

«УТВЕРЖДАЮ»



Проректор по научной работе
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный университет»

С. В. Микушев

« 15 »

2022 г.

Отзыв

ведущей организации о диссертационной работе

Каргаполовой Нины Александровны

«Алгоритмы численного стохастического моделирования нестационарных
метеорологических и биоклиматических процессов»,

представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.01.07 «Вычислительная математика»

Актуальность и степень разработанности проблемы. Как известно, погодные явления носят случайный характер. Их моделирование с помощью ЭВМ, очевидно, может иметь большой прикладной интерес. Действительно, вместе с развитием вычислительной техники во второй половине прошлого века появились первые модели стационарных случайных процессов, созданных на основе результатов метеонаблюдений. Далее модели усложнялись и в настоящее время созданы наборы алгоритмов и пакеты программ, именуемые в литературе «ГЕНЕРАТОРАМИ ПОГОДЫ», которые позволяют при различных предположениях и с разным временным шагом имитировать различные природные явления. Недостатком этих алгоритмов во многих случаях является их вычислительная сложность и недостаточная точность. Диссертация Н.А. Каргаполовой в значительной мере устраняет эти недостатки. В ней предложены и проанализированы модели для описания природных процессов в метеорологии, климатологии, гляциологии, агрометеорологии и др. Эффективные методы их моделирования позволяют во многих случаях указать узкие места в планировании хозяйственных мероприятий и изучить влияние погодных факторов на здоровье и психику человека. Из сказанного следует безусловная актуальность темы диссертации Н. А. Каргаполовой.

Характеристика работы. Диссертация состоит из 4-х глав, введения и заключения. Включает 247 страниц текста. Список литературы состоит из 210 наименований.

Содержание работ по главам:

В главе 1 предложены и протестированы некоторые методы моделирования двумерных однородных случайных полей и методы интерполяции, а также интерполяции нестационарных случайных процессов. Изучены свойства процессов, полученных в результате интерполяции.

В главе 2 разработаны, исследованы и верифицированы стохастические генераторы погоды, которые представляют собой численные модели нестационарных векторных процессов. Далее рассматриваются трехмерные векторные процессы индикаторов осадков и температуры в течении суток. Проводятся сравнения с реальными данными по значениям некоторых функционалов. Развитием этих результатов является построение модели временных рядов различных параметров погоды с различным шагом по времени. Введено понятие периодически коррелированного случайного процесса. Рассмотрены подходы, основанные на учёте периодичности, и при отсутствии такого предположения. Сравнивалась трудоемкость моделирования при этих двух подходах. Рассмотрены также другие разновидности генераторов погоды.

Глава 3 посвящена разработке исследованию и сравнению различных методов моделирования процессов и полей, описывающих поведение биоклиматических индексов. Рассмотрены два подхода, при которых реальные данные, полученные с метеостанции, используются на различных этапах моделирования. Для временных рядов индексов суровости метеорежима, индекса жары и энтальпии влажного воздуха используются методы главы 1. Изучены многочисленные варианты моделирования с помощью генераторов погоды и определяющих формул. Сравнение с экспериментом показывают удовлетворительное согласие.

Методом главы 1 осуществляется также моделирование случайных полей метеоданных. Одномерные распределения предполагались смесью нормальных. При этом методом интерполяции можно судить о погоде там, где метеостанции отсутствуют.

В главе 4 изучаются кусочно-постоянные и кусочно-линейные случайные процессы непрерывного времени. При заданных одномерных распределениях получены явные выражения для характеристик такого рода процессов. Введено понятие асимптотически

периодического коррелированного процесса. Изучены характеристики процессов такого рода.

Доказательность (степень достоверности) определяется строгими математическими доказательствами ряда утверждений, пробными вычислениями для тестовых задач и сравнении результатов моделирования с реальными данными. Так, в главе 1 доказаны утверждения относительно вида корреляционной функции построенного случайного поля и проведены тестовые вычисления. В главе 2 для предложенных моделей случайных процессов и полей проведены верификация и тестовые вычисления. В главе 3 для рядов биоклиматических индексов проведено обширное сравнение с реальными данными, полученными на сети метеостанции. И, наконец, в главе 4 имеется строгое доказательство утверждений относительно свойств рядов с периодическими характеристиками.

Научная значимость. Полученные в диссертации результаты существенно расширяют и дополняют теоретико-вероятностную составляющую наук о погоде. Как известно, погодные процессы имеют объективно вероятностный характер, а их значения в жизни отдельных людей и общества трудно переоценить. Упомянутые результаты, безусловно, послужат основанием для развития исследований в различных новых направлениях наук о погоде.

Научная новизна. Ряд моделей случайных процессов и полей, допускающих эффективное моделирование, предложены в диссертации впервые. Это относится, в частности, к процессам и полям, описывающим биоклиматические индексы. Для расчета характеристик аномальных метеособытий построены новые модели временных рядов с заданными характеристиками (одномерные распределения, точечные и интервальные условия и др.). Для изучения процессов с различными временными интервалами предложены новые модели периодических процессов.

Полнота публикаций и апробаций. Результаты работы были доложены на 37 международных конференциях и опубликованы в 33 журнальных статьях, из которых 22 входят в базы данных Scopus и Web of Science. В работах, выполненных в соавторстве, результаты, вошедшие в диссертацию, принадлежат лично диссертанту.

Соответствие содержания автореферата основным положениям

Автореферат хорошо структурирован, отражает содержание диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе. В качестве недостатков отметим следующее:

1. В списке публикаций за №№ 92, 165 значатся работы, посвященные описанию и сравнению различных генераторов погоды. В тексте, однако, отсутствует сравнение этих генераторов с генераторами, построенными диссертантом.
2. При сравнении данных эксперимента и моделирования следовало бы чётко определить метрику. Расстояния между случайными величинами могут определяться по-разному.
3. Проблем с неустойчивостью вычислений можно было бы избежать, используя известный в математической статистике метод главных компонент. При интерполяции случайных процессов и полей полезно было бы исходить из постановки задач, учитывая работу по этому вопросу А. Н. Колмогорова (1941г.).

Эти замечания не являются определяющими и легко могут быть исправлены в процессе дальнейшей работы.

Заключение

Работа является законченной и выполнена автором самостоятельно на достаточном научном уровне. Работа написана литературным языком, грамотно, стиль изложения доказательный. Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики, примеры подробные расчеты. По каждой главе и работе в целом имеются выводы. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему и соответствует, на наш взгляд, пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». В работе задачи, решенные диссертантом (подготовленные им разработки), имеют существенное значение для развития наук о погоде и их приложений.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация «Алгоритмы численного стохастического моделирования нестационарных метеорологических и биоклиматических процессов» отвечает требованиям, предъявляемым докторским диссертациям, а ее автор Каргаполова Нина Александровна заслуживает присуждения ей степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.07 «Вычислительная математика».

Отзыв составил заведующий Кафедрой статистического моделирования, доктор физико-математических наук (01.01.05 «Теория вероятностей и математическая статистика»), профессор Ермаков Сергей Михайлович.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании Кафедры статистического моделирования Санкт-Петербургского университета «13» апреля 2022 г., протокол № 44/8/18-02-2.

Заведующий Кафедрой статистического
моделирования, профессор СПбГУ,
профессор, д.ф.-м.н.



Ермаков С.М.

Личную подпись
заверяю
Заместитель начальника
Управления кадров О.С. Суворов

Ермаков

