



Информация за изпълнение на етап на проект

Наименование на конкурса:
Конкурс за финансиране на научни изследвания – 2017 г.
Основна научна област:
Физически науки
№ на договор:
ДН 18/11
Начална и крайна дата на проекта:
01. 01. 2018-31. 12. 2020
Заглавие на проекта:
Нелинейна динамика и поляризационни ефекти на свръх-къси лазерни импулси в диелектрични среди.
Базова организация:
Институт по електроника-БАН
Партньорски организации:
Институт по физика на твърдо тяло- БАН Нов Български Университет
Ръководител на научния колектив (академична длъжност, научна степен, име):
Проф. дфн Любомир Милчев Ковачев
Общ размер на отпуснатото финансиране за първи етап:
59 000 лева
Интернет страница на проекта (ако има такава):
Научни публикации по проекта:
1. Daniela A. Georgieva, Todor. S. Petrov, Hitoki Yoneda, Rakish Shikne, Nikolay N. Nedyalkov, and Lubomir M. Kovachev, “Avalanche parametric conversion and white spectrum generation from infrared femtosecond pulses in glasses,” Optics Express , 26(13) pp17649-17661(2018). Q1, IF 3.307.
2. Dakova, A., Kovachev, L., Dakova, D., Georgieva, D., & Slavchev, V., “Degenerate four-photon parametric processes and vector solitons.”, Optik 168, 721–727 (2018) , Q2, IF 1.902.
3. V.Slavchev, A. Dakova, D. Dakova, L. Kovachev, K. Kovachev, “Broad-band femtosecond pulses, λ_3 diffraction and managing of electron mirrors”, Optik , //doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.01.101 , (2019), Q2, IF 1.902.
4. Ivan P Christov, “Time dependent spatial entanglement in atom-field interaction”, Phys. Scr. , 94 (2019) 045401 (11pp). IF 1.902, Q2



5. Apostolova, T. and Obreshkov, B., "Sub-cycle dynamics of electron-hole pairs and high-harmonic generation in bulk diamond subjected to intense femtosecond laser pulse", **Opt. Quant Electron** (2018) 50: 408. <https://doi.org/10.1007/s11082-018-1666-y>, **IF 1.168, Q2.**
6. T. Apostolova, B. Obreshkov, "Ultrafast Photoionization and Energy Absorption in Bulk Silicon and Germanium", *ICQNM*, 17, 2018.
7. T. Apostolova, B. Obreshkov, "High harmonic Generation from Bulk Diamond driven by Intense femtosecond laser pulse", **Diamond and Related Materials**, 82, 165, 2018, **IF 2.223, Q2.**
8. I. Bozhikoliev, K. Kovachev, A. Dakova, V. Slavchev, D. Dakova, L. Kovachev, "Vortex solutions of vector nonlinear amplitude equations in optics," *Proc. SPIE 11047*, 20th International Conference and School on Quantum Electronics: Laser Physics and Applications, 110471C (29 January 2019); doi: 10.1117/12.2519026, **SJR-0.2.**
9. Z. Andreeva, S. Milenkova, A. Dakova, D. Dakova, V. Slavchev, L. Kovachev, "Parametric four-photon mixing: exact analytical solutions in Jacobi functions," *Proc. SPIE 11047*, 20th International Conference and School on Quantum Electronics: Laser Physics and Applications, 110471B (29 January 2019); doi: 10.1117/12.2518961, **SJR-0.2.**
10. Daniela A. Georgieva, "Depolarization of femtosecond pulses in air by nonlinear mechanisms," *Proc. SPIE 11047*, 20th International Conference and School on Quantum Electronics: Laser Physics and Applications, 110471A (29 January 2019); doi: 10.1117/12.2519307, **SJR-0.2.**



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

В теоретичен план:

1. Да се създаде нов теоретичен модел на базата на нелинеен, непараксиален векторен модел за генерацията и разпространение на единичен филамент в кварцово стъкло, който да отговори на въпросите за физичния механизъм на асиметричното свръхуширение на спектъра. Да се сравнят спектрите от експеримента, получени за различни по състав кварцови стъкла, с тези, получени от теоретичните пресмятания.

2. Да се изследват нови нелинейни ефекти свързани с многофотонна йонизация, генерация на високи хармонични, плазмена дефокусировка, тунелна йонизация и други.

В експериментален план:

1. Да се изследва експериментално в детайли асиметричното свръхуширение на спектъра на единичен филамент в различни по състав кварцови стъкла. Получените резултати да се сравняват с резултатите от теоретичния модел.



Членове на научния колектив

<i>Организации/участници¹</i>	<i>Бележка²</i>
Базова организация:	
Институт по електроника –Българска Академия на Науките	
Ръководител на научния колектив	
Проф. дфн Любомир Милчев Ковачев	
Участници:	
Проф. дфн Иван Петров Христов Проф. дфн Николай Недялков Недялков Проф. Жан-Клод Киефер Доц. д-р Любен Михов Иванов Гл. ас. д-р Диана Йосифова Дакова Гл. ас. д-р Даниела Ангелова Георгиева Гл. ас. д-р Камен Любомиров Ковачев Гл. ас. д-р Анелия Минчева Дакова Гл. ас. д-р Валери Илиев Славчев Студент София Боянова Миленкова Студент Зара Андреева Касапетева	УЧ ПД МУ/ПД МУ/ПД СТ СТ
Партньорска организация:	
Институт по физика на твърдо тяло-Българска Академия на Науките	
Участници:	
Проф. Хитоки Йонеда Доц. д-р Тодор Стефанов Петров	
Партньорска организация:	
Нов Български Университет	
Участници:	
Доц. д-р Цвета Тихомирова Апостолова Д-р Стоян Райков Мишев	

¹ 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

² 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)

Експерименталният прогрес на лазерните технологии предизвика редица изследвания на взаимодействието на светлината с веществото в ултра-бърз времеви мащаб с цел по добро разбиране на нелинейния отклик на средата.

Изследванията по проекта допринесоха за създаване на нов, свободен от йонизация модел на филаментация на фемтосекунден лазерен импулс чрез лавинна параметрична генерация. Модела е потвърден от експерименталните изследвания, проведени по РП1 и РП2.

За да се разберат механизмите, които контролират движението на електроните в атоми, молекули и кондензирана материя част от изследването бе фокусирано върху *ab initio* методите, където в идеалния случай директното (числено) решаване на уравнението на Шрьодингер би определило не само основното състояние, но също така и развитието на вълновата функция в реално време, която в последствие би позволило да се изчислят всички останали величини, свързани с процеса на поглъщане и излъчване на светлина от атома. Значителен прогрес в това отношение бе постигнат с помощта на квантовите методи на Монте Карло, в частност този с времева зависимост, който включва едновременно ансамбли от частици и вълнови функции, които еволюират във физическото пространство време. В изпълнение на задачите по договора бяха проведени изследвания по взаимодействие на мощни фемтосекундни лазерни импулси с веществото с моделни атоми с цел намиране на важни характеристики на тези атоми като квантова ентропия и нейната зависимост от времето.

Проучена е възможността за генериране на суб-фемтосекундни импулси и високи хармонични в обема на монокристален диамант, облъчен с фемтосекунден импулсен лазер с дължина на вълната в инфрачервената област и продължителност на импулса 15 фс. Получени са за зависимости на непертурбативните интензивности на получените хармонични от интензивността на облъчващото поле които а в добро качествено съгласие с експериментални резултати в други диелектрични материали.

Получени са аналитични резултати по нелинейно параметрично взаимодействие на лазерни импулси в среди с кубичен тип нелинейност.