



Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2021. Т. 29, № 4  
Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Applied Nonlinear Dynamics. 2021;29(4)

Персоналии  
УДК 537.86, 530.18  
DOI: 10.18500/0869-6632-2021-29-4-676-698

### Школа Д. И. Трубецкова

*Ю. П. Шараевский, С. В. Гришин* ✉, *Г. М. Вдовина*

Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия  
E-mail: sharaevskyyup@info.sgu.ru, ✉sergrsh@yandex.ru, vdovinagm@gmail.com  
*Поступила в редакцию 15.04.2021, принята к публикации 19.05.2021,  
опубликована 30.07.2021*

**Аннотация.** Школа члена-корреспондента РАН, доктора физико-математических наук, профессора Дмитрия Ивановича Трубецкова – это уникальное явление, широко известное научной общественности как в России, так и за рубежом. Она включает в себя науку, образование и большую просветительскую деятельность. Уникальность школы Д. И. Трубецкова состоит в том, что она охватывает широкий спектр актуальных научных направлений: вакуумная электроника, магнитоэлектроника, нелинейная динамика и др. Это еще и широкий спектр мероприятий, участниками которых являются молодые ученые, выступающие с научными докладами, и лекторы – ученые с известными в мире науки именами. Среди таких мероприятий особенно хочется выделить зимние школы-семинары по электронике сверхвысоких частот для инженеров и научных работников, проводимые с 1970 г. с периодичностью 2–3 года, и международную научную школу «Хаотические колебания и волны – ХАОС», проводимую с 1985 г. с периодичностью 3 года. В 1988 г. Д. И. Трубецков организует первую научную школу для старшеклассников «Колебания, волны, электроны», проводимую с периодичностью 2 года. С 1997 г. школа называется «Нелинейные дни в Саратове для молодых». С 1995 г. научная школа Д. И. Трубецкова пять раз признавалась победителем конкурса на звание ведущей научной школы России.

**Ключевые слова:** образование и наука, синергетика, нелинейная динамика, вакуумная СВЧ-электроника, радиофизика.

**Для цитирования:** Шараевский Ю. П., Гришин С. В., Вдовина Г. М. Школа Д. И. Трубецкова // Известия вузов. ПНД. 2021. Т. 29, № 4. С. 676–698. DOI: 10.18500/0869-6632-2021-29-4-676-698

*Статья опубликована на условиях Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0).*

## Trubetskov Scientific School

*Yu. P. Sharaevsky, S. V. Grishin*✉, *G. M. Vdovina*

Saratov State University, Russia

E-mail: sharaevskyy@info.sgu.ru, ✉sergrsh@yandex.ru, vdovinagm@gmail.com

*Received 15.04.2021, accepted 19.05.2021, published 30.07.2021*

**Abstract.** The School of Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor Dmitry Ivanovich Trubetskov is a unique phenomenon widely known to the scientific community both in Russia and abroad. It includes science, education and a lot of educational activities. The uniqueness of the School of D. I. Trubetskov is that it covers a wide range of current scientific areas: vacuum electronics, magnetoelectronics, nonlinear dynamics, etc. The School of D. I. Trubetskov is still a wide range of events, the participants of which are young scientists who make scientific reports, and lecturers are world-renowned scientists. Among such events, we would especially like to highlight the Winter Schools-Seminars on Microwave Electronics for Engineers and Scientists, held since 1970 with a periodicity of 2–3 years, and the International Scientific School “Chaotic oscillations and waves – CHAOS”, held since 1985 with a periodicity of 3 years. In 1988 D. I. Trubetskov organizes the first scientific school for schoolchildren “Oscillations, Waves, Electrons”, held at intervals of 2 years. Since 1997 the school has been called “Nonlinear days in Saratov for young people”. Since 1995, the Scientific School of D. I. Trubetskov was recognized as the winner of the competition for the title of the leading Scientific School in Russia five times.

**Keywords:** education and science, synergetics, nonlinear dynamics, vacuum microelectronics, radiophysics.

**For citation:** Sharaevsky YuP, Grishin SV, Vdovina GM. Trubetskov Scientific School. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*, 2021, vol. 29, no. 4, pp. 676–698. DOI: 10.18500/0869-6632-2021-29-4-676-698

*This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0).*

## Вместо предисловия

В 2007 г. вышла в свет монография «Высшая школа с позиций нелинейной динамики (проблемы, оценки, модели) [1]. Заказчиком монографии выступило Министерство образования и науки РФ, а научным руководителем этого направления был Д. И. Трубецков – член-корреспондент РАН, Заслуженный деятель науки РФ, профессор, заведующий кафедрой электроники, колебаний и волн. В этой монографии рассматривается большой круг вопросов, связанных с реформой школьного и высшего образования, системой подготовки кадров для научных исследований. Для решения этих проблем в указанной монографии предполагалось использовать методы нелинейной динамики (синергетику) [2] как науку о сложных системах, которая позволяет скоординировать методы и цели как целого – образование и науку. Отметим, что авторы указанной монографии имели уже достаточно большой опыт внедрения нелинейной динамики в образовательный процесс, в частности, охватывающий нелинейную теорию колебаний и волн в разделах радиофизики и электроники [3–9].

Сегодня научная школа Дмитрия Ивановича Трубецкого охватывает широкий круг проблем, связанных с теоретическим и экспериментальным исследованием нелинейных и нестационарных явлений, а также закономерностей сложной динамики, включая динамический хаос и образование структур, в различных автоколебательных распределенных и сосредоточенных системах радиофизики, электроники и микроэлектроники, магнитоэлектроники, в радиотехнических цепочках и сетях из различных динамических элементов, в моделях экологии, биологии и других наук. С 1995 года школа Д. И. Трубецкого признана ведущей в Российской Федерации.

## 1. Как начиналась школа Д. И. Трубецкого

Можно без преувеличения сказать, что научная школа Д. И. Трубецкого начала складываться с Саратовских зимних школ-семинаров по электронике сверхвысоких частот (СВЧ) и радиофизике. Прошло более 54 лет с момента проведения в 1967 году в Аштараке (Армения) первой и единственной Всесоюзной школы по электронике СВЧ. Школа была организована для молодых ученых, а лекции на этой школе читали почти все «звезды» Советского Союза в области электроники и электродинамики: академики А. В. Гапонов, Н. Д. Десятков, член-корреспондент АН СССР Л. А. Вайнштейн и другие. Участником этой школы был и молодой к.ф.-м.н. Д. И. Трубецкий. После возвращения из Аштарака у Дмитрия Ивановича возникла идея создания в Саратове подобных школ для молодых научных работников и инженеров предприятий, занимающихся теорией и разработкой электронных приборов, с целью познакомить молодых «электронщиков» с последними научными достижениями в области электроники и электродинамики СВЧ. Состав слушателей определил и основную особенность Саратовских школ – лекции должны быть учебными и читаться для молодых слушателей в доступной форме. Учебная направленность школы определила и другую особенность – издавать полные тексты лекций до начала работы школы.

Первая Зимняя школа-семинар по электронике СВЧ проходила в период с 27 января по 9 февраля 1970 года в пансионате «Волжские дали» (пригород Саратова). Эта школа была замечательна тем, что на ней Львом Альбертовичем Вайнштейном было прочитано десять лекций по современной теории электронных приборов СВЧ. Вторая Зимняя школа-семинар состоялась через два года, в 1972 году. Л. А. Вайнштейн прочитал на этой школе знаменитые лекции «О трех задачах магнетрона», а Д. И. Трубецкий вместе со своим научным коллективом – цикл лекций «Теория приборов магнетронного типа». Все последующие школы проходили с регулярной последовательностью, но уже с интервалом в три года.

Начиная с третьей школы (1975 год), тематика стала расширяться, и на эту школу впервые приехал большой десант из Горького (Нижний Новгород) – лауреаты государственной премии М. И. Петелин и Ю. К. Юлпатов, а также молодой доктор наук М. И. Рабинович (в настоящее время живет и работает в США). Горьковчане впервые прочитали на этой школе лекции по релятивистской электронике и мазерам на циклотронном резонансе, а в программе школы появился новый раздел «Нелинейные и волновые процессы», в рамках которого М. И. Рабинович прочитал курс «Автоколебательные распределенные системы». Лекции, прочитанные М. И. Рабиновичем, положили начало новому научному направлению «Нелинейная динамика», которое в настоящее время стало одним из приоритетных направлений в Саратовском государственном университете (СГУ).

С каждым годом расширялась «география» лекторов Зимних школ: Москва, Ленинград (Санкт-Петербург), Горький, Харьков, Киев, Томск и другие города. Программы всех школ содержали традиционную «электронную» тематику, но в них стали появляться и новые разделы (квантовая радиофизика, термоядерный синтез, численное моделирование, нелинейная динамика систем, стохастические колебания, вакуумная микроэлектроника и наноэлектроника, магнитоэлектроника, приложения СВЧ техники в медицине и др.). Необходимо отметить, что все эти направления входили в круг научных интересов Д. И. Трубецкого. С момента образования Зимних школ Д. И. Трубецкого проведено семнадцать школ, накопилась целая библиотека трудов школы (несколько десятков томов), которая составляет золотой фонд российской электроники. В середине 1980-х годов Дмитрий Иванович выступил с инициативой проведения научных школ «Хаотические колебания и образования структур – ХАОС», подобных Зимним школам и направленным на чтение лекционных курсов по актуальным проблемам нелинейной динамики, теории хаоса и их приложениям. Организаторами первой школы, проведенной в 1985 году, выступили СГУ и Саратовский филиал ИРЭ РАН. С этого момента школы стали традиционными и регулярно



При оформлении коллажа использованы фотоматериалы из архива Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского

*Шараевский Ю. П., Гришин С. В., Вдовина Г. М.*  
Известия вузов. ПНД, 2021, т. 29, № 4

проводятся раз в два года. Тематика школ менялась с течением времени. Если первые школы были посвящены, в основном, фундаментальным вопросам теории хаоса, то в настоящее время тематика школ затрагивает вопросы, касающиеся приложений этой теории к живым системам.

