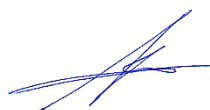


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**



На правах рукописи

УДК 629.783

Болкунов Алексей Игоревич

**НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ**

Специальность: 2.3.1

«Системный анализ, управление и обработка информации  
(технические науки)»

Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук

Научный консультант – доктор  
технических наук, профессор Малышев  
Вениамин Васильевич

Москва - 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 Научно-методологические основы комплексной оценки эффективности навигационных систем .....	13
1.1 Постановка задачи разработки и разработка методологии .....	13
1.1.1 Анализ общесистемных проблемных вопросов и разработка предложений по путям их решения	13
1.1.2 Разработка сводного перечня особенностей комплексной оценки эффективности для каждой области проведения оценки для учета при разработке комплексной методологии .....	25
1.2 Комплексная методология.....	28
1.3 Общие выводы по разделу 1 .....	30
2 Функциональная эффективность навигационных систем.....	31
2.1 Анализ проблемных вопросов и разработка предложений по путям их решения .....	31
2.1.1 Общее описание проблемных вопросов оценки функциональной эффективности .....	31
2.1.2 Оценка применимости существующих подходов, средств и методов для задачи оценки функциональной эффективности.....	32
2.1.3 Общий подход к оценке функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик	33
2.1.4 Предложения по разработке недостающих элементов подхода (принципов применения, документов (нормативно-правовых и нормативно-технических актов), средств и систем, обеспечивающих возможность применения).....	36
2.2 Подходы, методы и методики оценки функциональной эффективности.....	38
2.2.1 Оценка тактико-технических характеристик навигационных систем из ТЗ, ТТТ и др. подобных документов	38
2.2.2 Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ .....	38
2.2.3 Оценка по модельным (номинальным) характеристикам НС .....	39
2.2.4 Оценка непрямой эффективности .....	45
2.2.5 Оценка с помощью эксплуатационных характеристик .....	45
2.3 Общие выводы по разделу 2 .....	95
3 Эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности.....	96
3.1 Анализ проблемных вопросов и разработка предложений по путям их решения .....	96
3.1.1 Общее описание областей проведения оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности	96
3.1.2 Общее описание проблемных вопросов оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности	97
3.1.3 Оценка применимости существующих подходов, средств и методов для задачи оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности .....	101
3.1.4 Общий подход к оценке эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности ...	104
3.1.5 Основные предложения по разработке недостающих элементов подхода .....	108
3.2 Подходы, методы и методики оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности .....	121
3.2.1 Методики оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности .....	121
3.2.2 Оцениваемые характеристики .....	133

3.2.3	Подготовка, особенности, порядок использования, дополнительные операции с исходными данными	134
3.2.4	Математические модели для описания системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.....	135
3.2.5	Результаты оценок.....	141
3.3	Общие выводы по разделу 3 .....	150
4	Экономическая эффективность навигационной деятельности.....	151
4.1	Анализ проблемных вопросов и разработка предложений по путям их решения .....	151
4.1.1	Общее описание области проведения оценок экономической эффективности .....	151
4.1.2	Оценка применимости существующих подходов, средств и методов для задачи оценки экономической эффективности.....	156
4.1.3	Общий подход к оценке экономической эффективности .....	158
4.1.4	Основные предложения по разработке недостающих элементов подхода .....	163
4.2	Подходы, методы и методики оценки экономической эффективности.....	178
4.2.1	Оценка деятельности конечных потребителей навигационных услуг.....	178
4.2.2	Оценка рынков навигационных услуг/технологий.....	178
4.2.3	Оценка мероприятий (программ) как инвестиционных проектов .....	179
4.2.4	Оценка стоимости/затрат в форме технико-экономических обоснований на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.....	180
4.2.5	Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ .....	180
4.2.6	Оценка потоковых и капитальных величин – составляющих системы оценки экономической эффективности с помощью макро- и микро- экономических моделей.....	181
4.3	Общие выводы по разделу 4 .....	211
5	Применение разработанных научно-методологических основ .....	212
5.1	Создание инструментов, обеспечивающих возможность эффективного использования разработанной методологии .....	212
5.1.1	Общие сведения о инструментах, обеспечивающих возможность эффективного использования разработанной методологии .....	212
5.1.2	Программно-математический комплекс для оценки эксплуатационных характеристик ГНСС.....	212
5.1.3	Программно-математический комплекс анализа и оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности.....	214
5.1.4	Программно-математический комплекс, реализующий модели VAR, DSGE и DFM-SSM с необходимыми для использования в области навигационной деятельности доработками, для оценки экономической эффективности.....	218
5.1.5	Конструктор критериев .....	222
5.1.6	Общие выводы по разделу 5.1 .....	258
5.2	Комплексный анализ и оценка возможности использования результатов оценки .....	258
5.2.1	Оценка функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик .....	258
5.2.2	Оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности .....	299
5.2.3	Оценка экономической эффективности.....	311
5.2.4	Совместное использование результатов оценки функциональной эффективности, экономической эффективности, эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (с использованием конструктора критериев) для проведения сравнительного анализа различных вариантов создания, развития, функционирования и использования навигационных систем и их услуг .....	354
5.2.5	Решение задач, требующих комплексной оценки эффективности, применительно к различным группам лиц, принимающих решения.....	369
5.3	Общие выводы по разделу 5 .....	372
	Заключение .....	373
	Список сокращений и условных обозначений .....	378
	Список литературы .....	385

## Введение

**Актуальность темы.** Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) в развитых странах относятся к системам национальной критической инфраструктуры (СНКИ), то есть к таким системам, исчезновение или возникновение проблем с функционированием которых окажет разрушительный эффект на национальную безопасность, экономику, безопасность жизнедеятельности и здоровье граждан или на любую их комбинацию.

ГНСС как СНКИ играют роль основы национальных систем координатно-временного и навигационного обеспечения (КВНО), то есть навигационных систем (НС), обеспечивающих высокоточную координатно-временную и навигационную привязку различных объектов и процессов на поверхности Земли и околоземном пространстве. На рисунке 1 представлена структура единой системы КВНО Российской Федерации.

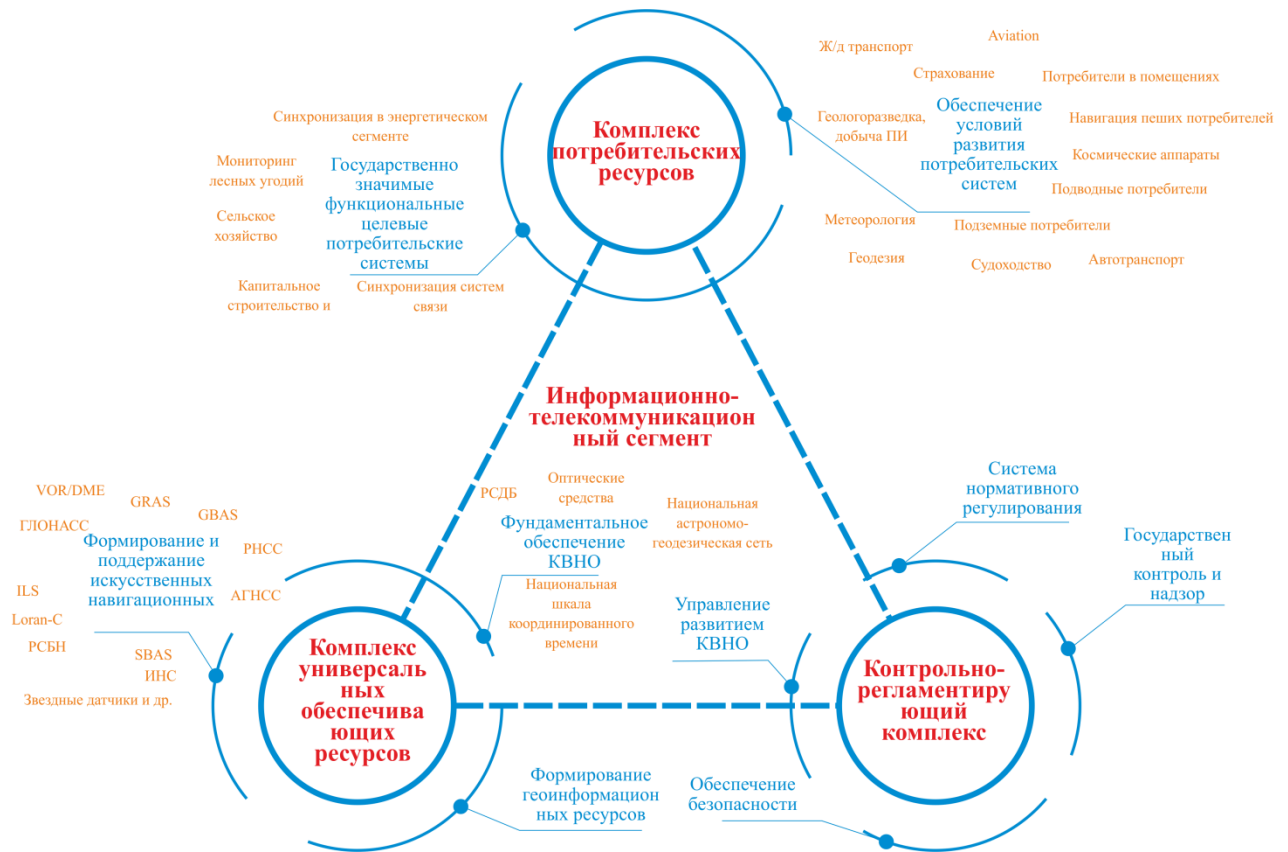


Рисунок 1 – Структура единой системы КВНО РФ

Использование НС дает возможность получения нового качества решения задач экономики, обороны и безопасности, создания глобальных систем мониторинга, диспетчеризации и управления практически неограниченным количеством объектов, повышения точности геодезического обеспечения, контроля подвижек искусственных сооружений и природных объектов, а также получения эффективных и недоступных ранее решений многих других научных и прикладных задач.

