

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ

## К 75-ЛЕТИЮ

## ВЯЧЕСЛАВА ЗИГМУНДОВИЧА ГРИНЕСА



13 декабря 2021 г. исполняется 75 лет известному специалисту по теории динамических систем, профессору, доктору физико-математических наук Вячеславу Зигмундовичу Гринесу.

Отец В. З. Гринеса, Зигмунд Яковлевич, родом из Польши. До четвертого курса он учился на юридическом факультете Варшавского университета, но после оккупации Польши фашистской Германией вынужден был бежать из страны. Зигмунд Яковлевич попал в г. Львов, где продолжил учебу на юридическом факультете Львовского университета, после окончания которого был направлен на работу в адвокатуру г. Коканда Узбекской ССР. Здесь он познакомился с Беллой Павловной Дайн, которой было поручено учить Зигмунда русскому языку. Впоследствии Белла Павловна стала его женой и мамой Вячеслава Зигмундовича. После войны семья переехала на короткий срок в г. Изяславль Украинской ССР, где и родился маленький Слава. Вскоре семья переехала в г. Муром Владимирской области, где В. З. Гринес закончил среднюю школу № 13.

В 1964 г. В. З. Гринес поступил на радиофизический факультет Горьковского (в н. в. – Нижегородского) государственного университета им. Н. И. Лобачевского. После первого курса он перевелся на факультет вычислительной математики и кибернетики, где слушал лекции Е. А. Леонтович-Андроновой и Л. П. Шильникова по качественной теории дифференциальных уравнений. На старших курсах он начал посещать семинары отдела дифференциальных уравнений НИИ прикладной математики и кибернетики, который тогда возглавляла Е. А. Леонтович-Андропова.

В 1969 г. с отличием окончил университет (руководителем дипломной работы был Л. П. Шильников) и был приглашен на работу в тот же отдел, в котором тогда работали Л. П. Шильников, С. Х. Арансон, Л. А. Беляков, В. В. Быков, Н. К. Гаврилов и несколько недавно закончивших университет молодых математиков (В. Афраймович, Л. Лерман, В. Медведев, А. Морозов и др.). Годом позже, после окончания университета, в отдел пришел Григорий Полотовский. Атмосферу сотрудничества и научного энтузиазма, царившую в отделе в те годы, Вячеслав Зигмундович и по сей день воссоздает в процессе общения с коллегами и учениками.

С конца 60-х – начала 70-х гг. прошлого века в теории динамических систем активно развивалось направление, которое позже получило название «гиперболическая

революция». В центре внимания научного сообщества были динамические системы с гиперболической структурой на неблуждающем множестве, которые были введены в работах Аносова и Смейла. Напомним, что пример «подковы» был построен С. Смейлом в 1961 г., а Д. В. Аносов ввел гиперболические системы в 1962 г. Особый интерес вызывали системы, имеющие бесконечное множество седловых периодических орбит.

В качестве исследовательской задачи Л. П. Шильников предложил В. З. Гринесу классифицировать одномерные базисные множества диффеоморфизмов поверхностей, удовлетворяющих аксиоме С. Смейла. Однако быстро стало понятно, что сначала нужно изучить потоки на таких поверхностях, и В. З. Гринес был отправлен «под крыло» С. Х. Арансона, специалиста по потокам на двумерных поверхностях, с которым они начали решать задачу классификации транзитивных потоков на замкнутых ориентируемых поверхностях отрицательной кривизны. За 75 лет до этого близкая задача была решена А. Пуанкаре для транзитивных потоков без состояний равновесия на двумерном торе – ориентируемой поверхности рода один – с помощью введенного им числа вращения. Переход к классификации потоков на поверхностях большего рода имеет принципиальные трудности, связанные с тем, что потоки на таких поверхностях всегда обладают седловыми состояниями равновесия и поведение траекторий около них существенно усложняет задачу.

