

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002666

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 19-07-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: ДНУ, Наказ № 1127-с, від 20.09.2024



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дмитрієв Микита Сергійович

2. Mykyta S. Dmytriiev

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика та астрономія

Дата захисту: 07-09-2024

Спеціальність за освітою: 104 Фізика та астрономія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 08.051.105 ID 6548 Дмитрієв М.С.

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.05.49

Тема дисертації:

1. Опис сигналів широких важких резонансів методами ефективних лагранжіанів.
2. Description of heavy wide resonances signals by the means of effective Lagrangians.

Реферат:

1. На прикладі узагальненої моделі Юкави показується, що існують сценарії моделей нової фізики, в яких методи прямого пошуку нових станів матерії незастосовні, оскільки резонанси цих станів широкі. Було виявлено, що широкі резонанси виникають якщо частинки нової фізики важкі або сильно взаємодіють з іншими полями деякої розширеної моделі. Для опису сигналів деяких широких резонансів є незастосовним наближення вузького піку. Таким чином, оцінка ширини шуканого резонансу є необхідною в експериментальних пошуках сигналу останнього. Для широких резонансів слід застосовувати методи непрямого пошуку. В розглянутій нами моделі Юкави існують сценарії, в яких інтерференція між резонансами відомого та нового полів значна порівняно із внеском резонансу останнього у перерізі процесу розсіювання. У таких сценаріях метод прямого пошуку нових частинок теж незастосовний. Зокрема, це має

місце якщо нова частинка важка порівняно із повною енергією початкового стану деякого процесу розсіювання. В цьому разі її сигнал у границі низьких енергій можна описати за допомогою низькоенергетичного ефективного лагранжіану (ЕЛ). Метод ЕЛ зараз часто застосовується різними колабораціями та науковими групами в світі. Ми дослідили застосовність низькоенергетичного ЕЛ на прикладі узагальненої моделі Юкави, що складається з легкого та важкого скалярного полів і дублету легких ферміонів. Було виявлено, що низькоенергетичний ЕЛ є хорошим наближенням для опису процесів розсіювання у границі відщеплення важкої частинки, якщо радіаційні поправки до маси цієї частинки та однопетльове змішування її з полями легкого сектору малі при низьких енергіях. Це має місце якщо юкавівські константи моделі малі. В інших сценаріях низькоенергетичний ЕЛ є незастосовним для опису процесів розсіювання. Отже, при оцінці параметрів ЕЛ в аналізі результатів експериментів з розсіювання слід також визначати величину внесків радіаційних поправок від петель з легкими частинками. Враховуючи ці результати, було досліджено сценарій відщеплення важких частинок у реалістичній моделі нової фізики, а саме в моделі з двома хігсівськими дублетами (2HDM). Було отримано вираз для низькоенергетичного ЕЛ для варіанту 2HDM, де можливе невелике порушення збереження CP-парності. Так, ця модель передбачає існування п'яти скалярних резонансів, один із яких відповідає вже відомій скалярній частинці h масою 125 ГеВ. Інші ж резонанси набагато важчі ніж h , тому поки що не були зафіксовані в експериментах на прискорювачах. Обчислений нами ЕЛ відповідає такому сценарію у границі відщеплення важких скалярних станів. Було виявлено, що потенціал легкого скалярного поля h в отриманому лагранжіані відрізняється від такого в SM з одним хігсівським дублетом. Крім того, на відміну від SM, скалярний стан h у цьому сценарії не має визначеної CP-парності у границі відщеплення важких скалярів 2HDM. Вимірюючи ширину розпаду h у CP-непарні стани можна визначити параметри, що регулюють ступінь цього порушення у 2HDM. В отриманому ЕЛ для 2HDM також містяться ефективні вершини, що дають внески у процес народження двох бозонів h . Згідно із передбаченнями SM, цей процес є відносно рідкісним в експериментах на LHC, тому величина його перерізу чутлива до коефіцієнтів відповідних вершин ЕЛ. Отже, з її експериментально вимірюваного значення можна отримати обмеження на коефіцієнти ЕЛ і відповідні параметри розширеної моделі. Таким чином можна перевірити застосовність однодублетної SM. Для оцінки області застосовності ЕЛ для 2HDM слід оцінити величини радіаційних поправок від взаємодій із полями SM до мас важких скалярів та величини однопетльових змішувань останніх з полями SM. Звідси випливають обмеження на властивості сигналів важких скалярних бозонів у моделі з низькоенергетичним ЕЛ. Такий аналіз є актуальним для визначення оптимального сценарію експерименту із пошуку важких полів 2HDM в сучасних дослідах на прискорювачах. Виявлення нових частинок за межами Стандартної моделі суттєво розширило б наше розуміння властивостей матерії та еволюції Всесвіту, тому результати цієї дисертації є актуальними та важливими.