Педагогическая и учебно-организационная деятельность – важнейший элемент школы Дмитрия Ивановича Трубецкого. Он часто повторял слова: «Нет науки без образования, нет образования без науки». Это стержень деятельности Дмитрия Ивановича как ученого и преподавателя. Опираясь на опыт организации научных школ для инженеров и научных работников, Дмитрий Иванович выдвинул перед своим коллективом новую идею: создать научную школу для школьников, на которой ученики старших классов могут получать информацию о научных достижениях и проблемах из первых рук и непосредственно общаться с ведущими учеными нашего университета и других вузов страны. Так появилась научная школа «Колебания, волны, электроны», проводимая с периодичностью раз в два года. Первая такая школа состоялась в январе 1988 года. Все школы проводились в пансионатах, где школьники и преподаватели жили вместе и общались несколько дней. Впоследствии многие ученики этих школ поступали в Саратовский университет и избирали для себя успешную научную деятельность. В 1997 году изменилось название школы. Дмитрий Иванович предложил оригинальное название: «Нелинейные дни в Саратове для молодых». Новое название было связано непосредственно с новым факультетом в СГУ – факультетом нелинейных процессов. Школы стали ежегодными. Помимо учащихся старших классов участниками школ стали студенты и аспиранты физического факультета и факультета нелинейных процессов. В одном из интервью профессор Юлий Александрович Данилов (Москва), являющийся практически постоянным участником этих школ, сказал: «Научные школы для молодых, организованные в Саратове, – явление уникальное. В мире нет ничего подобного такой форме обучения, когда старшее поколение ученых читает лекции, а младшее делает научные доклады, проверяя себя на прочность. И все это происходит на фоне фантастического неформального общения».

## 2. Научно-образовательный институт «Открытые системы»

Начиная с 1992 года, в СГУ на базе научной школы, возглавляемой членом-корреспондентом РАН, профессором Д. И. Трубецковым, складывалась новая модель образования, основанная на создании единого учебно-научного пространства на всех ступенях образования, начиная со школы и заканчивая аспирантурой (школа – ВУЗ – аспирантура). Для непосредственного участия преподавателей университета, аспирантов, студентов и школьников в выполнении научных исследований и для подготовки научно-педагогических кадров высокой квалификации на базе Саратовского университета в 1999 году был создан государственный учебно-научный центр «Колледж» СГУ (ГосУНЦ «Колледж», научный руководитель – Д. И. Трубецков, директор – Ю. И. Левин). Вокруг этого центра активно функционировала структура непрерывного образования «школа – ВУЗ» [5]. Первой ступенью этого центра являлся «Лицей прикладных наук» (полное среднее образование, с 2021 – «Лицей прикладных наук имени Д. И. Трубецкого»). Вторая ступень называлась «Высший колледж прикладных наук», он был создан в СГУ в 1994 году, а позднее, в 2001 году, переименован в факультет нелинейных процессов (ФНП) СГУ. Школьники, успешно окончившие Лицей прикладных наук, зачислялись на первый курс ФНП без вступительных экзаменов. Таким образом, в СГУ в 2001 году была создана новая научно-образовательная структура в виде научно-образовательного института (НОИ) «Открытые системы» (научный руководитель – Д. И. Трубецков) (рис. 1).

НОИ «Открытые системы» не является структурной единицей Саратовского государственного университета. Авторам, предложившим эту модель научно-образовательной структуры в высшей школе, название «Открытые системы» представлялось удачным, так как в основу создания

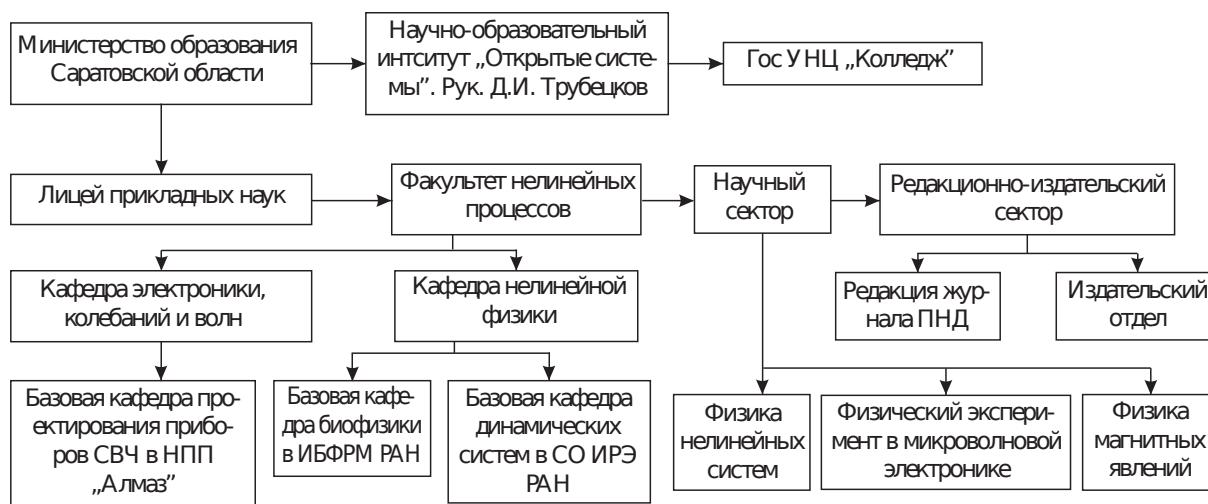


Рис. 1. Структура НОИ «Открытые системы» на 2001 г.

Fig. 1. Structure of SEI «Open Systems» in 2001

НОИ положено новое междисциплинарное научное направление – нелинейная динамика (или синергетика). По мнению Германа Хакена [10] этот термин означает «совместное действие». При этом подобные структуры являются открытыми, то есть могут обмениваться с окружающей средой энергией, импульсом, информацией и др. [10]. В состав НОЦ «Открытые системы» входят: Лицей прикладных наук, Факультет нелинейных процессов СГУ с базовыми кафедрами в академических и отраслевых институтах, редакционно-издательский комплекс с редакцией Всероссийского научно-технического журнала «Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика», научный сектор. Научная тематика (на 2001 год) некоторых лабораторий, входящих в структуру НОЦ «Открытые системы», представлена ниже.

- Лаборатория «Физика нелинейных систем» (научный руководитель – членкор РАН, д.ф.-м.н., профессор Д. И. Трубецков) – изучение сложной динамики и процессов структурообразования в распределенных системах различной природы (в частности, в электронно-волновых и плазменных системах).
- Лаборатория «Физика магнитных явлений» (научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Ю. П. Шараевский) – теоретическое и экспериментальное исследование нелинейных явлений в распределенных системах на основе ферромагнитных пленок, включая магнитные кристаллы, и изучение возможности создания на основе этих систем СВЧ-устройств для генерации и обработки сложных сигналов.
- Лаборатория «Физический эксперимент в микроволновой электронике» (научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Б. С. Дмитриев) – экспериментальное исследование и изучение сложной динамики в резонансных микроволновых генераторах с запаздыванием.

В те годы прикладная направленность всех трех научных лабораторий была связана с исследованием хаотической динамики вакуумных и твердотельных генераторов микроволнового диапазона. Так, в научной лаборатории «Физика нелинейных систем» изучалась сложная динамика виркатора – вакуумного генератора с виртуальным катодом, а также хаотическая синхронизация вакуумных генераторов (д.т.н., профессор Ю. А. Калинин и д.ф.-м.н., профессор А. Е. Храмов). В лаборатории «Физический эксперимент в микроволновой электронике» основной акцент делался на изучение хаотической динамики клистронных автогенераторов с внешней запаздывающей обратной связью (д.ф.-м.н., профессор Б. С. Дмитриев и д.ф.-м.н., профессор Ю. Д. Жарков).

В научной лаборатории «Физика магнитных явлений» генераторное направление стало развиваться лишь с 2006 г. В его становлении активную роль сыграл к.ф.-м.н., на тот момент старший преподаватель кафедры электроники, колебаний и волн (ЭКиВ) С. В. Гришин. При поддержке д.ф.-м.н. А. Е. Храмова им был разработан и создан лабораторный макет перестраиваемого магнитным полем широкополосного генератора хаоса, где в качестве нелинейного элемента выступала спин-волновая линия передачи. Исследования в этом направлении были направлены на создание широкополосных и сверхширокополосных спин-волновых генераторов хаоса, КПД которых значительно превышал КПД вакуумных генераторов хаоса [11].

Новый виток физический эксперимент получил после того, как в 2006 году в рамках Президентской программы по поддержке ведущих научных школ РФ был закуплен, наверное, первый в университете цифровой анализатор спектра компании Agilent Technologies, работающий в диапазоне частот до 3 ГГц. Дмитрий Иванович всячески поддерживал обновление приборной базы, которая после развала НИИ механики и физики СГУ находилась в очень плачевном состоянии. На тот момент покупка такого прибора была первым шагом к оснащению научных лабораторий новым контрольно-измерительным оборудованием мирового уровня. Ответственным за переоснащение экспериментальной базы был С. В. Гришин. Сразу после этого на протяжении последующих нескольких лет в рамках программы экстренной поддержки материально-технической базы РФФИ были закуплены анализатор цепей, измеритель мощности и еще один (более высокочастотный) анализатор спектра. Научные работы сотрудников лаборатории приобрели качественно новый вид, что позволило им публиковать статьи в зарубежных научных журналах первого и второго квартилей.

Совместное использование контрольно-измерительного оборудования тремя научными лабораториями привело и к появлению совместных работ. Так, использование методов хаотической синхронизации, развиваемых в лаборатории «Физика нелинейных систем», применительно к экспериментальному макету двух связанных клистронных автогенераторов хаоса, разработанному в лаборатории «Физический эксперимент в микроволновой электронике», позволило продемонстрировать возможность хаотической синхронизации в микроволновом диапазоне [12]. Результатом сотрудничества лабораторий «Физический эксперимент в микроволновой электронике» и «Физика магнитных явлений» стало формирование нового направления по изучению хаотической динамики гибридных генераторов, созданных на основе вакуумных усилителей микроволнового диапазона (многорезонаторных пролетных клистронов и ЛБВ-усилителей) и нелинейных спин-волновых линий передачи. Здесь основной акцент делался на получение хаотических импульсных последовательностей и на управление такими импульсными последовательностями с помощью внешнего воздействия [13, 14].

