

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.061.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ГЕОФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК, МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15 июня 2022 г. № 5

О присуждении Каргаполовой Нине Александровне, гражданке Российской Федерации, **ученой степени доктора** физико-математических наук.

Диссертация «Алгоритмы численного стохастического моделирования нестационарных метеорологических и биоклиматических процессов» по специальности 01.01.07 – Вычислительная математика **принята к защите** 09.03.2022 (протокол заседания № 2) **диссертационным советом** Д 003.061.01, созданным **на базе** Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6, созданного приказом Минобрнауки России № 75нк-38 от 15.02.2013 г.

Соискатель Каргаполова Нина Александровна, "16" июня 1987 года рождения, в 2010 году окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный университет». **Диссертацию** на соискание ученой степени **кандидата** физико-математических наук «Численное моделирование и

исследование нестационарных случайных процессов с периодическими характеристиками» по специальности 01.01.07 – Вычислительная математика защитила в 2013 году в диссертационном совете, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук. Соискатель **работает** старшим научным сотрудником в лаборатории стохастических задач Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории стохастических задач Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, Огородников Василий Александрович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория стохастических задач, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты

Журавлева Татьяна Борисовна, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории атмосферной радиации,

Лемешко Борис Юрьевич, доктор технических наук, профессор по кафедре прикладной математики, Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», профессор кафедры теоретической и прикладной информатики,

Черемисин Александр Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор по кафедре оптики и спектроскопии, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией дисперсных систем

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, **в своем положительном отзыве**, подписанном Ермаковым Сергеем Михайловичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой статистического моделирования, **указала**, что решенные диссертантом задачи имеют существенное значение для развития наук о погоде и их приложений, диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, соответствует пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.07 – Вычислительная математика.

Соискатель **имеет 33 опубликованных работы**, в том числе по теме диссертации опубликовано 33 работы. Работы представляют собой статьи в научных журналах (12 статей в журналах, включенных в перечень ВАК и в базы WoS и Scopus), а также материалы российских или международных конференций (10 статей индексируются в базах WoS и/или Scopus). Опубликованные работы в полном объеме отражают содержание диссертации. В диссертации **отсутствуют недостоверные сведения** об опубликованных соискателем ученой степени работах. Все выносимые на защиту результаты

получены автором **лично**. Со стороны соавторов работ диссертанта отсутствуют возражения касаясь результатов, выносимых на защиту.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Babicheva G.A., **Kargapolova N.A.**, Ogorodnikov V.A. Special algorithms for the simulation of homogeneous random fields // Numerical Analysis and Applications. – 2016. – V. 9, № 2. – P. 95-106. <https://doi.org/10.15372/SJNM20160201>

Личный вклад Каргаполовой Н.А. заключается в обсуждении, разработке и исследовании рандомизированного и нерандомизированного алгоритмов моделирования специального класса двумерных однородных случайных полей. В частности, вклад соискателя был определяющим при теоретическом обосновании алгоритмов и исследовании области их применимости. Объем публикации: 12 страниц.

2. **Kargapolova N.** Numerical Stochastic Model of Non-stationary Time Series of the Wind Chill Index // Methodol Comput Appl Probab. – 2021 (online first – 2020). – V. 23. – P. 257-271. <https://doi.org/10.1007/s11009-020-09778-x>

В статье предложена численная стохастическая модель временных рядов индекса холодного стресса. Модель построена в предположении, что реальные ряды индекса холодного стресса представляют собой негауссовские нестационарные случайные процессы. На основе модельных траекторий изучены некоторые свойства редких и аномальных метеоявлений, например, длительных интервалов времени с чрезвычайно низкими значениями индекса. Приведены также результаты исследования зависимости статистических свойств временных рядов индекса холодного стресса от климатических изменений (рассмотрен простейший сценарий изменения климата). Работа выполнена соискателем без соавторов. Объем публикации: 15 страниц.

3. **Kargapolova N.** Stochastic Model of Spatial Fields of the Average Daily Wind Chill Index // Information. – 2020. – V. 11, № 4. – 177. <https://doi.org/10.3390/info11040177>

В статье предложена численная стохастическая модель неоднородного негауссовского пространственного поля среднесуточного индекса холодового стресса на нерегулярной сетке, заданной расположением метеорологических станций в рассматриваемой области. Стохастическая модель основана на данных реальных наблюдений на метеостанциях, расположенных в Западной Сибири, и методе обратных функций распределений. Показано, что предложенная модель достаточно точно воспроизводит различные статистические характеристики реального поля среднесуточного индекса холодового стресса. Работа выполнена соискателем без соавторов. Объем публикации: 15 страниц.