НС относятся к большим сложным организационно-техническим системам (БСОТС) и при этом обладают рядом дополнительных особенностей.

Во-первых, они являются динамическими, то есть работы по созданию, развитию, функционированию, использованию НС и их элементов проводятся постоянно и непрерывно. Примерами таких комплексных работ могут служить действующая федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы» (ФЦП ГЛОНАСС, [154]) и текущая Подпрограммы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС» на период 2021-2030 годы государственной программы «Космическая деятельность России».

Вторая основная особенность НС на примере системы ГЛОНАСС проиллюстрирована на рисунке 2.



Рисунок 2 – Функциональные (тактико-технические и эксплуатационные) характеристики НС

и формируются заказчиками, разработчиками и провайдерами услуг и определяются в таких документах, как тактико-технические требования к системе (ТТТ), техническое задание на систему (ТЗ), отдельных показателях и индикаторах ФЦП ГЛОНАСС. Набор ТТХ определяет системные характеристики. В качестве значений ТТХ выбираются наилучшие, максимально возможные (или минимально возможные, в зависимости от характеристик) значения. Являются по сути отражением аппаратно-программных и технических возможностей системы.

ЭХ формируются потребителями (и международными организациями, представляющими интересы определенных категорий потребителей), являются отражением их требований к услугам и определяются в таких документах, как стандарты эксплуатационных характеристик (СЭХ). В качестве значений ЭХ используются гарантированные значения неухода эксплуатационных характеристик за заданные в СЭХ пределы и проверяются на длительных интервалах функционирования системы.

Рассмотрим множество функциональных характеристик ГЛОНАСС, позволяющих оценить выполнение основной целевой задачи. Это множество делится на тактико-технические (ТТХ) и эксплуатационные характеристики (ЭХ).

ТТХ формируются заказчиками, разработчиками и

Состав ТТХ и ЭХ неодинаков, хотя в отдельных случаях там присутствуют совпадающие характеристики, однако почти в каждом случае можно формализовано описать связь между ними (в отдельных случаях это достаточно нетривиальная задача).

Обратной связью между ЭХ и ТТХ является то, что, например, СЭХ выпускаются провайдером услуг на основе требований потребителей.

Описанное применимо для услуг первого уровня (базовых), которые используются как напрямую потребителями, так и различными потребительскими системами (ПС) для создания и предоставления «услуг второго уровня», не обязательно полностью навигационных (например, в системах синхронизации систем связи, линий электропередач, транспортных системах и др.). В случае услуг второго уровня оценка функциональных характеристик заметно усложняется.

В отличие от НС, для БСОТС обычно присутствует и используется лишь составляющая ТТХ (либо аналогичных им).

В настоящее время существует значительное количество задач, требующих для своего решения проведения различных оценок эффективности НС, в различных областях применения и для различных этапов их жизненного цикла. К основным типам задач можно отнести проведение мониторинга, контроля и подтверждения характеристик ГНСС в международных организациях (с обязательным взаимным признанием результатов), проведение сертификации услуг НС в интересах международных потребителей; среднесрочное и долгосрочное стратегическое планирование государственных программ (ФЦП, государственных программ, национальных программ), оценку эффективности и реализуемости государственных программ, проведение сравнительного анализа различных вариантов создания, развития, функционирования и использования НС и их услуг. Строгая классификация данных задач в настоящее время отсутствует.

Проведение различных оценок эффективности требует наличия научно-методологических основ, обеспечивающих возможность формализации определенного набора критериев, методик их расчета и получения необходимого набора исходных данных (ИД) для их расчета в качестве необходимого минимума.

Однако, также необходимо учитывать, что в настоящее время существует два основных проблемных вопроса комплексной оценки эффективности (КОЭ) НС, которые также необходимо решать. Во-первых, даже области проведения оценок (ОПО) являются в настоящее время не до конца формализованными (а в некоторых случаях – вообще не описаны) и рассматриваются несистемно, что не позволяет формировать исчерпывающие наборы критериев их оценки. Во-вторых, для КОЭ актуальна основная проблема оценки эффективности любого объекта с любой ОПО – проблема экспертов и аналитиков, определяющих перечень оцениваемых характеристик, а особенно, методики их расчета и порядок определения источников, обработки и использования ИД. Фактически, данные эксперты и аналитики определяют и результат КОЭ. Далее возможны два негативных и часто встречающихся варианта: эксперты и аналитики недостаточно квалифицированы (не используют системный подход, используют без предварительной подготовки методы и средства из других областей знаний; заведомо ограничивают набор критериев; не являются экспертами в ОПО на самом деле); эксперты и аналитики проводят КОЭ

для каких-либо своих задач или в интересах лоббирования чего-либо (например, когда необходимо получить или подтвердить заранее известный результат). Ценность результатов КОЭ в данном случае нулевая или отрицательная. Далее руководителями или лицами, принимающими решения (ЛПР), данные некорректные оценки используются в качестве основы для дальнейших действий, что может привести к негативным последствиям.

Следует также отметить, что в части описания областей проведения оценки в форме различных характеристик возможны два основных подхода:

- «от исходных данных к характеристикам», т.е. необходимо проанализировать все возможные (которые возможно получить) исходные данные (достоверные, прослеживаемые) от всех возможных источников, в той или иной мере применимых к области создания, развития, функционирования и использования навигационных систем и на их основе (и на основе их различных комбинаций) разработать максимально возможный перечень характеристик;
- «от существующих задач и используемых методов к характеристикам», т.е. необходимо проанализировать и классифицировать существующие задачи, используемые в настоящее время методы оценок (оперирующих различными характеристиками) и на их основе построить методологию оценки, дополнив недостающими (разработанными в случае необходимости) элементами.

Фактически первый подход не противоречит второму, однако, его сложно провести в полном объеме, а проводя его постепенно, можно дополнять и расширять структуру и элементы методологии, разработанной с помощью второго подхода.

В данной диссертационной работе основной фокус лежит на втором подходе, с использованием элементов первого, поскольку он позволяет начинать проведение комплексной оценки эффективности навигационных систем не с нуля и не с отсутствия возможности решать конкретные практические задачи, а как раз с повышения качества их решения.

С учетом вышеизложенных проблем задача разработки научно-методологических основ в настоящее время является крайне актуальной.

**Целью данной диссертационной работы** является разработка научно-методологических основ КОЭ НС, которые позволят решить данные проблемные вопросы и получать требуемые для решения стоящих задач оценки.

Данная работа развивает традиционные подходы к КОЭ БСОТС, изложенные в работах Малышева В.В., Лебедева А.А. отдельных авторов RAND Corporation; подходы к оценке экономической эффективности, изложенные в работах Р. Каплана, М. Паленберга, М. Адольфсона, Ф. Сметса, Лысенко В.В., Досикова В.С.; подходы к оценке эффективности нормативной деятельности и нормотворчества, изложенные в работах Сердюкова А.И., Рейтора К.И.; подходы к оценке эффективности систем управления различными процессами создания, развития, функционирования и использования технических и организационно-технических средств и систем, изложенные в работах М. Месаровича, Я. Такахары; методики расчета различных индикаторов и показателей по данному направлению, изложенные в стратегических и программных документах по ФЦП ГЛОНАСС, исследованиях ведущих организаций

навигационной отрасли: АО «ЦНИИмаш», АО «ИСС», АО «Российские космические системы», ФГУП «ВНИИФТРИ», ВШЭ, МГУ, МАИ, АО «НТЦ «Интернавигация», Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» и др.

Для реализации ряда методик разработано несколько программно-математических комплексов (ПМК), реализация которых основана на средах программирования MatLab, C+, R, Dynare и средствах Microsoft ACCESS.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие *основные задачи*:

1. Проведена классификация задач в сфере навигационной деятельности, требующих проведения КОЭ;
2. Проведена классификация ОПО, позволяющих провести исчерпывающие оценки по классифицированным задачам, включающая:
  - оценку функциональной эффективности (ФЭ);
  - оценку эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности (ЭСНПТР) и эффективности международной деятельности (ЭМД);
  - оценку экономической эффективности (ЭЭ);
3. Предложены пути решения проблемных вопросы в ОПО или в инструментах, в них используемых, мешающих процессу построения (или формализации) групп критериев и методик их расчета;
4. Проведена оценка особенностей КОЭ для каждой ОПО;
5. Разработана комплексная методология КОЭ,
  - формализованы и описаны группы критериев для каждой ОПО, включая методики их расчета, при этом обеспечена наследственность и прослеживаемость с используемыми в настоящее время критериями и методиками оценок по отдельным областям оценки;
  - разработаны ПМК для проведения КОЭ;
  - разработан проект конструктора критериев и предложена методика его использования для выбора наиболее оптимальных критериев (групп критериев) для каждой конкретной задачи (класса задач);
6. Проведена КОЭ по различным ОПО для различных классов задач;
7. Проведен комплексный анализ результатов КОЭ и рассмотрены различные варианты их использования, включая возможные и реально использовавшиеся).

