

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета
на диссертацию Сенова Александра Алексеевича на тему:
“Методы оптимизации и оценивания параметров в многомерных задачах с
произвольными помехами”,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.01.09. — Дискретная математика и математическая кибернетика

Актуальность темы диссертации. Области анализа данных, машинного обучения и адаптивного управления в последнее время активно развиваются, при этом параллельно растут объемы данных, доступные вычислительные мощности и требования к временным и качественным характеристикам используемых моделей. Это неуклонно расширяет номенклатуру и повышает уровень требований к используемым алгоритмам и методам. В указанных областях многие ключевые задачи касаются минимизации параметризованного функционала качества и могут быть решены посредством применения оптимизационных методов. Предметом важного класса подобных задач и одновременно диссертации является минимизация сильно выпуклых функций; к этому классу, в частности, относятся многие задачи регрессии и классификации.

Рост объемов данных актуализирует проблему решения задач высокой размерности. В этом случае в силу «проклятия размерности» и технических ограничений, многие общепризнанные методы оптимизации теряют эффективность, например, в отношении скорости сходимости, и характеризуются ограниченной применимостью. Поэтому приобретают особое значение разработки методов оптимизации, нацеленные на сочетание высокой скорости сходимости с низкой вычислительной сложностью. Одно из перспективных направлений таких разработок опирается на идею последовательной подпространственной оптимизации, где в качестве базового средства повышения вычислительной эффективности выступает понижение размерности задачи за счет сведения поиска экстремума в исходной задаче высокой размерности к решению серии подзадач существенно меньшей размерности, а общую высокую скорость сходимости предполагается обеспечить за счет эффективности применяемых к подзадачам методов и рационального выбора семейства этих подзадач и порядка их решения.

В областях, мотивирующей данную диссертацию, необходимость решения оптимизационных задач часто возникает в ситуации, когда данные о системе лапидарны, ограничены малым числом наблюдений и искажены систематическими помехами. В такой ситуации реалистичным итогом применения численного метода оптимизации является построение приближения к точке экстремума и важное значение приобретает оценка точности приближения. Одним из инструментов такого оценивания является доверительный интервал или, более общо, множество. В своей основной массе применения этого инструмента связаны со стохастическими моделями, а соответствующие результаты - с определенными предположениями об этих моделях, которые, однако, на практике подчас оказываются ограничительными и/или трудно-проверяемыми. В этом контексте приобретают особое значение исследования,

09/2-02-311 от 28.05.2020

направленные на минимизацию предположений о модели, в частности, об инкорпорированных в нее помехах, включая случай, когда помеха является детерминированным сигналом, генерируемым оппонентом системы.

Таким образом, тема диссертации, охватывающая разработку и исследование методов последовательной подпространственной оптимизации и методов построения точных доверительных множеств при слабых предположениях о помехах, характеризуется ярко выраженной актуальностью.

Научная новизна и теоретическая значимость. В диссертационной работе получен целый ряд новых и теоретически значимых результатов. Они касаются исследования влияния выбора подпространств, используемых для построения подзадач, и параметров, характеризующих эффективность применяемого для решения подзадач метода, на общую скорость сходимости процесса последовательных приближений. Установлены условия сходимости с линейной и суперлинейной скоростью метода последовательной подпространственной оптимизации. Разработаны два новых метода последовательной подпространственной оптимизации и доказана линейная скорость их сходимости в квадратичном и сильно выпуклом случаях, эффективность одного из них подтверждена сравнением с конкурирующими методами на модельных примерах. Предложена и теоретически обоснована модификация метода знаково-смещенных сумм и доказано, что при определенных предположениях о распределении входов и независимо от числа наблюдений предложенный модифицированный метод обеспечивает построение доверительного множества для параметра линейной модели.

Полученные результаты расширяют горизонты теоретического понимания свойств и возможностей парадигмы последовательной подпространственной оптимизации и вносят вклад в развитие инструментария доверительных множеств в теории оптимизации.

Практическая значимость диссертационной работы не вызывает сомнений и определяется актуальностью и обширностью целевой области применимости ее результатов и разработанных в ней методов.

Замечания по работе. Работа несвободна от недостатков. Перечислю некоторые из них.

1. Саму идею последовательной подпространственной оптимизации можно отнести к классике численных методов оптимизации; ее разработке в различных инкарнациях и под разными углами зрения посвящено много работ. Их обзору и сравнению следовало бы уделить больше внимания, сделав при этом акцент на выделении на этом фоне новых, как технически, так и концептуально, моментов исследования, представленного в диссертационной работе. В этом отношении, мне, например, была бы интересна точка зрения автора диссертации касательно предложенного Л. Льюнгом подпространственного подхода к решению задачи идентификации параметров

- систем управления.
2. В работе имеются опечатки и погрешности форматирования. Не вдаваясь в их систематическое описание, в качестве примера укажу заголовки секции на с. 21 и формулу на строке 7, с. 33, конец которой уехал не просто за границу форматирования, а за границу страницы и в итоге, формально говоря, превратился в предмет гадания.
 3. Автор от случая к случаю чередует русский и английский языки при изложении аббревиатур и сокращений, а также имен зарубежных авторов. При этом принцип выбора между языками неясен, в результате остается послевкусие случайности и недоработанности, а совпадение начертания некоторых русских и английских букв затрудняет расшифровку аббревиатур и тем самым чтение текста. Впрочем, этот и предыдущий недочеты легко устраняются при чтении и более, чем не критичны для общего понимания текста.

Приведенные замечания не портят общего позитивного впечатления от диссертационной работы А.А. Сенова. Все утверждения диссертации являются новыми, четко сформулированы и строго доказаны, что определяет достоверность приведенных в работе результатов. Работа написана ясно, последовательно, на хорошем математическом уровне, обладает внутренним единством и носит завершенный характер.

Основные результаты диссертации своевременно опубликованы в четырнадцати научных работах, из которых шесть в международных наукометрических базах Scopus и Web of Science. Результаты диссертации неоднократно докладывались на международных и всероссийских конференциях и на научных семинарах. Часть результатов получена в рамках выполнения программ исследований, финансируемых на конкурсной основе РФФИ и РНФ.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа на тему "Методы оптимизации и оценивания параметров в многомерных задачах с произвольными помехами" соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 "О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете", а ее автор Сенов Александр Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09. — Дискретная математика и математическая кибернетика. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры теоретической кибернетики
математико-механического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета

Матвеев А.С.

25.05.2020