2. Within the framework of the generalized Yukawa model we have shown that there exist new physics scenarios, where direct searches for new states of matter are inapplicable. This is so if resonances of the latter are wide. It was found out that wide resonances emerge if new physics particles are heavy or if their couplings are big. Signals of some wide resonances could not be described with the narrow width approximation. Hence, correct estimation of a new resonance width is essential for experimental searches of new physics. Indirect search methods should be applied for signals of wide resonances. There also exist scenarios within the considered Yukawa model where interference between known and new resonances is significant with respect to a new resonance contribution in a scattering process cross-section. One could not apply direct searches for new particles in such scenarios. In particular, this takes place if total energy of a reaction initial state is much less than a new particle mass. In this case its low-energy signal could be described with a low-energy effective Lagrangian (EL). Many collaborations across the world apply ELs to describe signals of new heavy particles. We have investigated applicability of a low-energy EL within the framework of generalized Yukawa model. The latter consists of light and heavy scalar fields and two light fermions. It was found out that the low-energy EL is applicable for scattering processes description if radiative corrections to the heavy boson mass are small and one-loop mixing of light and heavy scalars is negligible at low energies. It is so if Yukawa couplings of the model are small. In the other scenarios the low-energy EL is

inapplicable for scattering processes description. Thus, magnitude of loop corrections coming from light sector of an extended model should be estimated when EL of the model is considered in experimental data analysis. Taking into account these results, we have researched heavy states decoupling scenarios in a realistic new physics model, which is the two-Higgs-doublet model (2HDM). We derived the low-energy EL for the 2HDM with small CP violation. There are five scalar resonances in this model, and one of them corresponds to the field h of mass 125 GeV, discovered at the LHC. The other resonances in this scenario are much heavier than h , so they have not been observed experimentally, yet. The EL of the 2HDM derived in this thesis describes the limit in this scenario when heavy scalars decouple. It was found out that the potential of the scalar field h in this Lagrangian does not match corresponding potential in the SM with one Higgs doublet. Besides, unlike the SM, in the considered model h is not an eigenstate of CP transformation even when heavy 2HDM scalars decouple. CP-violation existence in the scalar sector could be tested if one measures width of h decay into CP-odd states. This width depends on the parameters which govern magnitude of CP-violation in the 2HDM. Besides, the derived EL contains vertexes which contribute to the cross-section of h pairs production. According to the SM, this process is quite rare at the LHC, so its cross-section value is sensitive to the couplings of contributing EL vertexes. Hence, one could derive constraints on the EL effective couplings and parameters of the 2HDM from the experimentally measured value of this cross-section. Applicability of the one-Higgs-doublet SM could be tested with the signals described in this paragraph. Magnitudes of loop corrections to the heavy bosons masses and one-loop mixing of heavy scalars with the SM states should be estimated when heavy particles decouple. This estimate would limit the applicability range of the 2HDM EL. Constraints on the low-energy signals of the 2HDM heavy scalars described with the EL could be derived from these conditions. Thus, such analysis is essential to identify the experimental scenario which is optimal for the heavy 2HDM scalars searches on the modern accelerators. Discovery of new states beyond the Standard model could dramatically advance our understanding of the matter properties and the Universe evolution. Hence, conclusions of this research are actual and important in the context of modern physics.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Dmytriiev M., & Skalozub V. (2023). One-loop correction contributions in the decoupling limit of generalized Yukawa model. *Journal of Physics and Electronics*, 31 (2), 3-20. doi:10.15421/332314
- Skalozub V., & Dmytriiev M. (2021). On direct search for dark matter in scattering processes within Yukawa model. *Ukrainian Journal of Physics*, 66 (11), 936- 944. doi:10.15407/ujpe66.11.936
- Dmytriiev M., & Skalozub V. (2021). Low-energy effective Lagrangian of the two-Higgs-doublet model. *Journal of Physics and Electronics*, 29 (2), 8-20. doi:10.15421/332118
- Dmytriiev M., & Skalozub V. Dark matter wide resonances in the generalized yukawa model, V All-Ukrainian scientific and practical conference "ПЕРСПЕКТИВНИ НАПРЯМКИ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ, ІНФОРМАЦІЙНИХ І КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ" MEICS-2020, p. 206-207, November 25-27, 2020, Dnipro, Ukraine. Форма участі: очна.
- Dmytriiev M., & Skalozub V. Dark Matter Polarization Operator in the Generalized Yukawa Model, XI Conference of Young Scientists "Problems of Theoretical Physics", p. 41-42, December 21-23, 2020, Kyiv, Ukraine. Форма участі: очна.