Основной задачей и одновременно границей разработанных научно-методологических основ (подходов, средств, методов и критериев) является формализация областей оценок до уровня возможности предоставления исчерпывающих наборов характеристик, получение их оценок, разработка рекомендаций по их использованию, т.е. фактически всего необходимого для решения стоящих задач, требующих КОЭ, до этапа принятия решения ЛПР или до этапа выполнения оптимизационных, аналитических или иных типов операций в случае необходимости их проведения (в данном случае методология представляет исчерпывающий



набор ИД для их проведения). Классификация и оценка применимости методов анализа, синтеза, оптимизации и др. в данной диссертационной работе не рассматриваются.

**Методологией, методами исследования и принципами** решения задач являются методы и принципы системного анализа, теории управления, статистической динамики, экономического анализа, нормотворчества, нелинейного программирования, математического и имитационного моделирования систем.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Разработан 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;

2. Разработаны 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 глобальных навигационных спутниковых систем в международных организациях с обязательным взаимным признанием результатов;
- задача проведения сравнительного анализа характеристик различных глобальных навигационных спутниковых систем с взаимным признанием, прослеживаемостью и повторяемостью результатов;

3. Разработаны 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;
4. Разработаны 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.

Общая применимость комплексной методологии оценки эффективности навигационных систем с использованием разработанных классификаторов, а также с использованием нескольких областей проведения оценок одновременно подтверждается решением задачи выбора сценариев развития системы ГЛОНАСС.

**Новизна и практическая значимость результатов исследования** заключается в том, что, как отмечалось выше, практически нивелировано влияние основных проблемных вопросов КОЭ, что позволило получить более чистые, прослеживаемые и повторяемые результаты оценки и как следствие, более точно провести комплексный анализ на их основе. Результаты работы в настоящее время реально применяются и приносят значимый положительный эффект, а в ряде случаев служат основой для решения стоящих задач. Также, немаловажным фактом является возможность применения результатов исследования в новых (возникающих) задачах без значимых изменений методологии. Структура, принципы построения и использования методологии позволяют гибко адаптировать и включать в нее для использования вновь появляющиеся средства, подходы и методы оценки эффективности, а также наращивать существующие возможности.

Общая идеология предлагаемого подхода позволяет объединить (как показано на рисунке 3) в замкнутую систему: задачи, требующие КОЭ, требования, формализующие задачи; области проведения оценок; проблемные вопросы, не позволяющие проводить КОЭ на достаточном

уровне; комплексную методологию, включающую набор критериев и методики их расчета, объединенных общей системной логикой; непосредственно оценки; комплексный анализ результатов оценки, предложения по вариантам их использования и оценку возможности использования результатов для решения поставленных задач.

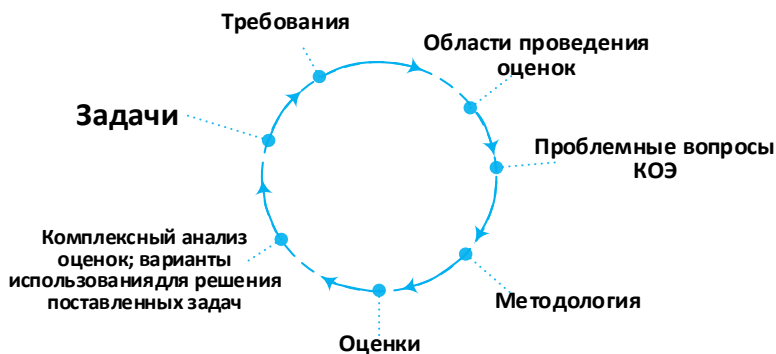


Рисунок 3 – Группы критериев эффективности в предлагаемой методологии предложений, системных проектов и стратегий развития в АО «ЦНИИмаш» (ранее – ФГУП ЦНИИмаш) и других организациях, что подтверждается соответствующими актами о внедрении и непосредственно материалами в данных документах.

**Достоверность** полученных результатов подтверждается использованием апробированного научно-методологического 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 (прослеживаемыми и повторяемыми).

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались и обсуждались на значительном количестве конференций, национальных и международных, в том числе на заседаниях Навигационной панели Международной организации гражданской авиации (NSP ИКАО), на заседаниях рабочих групп по международному мониторингу и разработке стандартов Международного комитета по ГНСС при ООН (МКГ), международных конференциях «Системный анализ, управление и навигация» (Евпатория, 2008-2019 гг.), «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» (Москва, 2013-2019 гг.), Мюнхенском саммите по спутниковой навигации (Мюнхен, 2015), научном проблемном семинаре научно-координационного совета федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012 – 2020 годы» (Москва, 2018).

По диссертационной работе получен 1 патент на изобретение - способ оценки эксплуатационных характеристик услуги абсолютной навигации системы ГЛОНАСС [24]; 3 патента находятся на рассмотрении в Роспатенте, получили положительные экспертные заключения: способ оценки экономической эффективности навигационных систем, способ оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности; способ комплексной оценки эффективности

Разработанные научно-методологические основы использованы при проведении значительного количества исследований, касающихся различных аспектов создания, развития, функционирования и использования ИС, при разработке ряда научно-технических отчетов,

навигационных систем с использованием трех областей проведения оценок. Также оформлены авторские свидетельства на используемые программно-математические комплексы [22-23].

**Публикации.** Основные результаты работы опубликованы в статьях [1-21] журналов, входящих в рекомендованный ВАКом Минобрнауки России перечень изданий и в ряде других изданий и материалов конференций [25-76]. Результаты диссертационной работы нашли отражение в научно-технических отчетах, предложениях, системных проектах и стратегиях развития [77-151].

**Структура и объём диссертации.** Работа состоит (рисунок 4) из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 199 наименований. Текст работы изложен на 399 машинописных страницах, включает 188 рисунков и 44 таблицы.

Первая глава посвящена постановке задачи разработки, непосредственно разработке научно-методологических основ комплексной оценки эффективности навигационных систем, и ее формализации.

Вторая глава посвящена оценке функциональной эффективности навигационных систем, третья – оценке эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности, четвертая – оценке экономической эффективности навигационных систем.

Пятая глава посвящена применению разработанных научно-методологических основ, в том числе созданию инструментов, обеспечивающих возможность эффективного использования разработанной методологии, и комплексному анализу и оценке возможности использования результатов оценки.

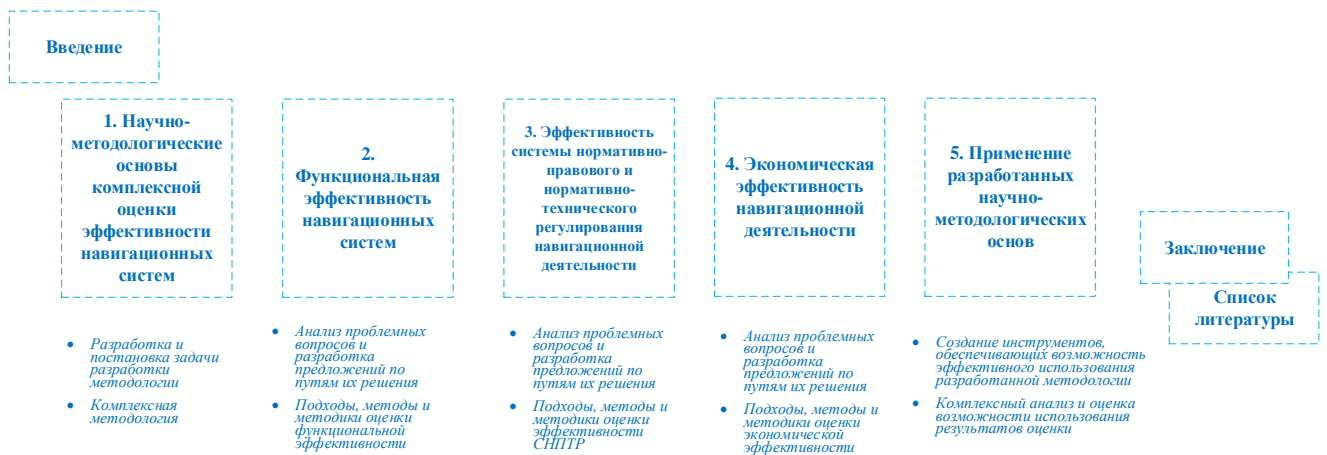


Рисунок 4 – Общая структура диссертационной работы

# 1 Научно-методологические основы комплексной оценки эффективности навигационных систем

## 1.1 Постановка задачи разработки и разработка методологии

### 1.1.1 Анализ общесистемных проблемных вопросов и разработка предложений по путям их решения

#### *1.1.1.1 Классификация задач в сфере навигационной деятельности, требующих проведения комплексной оценки эффективности*

В настоящее время существует значительное количество задач, требующих для своего решения проведения различных оценок эффективности навигационных систем, в различных областях применения и для различных этапов их жизненного цикла.

Для составления максимально подробного перечня типов таких задач необходимо описать условия, в которых создаются, развиваются, функционируют и используются навигационные системы, участников и элементы процесса навигационной деятельности и логические, информационные и организационные связи между ними. Схема, реализующая такое описание, представлена на рисунке 6.

Схема включает в себя четыре основных составляющих: навигационные системы; потребители; среда/условия создания, развития, функционирования и использования навигационных систем, их составных частей и услуг; нормативно-правовое и нормативно-техническое обеспечение.

