

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Олексієнко Галини Андріївни «Мультигармонічні взаємодії у плазмово-пучкових супергетеродинних лазерах на вільних електронах із гвинтовими електронними пучками», яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.01 – фізика приладів, елементів і систем

Дисертаційна робота Олексієнко Г.А. присвячена теоретичному дослідженню динаміки електромагнітних хвиль у плазмово-пучкових супергетеродинних лазерах на вільних електронах (ЛВЕ) із гвинтовим релятивістськими електронними пучками.

Актуальність обраної теми дисертації не викликає сумніву, оскільки однією з найважливіших задач сучасної релятивістської електроніки є створення потужного електромагнітного випромінювання у терагерцовому діапазоні. Особливу увагу дослідників привертають супергетеродинні лазери на вільних електронах завдяки своїм властивостям. Ці прилади використовують електронно-хвильові нестійкості, у зв'язку із цим вони мають найбільші інкременти зростання хвиль порівняно з іншими джерелами електромагнітного випромінювання у міліметровому діапазоні довжин хвиль. Однією з особливостей хвиль, які експоненціально зростають завдяки плазмово-пучковій нестійкості, є те, що вони характеризуються квазілінійними дисперсійними залежностями. Це призводить до інтенсивної генерації вищих гармонік таких хвиль, до їх множинних взаємодій. Тому вивчення фізичних процесів, у тому числі й мультигармонічних, що істотно впливають на динаміку хвиль у плазмово-пучкових супергетеродинних ЛВЕ із гвинтовими електронними пучками є задачею важливою та актуальною. Про актуальність роботи також свідчить те, що матеріали дисертації пов'язані з виконанням низки держбюджетних науково-дослідних робіт Сумського державного університету.

Достовірність результатів та ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Достовірність та обґрунтованість основних наукових положень, висновків та рекомендацій впливає із застосування адекватних теоретичних моделей, використання математичного апарату апробованих методів теоретичних досліджень: класичних рівнянь Максвелла, квазігідродинамічного рівняння, методу усереднених характеристик. Також використовувались стандартні числові та чисельно-аналітичні методи, у тому числі метод повільно змінних амплітуд. У граничних випадках нові результати переходять у вже відомі. Усе це дає підставу вважати результати дисертаційної роботи достовірними та обґрунтованими.

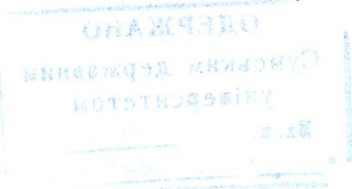
ОДЕРЖАНО
Сумським державним
університетом
Вх. н. 105
13. січня 2014 р.

Характеристика та наукова новизна дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Олексієнко Г.А. складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків та списку використаних джерел. У першому розділі проведено літературний огляд, у якому аналізується стан проблеми генерації та підсилення когерентного електромагнітного випромінювання у приладах, що використовують гвинтові електронні пучки. Також проводиться аналіз підходів та методів які застосовуються у теорії пристроїв сильнострумової електроніки. У другому розділі обґрунтовується схема взаємодії хвиль у плазмово-пучкових супергетеродинних ЛВЕ із гвинтовими електронними пучками. Проведено модернізацію методу усереднених характеристик для пристроїв НВЧ-електроніки, що використовують гвинтові релятивістські електронні пучки. Наступні два розділи присвячені вивченню фізичних процесів, що відбуваються у плазмово-пучкових супергетеродинних ЛВЕ доплертронного та Н-убітронного типу із гвинтовими електронними пучками з урахуванням множинних взаємодій гармонік хвилі просторового заряду. Відповідно, у кожному оригінальному розділі дисертації було отримано та обґрунтовано нові наукові результати, які полягають у наступному.

- Уперше з'ясовано, що у плазмово-пучкових супергетеродинних ЛВЕ як із доплертронною, так і Н-убітронною накачкою має місце збільшення темпів підсилення за умови збільшення кута вльоту релятивістського електронного пучка відносно фокусуючого магнітного поля.
- Уперше отримано у кубічному наближенні систему диференціальних рівнянь для амплітуд гармонік електромагнітних полів хвиль у плазмово-пучкових супергетеродинних ЛВЕ із гвинтовими пучками з урахуванням мультигармонічних взаємодій, яка описує динаміку взаємодіючих хвиль у таких системах. З'ясовано, що основний механізм насичення електромагнітних хвиль у цих пристроях пов'язаний із захопленням електронів пучка плазмовими хвилями.
- Визначено оптимальні режими взаємодії хвиль для двох моделей плазмово-пучкових супергетеродинних ЛВЕ із гвинтовими електронними пучками, коли коефіцієнт підсилення електромагнітної хвилі сигналу є максимальним порівняно з іншими режимами.

