

## НИКОЛАЙ ДМИТРИЕВИЧ КОПАЧЕВСКИЙ

К 75-летию со дня рождения

© В. И. Войтицкий, М. А. Муратов, Ю. С. Пашкова, П. А. Старков

КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО  
ПРОСП. АКАД. В.И. ВЕРНАДСКОГО, 4, СИМФЕРОПОЛЬ, 295007, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
E-MAIL: *victor.voytitsky@gmail.com*

В марте 2015 года исполнилось 75 лет известному отечественному математику, доктору физико-математических наук, профессору, лауреату Государственной премии Украины, Заслуженному деятелю науки и техники Украины, Заслуженному работнику образования Крыма, заведующему кафедрой математического анализа Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, организатору и на протяжении 26 лет бессменному руководителю Крымской осенней математической школы-симпозиума (КРОМШ), нашему дорогому учителю Николаю Дмитриевичу Копачевскому.

Николай Дмитриевич родился 25 марта 1940 года в городе Симферополе. Его раннее детство пришлось на ужасный период Великой отечественной войны, а школьные годы — на тяжелый послевоенный период.

Еще в школе Николай Дмитриевич полюбил математику, которой посвятил всю свою жизнь.

По окончании школы Николай Дмитриевич поступил в Харьковский авиационный институт, который окончил с отличием в 1963 году. Математическое дарование Николая Дмитриевича проявилось уже в студенческие годы. Со второго курса он работает под руководством известного математика профессора Анатолия Дмитриевича Мышкиса (см. [1]), параллельно посещает в Харьковском государственном университете лекции выдающихся математиков В. А. Марченко, Н. И. Ахиезера, И. М. Глазмана, Б. Я. Левина и др.

Помимо учебы Николай Дмитриевич активно занимается спортом, играет в ведущих волейбольных командах Харькова, тренируется в команде мастеров высшей лиги СССР “Буревестник”.

По окончании ХАИ в 1963 году, получив одним из первых в СССР новую специальность инженера-конструктора ядерных авиадвигателей, Николай Дмитриевич был принят инженером в созданный годом ранее Физико-технический институт низких температур (ФТИНТ) в отдел прикладной математики, возглавляемый А. Д. Мышкисом. Надо отметить, что на работу в свой отдел Анатолий Дмитриевич приглашал в основном отличников из авиационного института, ориентированных на решение прикладных задач.

В начале 60-ых годов, в связи с первым полетом человека в космос и началом космической эры, возник ряд прикладных задач, требовавших построения новых математических моделей. Одной из таких проблем была проблема поведения жидкого топлива в баке космической ракеты. По инициативе первого директора ФТИНТ академика Б. И. Веркина, с согласия академика С. П. Королева, к изучению данной проблематики впервые была привлечена группа молодых исследователей под руководством А. Д. Мышкиса. Перед ними стояла задача определения форм равновесия, условий устойчивости, описания тепловой конвекции, малых движений жидкости в условиях, близких к состоянию невесомости. Подобными задачами чуть позже стали заниматься и в Вычислительном центре АН СССР (г. Москва), в частности в отделе Н. Н. Моисеева, а также в отделе И. А. Луковского в Институте математики НАН Украины (г. Киев). Эти группы математиков активно и плодотворно сотрудничали, и в 1976 году по материалам работы сотрудников ФТИНТ вышла первая в мире монография по гидромеханике невесомости [2]. Вскоре эта книга была переиздана во многих странах мира, см. [3]. В 1992 году вышла вторая монография [4], отражающая современное развитие этой тематики.

Изучением проблемы малых движений и собственных колебаний в группе А. Д. Мышкиса стал заниматься Николай Дмитриевич. Вдохновленный всеобъемлющими веяниями функционального анализа, он решил привлечь к решению поставленной задачи методы теории линейных самосопряжённых операторов, действующих в гильбертовом пространстве, широко применяющиеся в квантовой механике. Несмотря на сомнения Анатолия Дмитриевича в рациональности этого подхода, этот метод полностью себя оправдал и составил материал кандидатской диссертаций Николая Дмитриевича “О малых колебаниях жидкости в сосуде в условиях, близких к невесомости”, защищенной им в Харькове в 1966 году. В диссертации было проведено исследование идеальной жидкости, установлена теорема о разрешимости эволюционной задачи, спектральная задача сведена к исследованию линейного операторного пучка в гильбертовом пространстве, на основании свойств операторов потенциальной и кинетической энергии установлены спектральные свойства задачи, а также условия устойчивости равновесных форм жидкости, методом Ритца вычислялись вещественные собственные значения и собственные функции задачи.