К составляющей «Навигационные системы» относятся аппаратно-программные и технические средства базовых навигационных систем, навигационных систем второго уровня, их составных частей (в том числе входящих функционально) и услуги, ими предоставляемые. На самом деле данная составляющая несколько сложнее, чем представленная на рисунке 6, более детализированный ее вариант представлен на рисунке 5. Стрелками отмечены услуги, предоставляемые системами (и используемые потребителями или другими системами для формирования собственных услуг на их основе или с их использованием). Функциональные дополнения (ФД) относятся одновременно к навигационным системам 1 и 2 уровня, так как иногда они включаются в состав ГНСС (функционально или иначе).

К составляющей «Потребители» относятся национальные (в том числе гражданские, военные и специальные) и международные (в том числе условно частные и международные организации, такие как Международная организация гражданской авиации – ИКАО и Международная морская организация - ИМО) потребители навигационных услуг и разработчики навигационной аппаратуры потребителей (НАП).

К составляющей «Нормативно-правовое и нормативно-техническое обеспечение» относится система (либо ее элементы) нормативно-правового и нормативно-технического обеспечения навигационной деятельности, обеспечивающая возможность функционирования

аппаратно-программных и технических средств в части нормативного обеспечения; формирования и предоставления услуг; выполнения контрольно-регламентирующих функций в сфере навигационной деятельности; обеспечения процессов сертификации и предоставления гарантий потребителям услуг.

К составляющей «Среда/условия» относятся физические, экономические, организационно-технические, технологические, социальные, экологические и др. группы условий, которые оказывают влияние на создание, развитие, функционирование и использование навигационных систем, их составных частей и услуг навигационных систем.

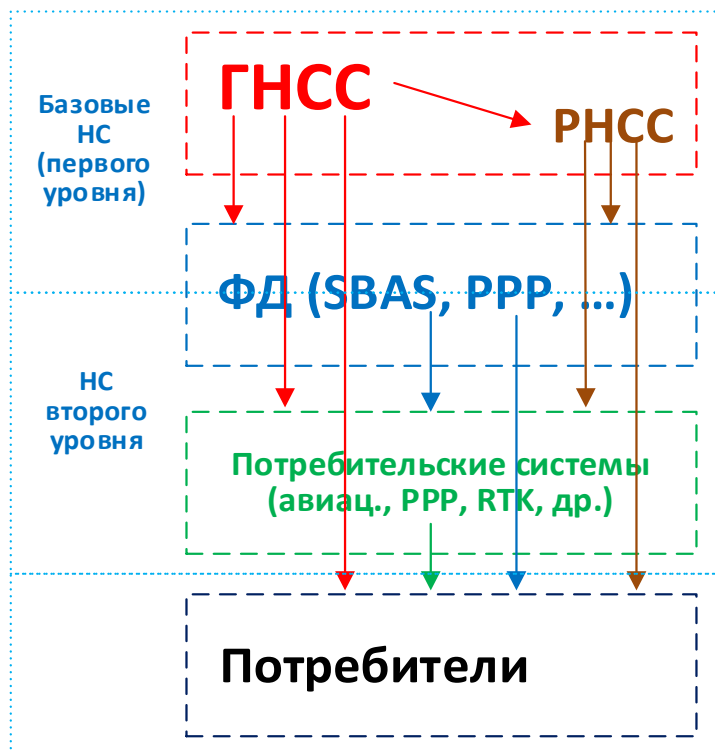


Рисунок 5 – Навигационные системы



Рисунок 6 – Общая схема логического, информационного и организационного взаимодействия участников и элементов процесса навигационной деятельности

Слои условий из составляющей «Среда/условия» можно развернуть в большое количество дополнительных составляющих, однако они так легко и однозначно не ограничиваются (описываются и формализуются) и их взаимодействие с выделенными основными составляющими не всегда возможно однозначно определить, а когда возможно, схема значительно усложняется, при этом для каждого отдельного условия (среды) составляющие взаимодействуют иначе (могут взаимодействовать), что приводит к необходимости отображения нескольких возможных альтернативных взаимодействий, поэтому на текущем этапе исследований они оставлены в таком свернутом виде.

Более детально составляющая «Среда/условия» рассмотрена на рисунке 7. Перечень элементов не полный, однако позволяет проводить необходимые для анализа оценки.

Примеры основных типов задач, в соответствии с общей схемой логического, информационного и организационного взаимодействия участников и элементов процесса навигационной деятельности (рисунок 6) представлены на рисунке 8.

Проект классификатора, увязывающего и детализирующего данные задачи, приведен в таблице 1.



Среда/условия создания, развития, функционирования и использования навигационных систем, их составных частей и услуг

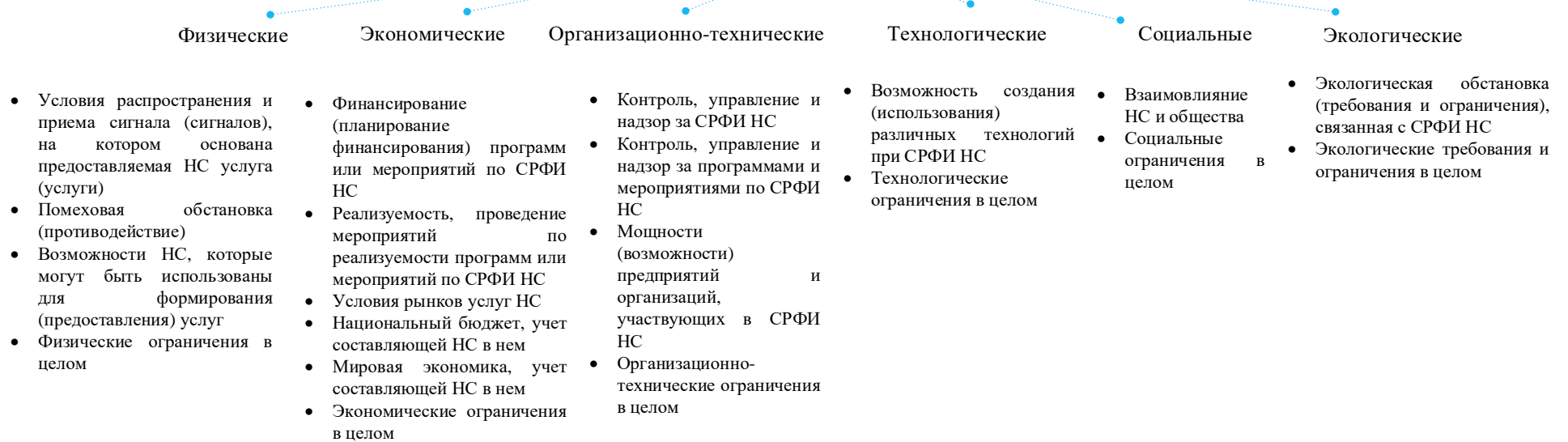


Рисунок 7 – Среда/условия создания, развития, функционирования и использования навигационных систем, их составных частей и услуг

