

Отзыв

на автореферат диссертации Беляева Михаила Геннадьевича
«Моделирование анизотропных зависимостей по выборкам с факторным планом
эксперимента»,

представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.
Специальность 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ.

В последнее десятилетие начало развиваться новое направление в моделировании – технология предсказательного моделирования, позволяющая строить новые вычислительно эффективные модели по результатам вычислительных экспериментов с исходной моделью. Математическая модель M проектируемого объекта может быть описана в виде функциональной зависимости $y = F(x) \in \mathbf{R}^n$, где переменная $x \in X \subset \mathbf{R}^p$ описывает сам объект, а так же, если необходимо, может описывать условия его функционирования, параметры управления объектом, параметры внешней среды и т.д. Как правило, функция F является неизвестной, и для ее вычисления проводятся натурные или вычислительные эксперименты, имеющие значительную вычислительную трудоемкость. На практике такие эксперименты часто имеют факторный план, когда множество входных векторов X образует декартово произведение некоторых подмножеств, называемых факторами.

По общему мнению, моделирование, базирующееся на комбинациях различных вариантов сплайновой аппроксимации, является наиболее эффективным методом построения моделей в случае факторного плана экспериментов. Однако с практической точки зрения эта задача является весьма сложной. Прежде всего, сложность задачи обуславливается большим объемом данных, который в случае факторного плана растет экспоненциально с ростом размерности входного вектора. Сложность задачи может вырасти еще больше, если в планирование эксперимента априори было заложено знание о пространственной неоднородности данных, поскольку в таких случаях, как правило, увеличивают мощности факторов, что приводит к существенному увеличению объема данных. Кроме того, в некоторых случаях план эксперимента может быть неполным фактором (например, часть значений выходного вектора является невычислимой), что придает задаче дополнительную сложность.

Из литературы известен ряд эффективных методов построения моделей на базе факторного плана экспериментов. Однако все эти результаты были получены при некоторых «упрощениях» исходной задачи. Например, только для небольших размерностей входного вектора, или только для полного плана эксперимента, или только в предположении пространственной однородности данных. С этой позиции актуальность работы соискателя не вызывает сомнений.

В главе 1 автор приводит формальную постановку задачи. Для построения оценки неизвестной зависимости предлагается использовать тензорное произведение B -сплайнов. Оригинальным является набор параметров задачи, сформулированные к ним требования и ограничения, что в совокупности позволило формализовать априорные знания о структуре моделируемой зависимости, учитывающие пространственную неоднородность данных.

В главе 2 исследуются теоретические свойства предложенного метода оценки неизвестной зависимости. Найдена и обоснована оценка средней ошибки приближения, найдены значения параметров, при которых метод оценки неизвестной зависимости является асимптотически оптимальным.

В главе 3 приводится оригинальный алгоритм построения модели по данным с факторным планом эксперимента, доказывается оценка его сложности. В случае полного плана эксперимента параметры модели находятся как решение задачи оптимизации методом сопряженных градиентов. При этом в процессе оптимизации значения оптимизируемой функции и ее градиентов получаются из построенных вычислительно

эффективных формул. Предложенный алгоритм легко обобщается на случай неполного факторного плана. Для этого в работе приводится итеративная процедура, в которой на каждой итерации строится полный план эксперимента путем оригинальной оценки значений функции в точках, не вошедших в выборку, а затем применяется оптимизационный алгоритм, разработанный для полного плана.

В четвертой главе описан разработанный автором на языке Matlab программный комплекс, реализующий разработанные алгоритмы.

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на согласованности данных эксперимента и научных выводов. Так, в главе 5 автор приводит результаты вычислительных экспериментов, в которых он исследует свойства предложенного метода на искусственных данных и на данных из реальных инженерных задач.

Таким образом, можно сделать вывод, что в целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области математического моделирования.

Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и отражены в полном объеме. Достигнута достаточная точность расчетов. Профессионально применяются методы математического анализа и математической статистики. Работа представляется актуальной, выполнена в полном объеме на достаточном научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертация написана на высоком научном уровне, соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, и соискатель Беляев Михаил Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Чернова Светлана Станиславовна
к.т.н., начальник отдела тестирования,
компания Datadvance
svetlana.chernova@datadvance.net

Чернова

ООО Датадванс, 117246, Москва, Научный проезд, д. 17. Тел.: +7 (495) 669-68-15,
www.datadvance.net, info@datadvance.net

Подпись Черновой Светланы Станиславовны заверяю
Батрынак Юлия Романовна,
ассистент руководителя
yulia.batrinak@datadvance.net

