



## Информация за изпълнение на етап на проект

<b>Наименование на конкурса:</b>
Конкурс за финансиране на научни изследвания – 2017 год.
<b>Основна научна област:</b>
Физически науки
<b>№ на договор:</b>
ДН 18/3
<b>Начална и крайна дата на проекта:</b>
10.12.2017 – 10.06.2019 г. (удължен с 6 месеца до 10.12.2019, Протокол № 7/17.05.2019 г. на ИС, т. 3.6)
<b>Заглавие на проекта:</b>
Алгебрични методи в квантовата теория на полето и квантовата информатика
<b>Базова организация:</b>
Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика (ИЯИЯЕ) - БАН
<b>Партньорски организации:</b>
-
<b>Ръководител на научния колектив (академична длъжност, научна степен, име):</b>
проф. дфн Людмил Хаджииванов
<b>Общ размер на отпуснатото финансиране за първи етап:</b>
60 000 лв.
<b>Интернет страница на проекта (ако има такава):</b>
-
<b>Научни публикации по проекта:</b>
T. Popov, Jordan algebra and hydrogen atom, <b>in:</b> Quantum Theory and Symmetries with Lie Theory and Its Applications in Physics Vol.1, Dobrev V. (ed.), Springer, Singapore, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol. <b>263</b> (2018) 231-244
T. Popov, A Jordan algebra for hydrogen atom and space-time symmetries, <b>in:</b> AIP Conference Proceedings, AIP Publishing, vol. <b>2075</b> No. 1 (2019) 100004 (6 p.)
L. Hadjiivanov, Neutrino, parity violation, V-A: a historical survey, arXiv:1812.11629 (32 p.)



**Описание на очакваните резултати по проекта (до 1 стр. в рамките на полето по-долу):**

- 1. Ефективно създаване на научна група по квантова информатика с възможности за повишаване на квалификацията и за допълнителни научни сътрудничества в тази в силно актуална област за колегите от ИЯИЯЕ-БАН, ФзФ и ФМИ-СУ, включително**
  - Подготовка и провеждане на лекционен курс по Квантова статистика и квантова информатика към Факултета по математика и информатика на Софийския университет (предназначен основно за математици и информатици) като увод в квантовата физика, пригоден за нуждите на квантовата информатика; изготвяне на електронно достъпни ръкописни материали по лекционния курс „Квантова информатика“ с последващото им редактиране и подготовка за издаване на учебна монография „Квантова вероятност и квантова информатика“.
  - Подготовка и провеждане на лекционен курс по Теория на алгоритмите в Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика на БАН, адресиран към физици.
  - Изучаване на динамиката на сплетените състояния и на ентропията на Фон Нойман в квантовата информатика.
- 2. Приложение на алгебрични методи към модели от квантовата механика и квантовата теория на полето, включително**
  - Изучаване на анионите на Фибоначи, с които по принцип може да бъде построен универсален квантов компютър с топологична защита срещу шумове и некохерентност и, в частност, получаване в аналитичен вид на модулаторната S-матрица за съответната парафермионна двумерна конформна теория, реализирана като диагонален афинен косет. Пресмятане на интерференчните членове на електрическия ток в интерферометри на Фабри-Перо.
  - Изучаване на алгебричната структура, характеризираща локалните квантови полета, към която се напоследък се проявява засилен интерес в световен мащаб (работи на Виктор Кац и колектив, Кевин Костело и др.).
  - Развиване на подход, основан на алгебрите на Йордан и съответната конструкция на Титс-Кантор-Кохер, даващ възможност, поради появата на едни и същи симетрии в различни системи, за нов поглед към структурата на спектрите на различни квантови модели, което би довело до разкриването на неочаквани връзки между на пръв поглед несвързани явления.
- 3. Квантови групи, групи на плитките и комбинаторика, включително**
  - Нови реализации на групите на плитките с потенциално интересни практически приложения. Доказателство на хипотезата (на Даниел Кроб и Жан-Ив Тибон), че алгебрата на „квантовия тор“ на  $GL(n)_q$  е кубична.
  - Изучаване на калибровъчната симетрия на секторите в разширен  $SU(n)_k$  модел на Вес-Зумино-Новиков-Уитен (WZNW) и на представянето на възникващата динамична квантова група при корен от единицата.