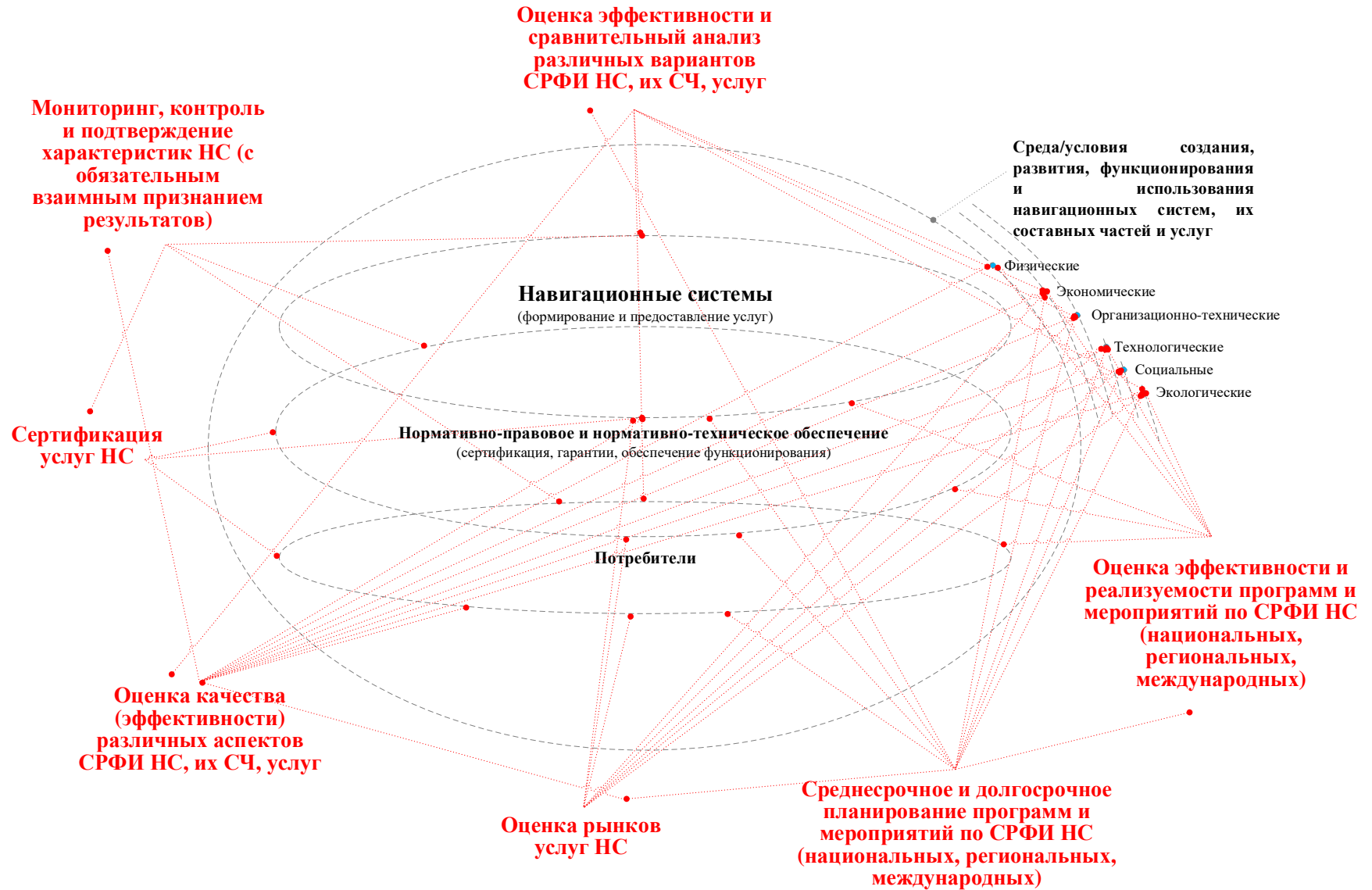


Рисунок 8 – Примеры основных типов задач, в соответствии с общей схемой логического, информационного и организационного взаимодействия участников и элементов процесса навигационной деятельности

Таблица 1 – Классификатор задач в сфере навигационной деятельности, требующих проведения комплексной оценки эффективности

№ п.п.	Класс задачи	Детализация задачи	Особенности задачи	Реально решаемая в настоящее время задача в рамках следующего проекта (программы)	Область проведения оценки
1.	Мониторинг, контроль и подтверждение характеристик НС (с обязательным взаимным признанием результатов)	Международные проекты по мониторингу, контролю и подтверждению характеристик НС (с обязательным взаимным признанием результатов)	Необходимость гармонизации: определений оцениваемых характеристик, методик расчета, опорных данных и др. Крайне сложная задача в условиях нескольких равноправных участников с разными позициями	Тестовый проект по международному мониторингу, контролю и подтверждению характеристик ГНСС IGMA (Международный комитет по ГНСС при ООН) («Лидер-СВ», «Интеграция» текущей ФЦП «ГЛОНАСС» и планируемой)	Функциональная эффективность (ФЭ)
2.		Подтверждение характеристик НС в международных организациях (ИКАО, ИМО)	Необходимость представления подтвержденных (документально и экспериментально), прослеживаемых результатов	Navigation Systems Panel (NSP) ИКАО («Лидер-СВ», «Интеграция» текущей ФЦП «ГЛОНАСС» и планируемой)	ФЭ
3.		Подготовка нормативного базиса мониторинга, контроля и подтверждения характеристик НС	Необходимость подготовки (обновления) национальных документов, определяющих характеристики НС и	(НИР «Структура», НИР «Структура-2030» текущей ФЦП «ГЛОНАСС» и планируемой)	Эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического

№ п.п.	Класс задачи	Детализация задачи	Особенности задачи	Реально решаемая в настоящее время задача в рамках следующего проекта (программы)	Область проведения оценки
			международных гармонизированных документов		регулирующего (ЭСНПТР)
4.	Сертификация услуг НС	Создание и применение АПТС, позволяющих проводить сертификационные испытания услуг НС	Новая задача по созданию комплекса средств, позволяющего проводить сертификацию услуг НС. До настоящего времени применительно к услугам НС такого не создавалось.	Комплекс средств по сертификации услуг системы ГЛОНАСС (НИР «Сертификация-М», ОКР «Аттестат», ОКР «Аттестат-2030» текущей ФЦП «ГЛОНАСС» и планируемой)	ФЭ, ЭСНПТР
5.		Подготовка нормативного базиса сертификации услуг НС	Необходимость подготовки (обновления) национальных документов, определяющих сертифицируемые характеристики НС; функционирование систем, проводящих сертификацию услуг НС	(НИР «Сертификация-М», НИР «Структура», НИР «Структура-2030» текущей ФЦП «ГЛОНАСС» и планируемой)	ФЭ, ЭСНПТР
6.		Оценка и подтверждение сертифицируемых характеристик НС	Необходимость представления подтвержденных (документально и	Комплекс средств по сертификации услуг системы ГЛОНАСС (НИР «Сертификация-	ФЭ, ЭСНПТР

№ п.п.	Класс задачи	Детализация задачи	Особенности задачи	Реально решаемая в настоящее время задача в рамках следующего проекта (программы)	Область проведения оценки
			экспериментально), прослеживаемых результатов. Необходимость использования строго определенных оцениваемых характеристик, методик расчета, опорных данных и др.	М», ОКР «Аттестат», ОКР «Аттестат-2030» текущей ФЦП «ГЛОНАСС» и планируемой)	
7.		Предоставление гарантий потребителям (в том числе юридических)	Необходимость представления подтвержденных (документально и экспериментально), прослеживаемых результатов; определения формата гарантий		ФЭ, ЭСНПТР
8.	Оценка качества (эффективности) различных аспектов СРФИ НС, их СЧ, услуг	Оценка ТТХ НС по ТЗ, ТТТ и др.		(недавно завершенная ФЦП ГЛОНАСС, планируемая новая ФЦП или подпрограмма ГП «Космическая деятельность»)	ФЭ
9.		Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ			ФЭ, ЭСНПТР, экономическая эффективность (ЭЭ)
10.		Оценка бюджетной и коммерческой эффективности различных проектов	*		ЭЭ
11.		Оценка деятельности конечных потребителей услуг НС			ЭЭ

№ п.п.	Класс задачи	Детализация задачи	Особенности задачи	Реально решаемая в настоящее время задача в рамках следующего проекта (программы)	Область проведения оценки
12.		Оценка эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности			ЭСНПТР
13.		Оценка эффективности международной деятельности			Эффективность международной деятельности (ЭМД)
14.		Другие оценки эффективности			ФЭ, ЭСНПТР, ЭЭ, ЭМД
15.	Среднесрочное и долгосрочное планирование программ и мероприятий по СРФИ НС (национальных, региональных, международных)	Формирование государственных программ (федеральных целевых программ) по СРФИ НС (ФЦП «ГЛОНАСС», ФЦП «СФЕРА», ГП «Космическая деятельность»)	Необходимость оценки экономических показателей использования и внедрения технологий, НС, услуг НС (например, вклада в ВВП) на длительных интервалах времени	ФЦП ГЛОНАСС, ФЦП «СФЕРА», ГП «Космическая деятельность»	ЭЭ
16.		Оценка бюджетной и коммерческой эффективности различных проектов	*		ЭЭ
17.		Оценка деятельности конечных потребителей услуг НС	ЭЭ		
18.		Оценка рынков услуг НС	ЭЭ		
19.		Оценка эффективности повышения национальной безопасности	ФЭ		
20.	Оценка рынков услуг НС	Оценка национальных рынков услуг НС			ЭЭ
21.		Оценка международных рынков услуг НС			ЭЭ

№ п.п.	Класс задачи	Детализация задачи	Особенности задачи	Реально решаемая в настоящее время задача в рамках следующего проекта (программы)	Область проведения оценки
22.	Оценка эффективности и реализуемости программ и мероприятий по СРФИ НС (национальных, региональных, международных)	Экономические оценки			ЭЭ
23.		Организационно-технические оценки			ЭЭ
24.	Оценка эффективности и сравнительный анализ различных вариантов СРФИ НС, их СЧ, услуг	Оценка ТТХ НС по ТЗ, ТТТ и др.			ФЭ
25.		Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ			ФЭ, ЭЭ
26.		Оценка бюджетной и коммерческой эффективности различных проектов	*		ЭЭ
27.		Оценка деятельности конечных потребителей услуг НС			ЭЭ
28.		Оценка эффективности повышения национальной безопасности			ФЭ

\* - Сложность заключается в том, что задача оценки эффективности или задача, требующая проведения оценок эффективности, ставится в общем виде, и фактически не ясно, что именно необходимо делать, на каком базисе исходных данных и методическом аппарате проводить данные оценки, что требует дополнительных исследований и их систематизации.

### 1.1.1.2 Классификация областей проведения оценок, позволяющих провести исчерпывающие оценки по классифицированным задачам

Последняя колонка в таблице 1 (проекта классификатора задач в сфере навигационной деятельности) – область проведения оценки, показывает, что все области проведения оценок можно свести к трем основным и двум дополнительным, зависимым от основных (рисунок 9).

Таким образом, классификация областей проведения оценок, позволяющих провести исчерпывающие оценки по классифицированным задачам, включает:

- оценку функциональной эффективности (ФЭ) и эффективности повышения национальной безопасности;
- оценку эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности (ЭСНПТР) и эффективности международной деятельности (ЭМД);
- оценку экономической эффективности (ЭЭ).

Как будет показано в следующих разделах, эффективность повышения национальной безопасности можно считать частным случаем функциональной эффективности, а оценку эффективности международного сотрудничества (деятельности) – частным случаем эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.