В последние годы плодотворное сотрудничество между лабораториями привело к выполнению совместной очень увлекательной работы в рамках инициативного проекта РФФИ, руководителем которого являлся Дмитрий Иванович Трубецков. Одной из основных задач проекта было исследование лампы бегущей волны не в качестве усилителя, а в качестве нелинейного подавителя СВЧ-сигналов, который по аналогии с оптическими нелинейными средами выполнял бы функцию насыщающегося поглотителя. Дмитрий Иванович предложил использовать для этих целей ЛБВ, работающую в режиме срыва Компфнера. Актуальность проведения подобного рода исследований была продиктована возможностью создания генераторов мощных ультракоротких импульсов (УКИ) на основе компфнеровских нелинейных подавителей и ЛБВ-усилителей, о которой впервые было сообщено нижегородскими исследователями в их теоретических работах [15–17]. Однако в собранном экспериментальном макете кольцевого автогенератора с ЛБВ-усилителем и ЛБВ-подавителем не удавалось реализовать режим генерации УКИ. На помощь пришли гибридные

генераторные схемы, в которых добавление еще одного нелинейного элемента в виде спин-волновой линии передачи позволило осуществить пассивную синхронизацию собственных мод кольцевого автогенератора на частотах срыва Компфнера. В такой генераторной схеме, реализованной зав. учебной лабораторией кафедры ЭКиВ В. Н. Скороходовым и к.ф.-м.н., доцентом кафедры ЭКиВ С. В. Гришиным, были получены новые импульсные структуры в виде хаотических последовательностей диссипативных многосолитонных комплексов [18]. Каждый такой комплекс состоял из длинного (с длительностью порядка микросекунды) импульса «гигантской» амплитуды, который генерировался за счет модуляции добротности кольцевого резонатора параметрически возбуждаемыми спиновыми волнами, и «вложенных» в него более коротких (с длительностями порядка десятков наносекунд) импульсов, которые генерировались в системе за счет пассивной синхронизации мод. Совместно с д.ф.-м.н. О. И. Москаленко было показано, что в такой системе в зависимости от глубины обратной связи возможны два режима хаотической синхронизации характерных частот системы. Так, при относительно небольших значениях глубины обратной связи синхронизованными оказывались только частоты, соответствующие собственным модам кольцевого резонатора (короткий временной масштаб), а при достаточно больших значениях глубины обратной связи – только частоты, соответствующие частотам автомодуляции спиновых волн (длинный временной масштаб). В рамках данного научного проекта С. В. Гришиным, В. Н. Скороходовым совместно с к.ф.-м.н., доцентом кафедры ЭКиВ В. Н. Титовым были выполнены экспериментальные и теоретические исследования прохождения импульсных сигналов через ЛБВ, работающую в режиме нелинейного подавления. Была показана принципиальная возможность формирования коротких радиоимпульсов наносекундной длительности из длинных радиоимпульсов микросекундной длительности при их прохождении через ЛБВ-подавитель. Причем минимальная длительность коротких радиоимпульсов достигалась тогда, когда максимальный уровень подавления сигнала наблюдался не в линейном режиме (срыв Компфнера), а в нелинейном режиме работы ЛБВ-подавителя (режим нелинейного срыва Компфнера) [19].

Дмитрий Иванович очень активно поддерживал солитонную тематику. Он всячески старался направить исследователей на поиск новых фундаментальных нелинейных волновых явлений в устройствах и генераторных схемах вакуумной СВЧ-электроники. Одним из таких явлений были уединенные волны гигантской амплитуды или «волны-убийцы», которые были обнаружены при численном моделировании режимов гиротрона нижегородскими исследователями [20]. В 2018–2019 гг. Гришиным С. В. и Скороходовым В. Н. была проведена серия радиофизических экспериментов по обнаружению аналогов волн-убийц в схемах «шумотрона», выполненных на основе либо двух клистронов-усилителей, либо клистронов-усилителя совместно с ЛБВ-усилителем. В первой генераторной схеме, где один пролетный клистрон работал в режиме линейного усиления, а другой – в сильно нелинейном режиме, на падающем участке амплитудной характеристики, были получены импульсы «гигантской» амплитуды, формирующиеся на хаотическом амплитудном фоне. Пиковая мощность «гигантских» импульсов соответствовала мощности насыщения нелинейного пролетного клистронов [21]. Во второй генераторной схеме в сильно нелинейном режиме, на падающем участке амплитудной характеристики, работал уже ЛБВ-усилитель, а пролетный клистрон – в режиме насыщения выходной мощности. Здесь на хаотическом амплитудном фоне формировались узкие провалы в виде «темных» импульсов, которые являлись аналогами «темных» волн-убийц. Об этих интересных экспериментальных результатах Дмитрий Иванович попросил доложить на XVII Всероссийской школе-семинаре «Физика и применение микроволн» имени А. П. Сухорукова, где С. В. Гришиным была прочитана лекция «Экспериментальное наблюдение солитонов в вакуумной электронике – новые результаты исследования нелинейной динамики «шумотронов».



Дмитрий Иванович часто подчеркивал значимость развития именно теоретических исследований и отмечал тенденцию возврата от исключительно имитационного моделирования к построению, по возможности, аналитической теории процессов. Основная идея заключалась в том, чтобы не упустить некоторые тонкие физические эффекты и новые феномены, которые может предсказать развитая теория, и которые могут использоваться для создания новых приборов и устройств. В плане развития фундаментальной теории под руководством Д. И. Трубецкого в последние годы проводились исследования особенностей процессов взаимодействия в неравновесных системах «электронный поток – электромагнитная волна» применительно к приборам типа О (к.ф.-м.н., доцент КЭКиВ Г. М. Вдовина, к.ф.-м.н., ассистент КЭКиВ А. В. Титов, ассистент КЭКиВ А. А. Фунтов) с учетом современных тенденций освоения ТГц-диапазона частот и вопросов миниатюризации радиофизических устройств.

В частности, проводилось построение двумерной теории для моделей неустойчивого ленточного и кольцевого электронных пучков в продольном фокусирующем магнитном поле конечной величины [22–24]. Показано, как в некоторых случаях влияние поля пространственного заряда может привести к появлению и развитию пучковой неустойчивости. Последнее выражается в распаде профиля ленточного или кольцевого электронного потока на несколько структур (см. известные работы [25–27]), количество которых зависит от плотности тока и величины магнитного поля. Д.И. Трубецким и Г.М. Вдовиной было исследовано влияние такой неустойчивости на процессы взаимодействия электромагнитной волны и предварительно модулированного электронного пучка в приближении теории слабых сигналов. Предварительная модуляция соответствовала автоэмиссии, фотоэмиссии и шумовым флуктуациям на катоде. Построенная двумерная теория успешно применена для анализа волновых процессов целого комплекса задач, в том числе, при исследовании режимов усиления и подавления (срыв Компфнера) в усилителе бегущей волны типа О (ЛБВО) и шумовых процессов в нем. Продемонстрировано, что за счет ВЧ-неустойчивости ленточного электронного потока возможно некоторое увеличение коэффициента усиления при возрастании пространственного заряда, что не наблюдается для систем, в которых неустойчивость отсутствует. Проведены оценки влияния теплового разброса по продольным скоростям на максимально достижимый коэффициент усиления. Показано также, что в области параметров неустойчивости электронного потока шумовые флуктуации, возникающие на катоде, будут возрастать, что приводит к увеличению шумового тока в продольном направлении системы. А это, в свою очередь, может служить возможным объяснением экспериментальных результатов аномального возрастания шумов [28].

Кроме того, для описанной модели электронного потока было проведено построение двумерной теории пускового и предгенерационного режимов лампы обратной волны (ЛОВО), двумерной теории фото-ЛБВ, двумерной теории низковольтной ЛОВО, где важную роль играет провисание потенциала и распределение электронов по скоростям в поперечном сечении электронного потока. Также развита двумерная теория карсинотрода – устройства, представляющего собой ЛОВ О-типа с автоэмиссионным катодом и дополнительной катодной обратной связью, позволяющей управлять эмиссией с поверхности катода (устройство предложено В. А. Солнцевым [29]), что дает возможность существенно уменьшить габариты прибора.

Совместно с А. В. Титовым были проведены теоретические исследования волновых и колебательных явлений в системах с двумя взаимодействующими электронными потоками [30–32]. Интерес к подобным исследованиям обусловлен теоретической возможностью замены замедляющей системы приборов О-типа вторым электронным пучком [33–36]. Кроме того, введение дополнительного скоростного разброса в электронный пучок может увеличить степень группировки электронов и, в конечном счете, повысить эффективность прибора в целом. Существует

мнение, что в свое время идея двухпоточкового взаимодействия в низкочастотной области СВЧ-диапазона оказалась невостребованной исключительно из-за слишком раннего появления. Однако на сегодняшний день наблюдается новый всплеск интереса к двухпоточковым системам, связанный с возможностью развития этих идей в коротковолновой области СВЧ-диапазона.

На основе метода связанных волн была развита последовательная теория взаимодействия двух разноскоростных попутных электронных потоков. При этом можно выделить все виды индуцированного излучения, имеющие место в приборах типа О: излучение за счет аномального эффекта Доплера (модель двухволнового взаимодействия), черенковское излучение и интерференционное усиление (модель трехволнового взаимодействия), черенковское излучение и интерференционное усиление (учет четырех волн).

Проанализированы возможные режимы взаимодействия электронных потоков между собой и с полем бегущей электромагнитной волны внутри и вне областей неустойчивости. Развита теория была применена к описанию двухпоточковой ЛБВ. Показано, что помимо режима неустойчивости и крестатронного режима также имеет место интерференционно-крестатронный режим усиления. Сравнение выходных характеристик показывает, что добавление второго пучка приводит к увеличению области неустойчивости, а также к повышению коэффициента усиления вне области неустойчивости за счет интерференционного взаимодействия четырех (интерференционный режим) или пяти (интерференционно-крестатронный режим) парциальных волн постоянной амплитуды.

