

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
научной работе Федерального
Государственного Бюджетного Учреждения Науки
Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова Российской Академии Наук



к.ф.-м.н.

И.Н.Барабанов
марта 2014 года

В Диссертационный совет Д 005.007.01
при ФГБУН Институт автоматики и
процессов управления Дальневосточного
отделения РАН
690041, г. Владивосток, ул. Радио, д.5.

ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации Туфанова Игоря Евгеньевича
«Методы решения обзорно-поисковых задач с применением групп
автономных необитаемых подводных аппаратов», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ

Развитие робототехники в нашей стране и в мире в целом стимулируется успехами в области навигации, миниатюризации приводов и созданием миниатюрных источников питания большой ёмкости. Успехи в области теории управления позволяет применять эффективные и робастные законы управления. Большие продвижения сделаны в области создания автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), способных решать обзорно-поисковые задачи без участия человека. При этом решаются задачи планирования работ и задачи управления АНПА, реализующие эти работы. Большой интерес представляет решение обзорно-поисковых задач с помощью группы АНПА. При этом часто вопросы планирования работ не могут быть строго formalизованы в силу того, что среда, в которой

функционирует группа АНПА, может непредсказуемо меняться. При этом повышается актуальность интеллектуализации подобных систем и решения задачи адаптивного построения траекторий группы АНПА. В этом смысле диссертация И.Е. Туфанова представляется актуальной, а круг рассмотренных в ней вопросов продиктован практическими потребностями. Перейдем к анализу её содержания.

Первая глава содержит обзор существующих методов организации групп мобильных роботов и методов решения обзорно-поисковых задач с применением групп АНПА. Сделаны выводы об актуальности отдельных прикладных задач, а также об актуальности разработки математической модели работы АНПА в составе группы.

Во второй главе разрабатывается математическое и алгоритмическое обеспечение для планирования миссии в группе АНПА. Обоснован выбор в пользу централизованной стратегии управления. Предложена математическая модель, учитывающая пространственную протяжённость участков обследования. Поставлена задача оптимизации общего времени выполнения миссии. Для точного решения данной задачи предложена модификация алгоритма Хельда-Карпа, основанного на динамическом программировании. Также предложен приближённый алгоритм, реализующий аукционный метод. Дан анализ вычислительной сложности разработанных алгоритмов. Приведены рекомендации по учёту дополнительных факторов в модели.

Третья глава посвящена разработке и исследованию группового метода измерения параметра водной среды с заданной точностью. Для покрытия области разработан алгоритм формирования траектории, названный в диссертации «меандр с переменным шагом». Он использует переход к рекурсивному обследованию с меньшим шагом по статистическому критерию. Групповая работа обеспечивается применением разработанной во второй главе математической модели. Произведено исследование предложенного метода с использованием вычислительных экспериментов, продемонстрировавших его работоспособность и эффективность. В экспериментах также рассмотрены ситуации изменения состава группы.

В четвёртой главе разработан и исследован групповой метод поиска и обследования локальных неоднородностей морской среды. Предложено производить обследование каждой неоднородности тремя независимыми манёврами, что позволяет оценить объём неоднородностей и количество растворённого в них вещества. Для обеспечения группой работы применяется разработанная во второй главе математическая модель.

Работоспособность и эффективность предложенного метода подтверждена результатами вычислительных экспериментов.

Пятая глава посвящена реализации комплекса программ, реализующего предложенные в работе методы и алгоритмы, а также внедрению системы централизованного группового планирования в систему управления АНПА «МАРК».

Диссертация И.Е. Туфанова представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, посвященную анализу и математическому моделированию групповой работы автономных необитаемых подводных аппаратов. Полученные И.Е. Туфановым результаты вносят определенный вклад в теорию управления. Достоверность новых выносимых на защиту утверждений, относящихся к теории группового управления подтверждается результатами моделирования. Диссертация свидетельствует о достаточно высокой квалификации И.Е. Туфанова как специалиста в области теории управления, математического моделирования, программирования, системной интеграции. Круг вопросов, затронутых в диссертации, достаточно обширен. Очевидно, что он мотивирован личным участием автора диссертации в важной практической работе. С диссертацией И.Е. Туфанова целесообразно ознакомиться научным работникам и инженерам, занимающимся проблемами управления движением роботов. Полученные диссертантом результаты могут быть использованы в научно-исследовательских институтах и вузах, в которых ведутся исследования по робототехнике и информационно-управляющим системам, в частности в НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана, Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Институте проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Институте машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Санкт-Петербургском государственном техническом университете, Юго-Западном государственном университете, а также в научно-исследовательских отделах и конструкторских бюро предприятий, проектирующих мобильные системы гражданского и военного назначения.

По результатам диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 4 - статьи в журналах, включенных в список ВАК Российской Федерации. Одна статья из списка ВАК РФ опубликована И.Е. Туфановым без соавторов. Результаты диссертации докладывались научных конференциях.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Расположение материала по главам представляется продуманным и логичным.

При чтении диссертации было обнаружено некоторое количество опечаток и стилистических шероховатостей, не повлиявших, однако, на понимание текста диссертации и её оценку. Однако это замечание носит второстепенный характер. В качестве более существенных замечаний отметим следующие:

1) Было бы уместно сравнение предложенной централизованной стратегии с децентрализованной стратегией управления, широко используемой в управлении многоагентными системами.

2) Из текста диссертации неясно, как следует выполнять шаг 3 метода обследования локальных неоднородностей в случае, если предварительная оценка их количества оказалась неверной.

Указанные замечания не снижают высокой оценки диссертации И.Е. Туфанова как научно - квалификационной работы.

Диссертация «Методы решения обзорно-поисковых задач с применением групп автономных необитаемых подводных аппаратов» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а её автор, Игорь Евгеньевич Туфанов, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв о диссертации И.Е. Туфанова обсужден и одобрен на заседании семинара лаборатории 16 ФГУБН Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН 20 марта 2014 года (протокол № 1). Руководитель семинара д.ф.м.-н. Л.Б. Рапопорт.

Заведующий лабораторией 16 динамики нелинейных
процессов управления им. Е.С. Пятницкого ФГУБН
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
д.ф.м.-н.



Л.Б. Рапопорт