Рисунок 9 – Общая схема классификации областей проведения оценок, позволяющих провести исчерпывающие оценки по классифицированным задачам

Следует также отметить, что из трех рассматриваемых областей оценки функциональной эффективности определяется физическими, техническими законами, закономерностями и правилами (более «техническая», более связана с техническими системами, функционирующими в физическом пространстве), оценка экономической эффективности – организационными и общественными законами, закономерностями и правилами (более «социальная», более связана с обществом и исходными данными, от него получаемыми), а оценка эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования



определяется и теми, и другими (зачастую – их комбинацией), что приводит как к ряду особенностей при процедуре формализации областей оценок, построения методического базиса и проведения оценок, так и к тому, что для оценки функциональной эффективности, например, более свойственны более точные, конкретные результаты оценок, а для оценки экономической эффективности – более общие, прогнозные результаты (рисунок 10).



Рисунок 10 – Условия, определяющие формирование особенностей областей проведения оценок

### 1.1.2 Разработка сводного перечня особенностей комплексной оценки эффективности для каждой области проведения оценки для учета при разработке комплексной методологии

Сводный перечень особенностей комплексной оценки эффективности для каждой области проведения оценки, использовавшийся для учета при разработке комплексной методологии, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Сводный перечень общих особенностей комплексной оценки эффективности для каждой области проведения оценки, использовавшийся для учета при разработке комплексной методологии

№ п. п.	Область проведения оценки	Тип оценки (для каждой области)	Особенности комплексной оценки эффективности
1.	Функциональная эффективность	Оценка ТТХ НС из ТЗ, ТТТ и др. подобных документов	Методики оценки приводятся в соответствующих документах, но в отдельных случаях неполны или недостаточны для качественной оценки. В отдельных случаях отсутствуют достоверные ИД для проведения расчетов.
2.		Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ (функциональным)	Методики оценки приводятся в соответствующих документах. Характеристики не всегда способны отразить функциональную эффективность в полной мере. В

№ п. п.	Область проведения оценки	Тип оценки (для каждой области)	Особенности комплексной оценки эффективности
			отдельных случаях отсутствуют достоверные ИД для проведения расчетов.
3.		Оценка по модельным (номинальным) характеристикам НС	Методики оценки разрабатываются в интересах различных системных исследований, (для ГНСС этот тип оценки используется в основном применительно к ОГ данных ГНСС).
4.		Оценка не прямой эффективности	Используются показатели эффективности целевых систем, использующих навигационную, – транспортные, связные и др. системы. В каждом случае разработка методик отдельная задача. Невозможно стандартизировать. В отдельных случаях отсутствуют достоверные ИД для проведения расчетов.
5.		Оценка с помощью эксплуатационных характеристик	Методики оценки приводятся в соответствующих документах (или должны быть разработаны при разработке таких документов). На основе оценок возможно предоставление гарантий качества получаемых услуг НС в соответствии с требованиями современных потребителей. Для проведения расчетов необходимы только достоверные официальные ИД.
6.	Эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективность международной деятельности	Мониторинг текущего состояния, мониторинг правоприменения, оценка эффективности НИР, оценка качества нормативного материала	Необходимость использования единого терминологического и классификационного базиса. Отсутствие необходимости разработки специальных методик. Необходимость организации сбора, обработки и хранения достоверных ИД с обязательной актуализацией в реальном времени.
7.	Эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности с помощью экспертных характеристик	Оценка эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности с помощью экспертных характеристик	Необходимость использования единого терминологического и классификационного базиса. Необходимость разработки сложных математических моделей системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и привлечения алгоритмов машинного обучения. Необходимость организации сбора, обработки и хранения достоверных ИД с обязательной актуализацией в реальном времени.

№ п. п.	Область проведения оценки	Тип оценки (для каждой области)	Особенности комплексной оценки эффективности
8.	Экономическая эффективность	Оценка деятельности конечных потребителей навигационных услуг	В каждом случае разработка методик отдельная задача. Невозможно стандартизировать. Только апостериорная оценка. Необходимо наличие официально предоставляемых ИД (верифицируемых данных экономической отчетности).
9.		Оценка потоковых и капитальных величин с помощью макро- и микро- экономических моделей	Необходимость построения и уточнения модели экономики навигационных систем с помощью макро- и микро- экономических моделей (выбор типов используемых моделей и их адаптация). Необходимость использования достоверных официально предоставляемых данных. Возможность получения прогнозных оценок. Возможность связи оценок с макроэкономическими показателями.
10.		Оценка рынков навигационных услуг/технологий	В каждом случае разработка методик – отдельная задача. Могут использоваться классические методики исследования рынка. Проблема полноты охвата участников. Невозможно стандартизировать. Только апостериорная оценка. Необходимо наличие официально предоставляемых ИД. Прогнозная оценка возможна только экспертными методами.
11.		Оценка мероприятий (программ) как инвестиционных проектов	Изолированная оценка отдельных мероприятий. Используются классические экономические показатели для инвестиционных проектов. Слабо применимы для проектов с государственным финансированием.
12.		Оценка стоимости/затрат на мероприятие (Программу мероприятий) в форме ТЭО на НИОКР	Методика достаточно проработана, однако диапазон ее возможных применений и ценность таких оценок необходимо рассматривать исходя из каждого конкретного случая. Проблема полноты ИД. Необходима общая база ТЭО.
13.		Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ (экономическим)	Методики оценки приводятся в соответствующих документах. Характеристики не всегда способны отразить экономическую эффективность в полной мере. В отдельных случаях отсутствуют достоверные ИД для проведения расчетов.

## 1.2 Комплексная методология

Предлагаемая методика комплексной оценки эффективности навигационных систем предполагает использование трех основных групп критериев, по количеству областей проведения оценки (рисунок 11):

- функциональная эффективность, включая:
  - оценку тактико-технических характеристики навигационных систем из различных документов, включая:
    - оценку тактико-технических характеристик навигационных систем из технических заданий;
    - оценку тактико-технических характеристик навигационных систем из тактико-технических требований;
    - оценку тактико-технических характеристик навигационных систем из интерфейсных контрольных документов;
  - оценку по индикаторам и показателям федеральных целевых программ;
  - оценку по модельным (номинальным) характеристикам навигационных систем;
  - оценку непрямо́й эффективности;
  - оценку с помощью эксплуатационных характеристик;
- эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности, включая:
  - мониторинг текущего состояния, мониторинг правоприменения, оценка эффективности научно-исследовательских работ, оценка качества нормативного материала;
  - оценка эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности с помощью экспертных характеристик, включая:
    - общие экспертные оценки, включая:
      - оценку полноты (достаточности) актов нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности (НПТР);
      - оценку используемости (применимости) актов нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности;
      - оценку наличия проблемных вопросов нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности;
      - оценку избыточности актов нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности;



Рисунок 11 – Группы критериев эффективности в предлагаемой методологии

- расширенные экспертные оценки (предусматривающие оценку соответствия решаемой объектом нормопользования задачи (степени решения целевой задачи) с использованием различных математических моделей системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования);
  - расширенные углубленные экспертные оценки (предусматривающие оценку соответствия решаемой объектом нормопользования задачи (степени решения целевой задачи) с использованием различных математических моделей системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования с учетом того, что нормативные документы в реальности содержат не нормы, а их проекции);
- экономическая эффективность, включая:
- оценку деятельности конечных потребителей навигационных услуг;
  - оценку рынков навигационных услуг/технологий
  - оценку мероприятий (программ) как инвестиционных проектов;
  - оценку стоимости/затрат в форме технико-экономических обоснований на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
  - оценку по индикаторам и показателям федеральных целевых программ;
  - оценка потоковых и капитальных величин с помощью макро- и микро-экономических моделей, включая:
    - оценку бюджетной и коммерческой эффективности;
    - оценку отраслевого влияния навигационных систем.

Более подробно методология рассмотрена в разделах 2, 3, 4 отдельно для каждой группы критериев.

### 1.3 Общие выводы по разделу 1

1. Проведен анализ существующих общесистемных проблемных вопросов и разработаны предложения по путям их решения.

2. Проведена классификация задач в сфере навигационной деятельности, требующих проведения комплексной оценки эффективности.

3. Проведена 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;

4. Разработан сводный перечень особенностей комплексной оценки эффективности для каждой области проведения оценки для учета при разработке комплексной методологии

5. Разработан общий подход к построению комплексной методологии комплексной оценки эффективности навигационных систем.

## 2 Функциональная эффективность навигационных систем

### 2.1 Анализ проблемных вопросов и разработка предложений по путям их решения

#### 2.1.1 Общее описание проблемных вопросов оценки функциональной эффективности

К основным проблемным вопросам оценки функциональной эффективности можно отнести:

- формализацию (определение и уточнение) предметной области (области проведения оценки), т.е. «что именно оценивается?», включая:
  - состав, схемы взаимодействия (логические, информационные, организационно-технические и др.) принципы работы навигационных систем, составных частей навигационных систем, аппаратно-программных и технических средств, участвующих в различных аспектах создания, развития, функционирования и использования навигационных систем;
  - способы и принципы формирования и предоставления услуг;
  - условия создания, развития, функционирования и использования навигационных систем, их составных частей, аппаратно-программных и технических средств, входящих в их состав, формируемых и предоставляемых ими услуг;
- формализацию (определение, уточнение или разработку) способов оценки, т.е. «как оценивается?», включая:
  - перечень оцениваемых характеристик;
  - определения оцениваемых характеристик;
  - методики, используемые для расчета характеристик;
- формализацию (определение, уточнение или разработку) способов подтверждения результатов оценок, т.е. «как подтверждается?», включая:
  - выбор опорных данных для проведения оценок;
  - подготовку и использование исходных данных для проведения оценок;
  - процедуры валидации результатов оценок;
- формализацию (определение, уточнение или разработку) нормативно-правового и нормативно-технического базиса (комплекса документов), используемого для оценки функциональной эффективности;
- формализацию (определение, уточнение состава используемых или создание новых) аппаратно-программных и технических средств, используемых для проведения оценок функциональной эффективности.

