

В отдел Учёного и диссертационных
советов МАИ,

Председателю диссертационного
совета 24.2.327.03,
д.т.н., профессору В.В. Малышеву

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д. 4,

ОТЗЫВ

официального оппонента
доктора технических наук, профессора
Бетанова Владимира Вадимовича
на диссертационную работу
Болкунова Алексея Игоревича
на тему «Научно-методологические основы комплексной
оценки эффективности навигационных спутниковых систем»,
представленной на соискание ученой степени доктора
технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ,
управление и обработка информации (технические науки)».

Диссертационная работа Болкунова Алексея Игоревича посвящена проблеме разработки научно-методологических основ комплексной оценки эффективности навигационных систем. Данные основы необходимы для проведения комплексной оценки эффективности различных аспектов жизненного цикла навигационных спутниковых систем и, как следствие, получения возможности решения стоящих в настоящее время и возникающих новых задач, таких как сертификация услуг системы ГЛОНАСС, проведение сравнительного анализа различных вариантов создания, развития, функционирования и использования навигационных спутниковых систем и их услуг. Существующие элементы научно-методологических основ оценки эффективности являются фрагментарными, несистемными и обладают значительным количеством недостатков, не позволяющих или ограничивающих их использование при решении задач комплексной оценки эффективности спутниковых навигационных систем.

В этих условиях, таким образом, задача разработки научно-методологических основ комплексной оценки эффективности становится крайне актуальной. При этом такая проблема для своего разрешения требует наличия соответствующих средств, подходов, методов, методик и технических решений в виде программно-математического обеспечения.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

26» 11 2021г.

Таким образом, разработка научно-методологических основ комплексной оценки эффективности навигационных спутниковых систем, как взаимоувязанного комплекса различных подходов, средств, методов оценки и программно-математических комплексов, является **актуальной** научно-технической задачей и требует **новых научно обоснованных технических решений**.

Заявленной автором **целью диссертационной работы** является формирование научно-методологических основ комплексной оценки эффективности навигационных спутниковых систем как взаимоувязанного комплекса различных подходов, средств, методов оценки и программно-математических комплексов, которые позволят решить существующие проблемные вопросы и получить требуемые для решения стоящих задач оценки.

Рассматриваемая диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 199 наименований. Текст работы изложен на 399 машинописных страницах, включает 188 рисунков и 44 таблицы.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, формулируется цель и задачи исследования, отмечается научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приводятся основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту, а также сведения об апробации результатов работы. Описывается структура диссертации и дается краткое содержание ее разделов.

Основными результатами **первой главы** являются результаты анализа существующих общесистемных проблемных вопросов и разработаны предложения по путям их решения; классификация задач в сфере навигационной деятельности, требующих проведения комплексной оценки эффективности; классификация областей проведения оценок, позволяющих провести исчерпывающие оценки по классифицированным задачам, включающая: оценку функциональной эффективности; оценку эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности; оценку экономической эффективности; сводный перечень особенностей комплексной оценки эффективности для каждой области проведения оценки для учета при разработке комплексной методологии; общий подход к построению комплексной методологии комплексной оценки эффективности навигационных систем.

Решение любой сложной технической задачи предполагает проведение анализа проблемных вопросов и разработку предложений по их решению, который в части оценки функциональной эффективности представлены автором **во второй главе**. В том числе формализованы все проблемные вопросы оценки функциональной эффективности; проведена оценка применимости существующих подходов, средств и методов; предложен общий подход к оценке функциональной эффективности с

помощью эксплуатационных характеристик и разработаны предложения по разработке недостающих элементов подхода.

Третья глава посвящена оценке эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности. В главе приведены результаты анализа проблемных вопросов оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности (СНПТР), в том числе формализованы все проблемные вопросы оценки функциональной эффективности; проведена оценка применимости существующих подходов, средств и методов; предложен общий подход к оценке эффективности СНПТР и разработаны предложения по разработке недостающих элементов подхода.