Под руководством Д. И. Трубецкого проводился теоретический анализ волновых процессов, имеющих место при взаимодействии электронного потока с электродинамическими структурами, содержащими поглощающие элементы и метаматериалы (ассистент КЭКиВ А. А. Фунтов) [37, 38]. Развита линейная и приближенная нелинейная теории некоторых гибридов с классическими вакуумными СВЧ-приборами. В том числе рассматривались процессы, происходящие в клистронно-усилителе, в котором между входным и выходным резонатором пространство дрейфа заменено средой с комплексной проводимостью или метаматериалом с отрицательной диэлектрической проницаемостью. Было показано, что при сохранении выходных характеристик такая замена позволяет уменьшить расстояние между резонаторами более чем в два раза. Также исследовались гибриды с клистроном с распределенным взаимодействием (распределенный резонатор – среда – распределенный резонатор), гибриды с фото-ЛБВ (фотокатод – среда – ЛБВ), гибриды с ЛБВ (ЛБВ – среда – ЛБВ). Во всех упомянутых случаях показано, что введение среды с комплексной проводимостью или использование метаматериала позволяет повысить выходные характеристики устройств, и при этом уменьшить их геометрические размеры. Были исследованы и возможности снижения и подавления шумов в вакуумных усилителях, содержащих метаматериалы в электродинамических системах.

Результаты по перечисленным темам регулярно представлялись на конференциях различного уровня в качестве докладов и пленарных лекций. Также они обсуждались и на объединенном научном семинаре кафедры электроники, колебаний и волн и факультета нелинейных процессов, который непрерывно проходит с первых лет работы кафедры (в текущем году состоится научный семинар № 1300).

Особого внимания заслуживает создание в российских государственных университетах шестнадцати научно-образовательных центров (НОЦ), ориентированных на развитие фундаментальных исследований в области естественных наук [39]. Центры создавались в рамках совместной российско-американской программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (BHRE 1997–2012 гг.), осуществляемой на основе сотрудничества и взаимодействия CRDF (Американского фонда гражданских исследований и развития) и Министерства образования и науки

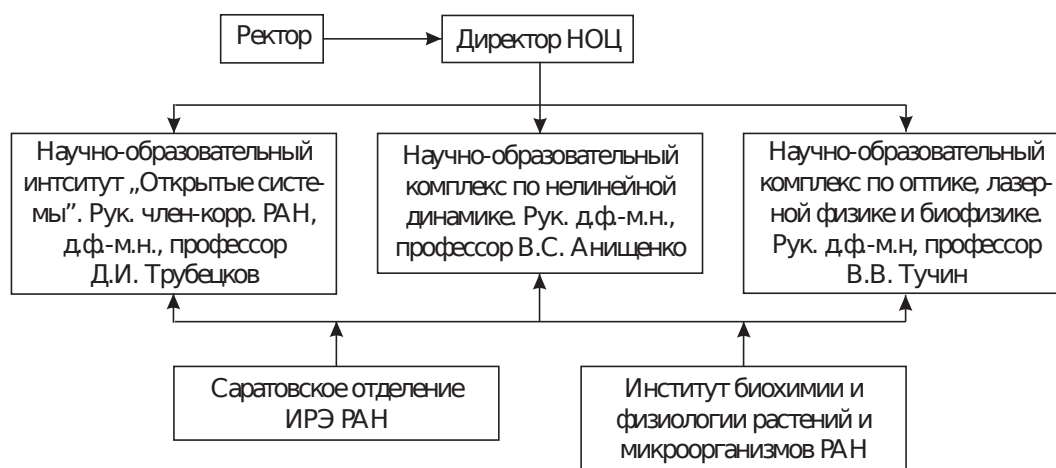


Рис. 2. Общая структура НОЦ «Нелинейная динамика и биофизика»  
 Fig. 2. General structure of the SEC «Nonlinear Dynamics and Biophysics»

Российской Федерации. В СГУ в рамках этой программы успешно функционировал с 1 июня 2000 года НОЦ «Нелинейная динамика и биофизика», включающий коллективы физического и биологического факультетов, факультета нелинейных процессов, базовые кафедры и научные лаборатории в институтах Российской академии наук города Саратова. Общая структура НОЦ в Саратовском государственном университете представлена на рис. 2. Совместная российско-американская программа получила широкую поддержку научно-педагогической общественности. Эта программа была уникальна за счет своей направленности на регионы России и создания в них крупных НОЦ международного уровня.

Что касается НОИ «Открытые системы», возглавляемого Д. И. Трубецковым, то можно отметить несколько образовательных «изюминок», разработанных в рамках НОЦ.

1. По инициативе Д. И. Трубецкова был разработан стандарт новой специальности «Физика открытых нелинейных систем». За всю историю Саратовский университет впервые был удостоен чести разработки принципиально новой образовательной специальности. В 2004 году открывается прием в СГУ на специальность «Физика открытых нелинейных систем» (квалификация «физик – системный аналитик»).
2. Для организации учебного процесса на ФНП была создана кафедра «Физика открытых систем» (зав. кафедрой профессор А. А. Короновский).
3. Введение синергетических представлений в учебный процесс в Лицее прикладных наук.
4. Создание школы «Нелинейные дни в Саратове для молодых», на которой читаются лекции ведущими учеными из университетов и научных центров России, Европы, США и где с научными докладами выступают молодые ученые, аспиранты, студенты и школьники.

### 3. Новый этап школы Д. И. Трубецкова

Существенное развитие научных идей, заложенных в школе Д. И. Трубецкова, позволило выйти на новый этап научных исследований в направлении «Фундаментальные и прикладные исследования в сфере высоких технологий». Так, СГУ в 2010 году выиграл грант Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований под руководством приглашенных ведущих ученых (сроки выполнения гранта 2010–2012 гг., объем финансирования гранта 150 млн. руб.). Название проекта «Метаматериалы на основе фотонных, фононных,

плазмонных и магнетонных кристаллов и их применение в СВЧ электронике», руководитель проекта член-корреспондент РАН, профессор, д.ф.-м.н. Сергей Аполлонович Никитов. В выполнении этого «Мегагранта» наряду с другими кафедрами СГУ принимали участие две кафедры ФНП по следующим направлениям.

- Разработка технологии создания и исследования новых планарных структур на основе ферромагнитных пленок с периодическими и квазипериодическими неоднородностями микронных и субмикронных размеров – магнетонных кристаллов, а также разработка магнито-электронных функциональных устройств на их основе для генерации и обработки сигналов в диапазоне сверхвысоких частот – руководитель направления, зав. кафедрой нелинейной физики, профессор, д.ф.-м.н. Ю. П. Шараевский.
- Разработка технологии получения и биомедицинского применения новых типов наноматериалов – золото-серебряных и композитных наночастиц – руководитель направления, зав. базовой кафедрой биофизики в ИБФРМ РАН, профессор, д.ф.-м.н. Н. Г. Хлебцов.

### Вместо заключения

Все, кто был знаком с Дмитрием Ивановичем Трубецковым, были поражены известием о том, что 12.08.2020 года на 83 году жизни остановилось его сердце, и Саратовский университет потерял выдающегося ученого и замечательного педагога. Можно только удивляться, какое богатое творческое наследие оставил Дмитрий Иванович своим ученикам и будущему поколению. Обобщая все сказанное, можно подвести итог, что вся жизнь и творческая деятельность Дмитрия Ивановича может рассматриваться как нелинейное явление, как один из самых удивительных феноменов в так любимой им нелинейной науке. В качестве примера приведем далеко не полный список работ [1, 3–6, 40–101], написанных Дмитрием Ивановичем.

### Список литературы

1. *Стриханов М. Н., Трубецков Д. И., Короновский А. А., Шараевский Ю. П., Храмов А. Е.* Высшая школа России с позиций нелинейной динамики (проблемы, оценки, модели). М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 192 с.
2. *Хакен Г.* Синергетика. М.: Мир, 1980. 405 с.
3. *Короновский А. А., Стриханов М. Н., Трубецков Д. И., Храмов А. Е., Цуканова И. В.* Применение клеточных автоматов для моделирования динамики профессорско-преподавательского состава высшей школы Российской Федерации // Известия вузов. ПНД. 2001. Т. 9, № 6. С. 154–167.
4. *Трубецков Д. И.* Нелинейная динамика и образование // Съезд российских физиков-преподавателей «Физическое образование в XXI веке». М.: МГУ им. Л. В. Ломоносова, 2000. С. 171.
5. *Кузнецов А. П., Кузнецов С. П., Левин Ю. И., Трубецков Д. И., Шараевский Ю. П.* Нелинейная динамика как образовательная концепция // Материалы международной научной конференции «Университеты в формировании специалиста XXI века». № 4. Пермь, 1999. С. 24.
6. *Богомолов А. М., Трубецков Д. И., Левин Ю. И.* Колледж прикладных наук Саратовского университета // Высшее образование в России. 1993. № 4. С. 24.
7. *Бегинин Е. Н., Дмитриев Б. С., Левин Ю. И., Шараевский Ю. П.* Роль физического эксперимента в университетском образовании // Материалы конференции стран СНГ «Современный физический практикум». Санкт-Петербург, 2002. С. 40.
8. *Короновский А. А., Стриханов М. Н., Трубецков Д. И., Храмов А. Е.* Современное состояние высшей школы на примере одного вуза: методы диагностики и способы коррекции // Наукоедение. 2003. № 4. С. 97.

