

**ДОГОВОР**  
№ ..... 5002-257/18.12.08 .....

за финансиране на научноизследователски проект в конкурса  
**„ИДЕИ”**

Днес, ....., в гр. София между:

1. Фонд „Научни изследвания” със седалище гр. София, бул. „Княз Дондуков” № 2А,  
представяван от управителя Анастас Герджиков, наричан по-нататък в договора  
**ВЪЗЛОЖИТЕЛ** и

2. акад. **Иван Тодоров Тодоров**

(Координатор на колектива на консорциума/ проекта)

и **Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика - БАН**

(наименование на базовата организация, която изпълнява проекта)

представявана от член-кор. на БАН, проф. дфн Йордан Николов Стаменов - директор

и Петьо Борисов Петков - главен счетоводител наричани по-нататък в договора  
**ИЗПЪЛНИТЕЛ**,

на основание чл. 23, ал. 1, т. 2 и чл. 24 от Закона за насърчаване на научните изследвания и  
чл. 16, т. 6 и чл. 35 от Правилника на Фонд „Научни изследвания” и въз основа на Решение  
на Изпълнителния съвет на Фонд „Научни изследвания” от.....12.2008 г. се сключи  
настоящият договор за провеждане на научни изследвания и създаване на научен продукт,  
както следва:

#### Раздел I

#### ПРЕДМЕТ НА ДОГОВОРА

**Чл. 1 (1)** Предмет на настоящия договор е финансиране на научно-изследователски  
проект с вх. № ID01/133, на тема: „Квантова структура и геометрична природа на  
фундаменталните сили”, определен за финансиране въз основа на проведен от Фонд  
„Научни изследвания” конкурс „ИДЕИ”. Финансирането обхваща основно  
фундаментални научни изследвания и допуска извършване на индустриални научни

изследвания и изследвания за приложимост на резултати от фундаментални научни изследвания, както и общо обучение.

(2) За изпълнение на предмета по ал. 1 **ВЪЗЛОЖИТЕЛЯТ** възлага, а **ИЗПЪЛНИТЕЛЯТ** се задължава да извърши научни изследвания по посочената в ал. 1 тема и да създаде научен продукт в съответствие с очакваните резултати, посочени в Научната програма (Приложение 1), която е неразделна част от договора.

**Чл. 2.** (1) Проектът по чл. 1, ал. 1 се изпълнява от научно-изследователски колектив/и от научната организация/научните организации, сключили предварително споразумение за изготвяне, изпълнение на този проект и използване на специализираната научна апаратура/оборудване, наричани „Консорциум” (Приложение 4). Научните изследвания, предмет на този договор се извършват от Научен колектив за изпълнение на проекта (Приложение 5). При извършване на индустриални изследвания, научната организация и научните звена са длъжни да не ги предоставят привилегировано за по-нататъшно развитие към търговска реализация, а да ги разпространяват широко.

(2) Допълнителни членове на научния колектив се включват от ръководителя му след писмено уведомяване и съгласие на **ВЪЗЛОЖИТЕЛЯ**.

(3) Членове на научния колектив се освобождават при заявено лично желание, или поради обективна невъзможност за продължаване на участието и след писмено уведомяване и съгласие на **ВЪЗЛОЖИТЕЛЯ**.

(4) В случай, че научният колектив е съставен от учени от различни научни организации, разпределението на средствата по проекта се регламентира със предварителното споразумение по ал. 1, в което се уточнява размера на финансирането за всеки партньор.

**Чл. 3.** Крайните и междинните срокове и етапи за провеждане на научните изследвания, видовете работа, резултатите, формата и начинът на отчитането им са определени в Работната програма по чл. 1, ал 2.

## Раздел II

### СРОК НА ДОГОВОРА

**Чл. 4.** (1) Договорът се сключва за срок от 36 (тридесет и шест) месеца, считано от датата на подписването му.

(2) Първият етап за изпълнение на договора е с продължителност от 18 (осемнадесет) месеца.

(3) Началото на втория етап е след приемане на отчетите на Изпълнителя по реда на чл. 20.

