

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ
Маслова Василия Евгеньевича
на присуждение именной стипендии

Год рождения Фамилии И.О.: 1995, Маслов Василий Евгеньевич.

Образование: Физический факультет МГУ, закончил в 2019 г.

Обучение: аспирант 2 года обучения

Научные руководители: Левков Д.Г., Нугаев Э.Я.

Тема научной работы: Изучение солитонов и осциллонов в классической теории поля..

Публикационная активность: опубликована 1 работа, в том числе: 1 публикация в изданиях из перечня Web of Science/Scopus, 1 статья в рецензируемых журналах из списка ВАК, 0 работ в сборниках трудов и тезисов конференций, получено 0 патентов на изобретение/полезную модель, получено 0 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ/базы данных.

Участие в работах по грантам ИЯИ РАН: был участником (исполнителем) 1 гранта РНФ (руководитель И.И. Ткачев, грант завершен), участник 0 грантов РФФИ.

Основные научные результаты: 1. В.Е. Маслов изучил свойства топологических солитонов в $(1+1)$ -мерной модели поля, где статические уравнения поля не являются интегрируемыми. Он доказал численно и аналитически, что такие «хаотические» солитоны обладают свойствами, ожидаемыми от хаотических траекторий в классической механике со многими степенями свободы. Во-первых, полное количество солитонов бесконечно, а количество солитонов конечного размера растет экспоненциально при увеличении этого размера. Во-вторых, конфигурации солитонов образуют самоподобный фрактал нецелой размерности в конфигурационном пространстве. В-третьих, для анализа этих решений можно применять инструменты, изначально разработанные для динамических систем – например, топологическую и метрическую энтропии. Решение данной задачи изложено в статье “Chaotic solitons in driven sin-Gordon model,” *Chaos Solitons Fractals* **139** (2020) 110079, [[2004.13052](#)].

2. Василий построил эффективное низкоэнергетическое действие для осциллонов – долгоживущих периодических классических решений в теории скалярного поля с притягивающим самодействием. Параметрами разложения в таком эффективном действии служат пространственные производные поля осциллона, которые считаются малыми. В

отличие от квантовой теории поля, где нелокальное эффективное действие возникает естественным образом в теории возмущений, в классической теории эффективное действие до этого не было построено. Также Василий показал, что разложение по производным лучше работает в теориях низкой пространственной размерности d и становится точным при $d \rightarrow 0$. Он доработал и оптимизировал численные коды для нахождения профилей осциллонов, а также для получения решений полных полевых уравнений и проверки теоретических предсказаний. Данная работа будет завершена и опубликована осенью 2021 года.

Участие в конкурсе: Василий был представлен на конкурс 2020 года, но не получил стипендию.

Маслов Василий Евгеньевич окончил бакалавриат кафедры физики частиц и космологии физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в 2017 году, магистратуру той же кафедры в 2019 году. Сейчас он является аспирантом второго года на этой же кафедре, а также получателем стипендии ИТМФ для аспирантов (частичная занятость). В его бакалаврской и магистерской работах, выполненных под руководством Левкова Д.Г. и Нугаева Э.Я., предложены и изучены особые «хаотические» многосолитонные решения, которые должны существовать в общих одномерных моделях нескольких скалярных полей, а также в моделях с одним полем, взаимодействующим с неоднородным внешним потенциалом. Такие решения возникают благодаря интересной математической аналогии между статическими уравнениями поля и уравнениями движения механических систем с конечным количеством степеней свободы. Результаты данной работы важны для построения математической теории одномерных солитонов, а также для изучения одномерных систем в физике конденсированного состояния вещества.

Василий проявил умение разбираться в литературе, смекалку и усердие при решении этой задачи. Именно благодаря ему проект завершился успешно. Он предложил проводить численные расчеты с помощью библиотеки чисел произвольной точности, что позволило находить тысячи солитонов произвольной длины с помощью метода пристрелки, а также вычислить размерность фрактала в конфигурационном пространстве. Также он самостоятельно изучил методы описания хаоса в динамических системах и предложил характеризовать «хаотические» солитоны с помощью топологической энтропии и метрической (колмогоровской) энтропии. Благодаря его усилиям нами была написана статья “Chaotic solitons in driven sin-Gordon model,” *Chaos Solitons Fractals* **139** (2020) 110079, [[2004.13052](#)].

Сейчас Василий изучает осциллоны в скалярной теории поля. Данные решения описывают квазипериодические осциллирующие «шапочки» действительного скалярного поля, которые являются на удивление долгоживущими. Результаты их изучения важны для симуляций генерации аксионной темной материи в ранней Вселенной, где во множестве возникают «акситоны» – осциллоны особого вида. Основной метод, используемый Василием – построение классического эффективного действия – довольно сложен в применении. Для этого требуется построить переменные «действие-угол» в «аналогичной» механической модели, а затем использовать усреднение по быстрым осцилляциям поля. Василий с помощью данного метода явно получил эффективное действие вплоть до четвертых производных по пространству (второй порядок теории возмущений). Также для проверки метода требуется отладка численного кода, решающего полные уравнения ротационно-симметричного скалярного поля в произвольной (в том числе дробной) размерности. Пока что Василий достойно справляется со всеми нетривиальными трудностями.

Василий два года вел семинары по курсам «Интегрируемые системы» и «Алгебраические методы в теории поля» А. Исаева (осенний и весенний семестры) для студентов 5 курса физического факультета МГУ. Начиная со следующей осени он планирует вести семинары по курсу С. Миронова «Теория групп».

Маслов В.Е. является соавтором публикаций:

1. D.G. Levkov, V.E. Maslov, and E.Y. Nugaev, “Chaotic solitons in driven sin-Gordon model,” *Chaos Solitons Fractals* **139** (2020) 110079, [[2004.13052](#)].

Учебная и научная деятельность Маслова В.Е., полученные им лично научные результаты, заслуживают высокой оценки и присуждения ему именной стипендии ИЯИ РАН.

Настоящее представление обсуждено и поддержано Ученым (Научно-техническим) советом подразделения (Протокол № _____ от _____ 2021 г.).

Ученый секретарь, с.н.с. ОТФ ИЯИ РАН, к.ф.-м.н.

С.В. Демидов

Научный руководитель Маслова В.Е.,
с.н.с. к.ф.-м.н.

Д.Г. Левков