Приложение № 2

к протоколу ученого совета

НИУ ВШЭ – Нижний Новгород

от 21.02.2017 № 8.1.1.7-06/2

**КОНЦЕПЦИЯ**

Лаборатории топологических методов в динамике

факультета информатики математики и компьютерных наук

НИУ ВШЭ - Нижний Новгород

**Необходимость создания Лаборатории топологических методов в динамике факультета информатики математики и компьютерных наук НИУ ВШЭ - Нижний Новгород**

Внедрение разработок научных лабораторий в образовательный процесс факультета математики НИУ ВШЭ вывело университет на лидирующие позиции в сфере российского математического образования. Перенесение этого опыта на площадку нижегородского кампуса представляется естественным шагом на пути организации высококачественного образования в области фундаментальной математики в нижегородском регионе.

Открытие в 2015 году образовательной программы бакалавриата «Математика» в НИУ ВШЭ - Нижний Новгород лежит в русле Концепции развития математического образования, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации № 2506-р от 24.12.2013. Оно служит расширению спектра образовательных программ НИУ ВШЭ - Нижний Новгород и росту его исследовательского уровня.

В перспективе, программа «Математика» направлена на насыщение рынка труда специалистами с глубокой математической подготовкой, востребованными как в прикладных областях (в частности, в финансовой аналитике, актуарной математике, информационных технологиях), так и в академической сфере (фундаментальные исследования в математике, физике, экономике и преподавание).

Лаборатория топологических методов в динамике факультета информатики математики и компьютерных наук НИУ ВШЭ – Нижний Новгород (далее – Лаборатория) будет современным инструментом для проведения научных исследований по перспективным направлениям математики, адекватным текущему состоянию науки и ближайшим перспективам ее развития.

Создание лаборатории решает следующие задачи:

- аккумуляция в НИУ ВШЭ – Нижний Новгород высококвалифицированных кадров, для проведения фундаментальных и прикладных исследований в области качественной теории динамических систем;

- внедрение современных научных достижений в учебный процесс;

- своевременное выявление наиболее способных студентов и аспирантов и вовлечение их в процесс исследований и преподавания (что означает их трудоустройство).

Создание Лаборатории будет способствовать улучшению качества образования, формированию у студентов способностей к исследовательской работе.

## Цели и задачи лаборатории

Деятельность Лаборатории преследует три основные цели:

- проведение научных исследований в области динамических систем и в смежных областях на высоком профессиональном уровне;

- развитие исследований школы нелинейных колебаний академика А.А. Андронова и его последователей Е.А. Леонтович-Андроновой, А.Г. Майера, Ю.И. Неймарка и Л.П. Шильникова;

- создание международного научного математического центра.

Кроме этого, Лаборатория призвана обеспечивать передовой уровень и современные формы образования в области фундаментальной и прикладной математики. Тем самым, создание Лаборатории будет способствовать органическому соединению образовательного и исследовательского процессов, решая задачу стимулирования преподавателей к включению в учебный процесс результатов своих исследований, а также к активному вовлечению студентов в исследовательский процесс, формированию у них навыков творческого научного поиска и апробации полученных результатов.

Нижегородская математическая школа частично сохранила научный потенциал, а по ряду направлений принадлежит к числу сильнейших в мире (по словам академика В.А. Васильева, она является «одной из немногих сохранившихся в РФ научных школ»). Прежде всего, это относится к качественной теории дифференциальных уравнений, теории динамических систем и к связанным с этими направлениями областям математики алгебраической геометрии, математической физике, современной алгебре и дискретной математике.

Ядро сотрудников Лаборатории составит команда перспективных исследователей (пришедших недавно в НИУ ВШЭ из ННГУ им. Н.И Лобачевского), содержащая четырёх докторов и трех кандидатов наук, имеющих результаты, признанные математическим сообществом.

