Пример 5

Тук разпределението на електричния заряд по оста **OZ** има вида:



Фиг. 8. Пример 5

$$\lambda(\zeta) = \begin{cases} 0, & \zeta > +d, \\ \lambda, & -d \leq \zeta \leq +d, \\ 0, & \zeta < -d. \end{cases} \quad (21)$$

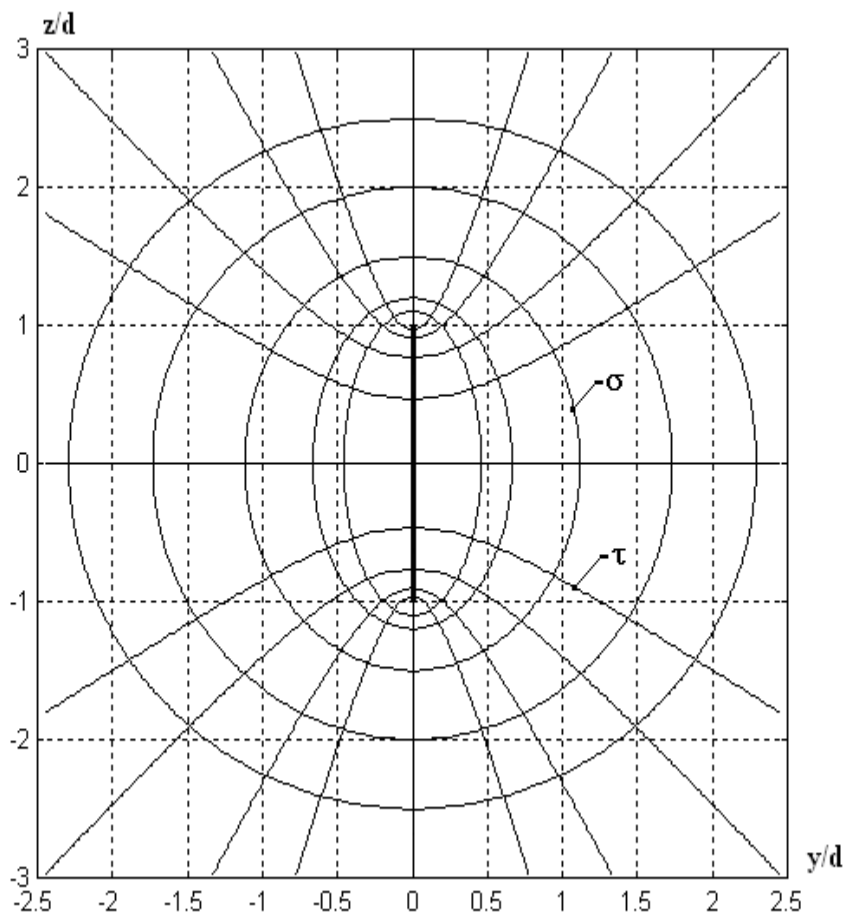
Замествайки (19) в (4) ще получим [3, 8]

$$\varphi(\rho, z) = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left[\frac{\sqrt{\rho^2 + (d-z)^2} + (d-z)}{\sqrt{\rho^2 + (d+z)^2} - (d+z)} \right] \quad (22)$$

Тук може да се използва разгледаната в **Пример 3** ортогонална криволинейна координатна система (σ, τ, ϕ) .

Но тук от (15) и (22) получаваме

$$\varphi(\sigma, \tau) = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left[\frac{\sqrt{\rho^2 + (d-z)^2} + (d-z)}{\sqrt{\rho^2 + (d+z)^2} - (d+z)} \right] = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \ln \left[\frac{\sigma+1}{\sigma-1} \right] \quad (23)$$



Фиг.9. *Ход на σ - и τ -линиите в ортогоналната нелинейна координатна система*

От (23) следва, че екипотенциалните криви съвпадат с σ -кривите - те са елипсоиди с уравнение (18). Силовите линии съвпадат с τ -кривите с уравнение (17).

4. Заключение

В работата е определено електричното поле на система от линейни заряди с цилиндрична симетрия. Получени са изразите за потенциала. С помощта на ортогонална криволинейна координатна система са определени формите на екипотенциалните повърхности и силовите линии на полето.

Посочените примери могат да се използват и за директно пресмятане на (4) чрез дадените разпределения. Такива задачи не са с висока степен на математическа трудност и могат да се използват във висшето училище, при изучаване на електродинамика и теория на полето.

