

**ВЫПИСКА № 34.06-50-2-7**  
из протокола № 34.06-50-1-13  
заседания диссертационного совета Д 212.232.50  
на базе Санкт-Петербургского государственного университета  
от «28» декабря 2016 года

---

Подлинник протокола находится в делах диссертационного совета  
Санкт-Петербургского государственного университета

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 21 человека. Присутствовали на заседании 18 человек (из них 7 членов совета по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ).

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВУЮЩИЙ:** председатель диссертационного совета, д.ф.-м.н., проф. Егоров Николай Васильевич.

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:** д.ф.-м.н., проф. Егоров Н.В., д.ф.-м.н., проф. Петросян Л.А., д.ф.-м.н., проф. Прасолов А.В., д.ф.-м.н., проф. Курбатова Г.И., д.ф.-м.н., проф. Александров А.Ю., д.ф.-м.н., проф. Андрианов С.Н., д.ф.-м.н., проф. Веремей Е. И., д.ф.-м.н., проф. Жабко А.П., д.ф.-м.н., проф. Камачкин А.М., д.ф.-м.н., проф. Квитко А. Н., д.ф.-м.н., проф. Малафеев О.А., д.т.н., проф. Марлей В.Е., д.т.н., проф. Молдовян Н.А., д.ф.-м.н., проф. Овсянников Д.А., д.ф.-м.н., проф. Подсвиров О.А., д.ф.-м.н., проф. Свистунов Ю.А., д.ф.-м.н., проф. Утешев А.Ю., д.ф.-м.н., проф. Яковлев С.Л.

#### **ПОВЕСТКА ДНЯ**

Защита диссертации Кузнецова Николая Владимировича на тему «Аналитико-численные методы исследования скрытых колебаний», представленной к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**СЛУШАЛИ:** выступление Кузнецова Николая Владимировича по защите диссертации на тему «Аналитико-численные методы исследования скрытых колебаний», представленной к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

#### **ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ:**

- Микрин Евгений Анатольевич — доктор технических наук, академик РАН, профессор, генеральный конструктор Ракетно-космической корпорации "Энергия" имени С.П. Королёва;
- Буркин Игорь Михайлович — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математического анализа федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тулский государственный университет»;

• Кузнецов Николай Германович — доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем машиноведения РАН».

**ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», г. Нижний Новгород.

**ВЫСТУПИЛИ:** д.ф.-м.н., проф. Андрианов С.Н., д.ф.-м.н., проф. Веремей Е. И., д.ф.-м.н., проф. Жабко А.П., д.ф.-м.н., проф. Камачкин А.М., д.ф.-м.н., проф. Квитко А. Н., д.ф.-м.н., проф. Малафеев О.А., д.ф.-м.н., проф. Овсянников Д.А., д.ф.-м.н., проф. Подсвиров О.А., д.ф.-м.н., проф. Беляев А.К., почетный доктор СПбГУ Пекка Неиттаанмяки.

**ПОСТАНОВИЛИ:** Диссертационная работа Кузнецова Н.В. является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, в которой на основании проведенных автором исследований получены принципиально новые результаты, имеющие существенное теоретическое и прикладное значение, что можно квалифицировать как крупное научное достижение в области теории динамических систем и ее приложений. Работа полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», в том числе пункту 9 (абзац 1).

На основании результатов тайного голосования членов диссертационного совета (за — 18, против — 0, недействительных бюллетеней — 0) диссертационный совет принял решение присудить Кузнецову Николаю Владимировичу ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА

д. ф.-м. н., проф.

Егоров Н.В.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

д. ф.-м. н., проф.

Курбатова Г.И

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.232.50  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
ПРАВИТЕЛЬСТВО РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 28.12.2016 г. № 34.06-50-1-13

О присуждении Кузнецову Николаю Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Аналитико-численные методы исследования скрытых колебаний» по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 30 августа 2016 г., протокол № 34.06-50-1-6, диссертационным советом Д 212.232.50 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Правительства РФ, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9. Совет работает согласно приказу Минобрнауки РФ №105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Кузнецов Николай Владимирович, 1979 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Устойчивость дискретных систем» защитил в 2004 году в диссертационном совете, созданном на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» Правительства РФ, работает доцентом кафедры прикладной кибернетики в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» Правительства РФ.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной кибернетики математико-механического факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» Правительства РФ.