9. *Дмитриев Б. С., Левин Ю. И., Шараевский Ю. П.* Университетское физическое образование // Физическое образование в ВУЗах. 2002. Т. 8, № 2. С. 5–13.
10. *Хакен Г.* Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 320 с.
11. *Гришин С. В., Гришин В. С., Романенко Д. В., Шараевский Ю. П.* Сверхширокополосный спин-волновой генератор хаоса средней мощности на полевых транзисторах // Письма в ЖТФ. 2014. Т. 40, № 19. С. 51–59.
12. *Dmitriev B. S., Hramov A. E., Koronovskii A. A., Starodubov A. V., Trubetskov D. I., Zharkov Y. D.* First experimental observation of generalized synchronization phenomena in microwave oscillators // Phys. Rev. Lett. 2009. Vol. 102, no. 7. P. 074101. DOI: 10.1103/PhysRevLett.102.074101.
13. *Гришин С. В., Дмитриев Б. С., Жарков Ю. Д., Скороходов В. Н., Шараевский Ю. П.* Генерация хаотических СВЧ-импульсов в кольцевой системе на основе клистронного усилителя мощности и нелинейной линии задержки на магнитоэлектрических волнах // Письма в ЖТФ. 2010. Т. 36, № 2. С. 62–69.
14. *Гришин С. В., Дмитриев Б. С., Жарков Ю. Д., Маньшиев Р. А., Скороходов В. Н.* Генерация хаотических свч-импульсов в широкополосных спин-волновых и вакуумных генераторах хаоса под внешним периодическим воздействием // Известия вузов. ПНД. 2012. Т. 20, № 5. С. 137–155. DOI: 10.18500/0869-6632-2012-20-5-137-155.
15. *Гинзбург Н. С., Абубакиров Э. Б., Вилков М. Н., Зотова И. В., Сергеев А. С.* Генерация периодической последовательности мощных ультракоротких импульсов в цепочке связанных ламп бегущей волны, работающих в режимах усиления и нелинейного компфнеровского подавления // Письма в ЖТФ. 2017. Т. 43, № 18. С. 47–55. DOI: 10.21883/PJTF.2017.18.45033.16444b.
16. *Ginzburg N. S., Denisov G. G., Vilkov M. N., Sergeev A. S., Zotova I. V., Samsonov S. V., Mishakin S. V.* Generation of trains of ultrashort microwave pulses by two coupled helical gyro-TWTs operating in regimes of amplification and nonlinear absorption // Phys. Plasmas. 2017. Vol. 24, no. 2. P. 023103. DOI: 10.1063/1.4975084.
17. *Гинзбург Н. С., Абубакиров Э. Б., Вилков М. Н., Зотова И. В., Сергеев А. С.* Генерация периодической последовательности мощных ультракоротких импульсов в цепочке связанных релятивистских ламп обратной и бегущей волн, работающих в режимах усиления и нелинейного компфнеровского подавления // ЖТФ. 2018. Т. 88, № 8. С. 1241–1247. DOI: 10.21883/JTF.2018.08.46316.2581.
18. *Grishin S. V., Dmitriev B. S., Moskalenko O. I., Skorokhodov V. N., Sharaevskii Y. P.* Self-generation of chaotic dissipative multisoliton complexes supported by competing nonlinear spin-wave interactions // Phys. Rev. E. 2018. Vol. 98, no. 2. P. 022209. DOI: 10.1103/PhysRevE.98.022209.
19. *Гришин С. В., Дмитриев Б. С., Разуваев Ф. П., Скороходов В. Н., Тутов В. Н., Трубецков Д. И.* Нелинейное подавление сигналов в лампе бегущей волны // ЖТФ. 2021 (направлена в печать).
20. *Ginzburg N. S., Rozental R. M., Sergeev A. S., Fedotov A. E., Zotova I. V., Tarakanov V. P.* Generation of rogue waves in gyrotrons operating in the regime of developed turbulence // Phys. Rev. Lett. 2017. Vol. 119, no. 3. P. 034801. DOI: 10.1103/PhysRevLett.119.034801.
21. *Гришин С. В., Дмитриев Б. С., Скороходов В. Н.* Генерация импульсов гигантской амплитуды в клистронном автогенераторе хаоса // Письма в ЖТФ. 2019. Т. 45, № 19. С. 33–36. DOI: 10.21883/PJTF.2019.19.48315.17928.
22. *Krasnova G. M.* Interaction of space-charge waves in an electron beam with electromagnetic waves in a longitudinal magnetic field // Phys. Wave Phen. 2011. Vol. 19, no. 4. P. 290–300. DOI: 10.3103/S1541308X11040091.
23. *Краснова Г. М.* Приближённая двумерная теория взаимодействия электронного потока и электромагнитной волны (фото-ЛБВ, шумы) // Известия РАН. Серия физическая. 2013. Т. 77, № 12. С. 1731–1734. DOI: 10.7868/S0367676513120132.

24. Трубецков Д. И., Краснова Г. М. Теория предгенерационного режима ЛОВ в рамках двумерной модели // Известия вузов. ПНД. 2015. Т. 23, № 4. С. 71–79. DOI: 10.18500/0869-6632-2015-23-4-71-79.
25. Kyhl R. L., Webster H. F. Breakup of hollow cylindrical electron beams // IRE Trans. Electron Devices. 1956. Vol. 3, no. 4. P. 172–183. DOI: 10.1109/T-ED.1956.14185.
26. Pierce J. R. Instability of hollow beams // IRE Trans. Electron Devices. 1956. Vol. 3, no. 4. P. 183–189. DOI: 10.1109/T-ED.1956.14186.
27. Cutler C. C. Instability in hollow and strip electron beams // J. Appl. Phys. 1956. Vol. 27, no. 9. P. 1028–1029. DOI: 10.1063/1.1722535.
28. Шумы в электронных приборах / под ред. Л. Д. Смуллина, Г. А. Хауса. М.-Л.: Энергия, 1964. 484 с.
29. Solntsev V. A. Nonlinear analysis of a carcinotrode: A BWO with an automodulation of the cathode emission // J. Commun. Technol. Electron. 2000. Vol. 45, Suppl. 1. P. S39–S45.
30. Титов А. В. Приближенная нелинейная теория двухпучковой неустойчивости // Известия вузов. ПНД. 2012. Т. 20, № 3. С. 132–139. DOI: 10.18500/0869-6632-2012-20-3-132-139.
31. Трубецков Д. И., Титов А. В., Фунтов А. А. Об интерференционном усилении в электронно-волновой лампе (линейная теория) // Письма в ЖТФ. 2013. Т. 39, № 21. С. 86–94.
32. Трубецков Д. И., Титов А. В. Теория электронно-волновых приборов для коротковолновой части сверхвысокочастотного диапазона // Радиотехника и электроника. 2014. Т. 59, № 8. С. 736–744. DOI: 10.7868/S0033849414080221.
33. Лопухин В. М. Новый вид усилителя микрорадиоволн // УФН. 1950. Т. 40, № 4. С. 592–614. DOI: 10.3367/UFNr.0040.195004b.0592.
34. Бриггс Р. Двухпучковая неустойчивость // Достижения физики плазмы. Т. 3, 4. М.: Мир, 1974. С. 132.
35. Титов А. В. Двухпотоковая неустойчивость – волновые линейные и нелинейные явления на сверхвысоких частотах. Часть I // Известия вузов. ПНД. 2016. Т. 24, № 1. С. 37–74. DOI: 10.18500/0869-6632-2016-24-1-37-74.
36. Титов А. В. Двухпотоковая неустойчивость – волновые линейные и нелинейные явления на сверхвысоких частотах. Часть II // Известия вузов. ПНД. 2016. Т. 24, № 2. С. 41–63. DOI: 10.18500/0869-6632-2016-24-2-41-63.
37. Фунтов А. А. Шумы в резистивном усилителе м-типа с «толстым» пучком // Известия вузов. ПНД. 2018. Т. 26, № 2. С. 59–68. DOI: 10.18500/0869-6632-2018-26-2-59-68.
38. Фунтов А. А. О нелинейной теории двухрезонаторного клистрона с пространством дрейфа в виде среды с комплексной диэлектрической проницаемостью // Известия вузов. ПНД. 2020. Т. 28, № 4. С. 414–424. DOI: 10.18500/0869-6632-2020-28-4-414-424.
39. Совместная российско-американская программа «Фундаментальные исследования и высшее образование». Н. Новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2000. С. 310.
40. Безручко Б. П., Короновский А. А., Трубецков Д. И., Храмов А. Е. Путь в синергетику. Экскурс в десяти лекциях. М.: ЛЕНАНД, 2020. 304 с.
41. Трубецков Д. И. Введение в синергетику. Колебания и волны. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2019. 224 с.
42. Трубецков Д. И., Вдовина Г. М. Анализ размерностей и подобия в задачах о колебаниях и волнах различной физической природы. Учебное пособие. Саратов: Техно-Декор, 2019. 100 с.
43. Трубецков Д. И., Вдовина Г. М. О нелинейной динамике, пространственно-временном хаосе и о фракталах, как образах хаоса. Учебное пособие. Саратов: Техно-Декор, 2019. 96 с.
44. Трубецков Д. И. Наука о сложностях в лицах, датах и судьбах. Как закладывались основы синергетики. Пиршество духа и драма идей. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2018. 312 с.

45. Трубецков Д. И. Введение в синергетику. Хаос и структуры. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2018. 240 с.
46. Рыскин Н. М., Трубецков Д. И. Нелинейные волны. Издание 2-е. М.: ЛЕНАНД, 2017. 312 с.
47. Трубецков Д. И. Введение в синергетику. Колебания и волны. Издание 5-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2015. 224 с.
48. Безручко Б. П., Короновский А. А., Трубецков Д. И., Храмов А. Е. Путь в синергетику. Экскурсы в десяти лекциях. М.: ЛЕНАНД, 2015. 304 с.
49. Нелинейная динамика глобальных процессов. Гл. 1, 5–8 / под ред. И. В. Ильина, Д. И. Трубецкова, А. В. Иванова. М.: Изд-во Московского ун-та, 2014. 456 с.
50. Трубецков Д. И. Введение в синергетику. Хаос и структуры. Издание 5-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. 240 с.
51. Трубецков Д. И. Наука о сложностях, датах и судьбах. Как закладывались основы синергетики. Пиршество духа и драма идей. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. 312 с.
52. Tribetskov D. I. Introducción a la sinérgica: Oscilaciones y ondas. KRASAND, 2013. 304 p.
53. Трубецков Д. И. Введение в синергетику. Колебания и волны. Издание 4-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 224 с.
54. Трубецков Д. И. Введение в синергетику. Хаос и структуры. Издание 4-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 240 с.
55. Трубецков Д. И. Воспоминаний свет, пронзающий года. Саратов: ИЦ «Наука», 2011. 100 с.
56. Моделирование нелинейной динамики глобальных процессов / под ред. И. В. Ильина, Д. И. Трубецкова. М.: Изд-во Московского ун-та, 2010. 412 с.
57. Трубецков Д. И. Введение в синергетику. Колебания и волны. Издание 3-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 224 с.
58. Трубецков Д. И. Введение в синергетику. Хаос и структуры. Издание 3-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 240 с.
59. Ильин И. В., Трубецков Д. И., Иванов А. В., Страхова Л. М. Глобалистика как важный элемент системы образования // Учёные записки. Профессорский выпуск. Сборник научных трудов. Вып. 6. Саратов: ИЦ «Наука», 2010. С. 252–261.
60. Кузнецов А. П., Рожнёв А. Г., Трубецков Д. И. Линейные колебания и волны. Сборник задач. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 128 с.
61. Трубецков Д. И. Нелинейная наука в датах и лицах. Вып. 6. Ч. 2. Саратов: ИЦ «Наука», 2010. 199 с.
62. Методы нелинейной динамики и теории хаоса в задачах электроники сверхвысоких частот. Т. I. Стационарные процессы / под ред. А. А. Кураева, Д. И. Трубецкова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 288 с.
63. Методы нелинейной динамики и теории хаоса в задачах электроники сверхвысоких частот. Т. II. Нестационарные и хаотические процессы / под ред. А. А. Короновского, Д. И. Трубецкова, А. Е. Храмова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 392 с.
64. Трубецков Д. И. Нелинейная наука в датах и лицах. Вып. 5. Ч. 1. Саратов: ИЦ «Наука», 2009. 134 с.
65. Кузнецов А. П., Рожнёв А. Г., Трубецков Д. И. Линейные колебания и волны. Сборник задач. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 128 с.
66. Трубецков Д. И. Даниил Семёнович Данин и его кентавристика. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2007. 106 с.
67. Трубецков Д. И. Синхронизация: ученый и время. Лекции на школе «Нелинейные дни в Саратове для молодых». Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2005. 108 с.
68. Трубецков Д. И., Храмов А. Е. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. Т. 1. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 496 с.