### **Раздел III**

#### **ФИНАНСОВИ УСЛОВИЯ**

**Чл. 5.** (1) **ВЪЗЛОЖИТЕЛЯТ** предоставя за изпълнение на първия етап по чл. 4, ал. 2, сума в размер на **180 000 (сто и осемдесет хиляди)** лв.;

(2) Решение за последващо финансиране за втория етап се взема след положителна оценка на научния и финансов отчет на проекта по реда на чл. 20 и Решение на Изпълнителния съвет на Фонд „Научни изследвания”.

(3) **ВЪЗЛОЖИТЕЛЯТ** предоставя в случаите, когато проектът се изпълнява от консорциум, на организациите със стопанска дейност или юридическите лица с нестопанска цел – участници в проекта, до 70 на сто от стойността на тяхното участие в проекта, в съответствие с предварителното споразумение между тях (приложение 4) и в рамките на сумата по ал. 1

(4) Организациите и юридическите лица по ал. 3 се задължават да съфинансират с не по-малко от 30 на сто от стойността на тяхното участие в проекта, съгласно предварителното споразумение (приложение 4), за което представят разходно - оправдателни документи в срока по чл. 4, ал. 2.

(5) **ИЗПЪЛНИТЕЛЯТ** урежда с останалите организации по чл. 2, в случаите, когато проектът се изпълнява от консорциум, получаването на дължимите от тях вноски в съответствие с предварителното споразумение между тях (приложение 4).

(6) Отговорност за извършване на плащанията, които се осигуряват финансово от изпълнителите на проекта носи **ИЗПЪЛНИТЕЛЯТ**.

**Чл. 6** Плащанията по чл. 5 се извършват с платежно нареждане, като основанието за банковия превод е този договор..

**Чл. 7.** (1) Допустими (приемливи) разходи по проекта са, както следва:

1. възнаграждения на ръководителя и членовете на колектива;
2. материали и консумативи;
3. закупуване на научно оборудване и специализиран софтуер към него, в т.ч. поддържане и/или обновяване на съществуващо такова в размер до 30 на сто от

- стойността на проекта, в случаите, когато е одобрено във Финансовия план (Приложение 3), като необходимо за изпълнение на Научната програма по чл.1, ал.2;
4. абонаменти за специализирана литература, заявления за патент или друг тип интелектуални права; достъп до бази данни и електронни библиотеки;
  5. командировки на ръководителя и на членовете на колектива;
  6. заплащане на външни организации за услуги, необходими за изпълнението на договора;
  7. други разходи, в размер на до 10% от общата стойност на проекта;
  8. отчисления за базовата организация – до 7% от общата стойност на проекта

(2) Всички разходи се извършват по нареждане на Ръководителя на научния колектив и със съгласието на базовата организация и организациите партньори относно целесъобразността на разхода.

(3) За организациите със стопанска дейност и другите непублични организации по чл. 5, ал.3 признаваема е само тази част от разходите за оборудване и софтуер, съответстващи на амортизацията при експлоатацията на оборудването и софтуера в хода на изпълнение на проекта, изчислени в съответствие със ЗКПО и ставките за амортизационни отчисления..

#### Раздел IV

### ПРАВА И ЗАДЪЛЖЕНИЯ НА ИЗПЪЛНИТЕЛЯ

**Чл. 8.** (1) **ИЗПЪЛНИТЕЛЯТ** се задължава да използва предоставените му по чл. 5 средства съгласно Финансовия план (Приложение 3), неразделна част от договора. При необходимост от промени, решенията за това се вземат по реда на управление на проекта и не могат да нарушават общите условия и допустимост на разходите.

(2) **ИЗПЪЛНИТЕЛЯТ** се задължава да представи на **ВЪЗЛОЖИТЕЛЯ** в края на първия етап по чл. 4, ал. 2 научен и финансов отчет за изпълнението на проекта

(3) **ИЗПЪЛНИТЕЛЯТ** се задължава да:

1. създаде необходимите условия (организационни, материални и други) за извършването на научните изследвания за реализиране на работната програма.