Литература

- [1] Ю. Райзер, *Физика газового разряда*, Москва, Изд. Наука, 1987
- [2] Э. Парселл, *Берклевский курс физики т.2, Электричество и магнетизм*, Москва, изд. Наука, 1976.
- [3] Г.Б. Двайт, *Таблицы интегралов и другие математические формулы*, Москва, Изд. Наука, 1973.
- [4] Г. Корн, Т. Корн, *СПРАВОЧНИК ПО МАТЕМАТИКЕ для научных работников и инженеров*, 4 изд., Москва, Изд. Наука, 1977 г.
- [5] Стоянов Д.Г. / Электрично поле на полубезкрайна равномерно заредена нишка / *Известия на ТУ-Сливен*, № 2, Сливен, 2010г., Стр. 24-29.
- [6] Стоянов Д.Г. / Изследване на электричното поле на система от заряди. II. Линейни заряди с цилиндрична симетрия с отместени нишки / *Известия на ТУ-Сливен*, № 4, Сливен, 2009г., Стр. 7-15.
- [7] Стоянов Д.Г. / Изследване на электричното поле на система от заряди. I. Линейни заряди с цилиндрична симетрия / *Известия на ТУ-Сливен*, № 4, Сливен, 2009г., Стр. 3-6.
- [8] Стоянов Д.Г. / Электрично поле на крайна равномерно заредена нишка. / *Известия на ТУ-Сливен*, № 4, Сливен, 2010г., Стр. 19-26.

ЛАБОРАТОРЕН ПРАКТИКУМ ПОДГОТВЕН В ДПФ ЗА СПЕЦКУРСА „ОПТИЧНИ КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ“

Тодор Арабаджиев, Иван Узунов

ДПФ, ТУ-София, e-mail: tna@tu-sofia.bg

Резюме. В съответствие с основните акценти на спецкурса „Оптични комуникационни технологии“ четен за първи път през учебната 2011/2012 г. е създаден нов лабораторен практикум, упражненията на който са представени накратко в тази статия.

Ключови думи: оптични комуникационни технологии, лабораторен практикум.

1. Увод

През учебната 2011/2012 спецкурса „Оптични комуникационни технологии“ беше приет като задължително-избираем за студентите от ФКСУ- модул, „Компютърно инженерство“. Това наложи разработката на нов лабораторен практикум следващ програмата на курса. За създаването на практикума беше използван влакнестият усилвател закупен предната година по научният проект "Изследване на характеристиките на оптични усилватели на базата на легирано с ербий влакно и нелинейни оптични съединители" [1, 2, 3, 4], както и бяха разработени няколко напълно нови лабораторни упражнения. Целта на тази статия е да представи накратко разработените лабораторни упражнения.

2. Основни акценти в практикума и съответните лабораторни упражнения

2.1 Основни акценти:

- Изучаване на свойствата на *кохерентни и некохерентни оптични източници* използвани в телекомуникациите.
- Изучаване на свойствата на *оптичните приемници*.
- Изучаване на свойствата на *оптичните влакна* и загуби в световодна линия.
- Изучаване на свойствата на *оптичното усилване* чрез използване на *легиран с ербий влакнест усилвател*.

2.2. Изпълнени лабораторни упражнения:

- Определяне на загубите на оптично лъчение в световодна линия.

- Фотодетектори. PIN фотодиод. Детекция на оптично излъчване.
- Определяне на спектралната ширина на излъчване на LED и лазерни диоди с помощта на монохроматор.
- Оптично усилване с легиран с ербий влакнест усилвател:
 - усилване на слаб сигнал
 - насищане на усилването и определяне мощността на насищане
- Измерване на мощността на шума от спонтанната емисия на легиран с ербий влакнест усилвател и оценяване на деградацията на отношението сигнал-шум.

3. Описание на лабораторните упражнения съставляващи практикума

3.1 Определяне на загубите на оптично лъчение в световодна линия

Задача: Определяне на загубите на оптично лъчение в световодна линия и определяне на множителя на затихване на оптичното влакно.

Енергийните загуби на оптичното лъчение в една световодна линия се определят от елементите в предавателната част (оптично преходно устройство и разглобяемо съединение) необходими за предаване на оптичното излъчване от източника в преносната среда, от качествата на самата преносна среда (оптично влакно) и от елементите в приемателната част необходими за доставяне на оптичното излъчване от преносната среда в приемника на оптично излъчване (разглобяемо съединение, оптично преходно устройство) [5].