69. *Безручко Б. П., Короновский А. А., Трубецков Д. И., Храмов А. Е.* Путь в синергетику. Экскурс в десяти лекциях. М.: КомКнига, 2005. 304 с.
70. *Трубецков Д. И., Мчедлова Е. С., Красичков Л. В.* Введение в теорию самоорганизации открытых систем: учеб. пособие для студентов вузов по физ. специальностям. Издание 2-е. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 212 с.
71. *Трубецков Д. И.* Введение в синергетику. Хаос и структуры. Издание 2-е, доп. М.: Эдиториал УРСС, 2004. 240 с.
72. *Трубецков Д. И., Храмов А. Е.* Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. Т. 2. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 648 с.
73. *Трубецков Д. И., Храмов А. Е.* Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. Т. 1. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 496 с.
74. *Трубецков Д. И.* Введение в синергетику. Колебания и волны. М.: Эдиториал УРСС, 2003. 224 с.
75. *Короновский А. А., Трубецков Д. И.* Нелинейная динамика в действии. Как идеи нелинейной динамики проникают в экологию, экономику и социальные науки. Издание 2-е, исправленное и дополненное. Учебное пособие для студентов естественных и гуманитарных специальностей университетов. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2002. 324 с.
76. *Трубецков Д. И., Мчедлова Е. С., Красичков Л. В.* Введение в теорию самоорганизации открытых систем: учеб. пособие для студентов вузов по физ. специальностям. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 198 с.
77. Кафедра электроники, колебаний и волн: прошлое, настоящее, будущее / под общ. ред. Д. И. Трубецкова, А. Е. Храмова. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2002. 122 с.
78. *Трубецков Д. И., Рожнев А. Г.* Линейные колебания и волны. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. 416 с.
79. *Трубецков Д. И.* «След вдохновений и трудов упорных». Лекции на школе «Нелинейные дни в Саратове для молодых». Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2001. 104 с.
80. *Рыскин Н. М., Трубецков Д. И.* Нелинейные волны. М.: Наука, ФИЗМАТЛИТ, 2000. 272 с.
81. Проблемы современной физики: к 90-летию Саратовского государственного университета и 40-летию сотрудничества ОИЯИ-СГУ / под общ. ред. А. Н. Сисакяна, Д. И. Трубецкова. Дубна: ОИЯИ, 2000. 359 с.
82. Профессора и доктора наук Саратовской области. 1909-1999: библиограф. справ.: в 8 т. Т. 1: 1909–1917 / гл. ред. Д. И. Трубецков. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2000. 246 с.
83. *Рабинович М. И., Трубецков Д. И.* Введение в теорию колебаний и волн. Издание 3-е. Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 560 с.
84. *Трубецков Д. И., Кузнецов Н. И., Усанов Д. А.* Интеграция – время ожиданий. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1998. 70 с.
85. *Трубецков Д. И.* Колебания и волны для гуманитариев. Учебное пособие для вузов. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1997. 391 с.
86. *Трубецков Д. И., Рожнев А. Г., Соколов Д. В.* Лекции по сверхвысокочастотной вакуумной микроэлектронике. Коллективная монография. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1996. 238 с.
87. *Короновский А. А., Трубецков Д. И.* Нелинейная динамика в действии. Как идеи нелинейной динамики проникают в экологию, экономику и социальные науки. Учебное пособие для студентов естественных и гуманитарных специальностей университетов. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1995. 130 с.
88. *Трубецков Д. И.* Колебания, волны, электроны. Ч. 1. Линейные волны. Учебное пособие для старшеклассников и студентов младших курсов естественных специальностей вузов. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1993. 226 с.
89. *Рабинович М. И., Трубецков Д. И.* Введение в теорию колебаний и волн. Издание 2-е, переработанное и дополненное. М.: Наука, 1992. 456 с.



90. *Rabinovich M. I., Trubetskov D. I.* Oscillations and Waves in Linear and Nonlinear Systems. Netherlands: Springer, 1989. 578 p. DOI: 10.1007/978-94-009-1033-1.
91. *Кац А. М., Кудряшов В. П., Трубецков Д. И.* Сигнал в лампах с бегущей волной. Ч. II. Лампа с бегущей волной М-типа. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1988. 182 с.
92. *Трубецков Д. И.* История электронных ламп сверхвысоких частот // Формирование радиоэлектроники. Гл. 12. М.: Наука, 1988. С. 300–333.
93. *Рабинович М. И., Трубецков Д. И.* Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 1984. 432 с.
94. *Кац А. М., Кудряшов В. П., Трубецков Д. И.* Сигнал в лампах с бегущей волной. Ч. I. Лампа с бегущей волной О-типа. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1984. 144 с.
95. *Трубецков Д. И.* Элементы теории шумов в ЛБВ // Электронные приборы сверхвысоких частот / под ред. В. Н. Шевчика, М. А. Григорьева. Гл. 8. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1980. С. 231–254.
96. *Трубецков Д. И.* Экспериментальное изучение специальных характеристик электронных приборов СВЧ // Электронные приборы сверхвысоких частот / под ред. В. Н. Шевчика, М. А. Григорьева. Гл. 10. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1980. С. 279–302.
97. *Электроника ламп с обратной волной / под ред. В. Н. Шевчика, Д. И. Трубецкова.* Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1975. 194 с.
98. *Булгакова Л. В., Фишер В. Л., Трубецков Д. И., Шевчик В. Н.* Лекции по электронике СВЧ приборов типа О (дискретный подход к описанию взаимодействия электронного потока с ВЧ электромагнитными полями). Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1974. 221 с.
99. *Шевчик В. Н., Трубецков Д. И.* Аналитические методы расчета в электронике СВЧ. М.: Советское радио, 1970. 584 с.
100. *Трубецков Д. И., Шараевский Ю. П., Шевчик В. Н.* Шумовые явления в лучевых усилителях магнетронного типа // Обзоры по электронной технике. Сер. Электроника СВЧ. Вып. 10 (204). М.: Ин-т «Электроника», 1970. С. 122–123.
101. *Трубецков Д. И.* Описание к работам № 5 и № 8 // Электронные приборы сверхвысоких частот / под ред. В. Н. Шевчика. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1964. 189 с.

## References

1. Strikhanov MN, Trubetskov DI, Koronovskii AA, Sharaevskii YP, Hramov AE. Higher School of Russia from the Standpoint of Nonlinear Dynamics (Problems, Estimates, Models). Moscow: FIZMATLIT; 2007. 192 p. (in Russian).
2. Haken H. Synergetics. An Introduction Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology. Berlin: Springer; 1978. 355 p. DOI: 10.1007/978-3-642-96469-5.
3. Koronovskii AA, Strikhanov MN, Trubetskov DI, Hramov AE, Tsukanova IV. Application of cellular automata for modeling of the teaching staff dynamics in higher school of Russian Federation. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2001;9(6):154–167 (in Russian).
4. Trubetskov DI. Nonlinear dynamics and education. Congress of Russian Physicists and Teachers «Physical Education in the XXI Century». Moscow: Moscow State University; 2000. P. 171 (in Russian).
5. Kuznetsov AP, Kuznetsov SP, Levin YI, Trubetskov DI, Sharaevskii YP. Nonlinear dynamics as an educational concept. Proceedings of the International Scientific Conference «Universities in the Formation of a Specialist in the XXI Century». No. 4. Perm; 1999. P. 24 (in Russian).
6. Bogomolov AM, Trubetskov DI, Levin YI. College of Applied Sciences of Saratov University. *Higher Education in Russia*. 1993;(4):24 (in Russian).
7. Beginin EN, Dmitriev BS, Levin YI, Sharaevskii YP. The role of a physical experiment in university education. Proceedings of the Conference of the CIS Countries «Modern Physics Workshop». St. Petersburg; 2002. P. 40 (in Russian).