### 2.1.2 Оценка применимости существующих подходов, средств и методов для задачи оценки функциональной эффективности

В настоящее время существует значительное количество подходов, средств и методов для задачи оценки функциональной эффективности, несмотря на то, что многие из них противоречат друг другу, или ценность таких оценок сомнительна. Зачастую, также, даже устоявшиеся подходы, средства и методы, не обладают полным пакетом формализованных методик расчета, что приводит к необходимости проведения дополнительных исследований и формированию дополнительных групп методик, не обладающих достаточной нормативной силой.

К основным, практически лишенным указанных недостатков, подходам, средствам и методам, которые могут быть использованы для построения единой методологии оценки эффективности, можно отнести:

- оценку тактико-технических характеристик навигационных систем из технических заданий на их создание или развитие, тактико-технических требований и др. подобных документов (методики их оценки приводятся в соответствующих документах на систему, но в отдельных случаях как отмечалось выше – неполны или недостаточны для качественной оценки);
- оценку по модельным (номинальным) характеристикам навигационных систем (методики их оценки разрабатываются в интересах различных системных исследований, в том числе для сравнительного анализа различных вариантов развития навигационных систем или сравнительного анализа различных навигационных систем (для ГНСС этот тип оценки используется в основном применительно к орбитальным группировкам (ОГ) данных ГНСС));
- оценку по индикаторам и показателям федеральных целевых программ (например, для системы ГЛОНАСС - федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы» и предыдущей программы);
- оценку непрямой эффективности через показатели эффективности целевых систем, использующих навигационную, - транспортные, связные и др. системы.

В текущем виде (в том, как они определены в устанавливающих документах) возможно использование не всех названных подходов, средств и методов. В отдельных случаях требуется дополнительная работа по их гармонизации, уточнению, определению границ применимости, определению источников и порядку использования опорных данных. Также необходимо обеспечить строгие формальные связи (на уровне методик, подходов или, по крайней мере, ограничений) различных подходов, средств и методов в случае, если они используются для проведения оценок одних и тех же или сходных областей проведения оценок.



### 2.1.3 Общий подход к оценке функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик

Переход к оценке функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик является основным требованием современных потребителей (или провайдеров систем второго уровня), заинтересованных в предоставлении гарантий качества получаемых услуг навигационных систем, провайдеров услуг навигационных систем, обязанных предоставлять такие гарантии качества и различных национальных и международных организаций, занимающихся оценкой и подтверждением характеристик услуг навигационных систем.

Как отмечалось выше, эксплуатационные характеристики формируются потребителями (и международными организациями, представляющими интересы определенных категорий потребителей), и являются отражением их требований к услугам и определяются в таких документах, как стандарты эксплуатационных характеристик. В качестве значений эксплуатационных характеристик используются гарантированные значения неухода эксплуатационных характеристик за заданные в стандартах эксплуатационных характеристик пределы и проверяются на длительных интервалах функционирования системы.

Таким образом, в качестве эксплуатационных характеристик должны использоваться характеристики, признаваемые международным сообществом и применимые для сертификации навигационных систем и услуг на их основе и для оценки, контроля и подтверждения характеристик навигационных систем в рамках международных организаций.

На примере системы ГЛОНАСС общий подход к оценке функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик выглядит следующим образом (рисунок 12).

Базовая услуга системы ГЛОНАСС предоставляется провайдером в виде сигнала-в-пространстве (SIS – Signal-in-space), то есть радиосигнала, в котором содержится навигационное сообщение, с помощью которого потребитель может определить свое местоположение, компоненты вектора скорости с привязкой ко времени системы.

Потребители первого уровня представляют собой своеобразный фильтр, оказывающий значительную поддержку обычным потребителям (потребителям второго уровня и провайдерам, системы являются системами второго уровня, т.е. представляют услуги, основанные на базовой).

Основными типами потребителей первого уровня являются:

- международные организации, консолидирующие потребителей по их типу (например, ИКАО и ИМО), устанавливающие для них правила, обязательные к исполнению, принимающие решение о возможности использования тех или иных НС, определяющие требования к ним (в том числе в соответствии с данными, предоставленными провайдерами услуг навигационных систем) и порядок их использования);
- международные (и национальные) организации, занимающиеся мониторингом, оценкой и подтверждением характеристик навигационных систем (например, Международный комитет по ГНСС при ООН – МКГ, International GNSS Service – IGS и др.);

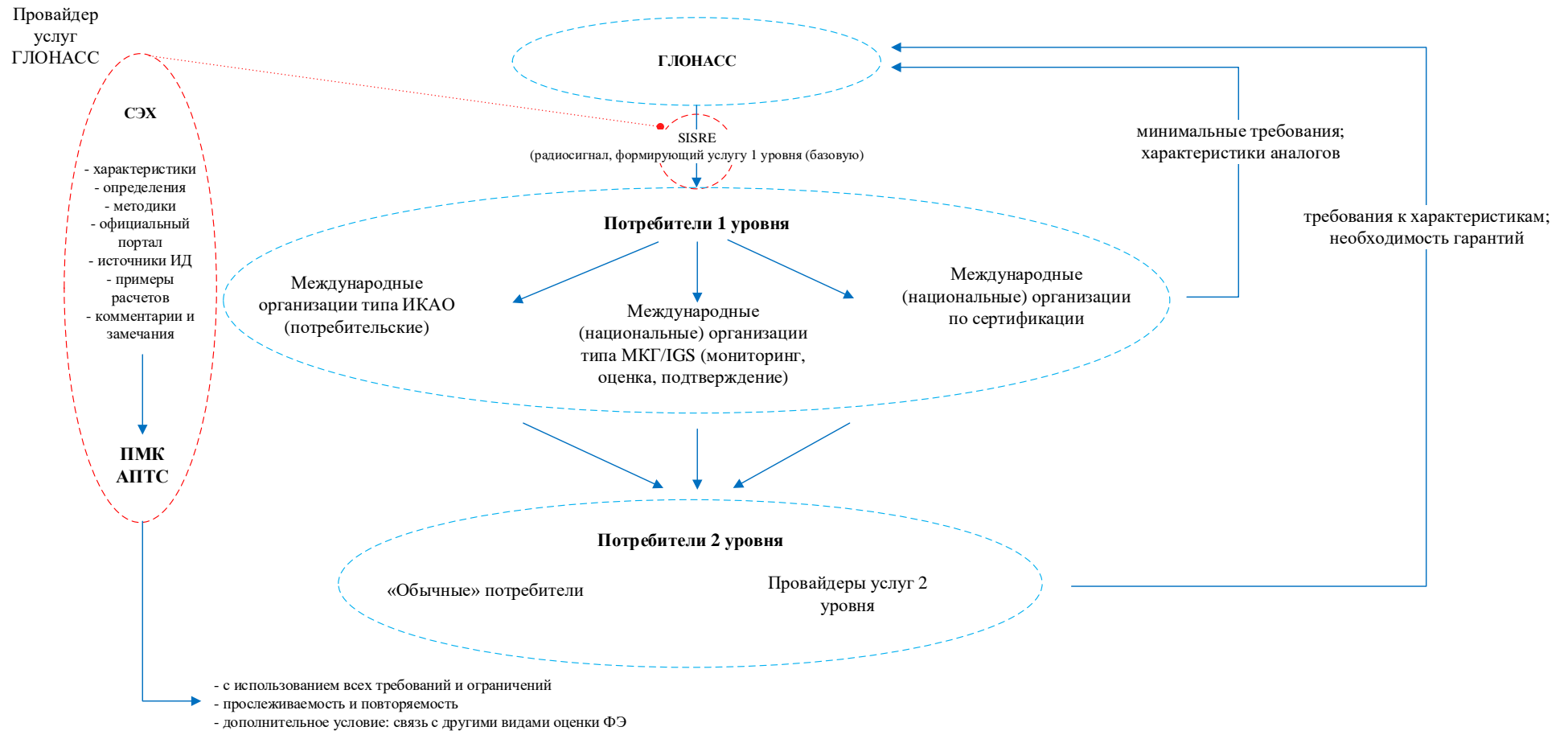


Рисунок 12 – Общий подход к оценке функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик на примере системы ГЛОНАСС

- международные (и национальные) организации, занимающиеся оценкой и подтверждением характеристик навигационных систем в интересах сертификации навигационных систем, их составных частей и предоставляемых ими услуг, как с обязательным взаимным признанием результатов, так и без такого признания (например, в Российской Федерации – Федеральная система сертификации космической техники - ФСС КТ (находится в настоящее время в состоянии реформирования, вместо нее будет создана Система оценки соответствия), комплекс средств сертификации системы ГЛОНАСС - КСС ГЛОНАСС (в настоящее время создается), в США – Сертификационный комитет в составе NIST (Национальный институт стандартов и технологий) и др.).

