

Отзыв

на автореферат диссертации Юхимец Дмитрия Александровича «Методы формирования программных сигналов и высокоточного управления скоростным движением подводных аппаратов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук, специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

Проблемы формирования программных сигналов и высокоточного управления скоростным движением подводных аппаратов чрезвычайно важны, и от их решения зависит эффективность выполнения необитаемыми подводными аппаратами (НПА) подводно-технических работ (обзорно-поисковых, обследовательских и др.). Комплексность проблем обусловлена недостаточным развитием методов построения и синтеза систем управления (СУ) НПА, обеспечивающих высокоскоростное перемещение аппарата по пространственным траекториям с одновременным сохранением заданной точности управления. В связи с этим тема рассматриваемой работы представляется весьма актуальной и имеющей практическую значимость.

Основные научно-технические задачи, решаемые в работе, ориентированы на достижение важной цели – создание и обоснование новых подходов и методов синтеза СУ НПА, обеспечивающих высокоточное скоростное движение аппарата по сложным пространственным траекториям в условиях параметрической неопределенности, наличия взаимовлияния между каналами НПА, ограничений энергетики движителей. Автором предложены новые структура и последовательность синтеза СУ, сочетающие совместную работу контуров СУ НПА и системы формирования программных сигналов.

В общей структурной схеме СУ соискателем выделены три контура управления – движителями, скоростью и положением НПА, с последовательным синтезом контуров. Согласно автореферату, автором разработаны несколько методов синтеза контура управления движителем, позволяющих стабилизировать динамику контура – на основе самонастраивающейся системы с эталонной моделью и на основе адаптивных нейронных сетей. Следует отметить, что, судя по автореферату, в качестве исходной модели движителя автор использовал достаточно подробную модель. В результате полученные законы управления существенно отличаются от синтезированных по более простым моделям движителей. При построении СУ скоростью движения аппарата задача компенсации взаимовлияния перекрёстных связей между каналами и изменения его параметров решается с помощью системы с переменной структурой. В отличие от известных решений, при настройке параметра алгоритма управления для изменяющегося (не ступенчатого) входного сигнала предложено вместо непрерывного использовать квантованный по времени входной сигнал. При синтезе контура положения автор использует известный подход с заданием эталонного закона. Как следует из автореферата, синтезированные законы управления, при работе движителей в линейной зоне, обеспечивают высокую точность и желаемое качество процессов независимо от изменений параметров НПА и взаимовлияния между его каналами управления. При входе движителей в насыщение точность работы СУ ухудшается.

Отдельно автор решает задачу построения и синтеза СУ НПА обтекаемой формы с движительно-рулевым комплексом оригинального исполнения - с одним поворотным движителем, вектор силы тяги которого изменяет пространственную ориентацию. На основе геометрического подхода формируются задающие сигналы на электроприводы устройства ориентации движителя, одновременно обеспечивающие заданную ориентацию силы тяги движителя и скорость противовращения насадки. С учётом особенностей конструкции движителя строится алгоритм формирования сигналов управления, обеспечивающих заданное пространственное движение НПА. Моделирование показало работоспособность алгоритмов с приемлемой точностью, которая, однако, снижается при увеличении скорости НПА и кривизны его траектории.

Для повышения динамической точности работы СУ при максимально возможной скорости движения НПА, с учётом ограничения энергетики движителей, автором разработан новый подход к формированию программных сигналов на СУ – на основе формирования, помимо заданной, псевдо траектории, отрабатываемой СУ вместо заданной, и автоматического формирования программной скорости движения НПА по траектории. В результате его применения (что подтверждается в автореферате данными моделирования и натурных испытаний СУ НПА “Марк”), при достаточно большой ошибке стабилизации НПА относительно псевдо траектории достигается высокая точность перемещения аппарата вдоль исходной заданной траектории при предельно высокой скорости его движения.

Для обеспечения СУ требуемым объёмом измерений и данных для настройки параметров алгоритмов, автором предложен и исследован метод комплексной обработки данных, поступающих от бортовых датчиков НПА и метод идентификации параметров НПА. В основу метода положены нелинейный фильтр Калмана и модель кинематики НПА.

Для математического и полунатурного моделирования движения НПА, предварительной настройки алгоритмов СУ, автором построен моделирующий комплекс, особенность которого – возможность подключения стандартных сред моделирования, с развитыми средствами визуализации (согласно рис.19 - Matlab).

В качестве замечаний по автореферату отметим следующие:

1. По синтезу СУ движителем:

- судя по автореферату, синтез рассмотрен для конкретной модели гребного винта. Обоснование выбора модели движителя, как и типа привода, отсутствует. Также в тексте автореферата нет сведений о применимости построенных алгоритмов для управления движителями с разными типами привода, в частности, с гидравлическим приводом (зачастую используется на тяжёлых НПА);

- не ясно, как учтены в модели движителя и как влияют на работу построенных алгоритмов СУ следующие факторы: нахождение движителя в косом потоке (скорость набегающего потока под углом к оси гребного винта) и имеющая место на практике зона нечувствительности движителя;

- не ясен требуемый объём измерений, необходимых для построения СУ движителем на основе адаптивных нейронных сетей.

2. Для построенной системы управления скоростью НПА из автореферата не ясно, как влияют дополнительные динамические звенья (например, зачастую

имеющие место на практике низкочастотные фильтры в цепях датчиков) на качество функционирования СУ с переменной структурой.

3. Не ясно, как учтены при построении информационно-измерительного комплекса и как влияют на его работу погрешности масштабных коэффициентов и нестабильности нулевых сигналов (медленноМеняющиеся погрешности) датчиков.

4. Использование в моделирующем комплексе протокола TCP/IP (между модулем сопряжения и системой управления НПА, стр. 29) может изменять (увеличивать) запаздывание в линии связи из-за необходимости подтверждения доставки пакетов. Такое запаздывание будет стоять в прямой ветви СУ (между программой СУ и моделью НПА) и может оказывать влияние на качество переходных процессов, получаемых при полунатурном моделировании, чего не будет в реальной СУ.

В целом, как следует из автореферата и списка публикаций и патентов автора (68 работ), на защиту выносится большой объем результатов многолетних разработок и исследований, который существенно расширяет представления о методах формирования сигналов управления для высокоточного и высокоскоростного управления движением НПА.

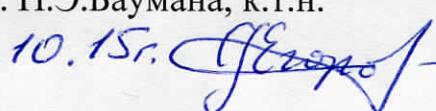
Представляется, что работа "Методы формирования программных сигналов и высокоточного управления скоростным движением подводных аппаратов" удовлетворяет требованиям ВАК Минобрнауки России, а её автор, Юхимец Д.А., заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации.

Заведующий кафедрой "Подводные роботы
и аппараты" МГТУ им. Н.Э.Баумана,
заведующий отделом "Подводные системы"
НИИ специального машиностроения (НИИСМ)
МГТУ им. Н.Э.Баумана, д.т.н.

Вельтищев Вадим Викторович

14.10.15. 
Заведующий лабораторией
НИИ специального машиностроения (НИИСМ)
МГТУ им. Н.Э.Баумана, доцент кафедры "Подводные роботы
и аппараты" МГТУ им. Н.Э.Баумана, к.т.н.

Егоров Сергей Александрович

14.10.15. 
МГТУ им. Н.Э.Баумана,
105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5.
тел./факс: (499) 263-61-15, e-mail: sm42@sm.bmstu.ru

Подписи Вельтищева В.В. и Егорова С.А. заверяю
Зам. директора НИИ специального машиностроения (НИИСМ)
МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

Борзов А.Б.