8. Koronovskii AA, Strikhanov MN, Trubetskov DI, Hramov AE. The current state of higher education on the example of one university: Diagnostic methods and methods of correction. *Science of Science*. 2003;(4):97 (in Russian).
9. Dmitriev BS, Levin YI, Sharaevskii YP. University physical education. *Physical Education in Universities*. 2002;8(2):5–13 (in Russian).
10. Haken H. *Erfolgsgeheimnisse der Natur. Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt; 1992. 254 s. (in German).
11. Grishin SV, Grishin VS, Romanenko DV, Sharaevskii YP. An ultrawideband spin-wave medium-power chaos generator based on field-effect transistors. *Tech. Phys. Lett.* 2014;40(10):853–856. DOI: 10.1134/S106378501410006X.
12. Dmitriev BS, Hramov AE, Koronovskii AA, Starodubov AV, Trubetskov DI, Zharkov YD. First experimental observation of generalized synchronization phenomena in microwave oscillators. *Phys. Rev. Lett.* 2009;102(7):074101. DOI: 10.1103/PhysRevLett.102.074101.
13. Grishin SV, Dmitriev BS, Zharkov YD, Skorokhodov VN, Sharaevskii YP. Generation of chaotic microwave pulses in a ring system based on a klystron power amplifier and a nonlinear delay line on magnetostatic waves. *Tech. Phys. Lett.* 2010;36(1):76–79. DOI: 10.1134/S1063785010010244.
14. Grishin SV, Dmitriev BS, Zharkov JD, Manyshv RA, Skorokhodov VN. Chaotic microwave pulse generation in wideband spinwave and vacuum oscillators of chaos under external periodical influence. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2012;20(5):137–155 (in Russian). DOI: 10.18500/0869-6632-2012-20-5-137-155.
15. Ginzburg NS, Abubakirov EB, Vilkov MN, Zotova IV, Sergeev AS. Generation of a periodic high-power ultrashort pulse sequences in a chain of coupled traveling-wave tubes operating in the regimes of amplification and nonlinear Kompfner suppression. *Tech. Phys. Lett.* 2017;43(9): 842–845. DOI: 10.1134/S1063785017090164.
16. Ginzburg NS, Denisov GG, Vilkov MN, Sergeev AS, Zotova IV, Samsonov SV, Mishakin SV. Generation of trains of ultrashort microwave pulses by two coupled helical gyro-TWTs operating in regimes of amplification and nonlinear absorption. *Phys. Plasmas*. 2017;24(2):023103. DOI: 10.1063/1.4975084.
17. Ginzburg NS, Abubakirov EB, Vilkov MN, Zotova IV, Sergeev AS. Generation of a periodic sequence of high-powerful ultrashort pulses in a chain of coupled backward-wave and traveling-wave tubes operating in the regimes of amplification and nonlinear Kompfner suppression. *Tech. Phys.* 2018;63(8):1205–1211. DOI: 10.1134/S1063784218080078.
18. Grishin SV, Dmitriev BS, Moskalenko OI, Skorokhodov VN, Sharaevskii YP. Self-generation of chaotic dissipative multisoliton complexes supported by competing nonlinear spin-wave interactions. *Phys. Rev. E*. 2018;98(2):022209. DOI: 10.1103/PhysRevE.98.022209.
19. Grishin SV, Dmitriev BS, Razuvaev FP, Skorokhodov VN, Titov VN, Trubetskov DI. Nonlinear signal suppression in a traveling wave tube. *Tech. Phys.* 2021 (sent to press).
20. Ginzburg NS, Rozental RM, Sergeev AS, Fedotov AE, Zotova IV, Tarakanov VP. Generation of rogue waves in gyrotrons operating in the regime of developed turbulence. *Phys. Rev. Lett.* 2017;119(3):034801. DOI: 10.1103/PhysRevLett.119.034801.
21. Grishin SV, Dmitriev BS, Skorokhodov VN. Generation of giant amplitude pulses in a klystron chaos auto-oscillator. *Tech. Phys. Lett.* 2019;45(10):989–993. DOI: 10.1134/S1063785019100079.
22. Krasnova GM. Interaction of space-charge waves in an electron beam with electromagnetic waves in a longitudinal magnetic field. *Phys. Wave Phen.* 2011;19(4):290–300. DOI: 10.3103/S1541308X11040091.
23. Krasnova GM. An approximate two-dimensional theory of interaction between an electron beam and an electromagnetic wave (noise- and photo-traveling wave tubes). *Bull. Russ. Acad. Sci. Phys.* 2013;77(12):1425–1428. DOI: 10.3103/S106287381312006X.

24. Trubetskov DI, Krasnova GM. Theory of pregeneration mode in BWO in the frame of two-dimensional model. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2015;23(4):71–79 (in Russian). DOI: 10.18500/0869-6632-2015-23-4-71-79.
25. Kyhl RL, Webster HF. Breakup of hollow cylindrical electron beams. *IRE Trans. Electron Devices*. 1956;3(4):172–183. DOI: 10.1109/T-ED.1956.14185.
26. Pierce JR. Instability of hollow beams. *IRE Trans. Electron Devices*. 1956;3(4):183–189. DOI: 10.1109/T-ED.1956.14186.
27. Cutler CC. Instability in hollow and strip electron beams. *J. Appl. Phys.* 1956;27(9):1028–1029. DOI: 10.1063/1.1722535.
28. Smullin LD, Haus HA, editors. *Noise in Electron Devices*. New York: Wiley; 1959. 430 p.
29. Solntsev VA. Nonlinear analysis of a carcinotrode: A BWO with an automodulation of the cathode emission. *J. Commun. Technol. Electron*. 2000;45(Suppl. 1):S39–S45.
30. Titov AV. An approximate nonlinear theory of double-stream instability. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2012;20(3):132–139 (in Russian). DOI: 10.18500/0869-6632-2012-20-3-132-139.
31. Trubetskov DI, Titov AV, Funtov AA. Interference amplification in an electron-wave tube (Linear Theory). *Tech. Phys. Lett.* 2013;39(11):977–981. DOI: 10.1134/S1063785013110126.
32. Trubetskov DI, Titov AV. Theory of electron-wave devices for the short-wave part of the microwave band. *J. Commun. Technol. Electron*. 2014;59(8):784–791. DOI: 10.1134/S1064226914080221.
33. Lopukhin VM. A new kind of microwave amplifier. *Phys. Usp.* 1950;40(4):592–614 (in Russian). DOI: 10.3367/UFNr.0040.195004b.0592.
34. Briggs RJ. Two-stream instability. In: *Advances in Plasma Physics*. Vol. 4. New York: Wiley Interscience; 1971. P. 43.
35. Titov AV. Two-stream instability – linear and nonlinear microwave phenomena. Part I. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2016;24(1):37–74 (in Russian). DOI: 10.18500/0869-6632-2016-24-1-37-74.
36. Titov AV. Two-stream instability – linear and nonlinear microwave phenomena. Part II. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2016;24(2):41–63 (in Russian). DOI: 10.18500/0869-6632-2016-24-2-41-63.
37. Funtov AA. Noise in resistive-wall amplifier of m-type with «thick» beam. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2018;26(2):59–68 (in Russian). DOI: 10.18500/0869-6632-2018-26-2-59-68.
38. Funtov AA. About nonlinear theory of two-cavity klystron with a drift space in the form of medium with complex permittivity. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2020;28(4):414–424 (in Russian). DOI: 10.18500/0869-6632-2020-28-4-414-424.
39. Joint Russian-American program «Basic Research and Higher Education». Nizhny Novgorod: Publishing House of Nizhny Novgorod University; 2000. P. 310 (in Russian).
40. Bezruchko BP, Koronovskii AA, Trubetskov DI, Hramov AE. *The Path to Synergetics. Course in Ten Lectures*. Moscow: LENAND; 2020. 304 p. (in Russian).
41. Trubetskov DI. *Introduction to Synergetics. Oscillations and Waves*. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2019. 224 p. (in Russian).
42. Trubetskov DI, Vdovina GM. *Analysis of Dimensions and Similarity in Problems of Oscillations and Waves of Various Physical Nature. Tutorial*. Saratov: Techno-Dekor; 2019. 100 p. (in Russian).
43. Trubetskov DI, Vdovina GM. *About Nonlinear Dynamics, Space-Time Chaos and Fractals as Images of Chaos. Tutorial*. Saratov: Techno-Dekor; 2019. 96 p. (in Russian).
44. Trubetskov DI. *The Science of Complexities in Persons, Dates and Destinies. How the Foundations of Synergetics Were Laid. A Feast of the Spirit and a Drama of Ideas*. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2018. 312 p. (in Russian).

45. Trubetskov DI. Introduction to Synergetics. Chaos and Patterns. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2018. 240 p. (in Russian).
46. Ryskin NM, Trubetskov DI. Nonlinear Waves. The 2nd edition. Moscow: LENAND; 2017. 312 p. (in Russian).
47. Trubetskov DI. Introduction to Synergetics. Oscillations and Waves. The 5th edition. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2015. 224 p. (in Russian).
48. Bezruchko BP, Koronovskii AA, Trubetskov DI, Hramov AE. The Path to Synergetics. Course in Ten Lectures. Moscow: LENAND; 2015. 304 p. (in Russian).
49. Ilyin IV, Trubetskov DI, Ivanov AV, editors. Nonlinear Dynamics of Global Processes. Ch. 1, 5–8. Moscow: Moscow University Press; 2014. 456 p. (in Russian).
50. Trubetskov DI. Introduction to Synergetics. Chaos and Patterns. The 5th edition. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2014. 240 p. (in Russian).
51. Trubetskov DI. The Science of Complexities in Persons, Dates and Destinies. How the Foundations of Synergetics Were Laid. A Feast of the Spirit and a Drama of Ideas. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2013. 312 p. (in Russian).
52. Trubetskov DI. Introducción a la sinérgica. Oscilaciones y ondas. KRASAND; 2013. 304 p. (in Spanish).
53. Trubetskov DI. Introduction to Synergetics. Oscillations and Waves. The 4th edition. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2012. 224 p. (in Russian).
54. Trubetskov DI. Introduction to Synergetics. Chaos and Patterns. The 4th edition. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2012. 240 p. (in Russian).
55. Trubetskov DI. The Light of Memories Piercing the Years. Saratov: Publishing Center «Nauka»; 2011. 100 p. (in Russian).
56. Ilyin IV, Trubetskov DI, editors. Modeling Nonlinear Dynamics of Global Processes. Moscow: Moscow University Press; 2010. 412 p. (in Russian).
57. Trubetskov DI. Introduction to Synergetics. Oscillations and Waves. The 3rd edition. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2010. 224 p. (in Russian).
58. Trubetskov DI. Introduction to Synergetics. Chaos and Patterns. The 3rd edition. Moscow: Book House «LIBROKOM»; 2010. 240 p. (in Russian).
59. Ilyin IV, Trubetskov DI, Ivanov AV, Strakhova LM. Globalistics as an important element of the education system. In: Scientific Notes. Professor's Issue. Collection of Scientific Papers. Vol. 6. Saratov: Publishing Center «Nauka»; 2010. P. 252–261 (in Russian).
60. Kuznetsov AP, Rozhnev AG, Trubetskov DI. Linear Oscillations and Waves. Taskbook. Moscow: FIZMATLIT; 2010. 128 p. (in Russian).
61. Trubetskov DI. Nonlinear Science in Dates and Persons. Vol. 6. Pt. 2. Saratov: Publishing Center «Nauka»; 2010. 199 p. (in Russian).
62. Kuraev AA, Trubetskov DI, editors. Methods of Nonlinear Dynamics and Chaos Theory in Problems of Microwave Electronics. Vol. I. Stationary Processes. Moscow: FIZMATLIT; 2009. 288 p. (in Russian).
63. Koronovskii AA, Trubetskov DI, Hramov AE, editors. Methods of Nonlinear Dynamics and Chaos Theory in Problems of Microwave Electronics. Vol. II. Non-stationary and Chaotic Processes. Moscow: FIZMATLIT; 2009. 392 p. (in Russian).
64. Trubetskov DI. Nonlinear Science in Dates and Persons. Vol. 5. Pt. 1. Saratov: Publishing Center «Nauka»; 2009. 134 p. (in Russian).
65. Kuznetsov AP, Rozhnev AG, Trubetskov DI. Linear Oscillations and Waves. Taskbook. Moscow: FIZMATLIT; 2008. 128 p. (in Russian).
66. Trubetskov DI. Daniil Semyonovich Danin and His Centauristics. Saratov: «College»; 2007. 106 p. (in Russian).