Предполагается, что благодаря тесному взаимодействию сотрудников Лаборатории с ведущими нижегородскими математиками и налаженным связям с зарубежными и отечественными научными школами, в том числе постоянному сотрудничеству с факультетом математики ВШЭ (Москва), Лаборатория станет заметным международным научным математическим центром. Залогом этого является значительный задел фундаментальных результатов, опубликованных в ведущих математических журналах мирового уровня, имеющийся у предполагаемых сотрудников Лаборатории. Более конкретно: за последние 5 лет опубликовано более 100 работ (среди которых несколько обзоров), учтённых в российских и международных системах цитирования, издан ряд монографий, защищены две докторские и 9 кандидатских диссертаций (в том числе 8 под руководством В.З. Гринеса, Е.В Жужомы и Н.И. Жуковой).

## **Основной объект исследований**

Исследования по теории динамических систем станут определяющим направлением Лаборатории. Эта теория и ее применения к задачам естествознания составляют традиционную тематику нижегородской школы нелинейных колебаний, основанной академиком А.А. Андроновым. Образование школы восходит к тридцатым годам прошлого века и связано, в основном, с решением проблем радиотехники. За время,  прошедшее с тех пор, область применения качественной теории дифференциальных уравнений (неотъемлемой части теории динамических систем) значительно расширилась и в данный момент трудно найти ветвь естествознания (механику, биологию, химию, медицину, метеорологию, астрофизику, нейронные сети  и др.), в которой бы она не использовалась. Новые проблемы, которые появляются в этих дисциплинах, требуют постоянного развития полученных результатов и методов.

#### **Научные и организационные заделы**

В настоящий момент предполагаемый коллектив вновь создаваемой Лаборатории образует рабочую группу лаборатории ТАПРАДЕСС, выполняющую научные исследования в рамках поддержанного центром фундаментальных исследований ВШЭ проекта «Топологические методы в динамике» (тех. задание на проведение научного исследования № 98).

Основу этого коллектива составляют штатные преподаватели кафедры фундаментальной математики и научные сотрудники лаборатории ТАПРАДЕСС, на протяжении долгих лет успешно работающие в области качественной теории динамических систем и теории слоений. У коллектива есть значительный задел как в области фундаментальных исследований, так и в применении полученных результатов в прикладных задачах. При этом имеется ясность  в понимании направления дальнейших исследований. Ведущие ученые коллектива являются признанными экспертами в этих областях, поддерживают связи с российским и международным экспертным сообществом, что создает необходимую почву для реализации различных проектов. Список наиболее значимых результатов за последние 3 года приведен в приложении.

#### **Формы работы со студентами и аспирантами**

Лаборатория должна стать необходимой структурой для процесса обучения и профессионального совершенствования студентов и аспирантов, способствуя привлечению их к научной деятельности.

Исследования научного коллектива предполагаемой Лаборатории поддерживались грантами РФФИ, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России», грантом Президента Российской Федерации для молодых ученых, грантом Президента Российской Федерации ведущим научным школам, мегагрантом Правительства Российской Федерации.

В настоящее время научным коллективом проводятся исследования в рамках грантов РФФИ, РНФ.

Предполагается активное включение студентов и аспирантов в участие в конкурсах и грантах.

Планируется привлечение сотрудников Лаборатории к проведению семинарских занятий на кафедре фундаментальной математики с включением результатов последних исследований в качестве учебного или иллюстрационного материала.

### **План семинарской деятельности**

### Предполагаемые работники Лаборатории являются членами действующего с 1995 года Нижегородского математического общества (ННМО), которое играет важную роль в развитии математического просвещения в регионе и активно поддерживает проект создания Лаборатории.

* Городской семинар «Математическое моделирование динамики систем и процессов управления»
* Регулярный семинар «Топологические методы в динамике» при кафедре фундаментальной математики
* Геометрический семинар при кафедре фундаментальной математики
* Научный семинар «Введение в динамические системы» для студентов НИУ ВШЭ, обучающихся по программе «Математика».
* Научный семинар “Математические модели процессов естествознания” – научный семинар для студентов НИУ ВШЭ, обучающихся по программе «Математика»

С открытием аспирантской школы по математике в нижегородском кампусе ВШЭ планируется организация аспирантского семинара, на котором студенты и аспиранты будут обсуждать свою работу и полученные результаты.

