

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Астракова Сергея Николаевича «Методы поиска эффективных решений в распределённых системах», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.01 — системный анализ, управление и обработка информации (по физико-математическим наукам)

На отзыв представлена диссертация объёмом 244 страницы, включая 53 рисунка, 8 таблиц и библиографию из 133 наименований. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и трёх приложений.

Актуальность. Возрастающая сложность моделирования современных технических объектов и сложноорганизованных экономических и социальных систем требует интенсивной разработки теории и методов нахождения согласованных (компромиссных или равновесных) решений, учитывающих различные, в том числе не обязательно антагонистические, интересы.

В диссертационной работе С.Н. Астракова проведено исследование класса задач связанных с нахождением равновесного решения в моделях, имеющих графическую структуру. В этих моделях вершины графа представляют собой стороны или участников моделируемых взаимоотношений, а дуги графа — сами взаимоотношения. Как показано в работе такой подход является весьма плодотворным и позволяет получить ряд новых и интересных результатов. Под взаимоотношениями можно понимать взаимные угрозы (негативные взаимоотношения) или, наоборот, культурный обмен или торговля (позитивные взаимоотношения) между участниками. Повседневная востребованность таких исследований, их актуальность не вызывает сомнений.

Кроме того, в работе рассматриваются и технические задачи проектирования беспроводных сенсорных сетей. Оптимальная организация такой сети, например, с точки зрения минимизации энергетических затрат несомненно даёт существенный хозяйственный эффект, что опять же говорит об актуальности, проведённых в работе исследований. Удачным,

на мой взгляд, является анализ таких, казалось бы различных направлений, с единой точки зрения принятия решений в распределённых системах.

Характеристика работы. Наиболее значимой теоретической частью работы являются главы 1-4. В них детально исследуется динамический процесс распределения некоторого ресурса, первоначально сконцентрированного в вершинах графа-модели. Вводится соответствующее понятие равновесного состояния, анализируется сам динамический процесс, доказываются теоремы о его стабилизации и предельных состояниях.

Наиболее интересным теоретическим результатом представляется введение так называемого  $f$ -равновесного принципа. Этот принцип позволяет с единой точки зрения взглянуть на различные постановки задач равновесного распределения на графе и, что особенно важно, даёт практический инструмент для численного нахождения такого равновесия.

Применимость теоретических исследований подтверждается рядом практических задач, приведённых в работе. К ним относятся обслуживание коммуникационных сетей, оптимизация некоторых нелинейных технологических процессов, модели страхования. Все эти задачи подробно описаны и проанализированы, что говорит о высокой практической значимости работы.

Большие усилия автор затратил на разработку методики проектирования беспроводных сенсорных сетей и покрытия протяжённых объектов. Скрупулёзный анализ, проделанный в этой области, детальная проработка практически всех модельных составляющих, говорит о том, что С.Н. Астраков является в этой области одним из ведущих специалистов.

Основные полученные результаты приведены в заключении. Автореферат диссертации написан хорошим языком и в достаточной мере отражает её содержание.

Научная новизна. Результаты, полученные в ходе теоретических исследований и практического тестирования представляются новыми, вносят существенный вклад в развитие теории и методов принятия решений в распределённых системах.

Главные результаты в достаточно полной мере опубликованы в печати. Основные публикации состоят из монографии и 34 наименований, из которых 13 статей напечатаны в журналах и изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования основных научных результатов диссертации, соответствуют содержанию работы. В целом диссертаци-

онная работа представляет собой законченное научное исследование.

По диссертации имеется ряд замечаний.

1. Первое и, возможно, главное замечание относится к стилю написания диссертации. Имеется ряд недостатков, затрудняющих понимание работы. Например, на стр. 162 говорится "Опишем последовательность действий...". Далее идут три пункта: первый — "покрываем заданную область кругами..." , второй — "Между ... кругами образуется..." , третий — "варьируя зону... можно рассматривать". Из этих трех пунктов только первый относится к действиям. Далее, в некоторых случаях вводится обозначение до его полного описания. Например, на стр. 162, на рис. 5.3. вводится обозначение  $2x$ , что такое  $2x$  выясняется из текста последующей теоремы, на самом рисунке нет никаких объяснений, так что разобраться в рисунке до чтения теоремы невозможно. В ряде случаев непонятно смысловое содержание вводимых обозначений. В тексте присутствуют неопределённые термины. Например, что такое *однородное* покрытие, стр. 158; *регулярное* покрытие, стр. 168; покрытие *без особенностей*, стр. 168?
2. На стр. 76 после введения рекуррентных соотношений (2.4) утверждается, "... что такой итерационный процесс эквивалентен решению следующей задачи". Однако в следующей задаче нет индекса  $k$  и, сомнительно, чтобы её однократное решение было эквивалентно всему процессу. Более того, в постановке этой задачи нет условий неотрицательности, значит решение может быть отрицательным?
3. Определение равновесия на стр. 71 требует лишь равенства соответствующих функций, а не оптимальности в смысле задачи (2.1)-(2.3), следует ли из этого, что в общем случае такое равновесие не будет устойчивым? И как данное определение соотносится с известным определением равновесия по Нэшу?
4. Введение  $f$ -равновесного принципа (стр. 148) — замечательная идея. В связи с этим было бы интересным не только случай аффинных относительно  $d_i$  и  $x_i$  функций  $f_i$ , но также и нелинейных. Можно

ли вообще определить класс функций  $f_i$  (например, аксиоматически) на основании которых можно было бы обобщить  $f$ -равновесный принцип? Например, можно ли данный подход применять для задач с дискретными данными?

Отмеченные недостатки не снижают положительной оценки диссертации в целом. Считаю, что представленная диссертационная работа АСТРАКОВА Сергея Николаевича "Методы поиска эффективных решений в распределенных системах" является законченным квалификационным исследованием. Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (в технике, экологии и экономике), а ее автор АСТРАКОВ С.Н. заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук.

Официальный оппонент

зав. отделом

Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,

д.ф.-м.н.

О.В. Хамисов