В 1973 г. С. Х. Арансон и В. З. Гринес опубликовали работу, в которой было получено необходимое и достаточное условие топологической эквивалентности транзитивных потоков на замкнутой ориентируемой поверхности рода большего единицы. Этот результат стал важным шагом в изучении потоков на поверхностях и принес авторам работы широкую известность. Дальнейшее развитие полученных В. З. Гринесом, С. Х. Арансоном и Е. В. Жужомой результатов привело к установлению глубоких взаимосвязей между асимптотическим поведением траекторий на универсальном накрытии поверхности плоскостью Лобачевского и свойствами потоков, слоений и ламинаций на самой поверхности. Этот результат стал значительным вкладом в теорию, которая позднее стала называться теорией Аносова-Вейля, о взаимосвязях между асимптотическим поведением кривых, возникающих в динамических системах, и асимптотическим поведением соответствующих геодезических кривых. Д. В. Аносов проявлял постоянное внимание к результатам, полученным В. З. Гринесом с его коллегами и учениками. Обо всех этих результатах делались доклады на семинарах, руководимых Д. В. Аносовым, либо в математическом институте им. В. А. Стеклова, либо в МГУ имени М. В. Ломоносова.

В. З. Гринес обобщил метод изучения транзитивных потоков и с его помощью классифицировал ориентируемые одномерные базисные множества диффеоморфизмов на замкнутых поверхностях, вернувшись тем самым к тематике, предложенной ему ранее Л. П. Шильниковым. Полученные результаты вместе с топологической классификацией транзитивных потоков составили содержание кандидатской диссертации В. З. Гринеса, защищенной в 1976 г. (руководитель – С. Х. Арансон). Его дальнейшие научные интересы были связаны с исследованиями структурно устойчивых динамических систем с регулярной и хаотической динамикой.

В 1977 г., после защиты диссертации, В. З. Гринес перешел на работу в Горьковский сельскохозяйственный институт (ГСХИ) (в н. в. – Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия) на кафедру высшей математики и теоретической механики (заведовал этой кафедрой с 1994 по 2013 гг.). С 2006 по 2015 год он работал на кафедре численного и функционального анализа ННГУ в должности профессора, а с 2015 г. по настоящее время является главным научным сотрудником и ординарным

профессором НИУ ВШЭ.

В восьмидесятые и девяностые годы прошлого века В. З. Гринесом, совместно с его учениками А. Н. Безденежных и Х. Х. Калаем (в тот период – сотрудниками кафедры высшей математики и теоретической механики ГСХИ), были получены условия топологической сопряженности структурно устойчивых диффеоморфизмов поверхностей с нетривиальными одномерными и нульмерными базисными множествами без пар сопряженных точек, а также диффеоморфизмов Морса-Смейла с конечным множеством гетероклинических траекторий. Эти результаты легли в основу докторской диссертации В. З. Гринеса на тему «Топологическая классификация структурно устойчивых диффеоморфизмов на поверхностях», защищенной в 1997 г., из которой, с учетом результатов Р. В. Плыкина и Ю. А. Жирова, следует топологическая классификация произвольных одномерных аттракторов диффеоморфизмов, удовлетворяющих аксиоме С. Смейла, на замкнутых поверхностях. В процессе работы над диссертацией была обнаружена тесная взаимосвязь между ограничениями диффеоморфизмов на аттракторы и теорией Нильсена-Терстона.

Особым стилем, выделяющим работы Вячеслава Зигмундовича, является сочетание глубоких топологических методов и результатов с методами собственно теории динамических систем. Этот стиль позволил ему получить (в сотрудничестве с коллегами и учениками) ряд фундаментальных результатов в теории динамических систем. В 2000 г. в совместной работе В. З. Гринеса и Х. Бонатти был обнаружен новый топологический инвариант структурно устойчивых диффеоморфизмов Морса-Смейла на замкнутых ориентируемых трехмерных многообразиях, описывающий вложение (вообще говоря, дикое) инвариантных многообразий седловых периодических точек в несущее многообразие. Развитие методов этой работы в серии дальнейших совместных публикаций с Х. Бонатти, В. С. Медведевым, Э. Пеку и О. В. Починкой привело к полной топологической классификации диффеоморфизмов Морса-Смейла на трехмерных замкнутых многообразиях. Полученные результаты составили основное содержание докторской диссертации О. В. Починки (2011 г.), научным консультантом которой был В. З. Гринес. Развитые в этих исследованиях топологические методы были применены в совместных работах В. З. Гринеса, О. В. Починки и Ф. Лауденбаха в 2005–2012 гг. к решению проблемы существования энергетической функции для трехмерных диффеоморфизмов Морса-Смейла. В это же время вместе с О. В. Починкой и Е. Я. Гуревич была решена проблема Дж. Палиса о нахождении условий вложения каскада Морса-Смейла в топологический поток на трехмерных многообразиях. Параллельно в кандидатской диссертации Т. М. Митряковой, защищенной под руководством Вячеслава Зигмундовича, были получены результаты по топологической классификации негрубых систем на поверхностях с конечным гиперболическим неблуждающим множеством и с конечным числом модулей топологической сопряженности.