2. изразходва целево и законосъобразно предоставените средства за изпълнение на дейностите по договора. **ИЗПЪЛНИТЕЛЯТ** не може да отклонява средства за изпълнението на други задачи, освен с изрично писмено съгласие на **ВЪЗЛОЖИТЕЛЯ**.

**НАУЧНА ПРОГРАМА ЗА РАБОТА ПО ПРОЕКТ:**

**НА ТЕМА:**

КВАНТОВА СТРУКТУРА И ГЕОМЕТРИЧНА ПРИРОДА НА ФУНДАМЕНТАЛНИТЕ СИЛИ

**1. ЦЕЛ НА ПРОЕКТА:**

Настоящият проект е мотивиран от появата на струнната теория като централен и най-многообещаващ модел на единна теория на всички фундаментални сили в Природата, от една страна, и от все още нерешените предизвикателства на тази теория, от друга страна. Струнната теория обхваща в себе си достиженията на много клонове на теоретичната физика, като в същото време прилага средствата на съвременната чиста и приложна математика и вдъхновява нови развития в тези най-модерни области. Целта на настоящия проект е да се придобият нови разбирания за структурата и поведението на материята на много малки разстояния, да се подтикнат изследванията и да се благоприятства обучението на млади специалисти в тази област на границата между физика и математика. Главното ударение в проекта е да се разглежда струнната динамика в контекста на физиката на елементарните частици и космологията.

Следователно настоящият проект ще даде принос към намиране отговора на фундаменталните проблеми за структурата, произхода и бъдещето на нашата Вселена. Главните цели на проекта са:

(а) Дуалност между калибровъчни теории и гравитацията и интегрируемост в струнната теория от съществено значение за анти-де-Ситер/ конформно-полево (AdS/CFT) съответствие.

(б) Глобално конформно инвариантни модели на квантовата теория на полето (КТП).

(в) Модели на суперсиметрични вертексни алгебри в рамките на аксиоматичния подход към глобално конформни КТП.

(г) Светоподобни мембрани във физиката на черните дупки, елементарните частици и космологията, в частност, нови космологични сценарии със светоподобни мембранни „вселени“.

(д) Черни дупки в многомерната обща теория на относителността.

(е) Двумерни извън-критични струнни модели – точни решения в Лиувилевата гравитация с материя в присъствие на граници.

(ж) Приложения на квантово-груповата и конформната инвариантност в интегрируеми модели – обобщени вътрешни симетрии от Хопфов тип и правила за суперотбор.

(з) Конформни (супер-)алгебри в различни размерности – построяване на сплитачни оператори „обемащо пространство към границата“ в (суперсиметричната) AdS/CFT дуалност.

(и) Топологични квантови пресмятания с неабелеви аниони – приложение на представянията на групата на плитките към квантовите компютри.

(к) Приложения на нестандартни квантови статистики към силно-корелирани системи.

(л) Геометрични структури свързани със струнната теория – изследване свойствата и структурата на кватернионни контактни многообразия.

## 2. ОЧАКВАНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗПЪЛНЕНИЕТО НА ПРОЕКТА

Настоящият проект е центриран около струнната теория като самосъгласувана теория на квантовата гравитация. Главното ударение пада върху суперструните и супергравитацията в контекста на физиката на елементарните частици и космологията. Следователно, очакваните резултати на проекта ще допринесат за изясняване и търсене на адекватни решения за някои от най-кардиналните въпроси за структурата, произхода и бъдещето на нашата Вселена.

В рамките на широкопрофилната ни изследователска програма по калибровъчно-гравитационните дуалности и интегрируемостта в струнната теория очакваме резултати, които да допринесат за потвърждаване (доказване) на хипотезата на Малдасена за анти-де-Ситер/конформно-полевата дуалност. А нека не забравяме, че АдС/КПТ съответствието е фундаментален крайъгълен камък на съвременната непертурбативна струнна теория. Значението на доказателството на АдС/КПТ дуалността трудно може да бъде надценено. То би било от огромна важност, тъй като ще доведе до революционен пробив в разбирането как струнната теория в нейното качество на фундаментална теория на всички сили в Природата избира основните си състояния (вакуумите), какви са симетриите на последните и какви са механизмите за последващите динамични нарушения на тези симетрии и съответно механизмите за пораждаване на спектрите на частиците; и как всичко това в края на краищата ще обясни наблюденията днес свързани с елементарните частици и техните фундаментални взаимодействия при достъпните за съвременните технологии енергии на стълкновение в съвременните ускорители.