Большое влияние на выбор данной методики исследований оказал известный Воронежский математик, профессор Селим Григорьевич Крейн, который на долгие годы стал старшим товарищем и вторым учителем Николая Дмитриевича. В те годы С. Г. Крейн с учениками активно занимался проблемами разрешимости аналогичных задач для вязкой жидкости. Ими было установлено, что спектральная задача для

тяжелой вязкой жидкости в открытом сосуде сводится к исследованию нелинейного операторного пучка, позже названного пучком С. Г. Крейна. Исследования данной (несамосопряженной) задачи, отраженные в кандидатских диссертациях Н. К. Аскерова и Г. И. Лаптева, а также работы по спектральной теории операторных пучков М. Г. Крейна и Х. Лангера, убедили Николая Дмитриевича в плодотворности и перспективности методов теории линейных операторов, сформировали почву для дальнейших исследований.

Вскоре Николай Дмитриевич начал изучение поведения вязкой жидкости с учетом сил поверхностного натяжения. Уже первая статья [5], посвященная этой тематике, показала, что учёт сил поверхностного натяжения существенно меняет структуру спектра задачи, а именно, вместо двух ветвей положительных собственных значений с предельными точками в нуле и на бесконечности, остается одна с предельной точкой на бесконечности. Как известно, пучок С. Г. Крейна имеет не более конечного числа невещественных собственных значений, тот же результат был получен для вязкого самогравитирующего шара, при этом для вязкой капиллярной жидкости в произвольной области вопрос о числе невещественных собственных значений не решен до сих пор.

Позднее Николай Дмитриевич стал заниматься проблемами малых движений идеальной и вязкой жидкостей, а также систем из несмешивающихся жидкостей, с учётом действия капиллярных сил и вращения. Материалы его работ, написанных в 70-е годы, стали основой докторской диссертации «Теория малых колебаний жидкостей с учетом сил поверхностного натяжения и вращения», защищенной в Москве 1980 году в Вычислительном центре АН СССР по специальности 01.02.05 — механика жидкости, газа и плазмы. Официальными оппонентами были будущие академики О. А. Ладыженская и Ф. Л. Черноусько, высоко оценившие заслуги Николая Дмитриевича. На защите также присутствовал и Селим Григорьевич Крейн.

В 1972 году Симферопольский педагогический институт был преобразован в Симферопольский государственный университет имени М. В. Фрунзе, и ему требовались доктора наук для проведения научных исследований. После защиты докторской диссертации в 1981 году Николай Дмитриевич с супругой Валентиной Георгиевной решили переехать из Харькова в родной город Симферополь. Николаю Дмитриевичу предложили должность заведующего кафедрой математического анализа, которую он занимает до настоящего времени.

В начале 80-х годов научные интересы Николая Дмитриевича были обращены на исследование стратифицированной жидкости в ограниченном сосуде. Данная проблематика возникает при изучении волновых процессов в океанах и морях (а также

при изучении колебаний криогенных жидкостей и нефти), где плотность жидкости в состоянии покоя не является постоянной, а зависит от высоты по закону Вайсяля-Брендта. Силы плавучести обуславливают наличие внутренних волн и другие интересные физические эффекты, наблюдающиеся в подобных жидкостях. Спектральные свойства гидродинамической задачи здесь также весьма интересны, а именно помимо ветви изолированных собственных значений (отвечающих поверхностным волнам) возникает отрезок непрерывного спектра, соответствующий внутренним волнам. С этой задачей к Николаю Дмитриевичу обратился Александр Николаевич Темнов (доцент МГТУ им. Н. Э. Баумана). Николай Дмитриевич согласился с ним сотрудничать и стал его научным руководителем по кандидатской диссертации, которая была успешно защищена в 1984 году в Москве, в Институте маханики АН СССР. Результаты совместных исследований были отражены в статьях, опубликованных в “Журнале вычислительной математики и математической физики”. Отметим, что подобными задачами в неограниченных областях в то время также занимались А. Г. Свешников и С. А. Габов, а позже к ней подключились многие другие математики и механики, в том числе сотрудники отдела теории волн Морского гидрофизического института (г. Севастополь), руководимого профессором Л. В. Черкесовым. Данная тематика остаётся актуальной по сей день.