4. **Kargapolova Nina** Stochastic simulation of the spatio-temporal field of the average daily heat index in Southern Russia // Climate Research. – 2020. – V. 82. – P.149-160. <https://doi.org/10.3354/cr01623>

В статье предложена численная стохастическая модель пространственно-временного поля среднесуточного индекса жары. Проведено сравнение по точности и трудоемкости моделирования двух подходов, использованных при численной реализации модели. Работа выполнена соискателем без соавторов. Объем публикации: 12 страниц.

5. **Kargapolova N., Khlebnikova E., Ogorodnikov V.** Monte Carlo simulation of the joint non-Gaussian periodically correlated time-series of air temperature and relative humidity // Statistical papers. – 2018. – V. 59, № 4. – P. 1471-1481. <https://doi.org/10.1007/s00362-018-1031-z>

Личный вклад Каргаполовой Н.А. заключается в обсуждении, разработке и исследовании стохастической модели совместных временных рядов приземной температуры воздуха и его относительной влажности. В частности, вклад соискателя был определяющим при

разработке алгоритмов моделирования, численной реализации построенной модели и ее верификации. Объем публикации: 11 страниц.

6. **Kargapolova N.A., Khlebnikova E.I., Ogorodnikov V.A.** Numerical study of properties of air heat content indicators based on the stochastic model of the meteorological processes // Russ J Num Anal Math Modelling. – 2019. – V. 34, № 2. – P. 95-104. <https://doi.org/10.1515/rnam-2019-0008>

Личный вклад Каргаполовой Н.А. заключается в обсуждении, разработке и исследовании стохастических моделей временных рядов энтальпии влажного воздуха и индекса жары, основанных на применении стохастического «генератора погоды». В частности, вклад соискателя был определяющим при разработке алгоритмов моделирования, численной реализации построенных моделей и их верификации. Объем публикации: 10 страниц.

7. **Kargapolova N.A., Khlebnikova E.I., Ogorodnikov V.A.** Stochastic models of joint non-stationary time-series of air temperature, relative humidity and atmospheric pressure // Communications in Statistics - Simulation and Computation. – 2021 (published online – 2019). – V. 50, №. 12. – P. 3972-3983. <https://doi.org/10.1080/03610918.2019.1635157>

Личный вклад Каргаполовой Н.А. заключается в обсуждении, разработке и исследовании стохастических моделей совместных временных рядов приземной температуры воздуха, его относительной влажности и атмосферного давления, учитывающих нестационарность реальных метеорологических процессов. Вклад соискателя был определяющим при разработке алгоритмов моделирования, численной реализации построенных моделей и их верификации. Объем публикации: 12 страниц.

8. **Kargapolova N.A., Ogorodnikov V.A.** Inhomogeneous Markov chains with periodic matrices of transition probabilities and their application to simulation of meteorological processes // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling. – 2012. – V. 27, № 3. – P. 213-228. <https://doi.org/10.1515/rnam-2012-0012>

Личный вклад Каргаполовой Н.А. заключается в исследовании неоднородных бинарных марковских цепей с периодически изменяющейся матрицей переходных вероятностей. Вклад соискателя был определяющим при теоретическом исследовании распределений значений цепи, корреляционной функции, распределений серий постоянных значений и других характеристик рассматриваемых цепей. Объем публикации: 16 страниц.

9. **Kargapolova Nina A., Ogorodnikov Vasily A.** Numerical stochastic modelling of spatial and spatio-temporal fields of the wind chill index in the South of Western Siberia // Russ J Num Anal Math Modelling. – 2021. – V. 36, №. 1. – P. 33-42. <https://doi.org/10.1515/rnam-2021-0003>

Личный вклад Каргаполовой Н.А. заключается в обсуждении, разработке, численной реализации и верификации моделей пространственных и пространственно-временных негауссовских полей индекса холодного стресса. В частности, вклад соискателя был определяющим при разработке и реализации метода стохастической интерполяции значений индекса с метеостанций в узлы сетки, алгоритмов численного моделирования исследуемых полей, а также при верификации построенных моделей. Объем публикации: 10 страниц.