**Партнеры в проведении научных исследований**

Деятельность лаборатории предполагает партнёрство со следующими организациями:

* Математический институт им. В.А. Стеклова (стажировки преподавателей)
* НИУ ВШЭ-Москва (мобильность преподавателей, практика студентов)
* Независимый Московский Университет, МГУ, МИФИ (совместные научные проекты)
* ИПФРАН (совместная научно-исследовательская лаборатория)

Предполагаемый коллектив Лаборатории имеет персональные тесные научные связи с сотрудниками московского отделения ВШЭ такими как Ю. Ильяшенко, М. Казарян, А. Глуцюк, В. Клепцын, И. Щуров, А. Городецкий, А. Буфетов и др. Кроме того, ведется активное сотрудничество с мировыми лидерами в теории динамических систем в Германии (Мильке, Фидлер), Испании (Симо, Дельшамс), Голландии (Броер, Кузнецов), Англии (МакКай, Ван Стрин, Зелик, Гельфрейх, Нейштадт, Тураев), Франции (Бонатти, Лауденбах, Ваго, Деарнуа), США (Бунимович, Сандстеде, Мейсс, Долгопят, Де ла Ллаве), Бразилии (Виана, Диаз, Резенде), Мексике (Афраймович, Глебский), Китае (Ю, И). Всё сказанное создаёт предпосылки для практики и стажировки студентов.

## **Предполагаемые результаты деятельности в 2017 г.**

В рамках лаборатории в 2017 году планируется вести исследования по следующим направлениям:

1. топологические аспекты динамики и теория бифуркаций
2. теория слоений с дополнительными структурами, топология вещественных алгебраических кривых
3. теория динамического хаоса и исследование конкретных систем

и получить следующие результаты:

По направлению 1) - топологические аспекты динамики и теория бифуркаций ожидается:

а) построение гладкой функции Ляпунова для дискретных динамических систем с гиперболическим неблуждающим множеством;

б) топологическая классификация динамических систем со сложной и регулярной динамикой на локально тривиальных расслоениях;

в) топологическая классификация многообразий, допускающих системы Морса-Смейла без гетероклинических пересечений инвариантных многообразий седловых периодических точек и оценка числа гетероклинических кривых при наличии гетероклинических пересечений;

г) Топологическая классификация омега-устойчивых двумерных динамических систем с конечным числом модулей устойчивости.

д) решение проблемы топологической классификации диффеоморфизмов и эндоморфизмов, у которых базисные множества либо принадлежат гладким многообразиям, либо являются соленоидальными базисными множествами.

е) построение новых математических моделей быстрого кинематического динамо в виде динамических систем с дискретным временем.

ж) построение глобальных бифуркаций диффеоморфизмов и эндоморфизмов, связанные c изменением размерности неблуждающего множества.

з) решение фундаментальной проблемы Палиса включения в топологический поток многомерного гомеоморфизма с регулярной динамикой.

По направлению 2) - теория слоений с дополнительными структурами, топология вещественных алгебраических кривых ожидается:

а) будет доказан критерий, сводящий проблему существования аттрактора для картановых слоений к аналогичной проблеме для действия структурной группы Ли на ассоциированном параллелизуемом многообразии;

б) будут получены достаточные условия для существования транзитивных аттракторов. Для редуктивных картановых слоений будет исследовано влияние поведения трансверсальных геодезических на существование глобальных аттракторов;

в) будет доказан критерий псевдоримановости слоения на псевдоримановом многообразии, обобщающий соответствующий критерий Рейнхарта для римановых слоений. Доказательство Рейнхарта основано на свойстве геодезических риманова многообразия быть локально кратчайшими. Это свойство не имеет аналога в псевдоримановой геометрии. Поэтому нами будет использован другой подход. Будет дано описание структуры графиков псевдоримановых слоений, с индуцированной псевдоримановой метрикой на слоях;

г) для картановых слоений с нулевой структурной алгеброй Ли будет описана структура компоненты единицы группы всех автоморфизмов;

д) Будут получены новые запреты на топологию распадающихся алгебраических кривых степеней 7 и 8.

