

ВВЕДЕНИЕ

Кризисная мировая ситуация заставила машиностроительные предприятия производить не только готовый продукт, созданный для оборонно-промышленного комплекса, но и для гражданского назначения. Технологии двойного назначения одновременно могут быть применены для производства вооружения и военной техники, а также в гражданских отраслях промышленности, для медицины, экологического обеспечения и решения социальных задач страны. Они нашли применение по всему миру, но, в особенности, в развитых странах. Что не удивительно, ведь для их наличия и использования необходима современная научная база, большое количество специалистов и ученых в различных областях науки и техники. Именно поэтому наибольшее развитие подобные технологии получили в США, России, странах Европы. В случае с США и Россией, накопивших большой военный потенциал за время холодной войны, можно было наблюдать два пути развития технологий двойного назначения. В нашей стране это была адаптация военных заводов и производств под нужды гражданского сектора экономики, а в США – перепрофилирование гражданских предприятий для производства военных технологий. Данное различие было связано, в первую очередь, с экономикой обеих стран, но на сегодняшний день наблюдается сглаживание этих различий. В России основным заказчиком для военных заводов всегда выступало государство, которое, несмотря на весь объем заказов все же не могло поддерживать стабильную работу предприятий. И тогда некоторые из них получили поддержку от крупных частных предприятий с большим уровнем спроса, например, Газпром.

Помимо модифицирования уже имеющихся технологий и открытий в сторону технологий двойного назначения, стоит отметить и то, что большинство современных открытий направлены на удовлетворение нужд

и военных, и мирных граждан. Самым ярким примером служат различные зонды и искусственные спутники земли, выполняющие и обыденную передачу данных по сети Интернет, и отслеживание военной мощи потенциальных противников. Среди более мелких и более новых открытий можно отметить дронов, помогающие человеку в быту, но в случае опасности способные перейти под нужды полиции, и лазеры, применяемые как для оценки качества лакокрасочных покрытий, так и для идентификации своей и вражеской техники. Выгода от подобных изобретений существенна, как для государства, так и для обычного человека – потратив деньги на внедрение одной технологии, возможно, получить несколько товаров, одни из которых принесут государству экономическую пользу, окупая затраченные ресурсы, а другие станут частью оборонного щита страны. Но для осуществления подобных открытий предприятиям, современным компаниям и холдингам необходимы опытные специалисты, а также НИОКР как гражданского, так и военного назначения. И именно поэтому необходимо усиливать финансирование научных центров, шире использовать потенциал научно-исследовательских университетов. Потому как в условиях ограниченных ресурсов – как финансовых, так и материальных – человечество нуждается в как можно более полном использовании потенциала научных открытий, стремясь не только к защите от внешней угрозы, но и улучшая уровень жизни внутри самой страны.

Актуальность темы исследования также заключается в том, что при решении уравнений погрешностей формируют требования к характеристикам датчиков угловой скорости (далее - ДУС) и акселерометрам БИНС. Решение таких уравнений помогает смоделировать алгоритмы работы БИНС и выбрать из всех наиболее подходящий. Анализ уравнений необходим для определения различных возможных упрощений. О необходимости коррекции системы и её эффективности судят на

основании свойств уравнений. В качестве характерных погрешностей БИНС принимают погрешности чувствительных элементов, то есть инструментальные погрешности акселерометров и ДУС.

Степень изученности научной проблемы и обзор литературы.

При исследовании различных научных статей были сделаны выводы, что бесплатформенные инерциальные навигационные системы очень популярная тема для написания научных работ. Среди отечественных авторов занимающихся проблемами управления погрешностями в работе акселерометров и гироскопов следует выделить: А.А. Хачатурян, В.С. Кутузову, А.А. Жигит, С.А. Лашкина и др.

Среди внушительного количества научных работ про БИНС не было найдено трудов про расчет погрешностей основных элементов алгоритмов работы БИНС на подвижных объектах (далее - ПО), поэтому проводились исследования в этой области.

Проблемы в области инновационного производства роторно-управляемых систем особо остро возникли в конце XX века. Активные исследования по этой проблематике в зарубежной и отечественной литературе стали публиковаться с начала XXI века. Энергетическая стратегия до 2030 г. предусматривает новые способы и инновационные подходы в добыче нефти и газа. В процессе испытаний роторно-управляемых систем с ТМС такими экономически значимыми субъектами предпринимательской деятельности как ПАО «Татнефть», ПАО «ГАЗПРОМ» отмечают недостатки конструкций в части телеметрии и навигационной составляющей. Отечественные производители роторно-управляемых систем должны учесть, что добыча полезных ископаемых в России и разработка скважин ведётся не только на юге страны, но и в условиях Крайнего Севера.

Научная проблема исследования: отечественные производители роторно-управляемых систем с ТМС отмечают, что

инновационные составляющие (телеметрия, навигационная техника, применение искусственного интеллекта) по цене в несколько раз превосходят базовый готовый продукт. Также научная проблема, поставленная в этой научной работе состоит в том, что автономной работе БИНС свойственно наличие периодических ошибок, вызванных, например, температурными датчиками акселерометра.

Цель исследования – управление погрешностями в работе бесплатформенных инерциальных навигационных системах в составе ТМС на основе акселерометров и гироскопов. Для этого необходимо разработать схему работы телеметрической системы, с учётом погрешностей в работе акселерометров и гироскопов, а также скомпенсировать погрешности показаний с температурных датчиков акселерометра.

Задачи исследования:

- провести научный обзор литературных источников и патентов;
- изучить технические характеристики отечественных и зарубежных телеметрических систем;
- обозначить достоинства и недостатки действующих телеметрических систем;
- рассмотреть и сравнить схемотехнические характеристики новейших разработок в области телеметрии;
- представить математический расчет погрешностей в работе акселерометров и гироскопов в составе ТМС.

В монографии были использованы следующие методы научного познания: анализ, моделирование, дедукция, а также схемотехнические, математические, алгоритмические методы и пр.

Структура монографии. Исследовательская работа состоит из введения, пять глав, заключения, библиографического списка, приложения.

Во введении монографии была указана научная проблема, поставлена цель, обозначены задачи, выявлены методы научного познания.

В первой главе исследования – «Техническая характеристика современных телеметрических систем» – выявлены технические задачи и требования, а также принципы, предъявляемые к ТМС.

Во второй главе исследования – «Сравнительная схемотехническая характеристика телеметрических систем» – представлены телеметрические системы с различными каналами связи, дана подробная схемотехническая характеристика.

В третьей главе исследования – «Конструирование, испытания и производство телеметрических систем» – выполнен обзор производства роторно-управляемых систем с ТМС и товаров/технологий двойного назначения.

В четвертой главе исследования – «Моделирование и расчет погрешностей основных элементов алгоритмов работы БИНС в составе телеметрических систем» – рассчитаны погрешности ориентации БИНС, построена блок-схема погрешностей работы акселерометра и гироскопов.

В пятой главе монографии – «Дифференциальные уравнения ошибок и математические модели ошибок чувствительных элементов гироазимута» - представлены математические модели ошибок чувствительных элементов гироазимута.

В заключении монографии представлены основные выводы по производству товаров и технологий двойного назначения.