Усе вище сказане свідчить про те, що в дисертаційній роботі було розв'язано важливу задачу, що пов'язана з формуванням потужних електромагнітних хвиль у міліметровому діапазоні довжин хвиль на базі плазмово-пучкових супергетеродинних лазерів на вільних електронах із гвинтовими пучками.



Практичне значення результатів дисертаційної роботи для науки і практики визначається тим, що вони можуть бути використані для побудови генераторів та підсилювачів надпотужного електромагнітного випромінювання у міліметровій області довжин хвиль. Розроблені теорії плазмово-пучкових супергетеродинних ЛВЕ дозволяють визначити оптимальні параметри конкретних конструкційних схем, за яких електромагнітна хвиля підсилюється з максимальним ККД.

Апробація та публікації результатів дисертації, повнота їх викладу

Основний зміст дисертації Олексієнко Г.А. викладено у 14 наукових працях, зокрема, 4 статті опубліковано у періодичних фахових виданнях, що входять до Переліку Міністерства освіти і науки України, 3 статті опубліковано у закордонних фахових журналах, 4 статті опубліковано в матеріалах конференцій, 3 праці – тези доповідей. В опублікованих роботах достатньо повно викладено зміст дисертації, положення, висунуті на захист, результати досліджень і висновки дисертаційної роботи. Наукові положення, які винесено на захист, обговорювалися на міжнародних наукових конференціях, про що свідчать опубліковані тези доповідей у працях цих конференцій. Таким чином, основні результати дисертації достатньо повно апробовані та відомі фахівцям. Автореферат дисертації достатньо повно відображає основні положення дисертації. Повнота відображення результатів дисертаційних досліджень і вимоги до кількості публікацій відповідають вимогам, встановленим Міністерством освіти і науки України.

Зауваження щодо змісту дисертації

- 1) У першому розділі не наведено кількісної інформації про параметри електронних пучків та систем накачок, що використовуються у супергетеродинних лазерах на вільних електронах.
- 2) У четвертому розділі аналізується динаміка електромагнітних хвиль у плазмово-пучковому супергетеродинному ЛВЕ Н-убітронного типу із гвинтовим електронним пучком. Досліджувана модель враховує лише поперечне магнітне поле ондулятора, проте відомо, що у реальних ондуляторах є також повздовжня компонента магнітного поля. Слід було б проаналізувати вплив повздовжньої компоненти ондулятора на мультигармонічні взаємодії хвиль у системі.
- 3) У дисертаційній роботі досліджуються електронно-хвильові взаємодії у плазмово-пучкових супергетеродинних ЛВЕ, що використовують гвинтові електронні пучки з достатньо великою силою електричного струму. При цьому у досліджуваних моделях

нехтуються власні електромагнітні поля, які можуть мати достатній вплив на процеси, що розглядаються.

- 4) У дисертаційній роботі використовується модель гвинтового релятивістського електронного пучка, у якому змінюється повздовжня компонента швидкості, а енергія електронів залишається незмінною. Було б доцільно проаналізувати динаміку електромагнітних хвиль також і для моделі гвинтового пучка, коли змінюється його енергія, а повздовжня швидкість є постійною.
- 5) При викладенні особливостей використання методів усереднених характеристик деякі припущення виглядають дещо аксіоматичними. Було б доцільно в дисертації коротко викласти аналіз, що підтверджує придатність цих припущень та наближень

Відповідність встановленим вимогам до кандидатських дисертацій

Подана дисертація на тему «Мультигармонічні взаємодії у плазмово-пучкових супергетеродинних лазерах на вільних електронах із гвинтовими електронними пучками» є завершеною науковою працею. У дисертації отримано нові наукові результати, автореферат відповідає змісту дисертаційної роботи, результати досліджень повністю відображені в публікаціях. Таким чином, дисертаційна робота Олексієнко Галини Андріївни за актуальністю, новизною, практичним значенням, об'ємом і завершеністю виконаних досліджень відповідає всім вимогам, які висуваються до кандидатських дисертацій з фізико-математичних наук. За основними положеннями і змістом робота повністю відповідає спеціальності 01.04.01 – фізика приладів, елементів і систем, а її автор заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук.

Кандидат фізико-математичних наук,
заступник завідувача відділу
ядерно-фізичних методів дослідження
Інституту прикладної фізики НАН України



О.М. Бугай

Підпис Бугая О.М.
кандидата фізико-математичних наук,
заступника завідувача відділу ядерно-фізичних
методів дослідження засвідчую
Вчений секретар
Інституту прикладної фізики НАН України
кандидат фізико-математичних наук



О.І. Ворошило