**Научный консультант** — доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН Леонов Геннадий Алексеевич, профессор, заведующий кафедрой прикладной кибернетики математико-механического факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

**Официальные оппоненты:**

Микрин Евгений Анатольевич — доктор технических наук, профессор, академик РАН, генеральный конструктор ОАО РКК «Энергия» им. С. П. Королёва;

Буркин Игорь Михайлович — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математического анализа федерального государственного



бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» (г. Тула);

Кузнецов Николай Гермапович — доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник лаборатории математического моделирования волновых процессов федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем машиноведения РАН» (г. Санкт-Петербург)

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** — федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), г. Нижний Новгород — в своем положительном заключении, подписанном заведующим отделом нелинейной динамики, доктором физико-математических наук, профессором Некоркиным Владимиром Исааковичем и утвержденном директором ИПФ РАН, доктором физико-математических наук Сергеевым Александром Михайловичем, указала, что диссертационная работа по своему содержанию, полученным результатам и оформлению удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор, Кузнецов Николай Владимирович, заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 129 работ в изданиях, индексируемых в системе Scopus, в том числе по теме диссертации — 31 работа, из них опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ — 27 работ, в изданиях, индексируемых в системах Web of Science или Scopus — 27 работ, а также 2 патента на изобретения, патент на полезную модель и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В опубликованных работах соискателя предложена концепция скрытых и самовозбуждающихся аттракторов, развиты эффективные аналитико-численные методы локализации скрытых аттракторов в фундаментальных проблемах и физических моделях, развиты эффективные аналитико-численные методы анализа размерности скрытых и самовозбуждающихся аттракторов для получения оценок и точных формул ляпуновской размерности, построены нелинейные модели систем фазовой автоподстройки сигналов для анализа устойчивости и существования в них скрытых колебаний.

**Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Kuznetsov N. Hidden attractors in fundamental problems and engineering models. A short survey. // Lecture Notes in Electrical Engineering. 2016. Vol. 371. P. 13-25;

2. Leonov G., Kuznetsov N. Hidden attractors in dynamical systems. From hidden oscillations in Hilbert-Kolmogorov, Aizerman, and Kalman problems to hidden chaotic attractors in Chua circuits // International Journal of Bifurcation and Chaos. 2013. Vol. 23, no. 1. art. no. 1330002 (69 pages) [вклад соискателя – 75%];

3. Kuznetsov N. The Lyapunov dimension and its estimation via the Leonov method // Physics Letters A. 2016. Vol. 380, no. 25-26. P. 2142-2149;

4. Best R., Kuznetsov N., Kuznetsova O., Leonov G., Yuldashev M., Yuldashev R. A short survey on nonlinear models of the classic Costas loop: rigorous derivation and limitations of the classic analysis // Proceedings of the American Control Conference. IEEE, 2015. P. 1296-1302. art. num. 7170912 [вклад соискателя – 30%];

5. Leonov G., Kuznetsov N., Yuldashev M., Yuldashev R. Hold-in, pull-in, and lock-in ranges of PLL circuits: rigorous mathematical definitions and limitations of classical theory // IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers. 2015. Vol. 62, no. 10. P. 2454-2464. [вклад соискателя – 50%].

В работах [1,2] автору принадлежит разработка концепции скрытых и самовозбуждающихся колебаний, разработка аналитико-численных методов локализации скрытых аттракторов в фундаментальных проблемах и физических моделях. Соавтору в [2] принадлежит содержательная постановка задачи, глобальный анализ предельных циклов двумерных систем.

В работе [3] автору принадлежат методы оценки и вычисления ляпуновской размерности аттракторов динамических систем.

В работе [4] автору принадлежит обоснование вывода математических моделей систем фазовой автоподстройки в пространстве фаз сигналов. Соавторами выполнено моделирование.

В работе [5] автору принадлежит решение проблемы Гарднера определения полосы захвата без проскальзывания для математических моделей систем фазовой автоподстройки в пространстве фаз сигналов. Соавторами выполнено моделирование.

#### **На автореферат диссертации поступило 2 положительных отзыва:**

1. Отзыв Пешехонова Владимира Григорьевича, доктора технических наук, академика РАН, генеральный директор государственного научного центра РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». Замечаний не указано.

2. Отзыв Юсупова Рафаэля Мидхатовича, доктора технических наук, члена-корреспондента РАН, директора Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук. Замечаний не указано.

**Выбор ведущей организации обосновывается** тем, что федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный

исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» является ведущим центром исследования нелинейных колебаний, в котором работают представители знаменитой горьковской школы теории колебаний, идеи которой развиваются в рассматриваемой диссертационной работе. Организация имеет огромный опыт проведения научно-исследовательских работ, непосредственно связанных с темой диссертационной работы Кузнецова Н.В.

**Выбор официальных оппонентов обосновывается** тем, что оппоненты являются компетентными учеными, имеющими научные публикации в области исследований диссертационной работы, в частности, в области анализа устойчивости и колебаний в динамических моделях, анализа и синтеза систем управления.

Микрин Евгений Анатольевич является признанным специалистом в области анализа и синтеза систем управления, конструктором ракетно-космической техники, академиком РАН. Он имеет более 200 научных работ, включая монографии и учебники, по методам проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов и теоретическим основам создания бортовых комплексов управления космических аппаратов различного назначения.

