

отклонения. С дальнейшим увеличением скорости ветра рыскливость судна заметно возрастает, оно выходит на новый режим движения – автоколебания. Показателем этого является изменение характера траектории и увеличение частоты перекаладок руля. В дальнейшем это приводит к потере управляемости.

Выяснено, что в случае управления авторулевым, содержащим в своем алгоритме стимулятор, область устойчивости больше, чем в случае управления стандартным авторулевым. В подобной ситуации для удержания судна на нужном курсе требуется перекаладка руля с меньшей амплитудой и меньшей длительностью переходных процессов.

Анализ поведения устойчивых и неустойчивых судов на курсе выявил реакцию объекта моделирования, а также выделил основные параметры данного объекта в рамках среды моделирования. Созданная управляющая добавка в алгоритм, представляя собой базу данных значений, позволяет учесть все виды значений, обеспечив тем самым оптимальное управление. Руководствуясь подобной базой данных, опытный судоводитель сможет улучшить управляемость судном даже при ручном управлении, при этом амплитуда рысканья судна будет меньше, чем в случае подбора нужной перекаладки руля без использования базы данных.

Проведенные исследования динамического поведения судна с использованием выбранной математической модели позволили выявить его особенности в различных режимах, возникновение ветровых автоколебаний, спада управляемости судна. Также определено, что введение компенсирующей добавки обеспечивает автоматическую подстройку под изменяющиеся внешние воздействия. Наряду с судами представляется возможным использовать алгоритм и в судовых тренажерах для сравнения качественных показателей ручного управления судном и автоматического управления при различных внешних воздействиях.

Список литературы:

- [1] Попов А.В. О рождении и исчезновении стационарных режимов движения судна / А.В. Попов // XI-я Нижегородская сессия молодых ученых. Математические науки: Материалы докладов. – Н.Новгород: Изд-во Гладкова О.В. – 2006г. – С. 39–40.
- [2] Попов А.В. О повышении управляемости судна при ветре / А.В. Попов, М.И. Фейгин // VII Всероссийская научная конференция: Нелинейные колебания механических систем. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ННГУ им. Н.И. Лобачевского. – 2005г. – С. 394–396.
- [3] Попов А.В. К обоснованию алгоритма вывода динамической системы из потенциально аварийной ситуации при потере управляемости / А.В. Попов // XV симпозиум: Динамика виброударных (сильно нелинейных) систем. – Москва-Звенигород: Изд-во Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. – 2006г. – С. 230–234.

А.В. Попов, А.Д. Селезнев
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

О НОВЫХ МЕТАМАТЕРИАЛАХ ДЛЯ АНТЕНН ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Всем хорошо известны современные проблемы связи. Стоит выехать за пределы крупного областного центра и связь или сильно ухудшается или, вообще, пропадает. Также есть серьезные претензии к радиосвязи, где идет борьба двух аспектов. Или слишком большие размеры антенны, но качественная связь, или компактная антенна, но не везде связь есть. Разумеется, есть целый ряд устройств, позволяющих улучшить качество связи, но их мало кто использует из-за дороговизны или сложности исполь-

зования. Операторам связи тоже сложно в данной ситуации. Увеличивать зону покрытия за счет новых вышек дорого, но из-за острой конкуренции крайне важно иметь качественную связь. На сегодняшний день технологии продвинулись достаточно далеко. Антенны покрывают керамикой, что позволяет заметно улучшить ее дальность действия. Также есть много дополнительных устройств, позволяющих поднять качество связи. Но из-за сложности и неудобства они не массово востребованы на рынке. На данный момент все существующие способы решения проблемы связи исчерпали себя. Необходимо новое кардинальное решение данной проблемы, которое позволит сделать новую антенну с существенно большей эффективностью, но не сильно увеличит ее геометрические размеры и стоимость. Мы предлагаем такой способ.

1. Описание. Мы предлагаем покрывать антенны тонким слоем метаматериала, который не исказит ее диаграмму направленности, но фактически будет являться согласующим элементом. Метаматериал – рукотворный материал, технологии производства которого на сегодняшний день бурно развиваются. Этот материал имеет диэлектрическую и магнитную проницаемость на заранее заданном частотном диапазоне минус 1. Хотелось бы отметить, что теоретически рассчитать параметры электромагнитных полей не представляется возможным. В связи с серьезной сложностью расчета реальных антенн, было решено на начальном этапе рассчитать модельную задачу для линейного симметричного вибратора. А также самостоятельно сделать антенну, покрытую метаматериалом и экспериментально исследовать свойства такой антенны.

Расчеты мы проводили методом FDTD. Целью расчетов было определение зависимости увеличения сопротивления излучению антенны от толщины слоя метаматериала. Для численного эксперимента был выбран элементарный симметричный вибратор на длине волны 900 МГц (частота сотовой связи). Было показано, что действительно тонкий слой метаматериала является согласующим элементом, формирующим резонансный контур, который приводит к существенному увеличению мощности излучения антенны. Также было установлено, что существует максимальное увеличение мощности (при заданных параметрах мощность выросла в более чем 70 раз) при конкретной толщине слоя метаматериала.

