

Председателю диссертационного совета
Д 212.125.12

д.т.н., профессору В.В. Малышеву

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук, профессора Дивеева Асхата Ибрагимовича на диссертационную работу Зай Яр Вина «Формирование облика орбитальной группировки дополнения ГЛОНАСС для улучшения характеристик спутниковой навигации региональных потребителей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Актуальность диссертационных исследований.

Задача обеспечения стабильного позиционирования потребителя, как результата использования российской глобальной навигационной системы (ГЛОНАСС) в сложных условиях приёма является одной из актуальных проблем координатно-временного обеспечения для любой страны и, особенно, Российской Федерации и стран экваториального широтного пояса и близких к нему. При этом, основной вклад в решение навигационной задачи вносит текущее состояние и облик орбитальной группировки, которые в настоящее время не всегда удовлетворяют всё возрастающим требованиям потребителя. Соответственно, повышение доступности навигационных определений в сложных условиях приема за счет дополнения ГЛОНАСС навигационными космическими аппаратами (КА) и формирование облика такой орбитальной группировки является актуальной задачей как с практической, так и с научной точек зрения.

Целью диссертационной работы является формирование теоретического и прикладного задела, необходимого при решении задачи выбора структуры орбитальной группировки перспективной системы ГЛОНАСС.

Достижение сформулированной цели потребовало решения следующих научно-технических задач:

- проведение системного анализа и формализации задачи совершенствования структуры орбитальной группировки ГЛОНАСС с

Удобр. документа. Национального
обеспечения МАИ

24. 04 2021 г.

учетом прогноза характеристик навигационной информации и требований региональных потребителей с последующим формированием показателей эффективности;

- разработка система взаимосвязанных математических моделей, включающих в себя модель прогнозирования орбит и расчета различных стратегий коррекций для поддержания их номинальных параметров;
- определение принципов построения и технического облика необходимого программно-математического обеспечения, проведение математического моделирования с последующим анализом результатов и выбором предпочтительных вариантов облика орбитальной группировки.

При решении сформулированных задач, представления выводов и рекомендаций автором обоснованно использовались методы системного анализа, теории управления и обработки информации с учетом особенностей разнородных по своей сути отдельных моделей.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследований.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке новых научно обоснованных технических решений, обладающие новизной и научной значимостью, а именно:

- впервые предложено рассматривать задачу формирования облика высокоорбитального космического комплекса дополнения орбитальной группировки с точки зрения повышения конкурентоспособности ГЛОНАСС одновременно для потребителей, находящихся на территории стран БИМТЭК и Российской Федерации;
- обоснован переход от вектора разнородных показателей эффективности к векторному показателю «Доступность», включающего в себя интегральную и гарантированную доступности, а также улучшение мгновенного геометрического фактора;
- предложены единые, взаимосвязанные модели для расчета показателей доступности с учетом различных вариантов орбитальных построений и стратегий управления;
- для предлагаемых новых орбитальных построений сформированы алгоритмы управления КА в случае реализации стратегии пассивной и активной компенсации деградации номинальных орбитальных параметров.

Практическая значимость предложенных научно обоснованных технических решений состоит в следующем:

- подтверждена возможность одновременного существенного повышения параметров доступности навигационного сигнала в большом сегменте экваториального и близком к нему широтного пояса и на территории Российской Федерации;
- подтверждена возможность повышения уровня автоматизации при решении различных задач формирования облика орбитальной группировки дополнения ГЛОНАСС;
- проведены исследования деградации орбитальных группировок и сформированы предложения по их применимости в качестве дополнения ГЛОНАСС;
- проведены исследования и сформированы предложения по использованию пассивного метода минимизации деградации орбитальной группировки за счет упреждающего подбора номинальных параметров группировок;
- проведены исследования и сформированы предложения по использованию активного поддержания параметров орбитальных структур.

Достоверность результатов подтверждается корректным использованием современной теории системного анализа и оптимального управления, использованием апробированного математического аппарата, обоснованием полученных результатов математическими расчетами и проведенным сравнительным анализом полученных результатов экспериментальной отработки с реальными данными.

Апробация работы. Основные положения диссертации прошли апробацию на научных конференциях, семинарах различного уровня в том числе в ведущих университетах.