После защиты докторской диссертации по предложению С. Г. Крейна началась их совместная работа над монографией “Операторные методы в линейной гидродинамике: эволюционные и спектральные задачи” [6]. Третьим соавтором в ней является математик из Вьетнама, ученик Селима Григорьевича Нго Зуй Кан. В 1981 году Нго Зуй Кан защитил докторскую диссертацию под руководством С. Г. Крейна, причём вторым научным консультантом выступал Николай Дмитриевич. Монография вышла в 1989 году и по сегодняшний день является одной из немногих книг, в которых в полной мере отражена методика применения теории линейных операторов к задачам гидродинамики, разработанная Селимом Григорьевичем и Николаем Дмитриевичем.

В 2001 году Н. Д. Копачевский реализовал давнюю мечту С.Г. Крейна, издав в многотомной серии И. Ц. Гохберга “Operator Theory: Advances and Applications” двухтомную монографию “Operator Approach to Linear Problems of Hydrodynamics” [7, 8]. Эти книги в значительной степени развивают и продолжают идеи, заложенные в первой монографии с Селимом Григорьевичем.

С момента приезда в Симферополь Николай Дмитриевич активно работает со студентами и аспирантами. Им разработано около 10 спецкурсов, среди которых “Операторные методы математической физики”, “Операторные методы линейной гидродинамики”, “Спектральная теория операторных пучков”, “Колебания жидкости в

условиях невесомости”, “Дифференциальные уравнения в банаховом пространстве”, “Абстрактная формула Грина”, “Интегродифференциальные уравнения Вольтерра в гильбертовом пространстве”. Издано большое число методических и учебно-научных пособий. Кроме этого в течение многих лет еженедельно работают семинары для студентов, аспирантов и соискателей. Прослушав перечисленные спецкурсы, лучшие студенты — участники семинаров — попадают в ряды аспирантов Николая Дмитриевича, около половины из них стали кандидатами наук.

За годы работы с учениками Николай Дмитриевич занимался проблемами идеальной, вязкой, вязко-упругой жидкостей, баротропным газом, системами жидкостей с условиями капиллярности, релаксации, стратификации в неподвижном, вращающемся или колеблющемся сосуде с открытой поверхностью или нет. Во всех работах чётко отражена главная методика научной школы — сведение задачи в частных производных к задаче Коши для дифференциального уравнения в гильбертовом пространстве в терминах линейных операторов либо операторных матриц. Используя результаты спектральной теории самосопряжённых операторов, функционального анализа, вариационных методов математической физики, спектральной теории оператор-функций, операторных-матриц, индефинитной метрики, дифференциальных уравнений в банаховом пространстве удалось доказать важные для приложений результаты о полноте и базисности собственных функций, о локализации и асимптотике собственных значений, о существовании сильных или слабых решений краевых задач.

Надо отметить, что Николай Дмитриевич одним из первых стал использовать методы теории операторов в пространствах с индефинитной метрикой для решения проблем гидродинамики. Более 35 лет продолжается его сотрудничество с известным специалистом в этой области профессором Азизовым Т. Я. (см., например, [9]). В 2014 году вышла их совместная монография “Приложения индефинитной метрики” [10].

Кроме прикладной тематики исследований Николай Дмитриевич занимается исследованием нелинейных оператор-функций, теорией интегродифференциальных уравнений Вольтерра, общей теорией граничных задач и задач сопряжения, абстрактной формулой Грина и её применением. В 1981 году он получил интересный результат о  $r$ -базисности системы собственных элементов, отвечающей одной из двух ветвей положительных собственных значений пучка С. Г. Крейна, см. [11]. Также Николай Дмитриевич с учениками изучали свойства полиномиальных пучков, возникающих при изучении вращающихся жидкостей, колебаний гидросистем, систем с диссипацией энергии и др. По словам Николая Дмитриевича, в области спектральной теории своими учителями он считает А. С. Маркуса и В. И. Мацаева.