По направлению 3) - теория динамического хаоса и исследование конкретных систем ожидается:

а) получение сценариев перехода от консервативного хаоса к диссипативному и смешанной динамике.

б) Конструирование обратимых неконсервативных отображений и исследование механизма возникновения бифуркаций потери симметрии, приводящих к разрушению консервативности в обратимых системах на основе сконструированных моделей.

в) Изучение смешанной динамики в неголономных механических системах.

г) разработка новой модели, реализующей последовательную активность связанных нейронов, на основе модели ФитцХью-Нагумо.

д) исследование псевдогиперболических («настоящих») аттракторов в многомерных потоковых системах. Конструирование 4-х мерной системы, на основе системы Лоренца, обладающей псевдогиперболическим спиральным аттрактором Лоренца.

е) Обнаружение и исследование спиральных аттракторов и аттракторов Шильникова в модельных задачах.

ж) поиск различных частных решений в задаче о движении колесного экипажа и исследование их устойчивости. Получение различных случаев существования дополнительных тензорных инвариантов в динамике колесного экипажа.

з) Классификация изоэнергетических многообразий в задаче о движении частицы в поле магнитного диполя. Поиск ограниченных траекторий в случае некомпактного изоэнергетического многообразия.

## Структура и состав лаборатории (с указанием фамилий преподавателей и сотрудников, аспирантов и студентов):

Заведующий лабораторией – заведующий кафедры фундаментальной математики, д.ф.-м.н., профессор Починка О.В.

Основной состав из числа научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов НИУ ВШЭ:

- научный руководитель, профессор, д.ф-м.н Гринес В.З.

- зам. зав. лабораторией, доцент к.ф.-м.н. Гуревич Е.Я.

- главный научный сотрудник, профессор, д.ф.-м.н. Жужома Е.В.

- ведущий научный сотрудник, доцент, д.ф.-м.н. Жукова Н.И.

- старший научный сотрудник, к.ф.-м.н. Казаков А.О.

- старший научный сотрудник, к.ф.-м.н. Медведев В.С.

- старший научный сотрудник, к.ф.-м.н. Полотовский Г.М.

- научный сотрудник, к.ф.-м.н. Бизяев И.А.

- лаборант Куренков Е.Д.

- научный сотрудник, Долгоносова А.Ю.

- стажер-исследователь Круглов В.Е.

- стажер-исследователь Коротков А.Г.

- стажер-исследователь Козлов А.Д.

- лаборант Сироткин Д.В.

- стажер-исследователь Шеина К.И.

Кроме того, к участию в проектах, реализуемых Лабораторией, будут привлекаться другие сотрудники и преподаватели НИУ ВШЭ, а также студенты и аспиранты, отбор которых будет проводиться на конкурсной основе.

**Показатели результативности деятельности подразделения.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование показателя | 2017 | 2018 | 2019 |
| 1. | Количество сотрудников лаборатории (ед.) | 16 | 17 | 17 |
| 2. | Количество статей сотрудников лаборатории в международных рецензируемых журналах, индексируемых Web of Science или Scopus (ед.) | 12 | 13 | 14 |
| 3. | Из них статей, рецензируемых в журналах Q1/Q2 (ед.) | 6 | 6 | 7 |
| 4. | Объем привлеченного внешнего финансирования (млн. руб.) | 2 | 2 | 3 |
| 5. | Количество студентов/аспирантов НИУ ВШЭ в штате лаборатории (ед.) | 6 | 6 | 6 |
| 6. | Количество диссертаций, защищенных аспирантами – сотрудниками лаборатории | 1 | 1 | 1 |
| 7. | Организация и проведение семинаров по тематике лаборатории | 1 | 1 | 2 |

