



Государственная корпорация
по космической деятельности «Роскосмос»



Акционерное общество
«Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»)

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru
<http://www.tsniimash.ru>

ОГРН 1195081054310
ИНН / КПП 5018200994 / 501801001

ОТЗЫВ

о диссертации

Андрикова Дмитрия Анатольевича

на тему «Методика управления движением транспортного средства на поверхности планеты на основе интеллектуального анализа текущих параметров движения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Исследование планет Солнечной системы является одной из приоритетных задач современной космонавтики. Решение этой задачи вызывает бурное развитие научных исследований, связанных с межпланетными перелетами и применением пилотируемых и автоматических технических объектов на поверхности исследуемых планет. Диссертация написана в рамках одного из таких безусловно актуальных направлений. Целью диссертационного исследования является создание эффективных методик управления движением транспортного средства (ТС) на поверхности планет Солнечной системы в условиях неполной информации.

Использование классических методов для управления движением на поверхности планеты встречает ряд серьезных трудностей, в основном связанных с неустранимым в настоящее время недостатком информации как о самом транспортном средстве, так и об условиях, в которых транспортное средство функционирует. Так, например, управляющие воздействия, которые могут вырабатывать классические системы обеспечения безопасности для предотвращения неуправляемого движения, обеспечивают принятие решений по конечному набору переменных, описывающих состояние транспортного средства без оценок окружающего пространства (например, метеоусловий) и предыстории, то есть, имеется существенное информационное ограничение кинематической модели.

Для устранения данного ограничения в диссертации предлагается использовать иерархический подход. В двухуровневой схеме контроля состояния

ТС, в дополнение к аппаратно-ориентированным вычислительным алгоритмам (первый уровень), добавляется уровень вычислений на основе моделей знаний (нечеткая логика, продукционная модель). То есть, по сути, значительная доля неопределённости функционирования системы снимается за счет создания в системе элемента рефлексии, который описывается заранее. Такая система позволяет разработать правила базы знаний, описывающие взаимовлияющие связи транспортного средства, характеристик внешней среды и действий оператора. Этот подход позволяет сочетать расчетные данные с «мягкими» вычислениями, учитывающими субъективные оценки и ретроспективные параметры.

В диссертации представлены результаты, обладающие научной новизной и имеющие практическую значимость:

- формирование структуры и синтез математической модели движения транспортного средства для интеллектуальной системы управления, в частности использующего комплексирование алгоритмов и целей управления;
- исследование результатов применения графо-продукционная модель для формирования базы правил, состоящая из автономных модулей под выделенные состояния графа системы «транспортное средство, внешняя среда и оператор».

На основе полученных Д.А. Андриковым теоретических результатов разработана схема иерархического (двухуровневого) контроля состояния транспортного средства и оценок внешней среды. Кроме аппаратно-ориентированных расчетных алгоритмов (первый уровень) введен уровень вычислений на основе банка знаний, позволяющий решить следующие задачи:

- анализ современных электронных бортовых систем, которые могут быть установлены для передвижения по планетам, Луне, астероидам и другим небесным телам в условиях неопределённости поверхности;
- получение прогноза соотношений пар угловых скоростей, позволяющие давать первичные оценки потенциальному неуправляемому движению, связанному с блокированием колес;
- создание математической модели взаимодействия системы «транспортное средство – внешняя среда – оператор» для оценки состояний транспортного средства, в частности, моделирование торможения как основного фактора риска развития аварийной ситуации;

- проектирование схемы иерархического контроля состояния транспортного средства и прогноза внешней среды в двухуровневой схеме контроля состояния транспортного средства.

Обоснованность и достоверность полученных результатов (научных положений, выводов и рекомендаций) обусловлена корректным применением математических моделей и методов, используемых в процессе разработки интеллектуальной системы управления. В частности, в исследовании на графо-продукционной модели, которая формирует базу правил в совокупности с нейро-нечеткими подходами и кинематической моделью движения. Результаты диссертационной работы апробированы на международных научных конференциях и семинарах.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы при проектировании систем управления или систем поддержки принятия решений при управлении транспортными средствами, предназначенными для движения по планете Солнечной системы.