Използваното легирано с ербий влакно има специфична област на приложение. Този тип влакна не се използват за пренос на сигнали тъй като имат множител на затихване от порядъка на $6 [dB/m]$ (в сравнение със $0.25 [dB/km]$ (1550 nm) при стандартните оптични влакна). Излъчване с дължина на вълната 980 или 1480 nm обаче, е способно да възбуди примесните ербиеви атоми и в резултат да се получи усилване на сигнала на 1550 nm . Поради този факт легираните с ербий влакна са задължителен елемент в схемите за оптично усилване.

Поради наличието на подробни данни от производителя за характеристиките на легираното с ербий влакното, можем точно да определим множителя на затихване и да го сравним с експериментално получения, което е задача на настоящото упражнение.

Схема на опитната постановка и методика [5]

- Като светлинен източник е използван полупроводников лазер с разпределена обратна връзка (DFB) с ширина на спектралната линия $\sim 0.1 \text{ nm}$ излъчващ на дължина на вълната 1561 nm (1 на фиг.1).
- За множителите на затихване на локализираните в предавателната $B_{S-F} [dB]$ (2 на фиг. 1) или приемателната част $B_{F-R} [dB]$ (3 на фиг. 1)

енергийни загуби, можем да приемем типични стойности ($B_{S-F} \approx 1.5dB$ при използване на DFB лазер, $B_{F-R} \approx 1.5dB$).

- Като преносна среда, вместо стандартно оптично влакно с множител на затихване $b_F [dB/km] \approx 0.25dB/km$ е използвано легирано с ербий оптично влакно с дължина $L=2.5m$ и с множител на затихване от $\sim 6dB/m$.
- Оптичните загуби в СЛ се изчисляват по формулата: $B = B_{S-F} + Lb_F + B_{F-R}$



Фиг.1. Източник – 1 с мощност $P_{in} [dBm]$, оптично преходно устройство и разглобяемо съединение - 2 внасящи загуби $B_{S-F} [dB]$, разглобяемо съединение, оптично преходно устройство - 3 внасящи загуби $B_{F-R} [dB]$, фотоприемник - 4 регистриращ мощността $P_{out} [dBm]$ на преминалото през СЛ лъчение.

3.2 Фотодетектори. PIN фотодиод. Детекция на оптично излъчване.

Задачи на упражнението: Определяне на чувствителността на PIN фотодиод при детекция на оптично излъчване. Построяване зависимостта на фототока от мощността на оптичното излъчване.

Характерно за диодите е че тяхното съпротивление в права посока е малко а в обратна е голямо ($M\Omega$). Основното свойство на диода е неговата еднопосочна проводимост. *Волт-амперната характеристика* на диода може да се представи аналитично с формулата $I = I_0 \left(e^{\frac{U}{\varphi_T}} - 1 \right)$

където I_0 е обратния ток на фотодиода, U е приложеното напрежение което в права посока се взема с знак (+) а в обратна с знак (-). φ_T е топлинното напрежение което при стайна температура е 25 mV.

Както може да се види от формулата, при подаване на обратни напрежения върху диода токът почти не зависи от приложеното напрежение. За фотодиодите, това областта (обратно свързване на p-n прехода) в която фотодиодът може да се използва като фотодетектор (фототокът зависи линейно от осветеността).

Освен зависимостта фототок – мощност на оптичното излъчване, важна характеристика, която може да се изследва с построената оптична установка е *чувствителността* $R_l = \frac{I_0}{\Phi_{in}} [A/W]$ - мярка за ефективността на детектора при

преобразуване на падналото върху него електромагнитно излъчване (мощност) Φ_{in} в електрически ток I_o или напрежение.

Опитната установка представлява PIN фотодиод (BPW34) свързан обратно към източник на напрежение (0.6-4 V) и чувствителен амперметър, който измерва големината на фототока при осветяване. Светлинния източник е халогенна лампа светимостта на която се управлява чрез регулируем токоизправител. Излъчената оптична мощност почти точно съответства на консумираната електрическа мощност (закона на Стефан-Болцман за крушка с нажежаема нишка се изпълнява точно при по-големи мощности).

3.3 Определяне на спектралната ширина на излъчване на LED и лазерни светодиоди с помощта на монохроматор.