Для экспериментальной проверки нашей идеи была создана также антенна, типа линейный симметричный вибратор, которая была покрыта слоем метаматериала. В ходе эксперимента было установлено, что мощность излучения антенны, покрытой слоем метаматериала, возрастает в несколько десятков раз по сравнению с антенной, не покрытой метаматериалом. Хотелось бы отметить, что это был первый пробный эксперимент, и изначально ожидался рост мощности минимум в 100 раз, но из-за ряда потерь, а также не идеальности выполнения покрытия метаматериалом, не удалось достичь столь высоких показателей.

2. Коммерциализуемость. О качестве связи задумывается практически каждый из нас, будь то мобильная связь, которой пользуется каждый, или радиосвязь, которая используется на кораблях. Известно, что за городом очень часто качество мобильной связи оставляет желать лучшего, да и качество радиосвязи не всегда идеально. Максимально качественную связь можно получить, имея антенну порядка длины волны, но для сотовой связи длина волны примерно 33 см, а для радиосвязи составляет уже десятки метров. Соответственно, нереально использовать антенны порядка длины волны. Современные технологии продвинулись достаточно далеко, но они достигли своего предела. Мы же предлагаем разработку, которая позволит сделать серьезный прорыв как в мобильной связи, так и в радиосвязи.

Планируемая стоимость нашей антенны будет сопоставима со стоимостью современных антенн, но позволит или существенно улучшить качество связи, или при сохранении качества связи обладать заметно меньшими геометрическими размерами. В связи с тем, что наша разработка очевидно будет востребована на рынке, мы прогнозируем, что объем продаж составит на начальном этапе несколько сотен антенн ежегодно. Емкость всего российского рынка антенн для радиосвязи составляет несколько

десятков миллиардов рублей. Международный рынок оценивается в несколько десятков миллиардов долларов. На данном этапе сложно оценить рынок антенн сотовой связи, но очевидно, что суммы даже на российском рынке составляют десятки миллиардов долларов.

Успешные предварительные испытания макета антенны, покрытой метаматериалом, а так же численное моделирование, фактически гарантируют, что через два года будет создан прототип радиоантенны, покрытой метаматериалом, а через 5–7 лет удастся начать продажи промышленных образцов. Уникальные характеристики нашей разработки и приемлемая рыночная цена гарантируют востребованность на рынке.

А.В. Попов, А.С. Филатов
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОУСТАНОВОК ДЛЯ МАЛОТОННАЖНЫХ СУДОВ

Перед современным судоходством, как и перед всем миром, стоит ряд актуальных проблем, связанных с частичным замещением горючего топлива. Это проблема высокой стоимости топлива, экологическая проблема и необходимость иметь независимый источник энергии на судах. В мире данные проблемы пытаются решать с помощью возобновляемых источников энергии, например, используя ветрогенераторы. Соответственно, достаточно актуальной и интересной проблемой является установка ветрового генератора на водоизмещающие суда.

1. Описание. Для определения оптимальных для судна параметров ветроустановки в начале определяется максимально допустимая ометаемая площадь ветряка, которая вкуче с Розой ветров, дает максимально возможную энергию, которую может выдать ветряк, например за сутки. Из массогабаритных параметров и парусности определяется максимальный вес данной установки. Для широкого класса малотоннажных судов размеры генератора являются стандартными, соответственно максимально возможный вес установки определяет число и соответственно и общую емкость аккумуляторов. Далее учитывается график энергопотребления судна. Мы решили выбрать оптимизирующий параметр – максимальная прибыль за два года. Соответственно, на основании всех полученных параметров, мы можем создать ветроустановки с наилучшими параметрами для конкретного судна.

2. Коммерциализуемость. В мире эксплуатируется более миллиона судов. В России их количество приближается к 50 000. Большая часть из них малотоннажные. Экономическая оценка показала, что эксплуатируя установку на диз. топливе вы расходуете порядка 8 р/кВт*ч, на бензине около 8,5 р/кВт*ч. Наши расчеты показали, что стоимость 1 кВт*ч энергии при работе с ветроустановкой составляет порядка 4 р/кВт*ч, что дает существенную экономию.

Стоит отметить, что на сегодняшний день есть в продаже ветровые установки для водоизмещающих судов. Но широкого распространения они не имеют. Во многом это связано с тем, что установки стандартные, и в целом по этой причине они недостаточно экономически обоснованы для установки на судно с произвольными параметрами. Мы считаем, что успех на рынке могут принести только ветроустановки, рассчитанные под конкретные суда. Учитывающие массогабаритные параметры, парусность, а также розу ветров, где плавает судно, и, разумеется, график энергопотребления судна.

Планируемая стоимость нашего ветрогенератора будет сопоставима со стоимостью дизельных генераторов, но позволит воспользоваться дешевой энергией ветра,