

Отзыв

научного руководителя на диссертацию Новикова Ивана Сергеевича «Исследование задачи оптимизации ресурсов и концентрации загрязнений в регионе от локальных источников», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертация Новикова Ивана Сергеевича посвящена разработке алгоритмов и комплекса программ для решения задач оптимизации «средней» концентрации загрязнений в регионе от локальных источников и оптимального распределения ресурсов (под которыми понимаются денежные затраты), имеющихся на устранение источников загрязнений.

В первой главе диссертационной работы введен класс задач оптимального управления о локальных источниках при интегральном наблюдении и приведена математическая модель распространения загрязнения, которая используется для описания процессов конвекции и диффузии частиц примеси в окружающей среде, а также для математической постановки каждой задачи рассматриваемого класса. В общем виде дан алгоритм решения описываемого класса задач на основе методов теории сопряженных уравнений, «двойственного» представления функционала невязки и теории оптимального управления.

Во второй главе сформулирована и исследована задача оптимизации «средней» концентрации загрязнений в регионе, приведены обобщенные постановки рассматриваемой задачи, введен квадратичный функционал невязки и «вспомогательная» сопряженная задача. Построено «двойственное» представление квадратичного функционала невязки, на основе которого сформулирован алгоритм решения задачи с учетом ее физических свойств (например, неотрицательность концентрации загрязнений).

В третьей главе исследованы задачи оптимизации экономического ущерба от загрязнения окружающей среды локальными источниками. В первой задаче предполагается, что источники загрязнений начинают распространять частицы примеси группами в различные моменты времени, а в другой, что все они стартуют одновременно. Получено соотношение для оценки экономического ущерба от загрязнения окружающей среды. По аналогии со второй главой приведены обобщенные постановки исследуемых задач. Кроме того, здесь сформулированы алгоритмы решения приведенных задач. Первый алгоритм учитывает, что локальные источники начинают распространять загрязнения в окружающую среду в различные моменты времени, поэтому введены несколько квадратичных функционалов (для всех групп источников загрязнений), для каждого из них построены «двойственные» представления, на основе которых, как и во второй главе, предложен алгоритм решения. Следует отметить, что первый алгоритм не учитывает возможную нехватку ресурсов, выделенных на ликвидацию источников. Методы решения второй задачи оптимизации построены с учетом имеющегося количества ресурсов на устранение локальных источников и позволяют рационально распределить выделенные ресурсы по регионам, из которых распространяются частицы примеси.

В четвертой главе представлена схема дискретизации математической модели загрязнения окружающей среды. Здесь приводится обоснование ее использования для численного решения поставленной задачи, а именно показано, что схема, полученная методом конечных объемов, с точностью до величин первого порядка точности по пространственным переменным совпадает со схемой, получаемой методом интегральных тождеств на прямоугольной сетке с базисными функциями, которые являются произведением трех кусочно-линейных функций. Кроме того, в этой главе доказано, что построенная схема является монотонной первого порядка точности и абсолютно устойчивой. Под монотонностью схемы в диссертации понимается то, что она сохраняет

неотрицательность дискретного решения. В конце главы продемонстрированы результаты тестового численного эксперимента, которые иллюстрируют практическую возможность применения построенной схемы для численного моделирования распространения загрязнений в окружающей среде.

В пятой главе приведен программный комплекс, разработанный автором диссертации и используемый для решения поставленных задач оптимизации. Дано описание реализованных в нем программ. Также здесь обсуждаются результаты ряда численных экспериментов, иллюстрирующих эффективность предложенных алгоритмов и основные теоретические положения исследуемых задач.

Заключение содержит основные результаты и выводы диссертации, а также предложения по возможному использованию результатов работы.

Во время нашей совместной работы Новиков Иван Сергеевич показал себя вдумчивым и упорным исследователем, способным применять теоретические знания на практике, а также разбираться и ориентироваться в современной литературе по вычислительной математике и математическому моделированию. Исследование и разработка алгоритмов решения класса задач о локальных источниках при интегральном наблюдении (без учета физических свойств рассматриваемого класса задач), а также задачи оптимизации «средней» концентрации загрязнения в регионе от локальных источников осуществлены автором диссертации совместно с соавторами работ, в которых они опубликованы, вклад соавторов равновелик. Исследование и разработка алгоритмов решения задачи оптимизации экономического ущерба с учетом и без учета ресурсов, выделенных на ликвидацию источников загрязнений, а также реализация комплекса программ для численного решения рассматриваемого в диссертации класса задач, проведены Новиковым Иваном Сергеевичем лично.

На 56 научной конференции МФТИ доклад Новикова Ивана Сергеевича по теме диссертации был отмечен почетным дипломом.

Считаю, что диссертационная работа Новикова Ивана Сергеевича «Исследование задачи оптимизации ресурсов и концентрации загрязнений в регионе от локальных источников», удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.18 (математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Научный руководитель:
доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник ИВМ РАН

Валерий Иванович Агошков

Подпись Валерия Ивановича Агошкова удостоверяю.
Ученый секретарь ИВМ РАН,
доктор физико-математических наук, профессор

Виктор Петрович Шутяев



11 января 2016 года.