В рамках исследования систем с хаотической динамикой (начиная с 2002 г. по н. в.) В. З. Гринесом совместно с Е. В. Жужомой, В. С. Медведевым, О. В. Починкой и Ю. А. Левченко была получена топологическая классификация структурно устойчивых диффеоморфизмов трехмерных многообразий с хаотической динамикой, неблуждающие множества которых лежат на двумерных поверхностях. Было доказано, что единственным замкнутым трехмерным многообразием, допускающим структурно устойчивый диффеоморфизм с растягивающим двумерным аттрактором, является трехмерный тор. Кроме этого, была получена классификация многообразий, допускающих структурно устойчивые диффеоморфизмы, неблуждающие множества которых целиком состоят из двумерных предельных множеств.

Примерно в это же время В. З. Гринесом совместно с О. В. Починкой и С. ван Стрином получена топологическая классификация омега-устойчивых систем с одномерными аттракторами и репеллерами и конечным числом модулей устойчивости на поверхностях. Обнаруженные в работах В. З. Гринеса глубокие взаимосвязи между динамикой трехмерных систем с регулярной динамикой и топологией несущего многообразия нашли применение при изучении топологии магнитных полей в короне Солнца. В 2015 г. В. З. Гринесом совместно с Е. В. Жужомой, Т. В. Медведевым и О. В. Починкой были получены условия существования сепараторов в магнитном поле хорошо проводящей среды.

Начиная с 2001 г. и по н. в. В. З. Гринес уделяет большое внимание изучению регулярных и хаотических структурно устойчивых диффеоморфизмов на многообразиях размерности большей трех. Совместно с Е. В. Жужомой им было доказано, что несущее многообразие структурно устойчивого диффеоморфизма, который имеет ориентируемый растягивающийся аттрактор коразмерности 1, является многомерным тором. В кандидатской диссертации Е. Я. Гуревич, защищенной в 2009 г. под руководством В. З. Гринеса, была получена топологическая классификация диффеоморфизмов Морса-Смейла на сфере размерности 4 и выше при условии отсутствия гетероклинических пересечений. В совместных работах с Е. Я. Гуревич, В. С. Жужомой, О. В. Починкой и В. С. Медведевым изучена топология ориентируемых многообразий размерности 4 и выше, допускающих потоки и диффеоморфизмы Морса-Смейла; получена топологическая классификация содержательных классов таких систем и достаточные условия включения диффеоморфизмов Морса-Смейла в топологические потоки.

В последнее время В. З. Гринес уделяет особое внимание теории эндоморфизмов (необратимых отображений). Совместно с Е. В. Жужомой и Е. Д. Куренковым им построена т. н. хирургическая операция Смейла для двумерного эндоморфизма Аносова и доказано, что такая операция приводит к появлению одномерного сжимающегося репеллера, но не может привести к появлению одномерного растягивающегося аттрактора (что контрастирует с ситуацией для диффеоморфизмов Аносова).

В 2011 г. В. З. Гринесом и О. В. Починкой была опубликована монография «Введение в топологическую классификацию каскадов на многообразиях размерности два и три», переработанный вариант которой в соавторстве с Т. В. Медведевым и О. В. Починкой опубликован в издательстве Springer в 2016 г.

В 2021 г. вышла монография В. З. Гринеса и Е. В. Жужомы «Surface Lamination and Chaotic Dynamical Systems», в которой изложены основы теории Аносова-Вейля и применения этой теории к проблемам классификации динамических систем на поверхностях со сложными инвариантными множествами.