**Финансирование лаборатории**

Деятельность Лаборатории в период становления структуры будет финансироваться за счет средств от приносящей доход деятельности и за счет средств на выполнение государственного задания по оказанию государственных услуг и выполнению работ (тема «Системы и слоения со сложной структурой предельных множеств» включена в тематический план научно-исследовательских работ (фундаментальных научных исследований и прикладных научных исследований, предусмотренных государственным заданием НИУ ВШЭ на 2017 год). В перспективе предполагается частичное замещение финансирования за счет грантов различных российских и зарубежных фондов. Филиал обеспечивает лабораторию помещением, необходимым оборудованием, берет на себя сопровождение конференций, семинаров и иных научных мероприятий, проводимых на территории нижегородского кампуса.  Факультет информатики, математики и компьютерных наук НИУ ВШЭ – Нижний Новгород готов взять на себя финансирование базовых ставок, если лаборатории не удастся заработать достаточно средств, а проект ЦФИ не будет продолжен.

Приложение

к концепции Лаборатории топологические методы в динамике факультета информатики математики и компьютерных наук НИУ ВШЭ - Нижний Новгород

**Значимые публикации в иностранных журналах за последние 3 года**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Ф.И.О. (полностью)** | **Место основной работы** | **Должность** | **Ученая степень** | **Наиболее значимые публикации в зарубежных журналах**  **за последние 3 года (не более трех)** |
| 1 | Гуревич Елена Яковлевна | НИУ ВШЭ - Нижний Новгород | Научный сотрудник | к.ф.-м.н. | 1)Grines V., Gurevich E., Pochinka O. Topological classification of Morse–Smale diffeomorphisms without heteroclinic intersections // Journal of Mathematical Sciences. 2015. Vol. 208. No. 1. P. 81-90. |
| 2 | Жужома Евгений Викторович | НИУ ВШЭ - Нижний Новгород | Научный сотрудник | д.ф.-м.н. | 1)Zhuzhoma E. V., Medvedev V. Continuous Morse-Smale flows with three equilibrium positions // Sbornik Mathematics. 2016. Vol. 207. No. 5. P. 702.  2)Isaenkova N., Zhuzhoma E. V. On spectral decomposition of Smale-Vietoris axiom a diffeomorphisms // Dynamical Systems. 2016  3) Grines V., Pochinka O., Zhuzhoma E. On Families of Diffeomorphisms with Bifurcations of Attractive and Repelling Sets //International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering. 2014. Vol. 24. No. 8. |
| 3 | Жукова Нина Ивановна | НИУ ВШЭ - Нижний Новгород | Научный сотрудник | д.ф.-м.н. | 1)Zhukova N.I. Typical Properties of Leaves of Cartan Foliations with Ehresmann Connection/ Пер. с рус. // Journal of Mathematical Sciences. 2016. V. 219, No. 1. P. 112-124  2)Zhukova N. [Transverse Equivalence of Complete Conformal Foliations](https://publications.hse.ru/view/150936587) / Пер. с рус. // Journal of Mathematical Sciences. 2015. V. 208. No. 1. P. 115--130.  3)Zhukova N.I., Sheina K. I. [Basic automorphism groups of complete Cartan foliations covered by fibrations](https://publications.hse.ru/view/136982645) / Cornell University. Series math Arxiv.org. 2014. No. 1410.1144 |