- Dmytriiev M., & Skalozub V. Effective Lagrangian in the generalized Yukawa model, XXIII International youth scientific and practical conference "Human and space", p. 26, April 14-16, 2021, Dnipro, Ukraine. Форма участі: очна.
- Dmytriiev M., & Skalozub V. Low-energy effective Lagrangian of the two-Higgs-doublet model., VI All-Ukrainian scientific and practical conference "ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОНИКИ, ІНФОРМАЦІЙНИХ І КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ" MEICS-2021, p. 172, November 24-26, 2021, Dnipro, Ukraine. Форма участі: очна.
- Dmytriiev M., & Skalozub V. Low-energy effective Lagrangian of the two-Higgsdoublet model with the CP-violation. XXIV International youth scientific and practical conference "Human and space", p. 18, May 25-27, 2022, Dnipro, Ukraine. Форма участі: очна.
- Dmytriiev M., & Skalozub V. Observable effects of heavy decoupled scalar bosons within the generalized Yukawa's model. XXV International youth scientific and practical conference "Human and space", p. 20, April 12-14, 2023, Dnipro, Ukraine. Форма участі: очна.
- Dmytriiev M., & Skalozub V. One-loop correction contributions in the decoupling limit of generalized Yukawa model. VIII All-Ukrainian scientific and practical conference "ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОНИКИ, ІНФОРМАЦІЙНИХ І КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ" MEICS-2023, p. 241-242, November 22-24, 2023, Dnipro, Ukraine. Форма участі: очна.
- Dmytriiev M., & Skalozub V. Contribution of one-loop corrections in the decoupling limit of generalized Yukawa model. XIV Conference of young scientists "Problems of theoretical physics", p. 20-21, January 16-18, 2024, Kyiv, Ukraine. Форма участі: очна.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0119U100767, 0122U001398

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скалозуб Володимир Васильович

2. Volodymyr V. Skalozub

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6877-908X

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701701400>; WoS: C-3270-2018

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Нурмагамбетов Олексій Юрійович
2. Oleksii Y. Nurmagambetov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., с.н.с., 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5175-5997

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602571358>; WoS: НТО-4292-2023

Повне найменування юридичної особи: Інститут теоретичної фізики ім. О.І.Ахієзера Національного наукового центру "Харківський фізико-технічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 24278254

Місцезнаходження: вул. Академічна, 1, Харків, Харківський р-н., 61108, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Анчишкін Дмитро Владленович
2. Dmytro V. Anchyskin

Кваліфікація: д.ф.-м.н., с.н.с., 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5685-9055

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8538634000>

Повне найменування юридичної особи: Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417124

Місцезнаходження: вул. Метрологічна, буд. 14-б, Київ, 03143, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гладуш Валентин Данилович

2. Valentyn D. Gladush

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8596-5511

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603789329>; WoS: C-2301-2018

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лягушин Сергій Федорович

2. Serhii F. Liagushin

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1592-750

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56632932800>; WoS: V-3304-2017

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Соколовський Олександр Йосипович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Соколовський Олександр Йосипович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Дмитро Салтиков

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна