

Нобелівську премію в галузі фізики за 2013 р. присуджено двом відомим європейським фізикам-теоретикам – бельгійцю Ф. Енглеру та британцю П. Хіггсу «за теоретичне відкриття механізму, що сприяє нашому розумінню походження мас субатомних частинок і який нещодавно було підтверджено відкриттям передбачуваної фундаментальної частинки в експериментах ATLAS і CMS на Великому адронному колайдері».

### **Дослідження в Україні**

В Україні теоретичні дослідження механізму Хіггса і, більш загально, механізму спонтанного порушення симетрії (СПС), а також генерації мас елементарних частинок здійснювали переважно в Харківському фізико-технічному інституті НАН України (ХФТІ) та київському Інституті теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України (ІТФ). У Харкові Д. Волков побудував загальну теорію взаємодії голдстоунівських частинок у польових системах із СПС. Разом з В. Акуловим він уперше показав, що голдстоунівські частинки можуть бути не тільки бозонами, а й ферміонами, що привело до відкриття суперсиметрії незалежно від робіт Ю. Гольфанда і Є. Ліхтмана. Д. Волков відкрив також суперхіггсівський механізм у теорії суперсиметрії, коли калібрувальне поле зі спіном  $3/2$  (гравітино) поглинає голдстоунівський ферміон зі спіном  $1/2$  і стає масивним. Разом з В. Сорокою в 1973 р. він став першовідкривачем теорії супергравітації, у якій суперхіггсівський механізм відіграє значну роль у генерації мас частинок. Важливі дослідження з фазових переходів у теоріях зі спонтанним порушенням калібрувальних і кіральных груп виконали тодішні співробітники Харківського університету Є. Чудновський та І. Криве. Відзначимо також, що І. Криве і А. Лінде з Фізичного інституту ім. П. М. Лебедева отримали одне з перших обмежень знизу на масу хіггсівського бозона.

У Києві в ІТФ група П. Фоміна (В. Міранський, Ю. Ситенко та один з авторів цієї статті) в 70–80-ті роки виконували дослідження динамічного механізму Хіггса і генерації мас частинок за аналогією з теорією надпровідності. Вони розвинули мікроскопічну теорію динамічного порушення кіральної симетрії в калібрувальних теоріях (зокрема, у квантовій хромодинаміці), що сформувало новий погляд на походження мас адронів. Було показано, що за динамічним механізмом Хіггса можуть генеруватися маси глюонів. Це започаткувало новий напрям досліджень, який активно розвивається останнім часом. У теорії електрослабких взаємодій В. Міранський разом з К. Ямавакі (Koichi Yamawaki) і незалежно від Й. Намбу запропонували модель, у якій поле Хіггса є зв'язаним станом найважчого з відомих кварків – топ-кварка та його антикварка. Поки що невідомо, чи є

поле Хіггса фундаментальним, чи складеним, і тому ця модель привертає значну увагу. Отже, українські вчені зробили помітний внесок у теоретичні дослідження, пов'язані з бозоном Хіггса.

Вагомими є також роботи українських дослідників і в експериментах з пошуку бозона Хіггса в ЦЕРН. Співробітники ХФТІ П. Сорокін і Л. Левчук беруть участь в експериментальній колаборації CMS з оброблення даних з використанням сучасних комп'ютерних технологій. Під керівництвом академіків НАН України І. Карнаухова і Б. Гриньова в харківському Інституті сцинтиляційних матеріалів НАН України виготовлено монокристалічні пластини для детекторів ЦЕРН. Група провідних науковців з ІТФ під керівництвом члена-кореспондента НАН України Г. Зінов'єва (офіційного представника України в ЦЕРН) бере участь у роботі колаборації ALICE з пошуку кварк-глюонної плазми. У 2013 р. сталася важлива подія для вітчизняних учених – Україна здобула статус асоційованого члена ЦЕРН. Можна сподіватися, що тепер співробітництво з ЦЕРН вийде на якісно новий рівень і дозволить українським науковцям долучитися до розроблення нових наукових програм та виконання експериментів на Великому адронному колайдері (ВАК).

#### **Подальші перспективи досліджень**

Підсумовуючи, зауважимо, що відкриття хіггсівського бозона є величезним успіхом Стандартної моделі, проте залишаються нез'ясованими ще багато питань. Так, поки що експериментально не встановлено сили взаємодії бозона з ферміонами і векторними бозонами, а також константи самовзаємодії хіггсівських бозонів. Невідомо, існує один бозон Хіггса чи кілька. Наприклад, у мінімальній версії розширеної суперсиметричної Стандартної моделі є 5 хіггсівських бозонів – 3 нейтральні та 2 заряджені. У деяких моделях фундаментальні скалярні поля відсутні, а СРС електрослабких взаємодій відбувається завдяки складеним скалярним полям, які є зв'язаними станами ферміонів. У цьому випадку мають існувати збуджені зв'язані стани, спостереження яких було б свідченням на користь таких моделей. Є ще багато інших проблем, добре відомих фахівцям.

Не виключено, що наступний 2015 р., коли ВАК вийде на повну заплановану потужність, відкриє еру нових досягнень у фізиці елементарних частинок, а отже, сприятиме поглибленню наших знань про будову матерії (*Горбар Е., Гусинін В. Бозон Хіггса: передбачення, пошук, відкриття // Вісник НАН України. – 2014. – № 3. – С. 31, 39–40.*)