10. **Kargapolova N., Ogorodnikov V.** Stochastic Model of Conditional Non-stationary Time Series of the Wind Chill Index in West Siberia // Methodol Comput Appl Probab. – 2021. <https://doi.org/10.1007/s11009-021-09861-x>

Личный вклад Каргаполовой Н.А. заключается в обсуждении, разработке, численной реализации и верификации моделей условных негауссовских временных рядов индекса холодного стресса. В частности, вклад соискателя был определяющим при разработке и реализации алгоритмов численного моделирования условных негауссовских процессов с точечными и интервальными условиями, реализации стохастических моделей временных рядов индекса холодного стресса и исследовании точности вероятностного прогноза

рассматриваемого биоклиматического показателя. Объем публикации: 19 страниц.

11. Ogorodnikov V.A., **Kargapolova N.A.**, Sereseva O.V. Numerical stochastic model of spatial fields of daily sums of liquid precipitation // Russ J Num Anal Math Modelling. – 2013. – V. 28, №. 2. – P. 187-200. <https://doi.org/10.1515/rnam-2013-0011>

Личный вклад Каргаполовой Н.А. заключается в обсуждении, разработке, реализации и верификации стохастической модели условных пространственных полей осадков на территории Новосибирской области. В частности, вклад соискателя был определяющим при разработке алгоритма моделирования условных негауссовских случайных процессов. Объем публикации: 14 страниц.

12. Ogorodnikov V.A., Sereseva O.V., **Kargapolova N.A.** Stochastic models of piecewise-constant and piecewise-linear non-Gaussian processes based on Poisson flows // Russ J Num Anal Math Modelling. – 2016. – V. 31, №. 3. – P. 179-185. <https://doi.org/10.1515/rnam-2016-0018>

Личный вклад Каргаполовой Н.А. заключается в исследовании конструктивно определенных в статье случайных процессов. В частности, вклад соискателя был определяющим при определении и исследовании кусочно-постоянного асимптотически коррелированного случайного процесса. Объем публикации: 7 страниц.

На автореферат поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные. В отзывах отмечается актуальность темы диссертации, научная новизна и значимость полученных результатов. Отмечено, что диссертационная работа соответствует специальности 01.01.07 – Вычислительная математика.

1. Отзыв Запорожца Дмитрия Николаевича, доктора физико-математических наук, профессора РАН, заместителя директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского отделения Математического

института им. В. А. Стеклова Российской академии наук **замечаний не содержит.**

2. Отзыв Климовой Екатерины Георгиевны, доктора физико-математических наук, доцента, старшего научного сотрудника Лаборатории аэрокосмического мониторинга и обработки данных (совместно с Алтайским Государственным Университетом) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий» **замечаний не содержит.**

3. Отзыв Пригарина Сергея Михайловича, доктора физико-математических наук, профессора, ведущего научного сотрудника лаборатории стохастических задач Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук **содержит замечания:**

- Следовало бы привести результаты сравнения стохастических «генераторов погоды», предложенных диссертантом, с моделями метеорологических процессов, созданными другими исследователями.
- Фактически в тексте диссертации можно выделить две части. Первая часть (главы 1 и 4) посвящена разработке и исследованию специальных моделей случайных процессов и полей. Вторая часть посвящена разработке и исследованию моделей метеорологических и биоклиматических процессов (главы 2 и 3), где активно используются данные наблюдений, и проводится подробная верификация алгоритмов. В автореферате следовало более чётко указать предназначение специальных моделей случайных процессов из первой части диссертации и пояснить, где и как они использовались во второй части при имитации метеорологических и биоклиматических процессов.

4. Отзыв Савельева Льва Яковлевича, кандидата физико-математических наук, профессора по кафедре высшей математики, профессора кафедры высшей математики Механико-математического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» содержит **замечание**: в автореферате полезно было бы больше отразить связь между известными классами периодически коррелированных случайных процессов и выделенными Каргаполовой Н.А. асимптотически периодически коррелированными случайными процессами.
5. Отзыв Чимитовой Екатерины Владимировны, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры теоретической и прикладной информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» содержит **замечания**:
- Лемма 1 объявлена дважды, в то время как лемма 2 отсутствует.
 - Из текста автореферата и диссертации понятно, что разработанные алгоритмы программно реализованы на языках C++ и Fortran, однако использование разработанных программ доступно, к сожалению, только автору диссертации, поскольку не оформлено свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ.
6. Отзыв Шефер Ольги Владимировны, доктора физико-математических наук, доцента Инженерной школы информационных технологий и робототехники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» содержит **замечание**: в автореферате диссертации отсутствуют сведения о результатах сравнения предложенных Каргаполовой Н.А.