| 4 | Починка Ольга Витальевна | НИУ ВШЭ - Нижний Новгород | Мл. Научный сотрудник | д.ф.-м.н. | 1)Grines V., Malyshev D., Pochinka O., Zinina S. Efficient algorithms for the recognition of topologically conjugate gradient-like diffeomorhisms // Regular and Chaotic Dynamics. 2016. Vol. 21. No. 2. P. 189-203.  2)Grines V., Pochinka O., Van Strien S. On 2-dieomorphisms with one-dimensional basic sets and a nite number of moduli // Moscow Mathematical Journal. 2016  3)Grines V., Pochinka O., Levchenko Y., Medvedev V., On the dynamical coherence of structurally stable 3-diffeomorphisms // Regular and Chaotic Dynamics. 2014. Vol. 19. No. 4. P. 506-512. |
| 5 | Медведев Владислав Сергеевич | НИУ ВШЭ - Нижний Новгород | научный сотрудник | к.ф.-м.н. | 1) Zhuzhoma E. V., Medvedev V. Continuous Morse-Smale flows with three equilibrium positions // Sbornik Mathematics. 2016. Vol. 207. No. 5. P. 702.  2)Grines V., Pochinka O., Medvedev V. S., Левченко Ю. The topological classification of structural stable 3-diffeomorphisms with two-dimensional basic sets //Nonlinearity. 2015. Vol. 28. P. 4081-4102. |
| 6 | Гринес Вячеслав Зигмундович | НИУ ВШЭ - Нижний Новгород | Научный сотрудник | д.ф.-м.н. | 1)Grines V., Malyshev D., Pochinka O., Zinina S. Efficient algorithms for the recognition of topologically conjugate gradient-like diffeomorhisms // Regular and Chaotic Dynamics. 2016. Vol. 21. No. 2. P. 189-203.  2)Grines V., Pochinka O., Van Strien S. On 2-dieomorphisms with one-dimensional basic sets and a finite number of moduli // Moscow Mathematical Journal. 2016  3)Grines V., Zhuzhoma E. V., Pochinka O., Medvedev T. V. On heteroclinic separators of magnetic fields in electrically conducting fluids // Physica D: Nonlinear Phenomena. 2015. Vol. 294. |
| 7 | Казаков Алексей Олегович | НИУ ВШЭ - Нижний Новгород | научный сотрудник | к.ф.-м.н. | 1) Borisov A.V., Kazakov A.O., Sataev I.R.  The reversal and chaotic attractor in the nonholonomic model of Chaplygin’s top //  Regular and Chaotic Dynamics. 2014. Vol. 19. No. 6. pp. 718-733.  2) Borisov A.V., Kazakov A.O., Kuznetsov S.P.  Nonlinear dynamics of the rattleback: The nonholonomic model //  Physics – Uspekhi, 2014 V. 184, № 5, p. 493-500.  3) Gonchenko A S, Gonchenko S.V., Kazakov A.O., Turaev D.  Simple Scenarios of Onset of Chaos in Three-Dimensional Maps //  International Journal of Bifurcation and Chaos. 2014, V. 24, No. 08, p. 1440005. |
| 8 | Бизяев Иван Алекссеевич | НИУ ВШЭ - Нижний Новгород | научный сорудник | к.ф.-м.н. | 1) Borisov A. V., Mamaev I. S., Bizyaev I. A.  The Hierarchy of Dynamics of a Rigid Body Rolling without Slipping and Spinning on a Plane and a Sphere.  Regular and Chaotic Dynamics, 2013, vol. 18, no. 3, pp. 277-328.  2) Bizyaev I. A., Bolsinov A. V., Borisov A. V., Mamaev I. S.  Topology and Bifurcations in Nonholonomic Mechanics  International Journal of Bifurcation and Chaos, 2015, vol. 25, no. 10, 1530028, 21 pp.  3) Bizyaev I. A., Borisov A. V., Mamaev I. S.  Figures of equilibrium of an inhomogeneous self-gravitating fluid  Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, 2015, vol. 122, no. 1, pp. 1-26 |
| 9 | Коротков Александр Геннадьевич | НИУ ВШЭ - Нижний Новгород | стажер-исследователь | аспирант | 1)Korotkov A. G., Kazakov A. O., Osipov G. V.  Sequential dynamics in the motif of excitatory coupled elements //Regular and Chaotic Dynamics. – 2015. – Т. 20. – №. 6. – С. 701-715. |