Краткая характеристика основного содержания диссертации

Диссертация Д.А. Андрикова состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и приложения.

Во введении обосновывается актуальность диссертационного исследования, формулируется цель, описывается предмет исследования, описываются методы и подходы к решению поставленной задачи, характеризуется степень новизны полученных результатов и их апробация.

В первой главе автор рассматривает анализ текущего состояния создания и развития электронных бортовых систем управления транспортных средств, показывает, что в отличие от замкнутых систем, открытые системы с несколькими активными объектами способны образовывать различные коалиции, повышая эффективность процесса управления. Коалиция стремится подчинить себе «проигравшие» элементы метасистемы и обеспечить далее экстремум коалиционной функции на определённом промежутке времени. Предложена информационно-кинематическая схема контроля состояния системы «транспортное средство, внешняя среда и оператор».

Во второй главе автор раскрывает методы и подходы интеллектуальной

системы управления. В работе автор на основе матричного подхода формализует модель и анализирует условия появления коалиции «транспортное средство и внешняя среда» на основе кинематической схемы. Особенность вычисления матрицы заключается в отделении индивидуальных характеристик транспортного средства, от соотношения угловых скоростей и взаимосвязи между колесами в виде определителя от произведения двух матриц. Далее в работе автор отмечает динамично опасные ситуации, связанные с блокировкой одного или двух колес и имеющие явные кинематические условия для возникновения вращения полноприводного транспортного средства и учитывающие предложенный оператором и фактический курсы транспортного средства.

В третьей главе подтвержден выбор аппарата продукционных систем для параллельной обработки асинхронно изменяющихся параметров движения транспортного средства, характеристик внешней среды, состояния оператора. Автор анализирует и рассматривает соотношение относительно высокую зависимость чувствительности к начальным условиям и сложности прогноза поведения системы «транспортное средство – внешняя среда – оператор» в условиях нестабильной внешней среды.

Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают основное содержание диссертации, характеризуют результаты проведенных исследований.

Содержание диссертации соответствует научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

К работе имеется ряд замечаний:

1) В настоящее время за рубежом накоплен и опубликован в открытой печати значительный опыт реального использования колесных средств передвижения по поверхности Марса. В диссертации есть упоминания работ в данной области, но полный анализ результатов отсутствует.

2) При разработке продукционных правил для оценки динамичной ситуации и выдачи рекомендаций по управлению ТС в качестве переменных, описывающих внешнюю среду, предлагается переменная «Rain/Snow (R/S) – интенсивность выпадения осадков (на основе датчика дождя или снега)». Смысл данного параметра интуитивно понятен, однако, поскольку для Луны и Марса массированное выпадение дождя и снега не является общей проблемой, для описания движения по

поверхности планет Солнечной системы требуется переформулировка параметра.

3) В обзоре существующих устройств (датчиков, считывающих параметры движения) не представлены полные характеристики. Также отсутствуют данные о предельных условиях работоспособности датчиков в различных условиях.

4) Для некоторых расчетов, результаты которых требуется использовать в режиме реального времени, не приведены оценки сложности вычисленных алгоритмов и времени, затрачиваемого на поиск эффективного решения. В частности, это касается обработки визуальных данных.

Указанные замечания не снижают значимость полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования.

Таким образом, диссертационная работа «Методика управления движением транспортного средства на поверхности планеты на основе интеллектуального анализа текущих параметров движения» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, отвечает критериям п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного 23.09.2019 ученым советом РУДН (протокол № 12), а её автор Андриков Дмитрий Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

Первый заместитель генерального директора –
начальник Центра управления полетами
АО «ЦНИИмаш», д.т.н. (2.3.1)



M.M. Matyushin
М.М. Матюшин

«29» 05 2023 г.

Почтовый адрес: 141070, Московская обл., г. Королёв, ул. Пионерская, д. 4

Телефон: + 7 (495) 513-50-06

E-mail: mccm@mcc.rsa.ru