Едни от най-евтините и икономични източници на светлина са LED диодите. Възможността за изработка на LED диоди с различни спектрални характеристики ги доближава до монохроматичните източници на светлина (лазерите) и ги прави подходящ избор за приложения налагащи специфични изисквания към спектъра на източниците.

Технологията за изработка на LED диоди е добре позната. P-N преходът е изработен от смес на елементи от 3-та и 4-та група в периодичната таблица като Ga, As, P, In и Al и др. Излъчването на светлина става при рекомбинацията на електрони и дупки в областта около P-N прехода. Цветът на излъчената светлина се определя главно от ширината на забранената зона на полупроводника, което се определя по формулата: $\lambda = \frac{h}{\Delta W_s}$. Ширината на

спектралната линия на различните LED светодиоди може да бъде от порядъка на 20-100 nm. Светодиодите се включват в права посока, имат малка инертност и могат да работят в импулсен режим до честоти от около 100 MHz.

Основни параметри на светодиодите:

- Максимално допустим прав ток: $I_{F,max}$ – това е най-големият ток който е допустимо да се пропуска през светодиода в права посока продължително време.
- Напрежение в права посока U_F това е напрежението между двата края на диода при ток $I_{F,max}$.
- За измерване на излъчвателните характеристики на светодиодите във видимата област се използват т. нар. *фотометрични* величини като Φ *светлинен поток (luminous flux)* измерван в lm (лумени), E *светлинен поток на единица площ (illuminance)* $lm/m^2 = lux$ измерван и в луксове lux . Основна величина която се дава в справочниците е I *интензитет или сила на светлината (luminous intensity)* измерван в кандели $cd = \frac{lm}{sr}$.

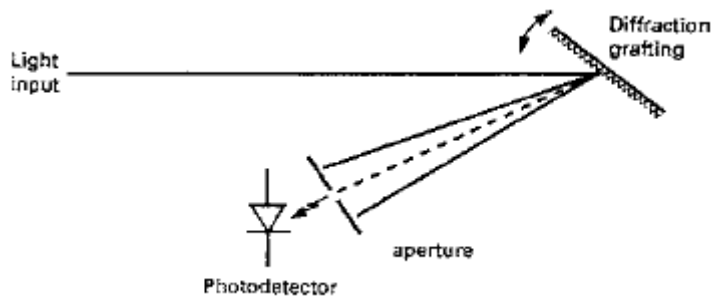
Светлината се определя като светлинен поток в единица пространствен ъгъл измерван в стерadianи. Друга важна характеристика е ъгълът на излъчване

θ , който е свързан с пространствения ъгъл в стерадиани чрез формулата:
 $sr = 2\pi(1 - \cos(\theta/2))$

Основни задачи:

1. Да се определи ширината на линията на излъчване на светодиод.
2. Да се определи ширината на линията на излъчване лазерен диод.

Схема на опитната постановка и методология.



монохроматор + фотодетектор

Базово уравнение на отражателната дифракционна решетка в монохроматора е:

$$d(\sin(\alpha) + \sin(\beta)) = m\lambda$$

където α и β са ъгъла на падане (между нормалата към решетката и падащия лъч) и ъгъла на отражение (между нормалата към решетката и отразения лъч). Обикновено в монохроматорите се ползва първият ($m=1$) дифракционен максимум. d и λ са съответно константа на решетката и дължина на вълната.

Задача 1: Необходими уреди и елементи: монохроматор, светодиод, фотодетектор с трансимпедансен усилвател, волтметър.

За целта ще използваме следният алгоритъм [6]:

- Включва се светодиода на входа на монохроматора като не се превишава максимално допустимото напрежение в права посока.
- Поставя се фотодетектора на изходния процеп на монохроматора, и се включва захранващо напрежение 2.5-5 V за трансимпедансния усилвател.
- С барабана се търси диапазона от дължини на вълните в които излъчва светодиода. Следят се показанията на волтметъра. Отчитаното напрежение съответства линейно на светлинния поток излъчен от светодиода и паднал върху активната площ на фотодетектора. В момента в който напрежението започне да се покачва започва измерването, като напрежението се записва през 2-5 nm (симетрично около максимума), като се записва и максимума (10-20 измервания).
- Лазерният диод се отдалечава от входа на монохроматора докато се уверим че е елиминирано насищането на фотодетектора. Можем да смятаме че използваният фотодетектор (TSL250R на Texas Advanced Optoelectronic Solutions) е наситен е ако напрежението не се променя при две поредни измервания.