Построяването на модели на квантова теория на полето излизащи от класа на моделите на свободните полета е дългоочакван резултат в квантовата теория на полето в четиримерно пространство време и всяка стъпка в това направление определено ще предизвика голям отзвук в научната общност в математическата физика. Очакваме класификация на билочалните полета на Ли, както и намиране на нетривиални модели на локални полета на Ли.

Разглеждането на нашите нови космологични сценарии, при които „нашата“ Вселена е светоподобна мембрана от гледна точка на обемното многомерно пространство-време вместо обичайна (масивна) мембрана от тип Намбу-Гото, се очаква да хвърли нова светлина върху вътрешно присъщата динамика на мембранния свят в допълнителните размерности (последното и досега не се отчита систематично в стандартните сценарии на мембранните вселени). В частност очакваме да постигнем с помощта на сценария със светоподобна мембранна вселена едно естествено обяснение на практическата ненаблюдаемост на допълнителните пространствени размерности от гледна точка на стандартни наблюдатели ограничени върху „нашата“ Вселена.

Благодарение на разполагането върху хоризонтите на събития на светоподобни мембрани с корамерност 1, както е показано в нашия проект, ние можем да получим геометрия от тип черна дупка без сингулярности. Друг физически интересен ефект, който можем да постигнем чрез нашите светоподобни мембрани (в зависимост от специфичните геометрии във вътрешната и външна области на пространство-времето по отношение на хоризонта) е пораждаване на ефективна потенциална яма около хоризонта улавяща падащата към него материя.

Теорията на двумерни некритични струни с нетривиална материя ще бъде обобщена за многообразия с граница. Ще се изследва до задълбочено разбиране ефектът на пертурбиращи гранични членове върху уравненията за тахионните корелатори и техните решения.

По тематиката на квантово-груповите симетрии на двумерните интегрируеми модели очакваме на намерим явно и да изследваме свойствата на (по презумпция, крайномерни)

алгебрични обекти обуславящи правилата на сливане в нискоразмерни квантовополевни модели (аналози на калибровъчните групи при  $D \geq 4$ ).

Очакваните резултати при изследването на топологичните квантови компютри построени на базата модела на Изинг и на парафермионите представляват едно от най-съществените приложения на квантовата теория на полето, на математична теория на квантовите групи и брейд статистиката в конкретни физични модели на силно корелирани електронни системи в ефективно двумерно пространство. Интересът към тези топологични квантови компютри беше засилен напоследък особено след проведените експерименти във водещи световни лаборатории като Bell Labs, Microsoft Station Q, AT&T и др., потвърдиха съществуването на топологически подреденото Холово състояние с фактор на запълване  $5/2$  (както и на това с  $12/5$ ) и дробния заряд ( $1/4$  от заряда на електрона) на елементарни квазичастици при  $5/2$ . Въпросното състояние се оказва най-стабилното Холово състояние във второто ниво на Ландау и почти единственото, което може да бъде реализирано рутинно в полупроводникови проби с ултра-висока подвижност при много ниски температури. Очакваното експериментално потвърждение на неабелевата обменна статистика на това състояние би открило нови хоризонти за приложение квантовите групи, квантовата теория на полето, както и за развитие на квантовите компютри, нанотехнологиите и квантовата теория на информацията изобщо.

„Hardcore” квантови частици (бозони и фермиони), които ще бъдат изследвани в настоящия проект в рамките на нов оригинален математически подход – този на нестандартните квантови статистики, предлагат нови интересни алтернативи за адекватно описание на високотемпературната свръхпроводимост.