Известно, что многие математики увлекаются музыкой. Вячеслав Зигмундович не является исключением. Он закончил музыкальную школу по классу баяна, участвовал в студенческой самодеятельности во время учебы в университете. До сих пор на многих дружеских ужинах во время конференций он является душой компании, поддерживая пение участников аккомпанементом на своем баяне, которым владеет виртуозно. Шестьдесят лет назад юного Славу пригласили в пионерский лагерь помочь подготовить концерт для родителей (в лагере не было баяниста). Он успешно справился с задачей, а заодно познакомился с Таней Голубевой, которая участвовала в танцевальном коллективе, а через восемь лет стала его женой. Музыкальные гены передались его дочкам, Ольге и Наташе, которые работают в Нижегородской консерватории. Внук Павел и внучка Лиза уже сейчас в юные годы являются лауреатами престижных музыкальных конкурсов в России и за рубежом.

В. З. Гринес является членом редколлегий журналов «Russian Journal of Non-Linear Dynamics», «Журнал Средневолжского математического общества» и «Динамические системы». Он неоднократно являлся и является участником и руководителем престижных грантов, таких как грант Президента России ведущим научным школам, гранты РФФИ и РНФ, грант ИНТАС и фонда Сороса, гранты CNRS (Франция), совместный грант РФФИ и Королевского математического общества (Великобритания).

В. З. Гринес является членом диссертационных советов Нижегородского и Владимирского государственных университетов, а также членом экспертного совета РФФИ. Вячеслав Зигмундович много времени и энергии посвящает подготовке научных кадров. В разные годы он читал лекции по курсам «Современная теория динамических систем», «Современные проблемы непрерывной математики», «История математики», «Топологическая классификация структурно устойчивых систем в размерности 2 и 3», «Математический анализ», «Введение в динамические системы», руководил и продолжает руководить научным семинаром по топологическим методам в динамике. Под его руководством защищены шесть кандидатских диссертаций, четыре из которых – за последние годы (О. В. Починка, 2004; Е. Я. Гуревич, 2009; Т. М. Митрякова, 2011; Ю. А. Левченко, 2014). Он награжден знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации».

Свой юбилей Вячеслав Зигмундович встречает в расцвете творческих сил. От всей души желаем ему крепкого здоровья, новых научных достижений, ярких учеников, счастья и успехов!

*О. В. Анашкин, П. М. Ахметьев, Д. В. Баландин, М. К. Барина, И. В. Бойков, А. Н. Безденежных, В. Н. Бельх, П. А. Вельмисов, И. Ю. Власенко, О. Е. Галкин, С. Ю. Галкина, В. К. Горбунов, С. Д. Глызин, С. В. Гонченко, А. С. Городецкий, Е. В. Губина, Е. Я. Гуревич, А. А. Давыдов, Л. С. Ефремова, Р. В. Жалнин, А. Ю. Жиров, Е. В. Жужома, Н. И. Жукова, С. Х. Зинина, Ю. С. Ильяшенко, Н. В. Исаенкова, А. О. Казаков, А. В. Клименко, С. А. Комеч, Ю. А. Кордюков, В. Е. Круглов, Е. В. Круглов, Е. Б. Кузнецов, С. К. Ландо, Ю. А. Левченко, Л. М. Лерман, С. И. Максименко, М. И. Малкин, Д. С. Мальшев, В. К. Мамаев, Т. Ф. Мамедова, В. С. Медведев, Т. В. Медведев, Д. И. Мини, Т. М. Митрякова, А. Д. Морозов, А. И. Морозов, Е. В. Ноздринова, Е. Н. Пелиновский, Я. Б. Песин, А. С. Пиковский, С. Ю. Пилюгин, Г. М. Полотовский, О. В. Починка, И. Д. Ремизов, П. Е. Рябов, А. С. Скрипченко, А. В. Слоняев, С. В. Соколов, Л. А. Сухарев, Е. А. Таланова, В. А. Тиморин, С. Б. Тихомиров, В. Ф. Тишкин, Д. В. Трещев, Д. В. Тураев, Н. Г. Чебочко, Е. Е. Чилина, П. А. Шаманаев, Д. Д. Шубин, Е. И. Яковлев*