- Пълната излъчена мощност се изчислява от опитните данни като използваме линейната връзка между излъчената оптичната мощност P и съответното напрежение на изхода на фотодетектора:

$$P_{total} = f(U_{total}) \approx const \sum_{i=1}^n U_i$$

- Средната дължина на вълната се изчислява по формулата: $\bar{\lambda} = \sum_{i=1}^n \frac{U_i}{U_{total}} \lambda_i$
- Намира се RMS на спектралната ширина на LED свързана с Гаусово разпределение: $\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{U_i}{U_{total}} (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}$
- Изчислява се FWHM ширината на спектъра: $FWHM = 2.355\sigma$
- По опитните данни се построява графика и се проверява изчислената стойност.

3.4 Оптично усилване с легиран с ербий влакнест усилвател.

Усилвателите, в които се използва легирано с ербий влакно (EDFA), са се наложили както в спектрално уплътнените многоканални оптични комуникационни системи, така и в широколентовите кабелни комуникационни системи (CATV). Причината за това са параметрите им в С обхвата ($1525 \div 1565 \text{ nm}$): голям коефициент на усилване ($30 \div 50 \text{ dB}$), широк спектрален обхват ($\approx 90 \text{ nm}$), малък коефициент на шум ($3 \div 5 \text{ dB}$), и високо ниво на изходния сигнал ($10 - 20 \text{ dBm}$).

Принципът на действие на EDFA се основава на поглъщането на напompващо лазерно излъчване от легираните във влакното ербиеви йони и преизлъчването му под формата на стимулирано излъчване в усилвания оптичен сигнал. Стимулираното излъчване определя оптичното усилване на усилвания оптичен сигнал. Възниква и спонтанно излъчване (ASE), определящо шумовите свойства на усилвания сигнал.

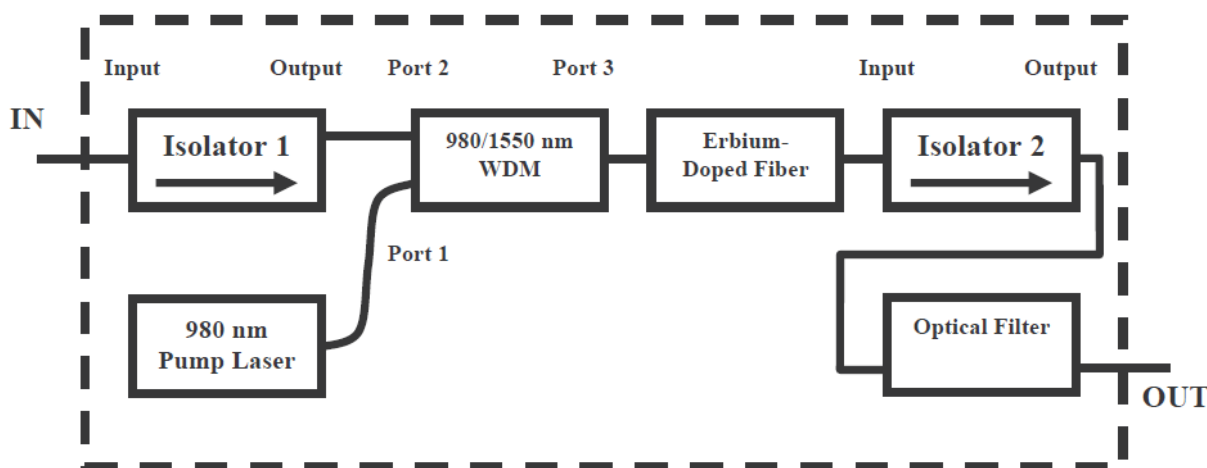
Съществуват три схеми за оптично (лазерно) напompване на EDFA: право, обратно и двустранното. В първия случай, посоката на напompващото лъчение съвпада с посоката на усилвания оптичен сигнал, докато във втория тези посоки са противоположни. При двустранното напompване се използват две напompващи лъчения. Едното се подава в началото на влакното - успоредно на посоката на разпространение на усилвания сигнал, а другото в края на влакното в посока противоположно на посоката на разпространение на усилвания сигнал. В описаният по-долу експериментална установка се използва режим на право напompване.