Буркин Игорь Михайлович является признанным специалистом, имеющим публикации в областях науки, затрагиваемых в диссертации, в частности, в нелинейной динамике и теории динамических систем, является автором более 60 научных публикаций, в том числе монографий на русском и английском языках. В 2016 году под его руководством в Тульском государственном университете защитил диссертацию по тематике скрытых колебаний в многомерных системах управления Нгуен Нгон Хиен (специальность 05.13.18).

Кузнецов Николай Германович является признанным специалистом в области построения математических моделей для волновых процессов и их аналитического и численного анализа (примеры моделирования и анализа скрытых и самовозбуждающихся колебаний в соответствующих динамических системах изучаются в рассматриваемой диссертационной работе). Его научные статьи широко известны специалистам в данной области.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**введена** оригинальная концепция скрытых и самовозбуждающихся колебаний, которая позволила отразить как трудности аналитического и численного анализа известных фундаментальных задач (таких как проблема Айзермана, проблема Калмана, 16-ая проблема Гильберта) и физических и инженерных моделей, так



стала катализатором открытия новых скрытых аттракторов для ряда известных систем;

**разработана** эффективная аналитико-численная методика анализа и синтеза скрытых колебаний;

**доказана** перспективность и эффективность применения аналитических методов, основанных на специальных гладких заменах переменных, для оценки ляпуновской размерности скрытых и самовозбуждающихся хаотических аттракторов динамических систем;

**предложены** оригинальные подходы к строгому аналитическому построению математических моделей систем фазовой синхронизации;

### **Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** конструктивные теоремы, позволяющие проводить эффективный анализ и синтез скрытых колебаний для важных классов двумерных и многомерных динамических систем;

**изложены** основные подходы к определению ляпуновской размерности и выведению формулы Каплана-Йорка для аттракторов динамических систем;

**применительно** к проблематике диссертации результативно, с получением обладающих новизной результатов, использован метод усреднения Крылова-Боголюбова для вычисления характеристик фазовых детекторов систем фазовой синхронизации;

**предложены** уточненные математические модели классических систем фазовой синхронизации;

**проведена модернизация** подходов к определению основных рабочих характеристик систем фазовой синхронизации.

### **Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны** эффективные алгоритмы поиска нежелательных скрытых колебаний для различных классов систем управления, эффективные алгоритмы численного анализа ляпуновской размерности, эффективные алгоритмы определения полосы захвата без проскальзывания систем фазовой синхронизации;

**созданы** программные реализации алгоритмов локализации скрытых аттракторов и численного анализа ляпуновской размерности, а также эффективные решения для анализа и синтеза систем фазовой синхронизации, представленные в патенте на полезную модель и двух патентах на изобретение;

**определены** перспективы использования предложенных в работе алгоритмов определения полосы захвата без проскальзывания для определения границ рабочего диапазона систем фазовой синхронизации на этапе проектирования;

**представлено** сравнение поведения предложенных в работе моделей фазовой синхронизации с ранее известными классическими инженерными моделями.

Результаты диссертации рекомендуются передать для практического внедрения в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы при формировании и применении комплексов математических методов, алгоритмов и моделей для исследования и проектирования систем управления в такие организации как: ОАО «Концерн «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР», ОАО РКК «Энергия» им. С. П. Королёва.

### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**теоретические результаты** основываются на строгом применении классических и современных методов анализа теории динамических систем, согласуются с исследованиями, ранее проведенными другими авторами;

**идеи базируются** на развитии подходов к анализу устойчивости и колебаний динамических систем, предложенных в работах известных ученых – А.А.Андропова, А.Дуади, Ф.Гарднера, Р.Беста;

**использованы** современные пакеты прикладных программ, позволившие выполнить численную проверку аналитически полученных результатов с использованием передовых компьютерных технологий;

**установлено**, что все утверждения, сформулированные в диссертации, имеют строгие математические доказательства и согласуются с результатами численных экспериментов; установлено качественное совпадение авторских результатов с ранее известными результатами.

**Личный вклад соискателя состоит** в постановке рассматриваемых задач, доказательстве теоретических результатов, разработке новых эффективных аналитико-численных методов анализа и синтеза скрытых колебаний, в создании вычислительных алгоритмов и соответствующих комплексов программ для выполнения компьютерного моделирования, а также в подготовке публикаций по теме диссертации и апробации результатов исследования на российских и международных конференциях.

Диссертационная работа Кузнецова Н.В. является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, в которой на основании проведенных автором исследований получены принципиально новые результаты, имеющие существенное теоретическое и прикладное значение, что можно квалифицировать как крупное научное достижение в области теории динамических систем и ее приложений. Работа полностью соответствует



требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», в том числе пункту 9 (абзац 1).

На заседании 28 декабря 2016 года диссертационный совет принял решение (протокол № 34.06-50-1-13) присудить Кузнецову Николаю Владимировичу ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за — 18, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель диссертационного совета



Егоров Н.В.

Ученый секретарь диссертационного совета



Курбатова Г.И.

28.12.2016 г.