## Членове на научния колектив

<i>Организации/участници<sup>1</sup></i>	<i>Бележка<sup>2</sup></i>
<b>Базова организация:</b>	
Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика (ИЯИЯЕ) - БАН	
<b>Ръководител на научния колектив</b>	
проф. дфн Людмил Хаджииванов	
<b>Участници:</b>	
доц. д-р Лъчезар Георгиев	
доц. д-р Николай Николов	
доц. д-р Тодор Попов	
доц. д-р Димитър Младенов	
гл. ас. д-р Петко Николов	
гл. ас. д-р Александър Стефанов	
ас. д-р Димитар Недановски	
Пламен Петров	СТ
<b>Партньорска организация:</b>	
-	
<b>Участници:</b>	
-	
<b>Партньорска организация:</b>	
-	
<b>Участници:</b>	
-	
<b>Партньорска организация:</b>	
-	
<b>Участници:</b>	
-	

<sup>1</sup> Отбележете академичната длъжност, научната степен, име и фамилия на всеки участник като включите и участниците, които са работили по проекта не през целия период за изпълнение на проекта

<sup>2</sup> Отбележете дали участникът в колектива е млад учен (МУ), постдокторант (ПД), докторанти (ДО) или студенти (СТ), или учен от чужбина (УЧ).



**Постигнати резултати от изпълнението на проекта и кратък анализ на тяхната приложимост (до 1 стр. в рамките на полето по-долу)**

1. Подготвен и проведен е лекционен курс по Квантова информатика към ФМИ-СУ и са изготвени електронно достъпни материали към него, които се редактират, за да послужат за издаването на учебна монография „Квантова вероятност и квантова информатика“ (доц. Н. Николов; техническа помощ – ас. д-р Д. Недановски).
2. Подготвен и проведен е едносеместриален курс лекции по Теория на алгоритмите в ИЯИЯЕ- БАН, адресиран към физици (д-р П. Николов).
3. Две статии на доц. Т. Попов по приложение на алгебрите на Йордан и конструкцията на Титс-Кантор-Кохер към квантови системи, “*Jordan algebra and hydrogen atom*” и “*A Jordan algebra for hydrogen atom and space-time symmetries*”, са публикувани в материалите на международни конференции.
4. Статията на проф. Л. Хаджииванов „*Neutrino, parity violaton, V-A: a historical survey*“ (32 стр., планирана като глава от близкия до завършване обширен съвместен обзор на акад. И. Тодоров и Л. Хаджииванов “*Selected topics on the Standard Model of particle physics*”) е публикувана в предварителна форма като електронен препринт.
5. В статията на доц. Л. Георгиев “*Exact modular S matrix for the  $Z_k$  parafermion quantum Hall islands and measurement of non-Abelian anyons*”, подготвяна за изпращане в списание с импакт-фактор, е получен аналитичният вид на пълната модулрна S-матрица за рационалната конформна теория на полето, описваща двумерни квантово Холови острови със  $Z_k$  парафермиони. Пресметнати са интерференчните членове в електронните интерферометри на Фабри-Перо, които могат да бъдат използвани за разграничаването на квазичастиците с абелева и неабелева обменна статистика и за недеструктивно измерване на анионите на Фибоначи. С помощта на последните по принцип може да бъде построен универсален квантов компютър с топологична защита срещу шумове и некохерентност.
6. В статията на доц. Н. Николов “*The algebra of operator product expansion of quantum fields*”, подготвяна за изпращане в списание с импакт-фактор, се изучава алгебричната структура, характеризираща локалните квантови полета, към която се напоследък се проявява засилен интерес. Подходът, основан на обобщените диференциални оператори, предлага нова, неизползвана досега идея в тази област.
7. Работата на доц. Т. Попов “*Pseudo-plactic algebra and its polarization*”, в която са разгледани редица въпроси, свързани с „квантовия тор“, е докладвана на международната конференция LT-13, Варна, 17-23.06.2019 г.
8. Чрез параметризация на групата  $SU(4)$  с ъгли на Ойлер са описани явно чистите състояния на системата кубит-кубит, както и подмнообразието от сплетени състояния. Резултатите ще бъдат докладвани и публикувани в материалите на международната конференция NTADES 2019, Варна, 1-4.07.2019 г. (гл. ас. д-р А. Стефанов, доц. Д. Младенов, “*Euler angles parameterization of a two qubit system*”).