Описание на експерименталната установка

Влакнестият усилвател, включва следните основни компоненти: а) сигнален полупроводников лазер с разпределена обратна връзка (DFB) излъчващ на

основна честота от 1560 nm с регулируема мощност до 1.5 mW. Предвидена е възможност за температурно пренастройване на честотата на излъчване в диапазона 1558-1562 nm.; б) наpomпващ полупроводников лазер излъчващ на честота 980 nm с регулируема мощност до 155 mW, допълнително снабден с детектор на оптична мощност; в) легирано с ербий влакно (EDF) от тип R37103 с дължина 2.5 m; и г) фотоприемник. Допълнителни компоненти са: WDM 980/1550 мултиплексор, оптични изолатори 1550 nm, оптичен филтър 1560 nm и FC/UPC конектори. Предвидена е възможност за свързване на спектрален анализатор чрез допълнителен извод [4].

Схемата на свързване на всички изброени компоненти, реализираща EDFA е показана на фиг. 2.



Фиг. 2. Монтажна схема на легираният с ербий оптичен усилвател. Сигналният лазер и детектора се включват на изводите означени съответно с *IN* и *OUT*.

Представената на фиг. 2 схема функционира по следния начин. На входа означен като *IN* се подава сигналното излъчване от полупроводниковия DFB лазер на дължина на вълната 1558-1562 nm. Функцията на изолатор-1 е да възпрепятства връщане на обратно отразено лъчение в сигналния лазер на работната му честота. Функцията на WDM-мултиплексора е да събере сигналното излъчване дължина на вълната $\lambda = 1560$ nm и на наpomпващото излъчване с $\lambda = 980$ nm генерирано от наpomпващият полупроводников лазер в EDF. Изолатор-2 възпрепятства връщане на отразено излъчване в EDF. Филтърът служи за филтриране на ASE около сигналната честота и улесняване на определянето на изходната мощност на сигнала. Сигналът от изхода означен като *OUT* постъпва в оптичния детектор отчитащ мощността на оптичното излъчване [4].

В качеството на легирано с ербий влакно се използва влакното R37103, което е допълнително легирано с алуминий и лантаний. Параметъра на насищане на влакното по данни от производителя е $\xi = 1.03 \times 10^{16} (ms)^{-1}$, което означава че концентрацията на ербиевите йони е $N_0 \approx 1.364 \times 10^{25} m^{-3}$. С

допълнителното легиране се редуцират ефектите от по-високата концентрация на ербиевите йони и ОН индуцираните загуби.

Основни задачи в упражнението:

Експериментално изследване на оптичното усилване на EDFA в двата основни режима на усилвателя:

1) режим на усилване на малък сигнал (*small signal gain*).

2) режим на насищане на усилването (*gain saturation*) и определяне на мощността на насищане.

Задача 1. В режим на усилване на слаб сигнал, скоростта на прехода на електроните на метастабилното ${}^4\text{T}^{13/2}$ ниво в ербия е много по-голяма от скоростта на спонтанната емисия. В този режим усилването остава постоянно с увеличаване на сигналната мощност. Да се изследват следните зависимости при усилване на малък сигнал:

- вариране на мощността на сигналното излъчване при фиксирана напмпваща мощност.
- вариране мощността на напмпващото излъчване при фиксирана сигнална мощност.

Задача 2. В режим на насищане на усилването мощността на напмпването е достатъчно голяма за да изтощи основното енергетично ниво. В този случай с увеличаване на сигналната мощност усилването намалява.

Мощност на насищане на усилването е мощността на изходния сигнал при фиксирана напмпваща мощност при която усилването намалява с 3 dB. Този параметър е показател за насищането на усилването в EDFA при което по-нататъшното увеличение на мощността на сигнала води до рязко намаляване на усилването.

Построяват се зависимостите усилване-изходна сигнална мощност и усилване - входна сигнална мощност (при фиксирана напмпващата мощност). Намира се точката от кривата в която усилването намалява с 3dB и се засича изходната сигнална мощност по абсцисата. Това е търсена мощност на насищане на усилването.

Резултатите от експерименталното изследване на оптично усилване с EDFA са подробно описани и коментирани в [3].