С 1990 года Николай Дмитриевич Копачевский с сотрудниками факультета математики и информатики организывает в Крыму международную математическую конференцию, которая получила название Крымской осенней математической школы-симпозиума (КРОМШ) по спектральным и эволюционным задачам. Эта школа сохранила традиции и стала преемницей Воронежской зимней математической школы, организованной Селимом Григорьевичем Крейном. Основная тематика школы связана с актуальными фундаментальными проблемами общей и спектральной теории операторов, а также с их применением в исследовании обыкновенных дифференциальных, дифференциально-операторных уравнений, дифференциальных уравнений в частных производных, в теории управления и экстремальных задачах, а также в теории игр, математической физике и механике сплошных сред. Школа получила международную известность. Постоянными ее участниками стали известные математики не только стран СНГ, но и Израиля, Германии, Польши, Англии, Франции, Японии, США, Египта и других стран. Благодаря энтузиазму и авторитету Николая Дмитриевича в прошлом году, несмотря на сложную политическую обстановку, конференция продолжила свою работу и отметила 25-летний юбилей. В течение этих лет КРОМШ, как правило, проходила в уникальном живописном уголке Крыма — урочище Батилиман, которое стало любимым местом для большинства участников конференции.

В последние годы Николай Дмитриевич с учениками активно занимается исследованием колебаний гидросистемы “жидкость — баротропный газ”, многокомпонентными задачами сопряжения в липшицевых областях, системами с диссипацией энергии, задачами Стефана, полными интегродифференциальными уравнениями Вольтерра, обобщениями абстрактной формулы Грина для задач сопряжения и полугоралинейных форм. Также активно изучаются различные постановки так называемых абстрактных краевых задач и задач сопряжения, формулирующихся в терминах операторов из абстрактной формулы Грина. По сути в монографиях с Крейном предлагается общая схема исследования целых классов регулярных краевых задач. Ими получена и доказана абстрактная формула Грина для тройки гильбертовых пространств и оператора следа, а также абстрактная формула Грина для смешанных краевых задач, которая позволяет рассматривать абстрактные задачи сопряжения, в частности классы эллиптических задач в многомерных областях с различными видами краевых условий и условий сопряжения, см., например, [12].

Николай Дмитриевич продолжает плодотворную научную и научно-педагогическую деятельность. В его планах — написание новых монографий и учебников по прикладному функциональному анализу и гидродинамике на основе

многолетних исследований с учениками. За период более чем 50-летней насыщенной научной деятельности Николай Дмитриевич с соавторами написал более 200 научных работ, 15 учебных пособий, издал 7 монографий (полный список трудов доступен на сайте <http://nikolay-d-kopachevsky.com>). Под его руководством защищена 21 кандидатская диссертация, двое из его учеников стали докторами наук. Он является лауреатом государственной премии Украины 2013 года (в составе авторского коллектива) за цикл научных работ по гидромеханике “Закономерности волно-вихревых процессов в сплошной среде”, лауреатом премий имени В. И. Вернадского и кавалером Ордена “За заслуги” 3-й степени.