В четвертой главе проведен анализ проблемных вопросов в части оценки экономической эффективности навигационных систем и разработаны предложения по их решению. В том числе в главе приведены разработанные специализированные подходы, методы и методики оценки экономической эффективности с использованием специально адаптированных для навигационной деятельности экономических моделей (векторных авторегрессионных моделей, динамических стохастических моделей общего равновесия и динамических факторных моделей в форме пространства состояний).

Пятая глава логично посвящена применению разработанных научно-методологических основ для решения текущих и перспективных задач, требующих проведения различных оценок эффективности. Подтверждена возможность использования разработанных специализированных средств, методов и методик оценки функциональной эффективности с использованием эксплуатационных характеристик; оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования; оценки экономической эффективности и разработанных программно-математических комплексов. . Продемонстрирована возможность решения стоящих актуальных задач с использованием разработанных специализированных средств. Подтверждена решением задачи выбора сценариев развития системы ГЛОНАСС общая применимость комплексной методологии оценки эффективности навигационных систем с использованием разработанных классификаторов, а также с использованием нескольких областей проведения оценок.

В заключении перечислены основные результаты диссертационной работы и сформулированы выводы.

К **новым научным результатам** диссертационных исследований можно отнести следующие:

- комплекс классификаторов: классификатор актуальных задач в сфере навигационной деятельности, требующих проведения комплексной оценки эффективности различных аспектов создания, развития, функционирования и

- использования навигационных систем, позволивший сократить области проведения оценок до трех: оценка функциональной эффективности, оценка эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (включая оценку эффективности международной деятельности), оценка экономической эффективности; классификатор областей проведения оценок с применимыми для проведения комплексной оценки эффективности подходами, средствами и методами, позволяющий в соответствии с разработанной методологией и конструктором критериев сформировать оптимальный набор подходов, средств и методов по различным областям оценки для каждой конкретной классифицированной задачи;
- специализированные средства, подходы и методы оценки функциональной эффективности, которые обеспечивают возможность решения задачи оценки функциональной эффективности с использованием эксплуатационных характеристик и разработанного программно-математического комплекса, с помощью которых решены: задача сертификации услуг системы ГЛОНАСС в интересах международных потребителей (на примере сертификации базовой услуги); задача проведения мониторинга, контроля и подтверждения характеристик ГНСС в международных организациях с обязательным взаимным признанием результатов; задача проведения сравнительного анализа характеристик различных ГНСС с взаимным признанием, прослеживаемостью и повторяемостью результатов;
 - специализированные средства, подходы и методы оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, которые обеспечивают возможность решения задачи оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования с использованием разработанной гармонизированной терминологической базы, логико-информационной модели системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования и разработанного программно-математического комплекса, с помощью которых решены: задача проведения мониторинга текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности; задача проведения сравнительного анализа различных систем (и вариантов построения) нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности; задача совершенствования национальной системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности в целом и различных вариантов ее возможного построения;
 - специализированные средства, подходы и методы оценки экономической эффективности, которые обеспечивают возможность более качественного решения задачи оценки экономической эффективности с использованием специально адаптированных для навигационной деятельности экономических моделей (векторных авторегрессионных моделей, динамических стохастических моделей общего равновесия и динамических факторных

моделей в форме пространства состояний) и разработанного программно-математического комплекса, с помощью которых решены: задачи среднесрочного и долгосрочного стратегического планирования государственных программ; оценки их эффективности и реализуемости с максимально достоверными и подтверждаемыми экономическими показателями.

Практическая значимость работы состоит в том, что:

- разработанные научно-методологические основы комплексной оценки эффективности навигационных спутниковых систем использованы при проведении большого количества исследований, касающихся различных аспектов создания, развития, функционирования и использования навигационных спутниковых систем, при разработке ряда научно-технических отчетов, предложений, системных проектов и стратегий развития;
- в отдельных случаях разработанные научно-методологические основы существенно упрощают проведение исследований и решение стоящих задач, а в некоторых обеспечивают фактическую возможность их решения.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием современной теории системного анализа, управления, обработки информации и программно-математических комплексов, отображающих реальную (или моделируемую) ситуацию с высокой степенью достоверности, обоснованными допущениями, использованием для расчетов корректных и прослеживаемых исходных данных, подтвержденными результатами оценок и комплексного анализа.

