

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации Сысоева Антона Сергеевича

на тему «Методология анализа чувствительности по факторам математических моделей сложных систем», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Современное состояние прикладного системного анализа характеризуется устойчивым ростом сложности математических моделей, используемых для прогнозирования и управления. В этих условиях задача количественной оценки влияния входных факторов на выходные показатели, а также задача редукции моделей без потери информативности, приобретает первостепенное значение. Диссертационная работа Сысоева А.С. посвящена созданию методологической базы, позволяющей решать указанные задачи в условиях неопределенности и наличия иерархических связей в структуре моделируемых объектов. Актуальность работы не вызывает сомнений, поскольку предложенные методы направлены на преодоление ограничений классических подходов, таких как локальные методы на основе частных производных, требующие малости вариаций, и глобальные методы, связанные с высокими вычислительными затратами.

Научная новизна работы определяется тем, что автор в качестве базового инструмента выбирает аппарат анализа конечных изменений, позволяющий получать точное разложение приращения выходного показателя по факторам без возникновения неразложимого остатка, который традиционно возникал при линеаризации нелинейных зависимостей. В отличие от работ предшественников, в диссертации данный аппарат не только адаптирован к различным формам представления изменений, но и органично интегрирован с методами планирования эксперимента и задачами условной оптимизации.

Наиболее содержательными, на мой взгляд, представляются следующие результаты, выносимые на защиту. Во-первых, разработанный класс методов приближенного анализа чувствительности, основанный на аппроксимации производных с помощью линейных регрессионных моделей и нейросетевых структур. Это позволяет работать с моделями, заданными таблично или имеющими сложную аналитическую форму, что существенно расширяет область применимости методологии. Во-вторых, принципиально важным является предложенный алгоритм иерархического анализа чувствительности, обеспечивающий сквозное прослеживание влияния факторов нижнего уровня на результирующий показатель через всю систему промежуточных подсистем. Такой подход дает возможность не просто ранжировать факторы по важности, но и локализовать источник возмущений в сложной киберфизической структуре. В-третьих, необходимо отметить классы адаптивных и оптимальных методов планирования эксперимента, в которых критерий оптимальности плана напрямую увязан с максимизацией информативности градиентов, вычисляемых в промежуточных точках метода анализа конечных изменений.

Практическая значимость работы подтверждается широкой апробацией результатов при решении прикладных задач. В автореферате приведены результаты управления пропускной способностью транспортных сетей с применением нейросетевого моделирования и продукционной экспертной системы. Показано, что применение анализа чувствительности позволило выделить три ключевых фактора, обеспечивающих более 85 % влияния, что дало возможность сократить размерность задачи управления в 3-4 раза без потери качества решений и добиться увеличения пропускной способности. Также положительно оцениваю решение обратной задачи регионального управления на примере поиска минимально затратного набора изменений факторов для достижения целевого прироста валового регионального продукта (точность 98,1 % при снижении размерности в 3,7 раза). Внедрение результатов в учебный процесс Липецкого государственного

технического университета и в практику профильных организаций региона подтверждает востребованность разработок.

По автореферату можно сделать следующие замечания, не снижающие общей высокой оценки работы:

1. Из текста автореферата не ясно, как интерпретируются произведения частных производных в формуле сквозного разложения для случая, когда некоторые производные отрицательны.

2. Из текста автореферата не ясно, каким образом выбирается максимальное количество точек в плане и как его значение влияет на качество анализа.

Указанные замечания носят уточняющий характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования.

**Закключение.** Диссертация Сыроева Антона Сергеевича «Методология анализа чувствительности по факторам математических моделей сложных систем» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена крупная научно-техническая задача, связанная с развитием методологии системного анализа. Работа характеризуется внутренним единством, обоснованностью теоретических положений и подтверждена практическими результатами. Диссертация полностью соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой автоматизации  
технологических процессов  
федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

Затонский А.В.

Дано согласие на обработку  
диссертационного совета 99.2.03

03.09.26  
исходных данных, связанных с работой

Затонский Андрей Владимирович, д.т.н. (специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)), профессор  
Березниковский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра автоматизации технологических процессов  
Адрес: 618404, Пермский край, г. Березники, ул.Тельмана, д.7, каб.27  
Тел./факс: +7(3424) 26-60-90  
E-mail: atp@bf.pstu.ru