Коллектив сотрудников кафедры математического анализа Крымского федерального университета, а также постоянные участники КРОМШ желают дорогому Николаю Дмитриевичу крепкого здоровья, долголетия и новых научных свершений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мышкис А.Д. Советские математики. Мои воспоминания / А.Д. Мышкис. — М.: Либроком, 2009. — 300 с.  
MYSHKIS A.D. (2009) *Soviet mathematicians. My memoirs*. Moscow.
2. Бабский В.Г., Копачевский Н.Д., Мышкис А.Д., Слобожанин Л.А., Тюпцов А.Д. Гидромеханика невесомости / В.Г. Бабский, Н.Д. Копачевский и др.. — М.: Наука, 1976. — 504 с.  
BAVSKII V.G., KOPACHEVSKII N.D., MYSHKIS A.D., SLOBOZHANIN L.A., TYUPTSOV A.D. (1976) *Low-Gravity Hydromechanics*. Moscow.
3. MYSHKIS A.D., BAVSKII V.G., KOPACHEVSKII N.D., SLOBOZHANIN L.A., TYUPTSOV A.D. (1987) *Low-Gravity Fluid Mechanics*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokio.
4. Бабский В.Г., Жуков М.Ю., Копачевский Н.Д., Мышкис А.Д., Слобожанин Л.А., Тюпцов А.Д. Методы решения задач гидромеханики для условий невесомости / В.Г. Бабский, М.Ю. Жуков, Н.Д. Копачевский и др.. — К.: Наукова думка, 1992. — 592 с.  
BAVSKII V.G., ZHUKOV M.YU., KOPACHEVSKII N.D., MYSHKIS A.D., SLOBOZHANIN L.A., TYUPTSOV A.D. (1992) *Methods of hydromechanics problem solution for zero-gravity*. Kyiv.
5. Копачевский Н.Д., Мышкис А.Д. О свободных колебаниях жидкого самогравитирующего шара с учетом вязких и капиллярных сил // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. — Москва, 1968. — № 4. — С. 1291-1305.  
KOPACHEVSKY N.D., MYSHKIS A.D. (1968) On the proper oscillations of the fluid self-gravitating ball with viscous and capillary forces. *Jour. of calculus mathematics and math. physics*. (No 4). p. 1291–1305.
6. Копачевский Н.Д., Крейн С.Г., Нго Зуй Кан Операторные методы в линейной гидродинамике: Эволюционные и спектральные задачи. / Н.Д. Копачевский, С.Г. Крейн, Нго Зуй Кан.. — М.: Наука, 1989. — 416 с.

- KOPACHEVSKII N.D., KREIN S.G, NGO ZUY KAN (1989) *Operator methods in linear hydrodynamics: evolution and spectral problems*. Operator Theory: Advances and Applications . Moscow.
7. KOPACHEVSKII N.D., KREIN S.G. (2001) *Operator Approach to Linear Problems of Hydrodynamics. Vol. 1: Self-adjoint Problems for an Ideal Fluid*. Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
  8. KOPACHEVSKII N.D., KREIN S.G. (2003) *Operator Approach to Linear Problems of Hydrodynamics. Vol. 2: Nonself-adjoint Problems for Viscous Fluids*. Operator Theory: Advances and Applications. Birkhauser Verlag, Basel.
  9. AZIZOV T.YA., HARDT V., KOPACHEVSKY N.D., MENNICKEN R. (2003) On the Problem of Small Motions and Normal Oscillations of a Viscous Fluid in a Partially Filled Container. *Math. Nachr.*. Vol. 248-249. p. 3–39.
  10. Азизов Т.Я., Копачевский Н.Д. Приложения индефинитной метрики / Т.Я. Азизов, Н.Д. Копачевский. — Симферополь: ДИАЙПИ, 2014. — 276 с.  
AZIZOV T.YA., KOPACHEVSKII N.D. (2014) *Indefinite metrics applications*. Simferopol.
  11. Копачевский Н.Д. О свойствах базисности системы собственных и присоединенных векторов самосопряженного операторного пучка  $I - \lambda A - \lambda^{-1} B$  // Функци. анализ и его прил.. — Москва, 1981. — Т.15, № 2. — С. 77–78.  
KOPACHEVSKY N.D. (1968) On the basis property of the eigen and associated functions of the selfadjoint operator pencil  $I - \lambda A - \lambda^{-1} B$ . *Funct. anal. and its appl.*. Vol. 15 (No 4). p. 77–78.
  12. Войтицкий В.И., Копачевский Н.Д., Старков П.А. Многокомпонентные задачи сопряжения и вспомогательные абстрактные краевые задачи // Современная математика. Фундаментальные направления / Российский ун-т Дружбы Народов. — Москва, 2009. — Т.34. — С. 5–44.  
VOYTITSKY V.I., KOPACHEVSKY N.D., STARKOV P.A. (2010) Multicomponent conjugation problems and auxiliary abstract boundary-value problems. *Journal of Math. Sciences (Springer)*. Vol. 170 (No 2). p. 131–172.

Статья поступила в редакцию 14.07.2015