3.5 Измерване на мощността на шума от спонтанната емисия на легиран с ербий влакнест усилвател и оценяване на деградацията на отношението сигнал-шум на усилвания сигнал

В EDFA е налице стимулирана и спонтанна емисия на фотони, която поражда шум, наречен шум от усилената спонтанна емисия (ASE). Съществуват три основни схеми за реализиране на EDFA, различаващи се по начина на подаване на напмпващото излъчване към влакното. Схемата, в която посоката

на сигнала от напompващия лазер съвпада с тази на усиления сигнал (право напompване) осигурява най-ниски нива на ASE.

В упражнението експериментално се оценява мощността на шума от спонтанната емисия в случая на схема с право напompване.

Noise Figure (NF) е мярка за деградацията на отношението сигнал-шум (SNR) изпитвано от сигнала при усиляването му в EDFA. NF се изчислява по следната формула: $NF = \frac{SNR_{in}}{SNR_{out}}$ или в децибел: $NF = 10 \log \left(\frac{SNR_{in}}{SNR_{out}} \right)$

Както се вижда NF не може да бъде по малък от 1 тъй като в усилвателя към началното ниво на шума се добавя се добавя и ASE. С наличната опитна установка NF може да се пресметне експериментално с приближена формула:

$$NF (dB) = 10 \log \left(\frac{P_{ASE}}{G h \nu B_0} + \frac{1}{G} \right)$$

Където P_{ASE} е мощността на шума от спонтанната емисия заедно с шума внесен от източника на сигналното излъчване, който няма да можем да оценим без използването на спектрален анализатор, но който е много по-малък от шума добавен от ASE, G е оптичното усиление, h константата на Планк, ν е сигналната честота, B_0 е ефективната честотна лента на шума, която е равна на лентата на пропускане на оптичния филтър т.е. 0.55 нм.

Опитната установка съвпада с показаната в упражнението за оптично усиление (фиг 2). Важно е да се отбележи наличието на възможност за температурна пренастройка на честотата на сигналния лазер.

Основна идея на експеримента: чрез температурна пренастройка на честотата се извежда сигнала от областта на пропускане на филтъра, където остава само шум.

4. Заключение

Бяха представени основните акценти и разработките в съответствие с тях нови лабораторни упражнения, съставляващи практикума по дисциплината „Оптични комуникационни технологии“.

Литература

[1] Проект 102ни122-20, ТУ-София: "Изследване на характеристиките на оптични усилватели на базата на легирано с ербий влакно и нелинейни оптични съединители", http://phys.tu-sofia.bg/Projects/ot4et_102ni122-20_2011.pdf

[2] Uzunov I.M., On the application of the model of the effective bandwidth of the amplified spontaneous emission in the investigation of EDFA, Summer School: Advanced Aspects of Theoretical Electrical Engineering Sozopol 2010, edited by Valery Mladenov, Part 1 Plenary lectures, pp. 90-101. (ISSN: 1313-9479)

[3] T. Arabadzhiev, I. M. Uzunov, Ts. Mitsev, K. Dimitrov, Experimental research of the model of the effective bandwidth of the amplified spontaneous

emission for the description of an optical amplifier with erbium-doped fiber, Годишник на Технически Университет-София, ISSN 1311-0829, бр. 61, кн. 1, стр. 217-226, 2011, http://tu-sofia.bg/activities/proceedings/Tom61_k1.pdf

[4] "Erbium doped fiber amplifier kit operation manual", Amonics Corporation, ver. 5, 2010

[5] Е. Фердинадов, „Световодни комуникационни системи“, ч.1, Сиела, 2003.

[6] "Accurate Characterization of Source Spectra Using an Optical Spectrum Analyzer", Application Note 1550-5, Agilent Technologies