Апробация работы проведена на различных национальных и международных конференциях, в том числе на заседаниях Навигационной панели Международной организации гражданской авиации (НСП ИКАО), на заседаниях рабочих групп по международному мониторингу и разработке стандартов Международного комитета по ГНСС при ООН (МКГ), а также докладывались и получили одобрение на научно-технических советах профильных предприятий.

Основные результаты опубликованы в 78 печатных работах, в том числе 21 в периодических изданиях, рекомендованных ВАК, 1 патенте на изобретение, 2 авторских свидетельствах на программно-математические модели. Кроме того, автором сделан 41 доклад на международных и российских научных конференциях и других мероприятиях.

Результаты работы нашли практическое применение, что отражено в соответствующих актах о внедрении.

По диссертационной работе можно выделить следующие недостатки:

1. При решении задачи выбора сценариев развития системы ГЛОНАСС, фактически при выборе любого другого перечня оцениваемых характеристик из трех

рассматриваемых областей проведения оценки покажет преимущество двухуровневого варианта.

2. В представленной методике расчета эксплуатационной характеристики «вероятность основного отказа обслуживания (Probability of CSA major Service Failure)», используемой для оценки функциональной эффективности, определяется пригодность (H_flag) НКА по отслеживаемому сигналу и признаку пригодности, «для каждого пригодного НКА». Для чего тогда рассматривается пригодность НКА по H_flag , если первоначальное условие «для каждого пригодного НКА» уже подразумевает собой использование НКА у которых H_flag равен нулю?

3. Разработанные методологические основы комплексной оценки эффективности направлены в значительной степени на предоставление исчерпывающих наборов характеристик, получение их оценок, разработку рекомендаций по их использованию для фактического принятия решения соответствующими лицами. Однако, в качестве рекомендации по дальнейшим направлениям исследований, считаю необходимым рассмотреть возможность включения в методологию классификации и оценки применимости различных методов анализа, синтеза, оптимизации при решении стоящих задач.

4. При решении задачи выбора оптимального сценария развития системы ГЛОНАСС недостаточно обоснован выбор перечня оцениваемых характеристик. Очевидно, требуются дополнительные обоснования.

5. Особенности, порядок и методика использования разработанного «конструктора критериев» в работе подробно не описаны, соответственно, его простота его применения вызывает ряд вопросов.

6. Вызывает определенные сомнения сокращение перечня типов задач, требующих для своего решения проведения комплексной оценки эффективности до отмеченных в работе. Необходимо предусмотреть (или более подробно описать) инструменты, позволяющие без значимого изменения методологии адаптировать к ней новые задачи.

Указанные недостатки не снижают значение полученных автором новых научных и практических результатов.

Заключение.

Диссертационная работа Болкунова Алексея Игоревича «Научно-методологические основы комплексной оценки эффективности навигационных спутниковых систем» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой разработана новая методика решения важной научной проблемы и предложены новые научно-обоснованные технические решения,

внедрение которых имеет существенное значение для решения текущих и перспективных задач, связанных с созданием, развитием, функционированием и использованием навигационных систем. Новые научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации получены лично соискателем и имеют достаточное обоснование. Из совместных работ в диссертацию вошел только тот материал, который непосредственно принадлежит соискателю; заимствованный материал обозначен ссылками. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

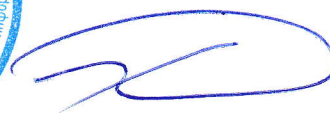
Таким образом, диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук, а её автор – Болкунов Алексей Игоревич – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)».

Заместитель начальника
экспертно-аналитического центра
Акционерного общества
«Российские космические
системы», доктор технических
наук, профессор, чл.-корр. РАН



Бетанов
Владимир
Вадимович

Подпись В.В. Бетанова заверяю.
Ученый секретарь
АО «Российские космические системы»,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник



С.А. Федотов

« 25 » 11 2021 г.

Полное название организации: Акционерное общество «Российские космические системы»

Почтовый адрес: 111250, Россия, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 53

Телефон: +7(495) 673-94-30

e-mail: contact@spacecorp.ru