Публикации. Материалы диссертационной работы достаточно полно отражены в 4-х работах, соответствующих специальности 05.13.01 и входящих в список изданий из перечня рекомендованных ВАК РФ, а также в статьях журналов, индексируемых в иностранных библиографических и реферативных базах данных (SCOPUS, Web Of Science) и материалах научных конференций (РИНЦ).

Обзор диссертационной работы.

Глава 1. На основе использования методов системного анализа в главе проведена декомпозиция ГЛОНАСС как сложной информационной организационно-технической системы, потребительских характеристик ее элементов и влияние на них структуры орбитальной группировки. Предложено провести анализ улучшения характеристик навигации региональных потребителей за счет развертывания дополнительного высокоорбитального сегмента и сформировать ее облик, взяв за основу орбиты QZSS, ГСНО и М15. Представлена постановка задачи и определена методика ее решения.

Глава 2. Основным результатом главы является формирование системы взаимосвязанных математических моделей НКА орбитальной группировки: модели орбитального построения: модели эволюции орбиты как штатных КА ГЛОНАСС, так и ее дополнений; модели обеспечения стабильности трасс навигационных космических аппаратов (стратегии коррекций); модели расчета параметров доступности и возможных интервалов времени для обмена информацией между КА и наземным контуром управления.

Глава 3. В главе предложена методика построения программно-математического обеспечения средств анализа вариантов построения орбитальных группировок, которое позволяет исследовать варианты структур высокоорбитального сегмента, принципов и методов их построения в целях эффективного обеспечения реализации навигационных услуг, анализировать ухудшение качества функциональных возможностей орбитальной группировки вследствие деформации под воздействием возмущающих факторов различного типа и строить стратегию коррекции движения КА.

Глава 4. В главе представлены результаты отработки предложенной методики для формирования облика орбитальной группировки высокоорбитального космического комплекса дополнения ГЛОНАСС. В качестве исходных данных были использованы действующий состав и характеристики российской орбитальной группировки и наземных пунктов. Проведен анализ факторов, влияющих на ухудшение функциональных параметров и возможность использования предложенных методов пассивной и активной компенсации.

Структуры и содержание диссертации свидетельствует о том, что работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и соответствует паспорту специальности 05.13.01 – «Системный анализ,

управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»).

Автореферат соответствует требованиям п.25 Положения о присуждении ученых степеней, а его содержание полно и адекватно отражает основное содержание диссертационной работы.

По диссертации имеются следующие замечания.

1. Коррекция наклона и плоскостных элементов орбиты рассматриваются отдельно, что не всегда оптимально.

2. В работе основное внимание уделено коррекции отдельных элементов орбит, что связано со стремлением использовать аналитические решения. На практике часто требуется одновременная коррекция нескольких элементов орбит.

3. Рассматривается только абсолютное (жесткое) поддержание конфигурации системы, возможность относительного (гибкого) поддержания раскрыта недостаточно полно.

4. Не рассматриваются проблемы при формировании начальной орбитальной конфигурации.

Необходимо отметить, что приведенные выше замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение.

1. В диссертации с использованием современной теории системного анализа, управления и обработки информации поставлена и решена актуальная комплексная научно-практическая задача – обобщение и развитие методики, разработки теоретических основ и алгоритмического обеспечения для решения задачи формирования облика орбитальной группировки дополнения ГЛОНАСС.

2. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, имеют высокую степень обоснованности, а их достоверность и новизна не вызывают сомнений. Предложенные автором решения достаточно аргументированы.

3. В диссертации лично автором разработаны новые научно обоснованные технические решения важной научной задачи формирования облика орбитальной группировки дополнения ГЛОНАСС, внедрение которых имеет существенное значение для повышения конкурентоспособности отечественной ГЛОНАСС на международном рынке.

4. Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в публикациях. В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник.

Таким образом, диссертация удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Зай Яр Вин заслуживает присуждения ученой степени кандидат технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
профессор,
главный научный сотрудник
федерального исследовательского центра «Информатика и управление»
Российской академии наук
Адрес: 119333, Москва, ул. Вавилова, 44, корп. 2
Телефон: +7(499) 135-62-60
E-mail: frccsc@frccsc.ru

А.И. Дивеев
«26» 04 2021 г.

Подпись Дивеева Асхата Ибрагимовича удостоверяю

учёный секретарь

должность
М.П.



Асхат

подпись

Зай Яр В. Н.

(Фамилия И.О.)