

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Коноплина Александра Юрьевича «Система автоматической стабилизации подводного аппарата в режиме зависания при работающем многозвенном манипуляторе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации»

1. Краткая характеристика содержания

Диссертация общим объемом 110 страниц состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, включающего 111 наименований.

Во введении показана актуальность разработки систем автоматической стабилизации подводных аппаратов в режиме зависания в процессе работы многозвенными манипуляторами. Сформулированы цели работы, дано общее содержание диссертации по разделам.

В первой главе выполнен анализ подводных манипуляционных операций, для выполнения которых необходима стабилизация подводного аппарата вблизи объекта работ, а также приведены результаты детального анализа существующих методов обеспечения указанной стабилизации. Выявлены особенности и недостатки известных подходов, не позволяющие качественно решить задачу удержания аппарата в заданной точке пространства при работающем многозвенном манипуляторе. В результате сформированы цели и задачи исследования.

В второй главе для точного вычисления величин негативных динамических воздействий на подводный аппарат со стороны движущегося манипулятора разработан новый алгоритм решения обратной задачи динамики для многостепенного подводного манипулятора, учитывающий все особенности влияния вязкой среды на его звенья. В этой же главе разработан универсальный подход к определению входящих в предложенный алгоритм переменных коэффициентов вязкого трения с помощью аэродинамического эксперимента. Описана созданная экспериментальная установка и приведены результаты экспериментальных исследований.

В третьей главе решается задача синтеза комбинированной автоматической системы стабилизации подводного аппарата. Указанная система включает в себя разомкнутый контур, обеспечивающий подачу на движители аппарата сигналов, пропорциональных вычисленному силовому и моментному воздействию со стороны работающего манипулятора, и дополнительные замкнутые по всем линейным и угловым перемещениям этого аппарата каналы стабилизации, использующие высокоточные навигационные бортовые датчики и приборы. Для исследования синтезированной комбинированной системы стабилизации использовалась математическая модель подводного аппарата с установленным на нем манипулятором типа PUMA. Моделирование проводились при различных

режимах работы манипулятора, что позволило объективно подтвердить высокую эффективность разработанного метода и требуемое качество работы системы стабилизации, синтезированной на основе этого метода.

В четвертой главе разработан метод синтеза системы автоматической коррекции программных траекторий движения рабочего органа манипулятора, установленного на подводном аппарате. С помощью математического моделирования продемонстрировано, что предложенная система позволяет с высокой точностью выполнять манипуляционные операции в режиме зависания аппарата вблизи объекта работ при его незначительных смещениях от исходного положения в пределах точности стабилизации. Кроме того, предложен подход к автоматическому формированию максимально возможной переменной скорости движения этого рабочего органа, эффективность которого также подтверждена результатами численного моделирования.

В заключении сделаны основные выводы по диссертационной работе.

Материал диссертации изложен последовательно с соблюдением внутренней логики. Автореферат соответствует содержанию диссертации и полно отражает результаты работы.

2. Актуальность

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена интенсивным ростом числа подводных технологических операций, выполняемых подводными аппаратами с установленными манипуляторами. Разработанные в диссертации подходы позволяют повысить качество выполнения поставленных манипуляционных задач.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждаются

- корректным использованием методов линейной и нелинейной теории автоматического управления, математических моделей электротехники и робототехники;
- корректным применением методов построения синтезированных управлений;
- корректной организацией стендовых и численных экспериментов;
- результатами численных экспериментов, согласующихся с теоретическими положениями.

4. Новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработанных в ней подходах и методах, а именно:

- предложен метод синтеза комбинированной автоматической системы стабилизации подводного аппарата в режиме зависания при работающем манипуляторе;
- разработан алгоритм решения обратной задачи динамики для подводного манипулятора;
- предложены методы синтеза системы автоматического управления режимами движения рабочего органа многозвенного манипулятора, установленного на подводном аппарате;
- предложен подход к экспериментальному определению переменных коэффициентов вязкого трения, величины которых зависят от параметров движения звеньев манипулятора в вязкой среде.

5. Практическая значимость работы

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что разработанные методы и алгоритмы позволяют обеспечить точное позиционирование рабочего органа многозвенного манипулятора, установленного на подводном аппарате, зависающем над объектом работ без контакта с грунтом. Предложенные автором технические решения могут быть использованы в ИПМТ ДВО РАН при модернизации существующих и создании перспективных подводных аппаратов с манипуляционным комплексом.

6. Публикация основных результатов диссертации

Основные полученные в диссертации результаты достаточно полно представлены в 20 научных публикациях, в том числе имеется 4 статьи в российских рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций, и 3 патента на изобретения.

7. Замечания по диссертационной работе

7.1 Отсутствует количественная оценка точности позиционирования рабочего органа, требуемой для реализации типовых режимов использования подводного манипулятора.

7.2 Представляется спорной возможность оснащения подводного аппарата высокоточной навигационной системой, позволяющей определять местоположение аппарата с точностью не ниже 0,01 м.

7.3 В модели движительно-рулевого комплекса не учитываются ограничения и зоны нечувствительности статических характеристик движителей. В результате такого допущения представляется сомнительной инвариантность управляющих воздействий.

7.4 Доминирующим возмущением, определяющим выбор параметров движительно-рулевого комплекса подводных аппаратов привязного типа, является реакция кабельной линии связи с носителем. Однако, в модели динамики подводного аппарата оно не учитывается.

7.5 Представляется трудновыполнимым на практике принятие допущение о нейтральной плавучести звеньев подводного манипулятора.

7.6 При определении гидродинамических сил, действующих на подводный манипулятор не учитывается скорость набегающего потока, обусловленного течением.

6. Общая оценка работы

Указанные недостатки не носят принципиального характера и не снижают научной и практической значимости работы. В целом диссертационная работа Коноплина А.Ю. является законченной научно-исследовательской работой, в которой решена научная задача, важная для практического применения в подводной робототехнике.

Считаю, что представленная диссертационная работа по уровню научной новизны, практической ценности, а также по объему и содержанию научных исследований соответствует критериям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации, Коноплин Александр Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации».

Заведующий лабораторией исполнительных устройств и систем
телеуправления (№43) Института проблем морских технологий ДВО РАН,
кандидат технических наук

Костенко Владимир Владимирович

«05» 05 2015 г.

Адрес: 690091, г. Владивосток, ул. Суханова, д. 5а; e-mail: kostenko@marine.febras.ru;
тел.: 8(423) 243-24-16.

Подпись к.т.н. Костенко В.В. удостоверяю



Заместитель директора
ИПМТ ДВО РАН по науке,
кандидат технических наук

Ю.Г. Себто

«5» 05 2015 г.