стохастических «генераторов погоды» с «генераторами погоды», разработанными другими авторами.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией в области стохастического моделирования и вычислительной математики, наличием у них публикаций по указанным направлениям и способностью определить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый класс вычислительных моделей метеорологических и биоклиматических процессов (полей), учитывающих их нестационарность (неоднородность);

предложены методы исследования аномальных метеорологических и биоклиматических явлений, основанные на моделировании нестационарных негауссовских условных и безусловных процессов;

доказана перспективность применения разработанного подхода и созданных алгоритмов моделирования случайных процессов для решения задач мониторинга состояния атмосферы и прогнозирования биоклиматических явлений;

введено новое понятие асимптотически периодически коррелированного случайного процесса.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны леммы и утверждения относительно вероятностных свойств различных классов случайных процессов с периодическими характеристиками;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** аппарат численного моделирования негауссовских нестационарных случайных процессов дискретного и непрерывного аргумента;

изложены и обоснованы новые методы моделирования негауссовских нестационарных случайных процессов и полей, в том числе условных с точечными и интервальными условиями;

раскрыта возможность применения теории случайных процессов для исследования биоклиматических явлений;

изучены зависимости статистических характеристик биоклиматических процессов от определяющих их метеорологических параметров;

проведена модернизация существующих алгоритмов моделирования случайных процессов, обеспечившая расширения области их применения, в том числе при решении практических задач.

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

разработаны и внедрены (указать степень внедрения) алгоритмы и соответствующие им комплексы программ для моделирования совместных пространственно-временных полей метеорологических параметров, применяемые, в том числе, в рамках Крупного научного проекта «Фундаментальные основы, методы и технологии цифрового мониторинга и прогнозирования экологической обстановки Байкальской природной территории»;

определены области применения разработанных алгоритмов моделирования случайных процессов и предложенных стохастических моделей метеорологических и биоклиматических процессов;

создана система практических рекомендаций по использованию разработанных численных стохастических моделей метеорологических и биоклиматических процессов;

представлены предложения по дальнейшему расширению области применения разработанных моделей, в том числе для решения задач гидрологии и здравоохранения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ (численных экспериментов) показано соответствие полученных результатов вычислительных экспериментов существующим теориям и наблюдениям за природными явлениями;

теория построена на строгих математических выводах и доказательствах утверждений, на применении известных понятий теории случайных процессов и статистического моделирования, а также согласуется с результатами ранее опубликованных работ по теме диссертации;

идея базируется на анализе практики, обобщении передового опыта ведущих отечественных и зарубежных ученых в области статистического моделирования и методов Монте-Карло;

использованы сравнения авторских результатов численных расчетов с результатами, полученными ранее другими исследователями;

установлено качественное согласие результатов численных экспериментов, полученных автором, с данными многолетних наблюдений на метеорологических станциях и с результатами, представленными в независимых источниках;

использованы теоретические и экспериментальные данные предыдущих исследований для сравнения с ними результатов, приведенных в диссертационной работе.

Личный вклад соискателя состоит в поставке задач диссертационного исследования и в выборе методов их решений, в разработке математических моделей рассматриваемых процессов и алгоритмов для их численной реализации, теоретическом исследовании предложенных алгоритмов, составлении и отладке компьютерных программ, проведении вычислительных экспериментов и анализе их результатов, представлении результатов исследований на семинарах и конференциях, подготовке публикаций по выполненной диссертационной работе.

В дискуссии приняли участие чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. Михайлов Г.А., профессор РАН, д.ф.-м.н. Марченко М.А., д.ф.-м.н. Войтишек А.В. **В ходе**

дискуссии критических замечаний не поступило. Соискатель Каргаполова Н.А. **ответила** на задаваемые ей в ходе заседания вопросы.

На заседании **15 июня 2022 года** диссертационный совет принял решение:

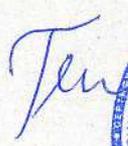
за разработку и реализацию нового подхода к решению актуальных задач мониторинга окружающей среды, позволяющего методами стохастического моделирования исследовать метеорологические и биоклиматические процессы, оказывающие существенное влияние на хозяйственную деятельность и здоровье человека, **присудить** Каргаполовой Н.А. **ученую степень доктора физико-математических наук** по специальности 01.01.07 – Вычислительная математика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по специальности 01.01.07 – Вычислительная математика, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали:

за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель

диссертационного совета Д 003.061.01,
доктор физико-математических наук,
член-корреспондент РАН



Михайлов Геннадий
Алексеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 003.061.01,
доктор физико-математических наук


Рогазинский Сергей
Валентинович

15 июня 2022 г.