Авторски указател

- Сашка Александрова, *професор, ДПФ, Технически Университет – София*
Андон Андонов, *студент, ФаГИОПМ, Технически университет – София*
Тодор Арабаджиев, *гл. асистент, ДПФ, Технически Университет – София*
Мария Великова, *Геологопроучвателен Факултет, Минногеоложки Университет, София*
Любомир Георгиев, *физик, Технически Университет – София*
Мая Григорова, *докторант, Геологопроучвателен Факултет, Минногеоложки Университет, София*
Илийчо Илиев, *доцент, Факултет по машиностроене и уредостроене, Технически университет – София, Филиал Пловдив*
Мартин Илиев, *студент, ЕФ, Технически Университет – София*
Диана Илиева, *студент, ТФ, Технически Университет – София*
Ивайла Карабельова, *Геологопроучвателен Факултет, Минногеоложки Университет, София*
Александър Карастоянов, *ДПФ, Технически Университет – София*
Румен Кобиларов, *гл. асистент, ДПФ, Технически Университет – София*
Невена Кожухарова, *гл. асистент, ДПФ, Технически Университет – София*
Даниел Миланов, *студент, ТФ, Технически Университет – София*
Бойко Рангелов, *доцент, Геологопроучвателен Факултет, Минногеоложки Университет, София*
Тодор Славов, *студент, ТФ, Технически Университет – София*
Спас Спасов, *студент, ЕМФ, Технически Университет – София*
Димитър Стоянов, *гл. асистент, ИПФ - Сливен към Технически Университет – София*
Валентина Танева-Тончева, *гл. асистент, ДПФ, Технически Университет – София*
Радостина Ташева, *гл. асистент, ДПФ, Технически Университет – София*
Христо Търнев, *доцент, ДПФ, Технически Университет – София*
Иван Узунов, *професор, ДПФ, Технически Университет – София*
Елена Халова, *гл. асистент, ДПФ, Технически Университет – София*

ПРОГРАМА НА ДНИТЕ НА ФИЗИКАТА 2012 г.**24.04. вторник**

Доклад	Автор(-и)	Час
Откриване	проф. дфн И. Узунов	17:30
10 ^{-ти} юбилей на “Дните на физиката” в ТУ-София	гл. ас. д-р Е. Халова	18:00
Л. Ландау: Да откриваш тайните на природата – най-голямото човешко щастие	гл. ас. Н. Кожухарова	18:30
Дифузните и планетарните мъглявини като гигантски физически лаборатории	гл. ас. Р. Ташева, гл. ас. В. Танева	19:00
Откриване на следи от живот посредством нагряване с микровълни	Студент Д. Гаджев, ФКСУ	19:30

25.04. сряда

Доклад	Автор(-и)	Час
2012 -та, митове, легенди, реалност	гл. ас. Л. Георгиев	17:30
Тестовите на ядрени оръжия – история и последици	гл. ас. Р. Кобиларов	18:00
Закон за ядрените сили	гл. ас. А. Карастоянов	18:30
Използване на възстановяеми енергийни източници в бита и промишлеността	студент М. Илиев, ЕФ	19:00

26.04. четвъртък

Доклад	Автор(-и)	Час
Научни изследвания на о-в Ливингстън, Антарктика	доц. д-р Б. Рангелов, МГУ	17:30
Безжично предаване на енергия	студент А. Андонов, ФаГИОПМ	18:00
Енергия на бъдещето	студент С. Спасов, ЕМФ	18:15
Алтернативи на атомната енергия	студент Д. Миланов, ЕМФ	18:30

27.04. петък

Доклад	Автор(-и)	Час
Анти-Нобелови награди	проф. дтн С. Александрова	14:00
О.П.Е.Р.А. Истинският смисъл на експеримента и елементът на изненадата	студент Д. Илиева, ТФ студент Т. Славов, ТФ	14:30
Относно движението със свръхсветлинна скорост	гл. ас Е. Маринчев	14:45
Демонстрации	гл. ас. инж. Л. Георгиев	15:00

28.04. събота – научна сесия

Доклад	Автор(-и)	Час
Геофизични изследвания (данни и резултати) на о-в Ливингстън, Антарктика	доц. д-р Б. Рангелов, М. Великова, И. Карабельова, МГУ	10:00
Криволинейни координатни системи в електростатични задачи за системи линейни заряди	доц. д-р Д. Стоянов	10:20
Акценти в лабораторния практикум, подготвен в ДПФ	гл. ас. д-р Т. Арабаджиев	10:40
Статистическо предсказване на лазерната мощност на CuVg лазер	доц. д-р Ил. Илиев	11:00
Кафе-пауза		11:20
Регистрация и обработка на сеизмични данни – повишаване на разрешаващата способност	Докторант инж. Мая Григорова, МГУ	12:00
Екстракция на отрицателни йони от водородна плазма	доц. д-р Хр. Търнев	12:20
Чиста относителност	гл. ас. А. Карастоянов	12:40
Демонстрация на електронно обучение по физика – част от лекция и семинарно упражнение	доц. д-р Ил. Илиев	13:00
Рентгенови методи за изследване на материалите (100 години рентгено-структурен анализ)	проф. дтн С. Александрова доц. д-р Е. Вълчева	13:20