67. Trubetskov DI. Synchronization: Scientist and Time. Lectures at Schools «Nonlinear Days in Saratov for Young People». Saratov: «College»; 2005. 108 p. (in Russian).
68. Trubetskov DI, Hramov AE. Lectures on Microwave Electronics for Physicists. Vol. 1. Moscow: FIZMATLIT; 2005. 496 p. (in Russian).
69. Bezruchko BP, Koronovskii AA, Trubetskov DI, Hramov AE. The Path to Synergetics. Course in Ten Lectures. Moscow: KomKniga; 2005. 304 p. (in Russian).
70. Trubetskov DI, Mchedlova ES, Krasichkov LV. Introduction to the Theory of Self-Organization of Open Systems: Textbook for Students on Physical Specialties. The 2nd edition. Moscow: FIZMATLIT; 2005. 212 p. (in Russian).
71. Trubetskov DI. Introduction to Synergetics. Chaos and Patterns. The 2nd edition. Moscow: Editorial URSS; 2004. 240 p. (in Russian).
72. Trubetskov DI, Hramov AE. Lectures on Microwave Electronics for Physicists. Vol. 2. Moscow: FIZMATLIT; 2004. 648 p. (in Russian).
73. Trubetskov DI, Hramov AE. Lectures on Microwave Electronics for Physicists. Vol. 1. Moscow: FIZMATLIT; 2003. 496 p. (in Russian).
74. Trubetskov DI. Introduction to Synergetics. Oscillations and Waves. Moscow: Editorial URSS; 2003. 224 p. (in Russian).
75. Koronovskii AA, Trubetskov DI. Nonlinear Dynamics in Action. How Ideas of Nonlinear Dynamics Penetrate Ecology, Economics and Social Sciences. The 2nd edition. Saratov: «College»; 2002. 324 p. (in Russian).
76. Trubetskov DI, Mchedlova ES, Krasichkov LV. Introduction to the Theory of Self-Organization of Open Systems: Textbook for Students on Physical Specialties. Moscow: FIZMATLIT; 2002. 198 p. (in Russian).
77. Trubetskov DI, Hramov AE, editors. Department of Electronics, Oscillations and Waves: Past, Present, Future. Saratov: «College»; 2002. 122 p. (in Russian).
78. Trubetskov DI, Rozhnev AG. Linear Oscillations and Waves. Moscow: FIZMATLIT; 2001. 416 p. (in Russian).
79. Trubetskov DI. «A trace of inspirations and persistent labors». Lectures at Schools «Nonlinear Days in Saratov for Young People». Saratov: «College»; 2001. 104 p. (in Russian).
80. Ryskin NM, Trubetskov DI. Nonlinear Waves. Moscow: Nauka, FIZMATLIT; 2000. 272 p. (in Russian).
81. Sissakian AN, Trubetskov DI, editors. Problems of Modern Physics: On the Occasion of the 90th Anniversary of Saratov State University and the 40th Anniversary of the JINR-SSU Cooperation. Dubna: JINR; 2000. 359 p. (in Russian).
82. Trubetskov DI, editor. Professors and Ph.D. of the Saratov Region. 1909-1999: Biobibliogr. Ref.: In 8 Volumes. Vol. 1: 1909-1917. Saratov: Saratov State University Publishing House; 2000. 246 p. (in Russian).
83. Rabinovich MI, Trubetskov DI. Introduction to the Theory of Oscillations and Waves. The 3rd edition. Moscow-Izhevsk: Research Center «Regular and Chaotic Dynamics»; 2000. 560 p. (in Russian).
84. Trubetskov DI, Kuznetsov NI, Usanov DA. Integration – A Burden of Expectations. Saratov: «College»; 1998. 70 p. (in Russian).
85. Trubetskov DI. Oscillations and Waves for the Humanitarian Students. Textbook. Saratov: «College»; 1997. 391 p. (in Russian).
86. Trubetskov DI, Rozhnev AG, Sokolov DV. Lectures on Microwave Vacuum Microelectronics. Saratov: «College»; 1996. 238 p. (in Russian).
87. Koronovskii AA, Trubetskov DI. Nonlinear Dynamics in Action. How Ideas of Nonlinear Dynamics Penetrate Ecology, Economics and Social Sciences. Saratov: «College»; 1995. 130 p. (in Russian).

88. Trubetskov DI. Oscillations, Waves, Electrons. Pt. 1. Linear Waves. Textbook. Saratov: «College»; 1993. 226 p. (in Russian).
89. Rabinovich MI, Trubetskov DI. Introduction to the Theory of Oscillations and Waves. The 2nd edition. Moscow: Nauka; 1992. 456 p. (in Russian).
90. Rabinovich MI, Trubetskov DI. Oscillations and Waves in Linear and Nonlinear Systems. Netherlands: Springer; 1989. 578 p. DOI: 10.1007/978-94-009-1033-1.
91. Kats AM, Kudryashov VP, Trubetskov DI. Signal in Tubes with a Traveling Wave. Pt. II. M-Type Traveling Wave Tube. Saratov: Saratov State University Publishing House; 1988. 182 p. (in Russian).
92. Trubetskov DI. History of microwave vacuum tubes. In: Formation of Radioelectronics. Ch. 12. Moscow: Nauka; 1988. P. 300–333 (in Russian).
93. Rabinovich MI, Trubetskov DI. Introduction to the Theory of Oscillations and Waves. Moscow: Nauka; 1984. 432 p. (in Russian).
94. Kats AM, Kudryashov VP, Trubetskov DI. Signal in Tubes with a Traveling Wave. Pt. I. O-Type Traveling Wave Tube. Saratov: Saratov State University Publishing House; 1984. 144 p. (in Russian).
95. Trubetskov DI. Elements of the theory of noise in TWT. In: Shevchik VN, Grigoriev MA, editors. Electronic Devices of Microwave Frequencies. Ch. 8. Saratov: Saratov State University Publishing House; 1980. P. 231–254 (in Russian).
96. Trubetskov DI. Experimental study of special characteristics of microwave electronic devices. In: Shevchik VN, Grigoriev MA, editors. Electronic Devices of Microwave Frequencies. Ch. 10. Saratov: Saratov State University Publishing House; 1980. P. 279–302 (in Russian).
97. Shevchik VN, Trubetskov DI, editors. Backward Wave Tube Electronics. Saratov: Saratov State University Publishing House; 1975. 194 p. (in Russian).
98. Bulgakova LV, Fisher VL, Trubetskov DI, Shevchik VN. Lectures on the Electronics of O-Type Microwave Devices (A Discrete Approach to Describing the Interaction of an Electron Beam with HF Electromagnetic Fields). Saratov: Saratov State University Publishing House; 1974. 221 p. (in Russian).
99. Shevchik VN, Trubetskov DI. Analytical Methods of Calculation in Microwave Electronics. Moscow: Sovetskoe Radio; 1970. 584 p. (in Russian).
100. Trubetskov DI, Sharaevskii YP, Shevchik VN. Noise phenomena in beam amplifiers of the magnetron type. In: Reviews of Electronic Engineering. Ser. Microwave Electronics. Vol. 10 (204). Moscow: Institute «Elektronika»; 1970. P. 122–123 (in Russian).
101. Trubetskov DI. Description for laboratory works No. 5 and No. 8. In: Shevchik VN, editor. Microwave Electronic Devices. Saratov: Saratov State University Publishing House; 1964. 189 p. (in Russian).



*Шараевский Юрий Павлович* – родился в 1942 году в Николаевске-на-Амуре Хабаровского края. Доктор физико-математических наук, профессор кафедры нелинейной физики Саратовского национального исследовательского государственного университета. Работал в области электроники и радиофизики сверхвысоких частот. В настоящее время область научных интересов – нелинейная динамика волновых процессов в тонких магнитных пленках и в композитных структурах на их основе. Автор более 150 научных и научно-методических работ, трех коллективных монографий.

Россия, 410012 Саратов, Астраханская, 83  
 Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
 имени Н. Г. Чернышевского  
 E-mail: sharaevskyy@info.sgu.ru



*Гришин Сергей Валерьевич* – родился в 1974 году. Окончил физический факультет Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского (1997). В настоящее время – заведующий кафедрой электроники, колебаний и волн Института физики СГУ и старший научный сотрудник лаборатории «Метаматериалы» Научно-исследовательского института механики и физики СГУ. Принимает участие в выполнении грантов РФФИ и РФФИ. Автор более 50 научных статей, опубликованных в отечественных и зарубежных журналах, четырех патентов на изобретение и двух патентов на полезную модель. Один из авторов коллективной монографии «Методы нелинейной динамики и теории хаоса в задачах электроники сверхвысоких частот». Область научных интересов – нелинейные явления в вакуумной и магнитоэлектронике, генераторы ультракоротких импульсов, метаматериалы на основе гиротропных сред.

Россия, 410012 Саратов, Астраханская, 83  
Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н. Г. Чернышевского  
E-mail: sergrsh@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-3654-3299



*Вдовина Галина Михайловна* – родилась в 1989 году. Окончила Саратовский государственный университет (2011). Защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в области радиофизики. Доцент кафедры электроники, колебаний и волн СГУ. Принимала участие в конференциях «Волновые явления в неоднородных средах», «Физика и применение микроволн», «Проблемы СВЧ-электроники», в Международной юбилейной зимней школе-семинаре по электронике СВЧ и радиофизике и др. Научные интересы – вакуумная электроника сверхвысоких частот, теория колебаний, история науки. Автор 10 статей в реферируемых журналах списка ВАК.

Россия, 410012 Саратов, Астраханская, 83  
Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н. Г. Чернышевского  
E-mail: vdovinagm@gmail.com