Предвиждаме следните основни резултати по тематиката за геометрични и интегрируеми структури свързани със струнната теория. Ще бъде изучена конформната геометрия на кватернионно контактните многообразия посредством свързаността на Бикард. Ще се търсят частни решения на кватернионно контактния проблем на Ямабе върху кватернионната сфера. Ще се търсят необходими и достатъчни условия за анулирането на торзията на свързаността на Бикард. Ще се изследват конформните деформации изпращащи стандартната плоска безторзионна контактна структура върху кватернионната Хайзенбергова група в контактна структура с нулева безследна част на хоризонталния Ричи тензор на свързаността на Бикард.

Ще бъде въведена фи-парахоломорфната секционна кривина върху парасасакиевите многообразия и ще бъде изследвана геометрия на парасасакиевите многообразия с постоянна фи-парахоломорфната секционна кривина (парасасакиеви пространствени форми). Ще бъде направена класификация на парасасакиеви пространствени форми и тяхната промяна под действието на  $D$ -хомотетичните трансформации. Ще се даде отговор на въпроса дали съществуват плоски (относно свързаността на Леви-Чевита) параконтактни многообразия. Ще бъде доказано, че контактния (параконтактния) тензор на Бохнер в случая на  $CR$ -многообразия (пара  $CR$ -многообразия) и в случая на сасакиеви (парасасакиеви) многообразия съвпада с тензора на Черн-Мозер (получения от Иванов, Василев и Замковой аналог на тензора на Черн-Мозер в параконтактния случай).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### РАБОТНА ПРОГРАМА

Видове етапи	Изпълнители	Срок (в бр.мес.)	Резултати
<b>Първи етап</b>			
1	Изследване на скрити интегрируеми структури в двумерни сигма-модели релевантни в контекста на AdS/CFT съответствието (отг. Р. Рашков, П. Божилов)	18	Интегрируемост на Т-дуални струнни модели; решения на уравненията на суперсиметричния анзац на Бете
2	Ефекти на краен обем в сигма-модели върху AdS <sub>5</sub> × S <sup>5</sup> и в спинови верижки (отг. Р.Рашков, П. Божилов)	18	Приноси към точното квантуване на струни върху AdS <sub>5</sub> × S <sup>5</sup> с периодични гранични условия
3	Математически аспекти на AdS/CFT (отг. В. Добрев)	18	Взаимовръзка между 3 типа представяния: с Положителна енергия, холоморфни дискретни серии, крайномерни неприводими представяния
4	Глобални конформно инвариантни Ли-полеви модели (отг. Н. Николов)	18	Построяване на модели алгебри с разширена локална конформна симетрия
5	Светоподобни мембрани във физиката на черните дупки, елементарните частици и космологията (отг. Е. Нисимов, С. Пачева)	18	Космологични сценарии със светоподобни мембранни „вселени“
6	Черни дупки в многомерната обща теория на Относителността (отг. С. Язаджиев)	18	Нови точни решения от тип черни дупки , „черен Сатурн“
7	Двумерни извън-критични струнни модели (отг. В. Петкова)	18	Решения на „петоъгълните“ уравнения за отворени извън-критични струни
8	Конформни (супер-)алгебри в различни размерности (отг. В. Добрев)	18	Построяване на сплитаци оператори „обемащо п-во – граница“ за пространство на Минковски
9	Квантови групи и техните представяния (отг. И. Тодоров, Л. Хаджииванов)	18	Намиране на взаимовръзка между рационални конформни теории, техните логаритмични разширения и крайномерните факторизуеми алгебри на Хопф
10	Топологични квантови компютри с неабелеви аниони (отг. Л. Георгиев)	18	Явна конструкция на представяния на групата на плитките за пфафианни състояния



11	Приложения на нестандартни квантови статистики към силно-корелирани системи (отг. Ч. Палев)	18	“Hardcore” бозони и с нестандартна A-Статистика като обещаващ модел за високотемпературна свръх-проводимост
12	Геометрични и интегрируеми структури свързани с теория на струните (отг. Е. Хорозов, С. Иванов)	18	Приноси към решаване на CR-Ямабе проблеми за онни многообразия, решения конформно-плоския