Потребители первого уровня формируют также минимальные требования к характеристикам услуг навигационных систем или предоставляют характеристики услуг систем-аналогов. Чаще всего представители провайдеров услуг навигационных систем являются членами различных рабочих групп в организациях потребителей первого уровня. Таким образом, обеспечивается плотный контакт и эффективное взаимодействие.

Потребители второго уровня объединяют «обычных потребителей» и провайдеров услуг второго уровня. Они также формируют требования к услугам первого уровня по характеристикам и по необходимому объему гарантий от провайдеров (или организаций, выполняющих в том числе их функцию) услуг первого уровня.

Таким образом, провайдер системы ГЛОНАСС, предоставляет не только физически услуг – радионавигационный сигнал, а формализует ее в виде Стандарта эксплуатационных характеристик (для системы ГЛОНАСС такой документ называется Стандарт эксплуатационных характеристик услуг открытого сервиса системы ГЛОНАСС), содержащий непосредственно (или в виде ссылок на официальные источники):

- набор (перечень) эксплуатационных характеристик;
- соответствующий перечень определений эксплуатационных характеристик;
- методики расчета эксплуатационных характеристик;
- официальный портал (ссылку на него) с актуальной информацией по мониторингу, контролю и подтверждению характеристик услуг ГЛОНАСС;
- источники исходных данных для расчетов;
- примеры расчетов;
- необходимые для проведения процедур мониторинга, контроля и подтверждения характеристик услуг ГЛОНАСС комментарии и замечания.

Таким образом, оценка функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик предполагает выполнение следующих процедур:

- описание всех имеющихся или разрабатываемых стандартов эксплуатационных характеристик;
- описание (составление перечня) всех возможных эксплуатационных характеристик услуг навигационных систем;
- формализация (разработка) их определений;

- формализация (разработка) методик их расчета;
- определение источников исходных данных;
- определение методик подтверждения результатов (включая необходимость обеспечения прослеживаемости и повторяемости результатов);
- выбор наборов эксплуатационных характеристик для различных задач оценки функциональной эффективности;
- формализация (разработка) методик сравнения (связи) или перехода к другим видам оценки функциональной эффективности,
- разработка необходимых программно-математических комплексов (ПМК) с учетом всех требований, условий, замечаний и ограничений.

#### 2.1.4 Предложения по разработке недостающих элементов подхода (принципов применения, документов (нормативно-правовых и нормативно-технических актов), средств и систем, обеспечивающих возможность применения)

Недостающие элементы подхода по оценке функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик на примере системы ГЛОНАСС представлены на рисунке 13. Оценка других ГНСС и навигационных систем, функционирующих на основе ГНСС, будет аналогичной.



Рисунок 13 – Недостающие элементы подхода по оценке функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик на примере системы ГЛОНАСС

Для системы ГЛОНАСС только недавно разработан, согласован и утвержден Стандарт эксплуатационных характеристик услуг открытого сервиса (СТЭХОС), содержащий перечень

эксплуатационных характеристик услуг ГЛОНАСС; их определения; методики их расчета; источники исходных данных. Более подробные сведения о составляющих данного документа приведены в разделе 2.2.5. Для систем GPS, Galileo и BDS такие документы также существуют и активно используются.

Поскольку СТЭХОС является довольно «свежим» документом, задача выбора наборов эксплуатационных характеристик для различных задач оценки функциональной эффективности уже решена – перечень эксплуатационных характеристик в СТЭХОС максимально полон и составлен с учетом требований потребителей первого уровня и с учетом опыта аналогичных документов других навигационных систем.

Один из вариантов решения задачи формализации (разработки) методик сравнения приведен в разделе 2.2.5.10 для оценки функциональной эффективности по показателям и индикаторам ФЦП ГЛОНАСС и эксплуатационным характеристикам. Методики связи с другими видами оценки функциональной эффективности в настоящее время находятся в стадии разработки.

Разработке программно-математического комплекса и его применению для решения реальных задач посвящены разделы 5.1.2 и 5.2.1.

Задача разработки (согласования и утверждения) необходимого нормативно-правового и нормативно-технического базиса проведения оценки функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик для решения задач сертификации услуг навигационных систем и мониторинга, оценки и подтверждения характеристик навигационных систем в настоящее время также находится в стадии решения.

В настоящее время для задач сертификации услуг навигационных систем и мониторинга, оценки и подтверждения характеристик навигационных систем создаются различные аппаратно-программные и технические средства и системы зачастую нескоординированно (даже в случае их создания в одной стране), соответственно необходимо разработать механизмы их взаимной интеграции и эффективного использования.

Вопрос обеспечения процедур обратной связи с участниками процесса оценки функциональной эффективности или теми, кто использует результаты данных оценок также не решен.

Также необходима общая отладка всех элементов данного подхода, которую можно будет провести только по результатам значительного количества его использований для исследований и для решения практических задач.

Схема данного подхода для других навигационных систем (в основном второго уровня) как отмечалось выше - такая же, осложненная необходимостью разработки (или адаптации существующих) стандартов эксплуатационных характеристик для данных навигационных систем. В случае навигационных систем второго уровня в Российской Федерации (для Системы дифференциальной коррекции и мониторинга – СДКМ (СДКМ-КФД – после модернизации, проводимой в настоящее время) и Глобальной системы высокоточного определения навигационной и эфемеридно-временной информации (СВО ЭВИ)) – потребуется ввод систем в

эксплуатацию и только потом разработка, согласование и утверждение стандартов эксплуатационных характеристик для данных систем.

## 2.2 Подходы, методы и методики оценки функциональной эффективности

### 2.2.1 Оценка тактико-технических характеристик навигационных систем из ТЗ, ТТТ и др. подобных документов

Как отмечалось выше, одним из видов оценки функциональной эффективности является оценка тактико-технических характеристик навигационных систем из технических заданий на их создание или развитие, тактико-технических требований и др. подобных документов. Рассмотрим три основных типа таких оценок и их примеры. Следует отметить, что в каждом отдельном случае необходимо проводить значительную аналитическую работу по выбору документов, характеристик, методик их расчета для каждой отдельной навигационной системы для каждой отдельной задачи. Общей является в данном случае только классификация типов оценки функциональной эффективности.

Данный тип оценки не идеален с методологической точки зрения, однако в отдельных случаях и для отдельных типов задач его использование оправдано, поэтому оно и включено в общую методологию комплексной оценки эффективности.

### 2.2.2 Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ

Данный тип оценки рассмотрим на примере системы ГЛОНАСС и недавно завершенной федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы» (ФЦП ГЛОНАСС или Программа). Индикаторы и показатели данной ФЦП могут быть использованы как для оценки функциональной эффективности, так и для оценки экономической эффективности,

Данный документ содержит:

- перечень характеристик (формализованных в виде комплекса индикаторов и показателей);
- набор методик расчета (формализованных в виде документа «Методика оценки эффективности федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012 – 2020 годы»), содержащих:

Однако данная методика используется для предоставления возможности управляющему органу Программы (государственному заказчику – координатору Программы, государственным заказчикам Программы) производить мониторинг ее реализации, оценивать степень достижения основной цели и выполнения поставленных задач и при необходимости, производить необходимые корректирующие воздействия.

Данный вид оценок больше относится к оценке тактико-технических характеристик, а не эксплуатационных характеристик, однако возможность формализации связи характеристик данного типа оценки функциональной эффективности и методик их расчета с другими типами

оценок приведены в разделе 2.2.5.10, как раз на примере оценки функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик.

### 2.2.3 Оценка по модельным (номинальным) характеристикам НС

Как отмечалось выше, данный тип оценок используется для проведения различных системных исследований, в том числе для сравнительного анализа различных вариантов развития навигационных систем или сравнительного анализа различных навигационных систем. Рассмотрим данный тип оценок на примере проведения сравнительного анализа характеристик ОГ различных ГНСС: ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BDS.

#### 2.2.3.1 Общий подход к оценке и исходные данные

Для проведения сравнительного анализа необходимо выбрать набор оцениваемых характеристик. Проведем его выбор исходя из следующих допущений.

ГНСС предназначены для непрерывного обеспечения неограниченного числа воздушных, морских, наземных и космических потребителей высокоточной координатно-временной информацией в любой точке Земли и околоземного пространства независимо от метеоусловий.

Основной задачей для потребителей является задача местоопределения, которая решается на основе измерений потребителя относительно НС. При этом уточняемыми параметрами являются вектор положения  $S$  и время  $\Delta t_1$ .

Одномоментная задача местоопределения сводится к определению четырех уточняемых параметров  $(s_x, s_y, s_z, \Delta t_1)$ , количество уравнений равно числу включенных в обработку измерений относительно видимых спутников.

Задача местоопределения потребителя в большинстве случаев решается в линеаризованном виде с использованием различных линейных фильтров. При этом чаще всего используется метод взвешенных наименьших квадратов (МНК), который предполагает решение следующего уравнения:

$$S = W^T a, \quad (1)$$

где  $S$  -  $n$ -мерный вектор измерений;  $a$  - 4-х-мерный вектор  $(s_x, s_y, s_z, \Delta t_1)$  определяемых параметров;  $W^T$  - матрица производных  $(n \times 4)$ .

Строками матрицы  $W^T$  являются вектора  $v_j^T = |e_{xj}, e_{yj}, e_{zj}, 1|$ , где  $e_{xj}, e_{yj}, e_{zj}$  - координаты единичного вектора  $e_j$  по направлению от потребителя на  $j$ -й спутник в топоцентрической (или любой выбранной для решения) системе координат.

Решение МНК представляется в виде:

$$\hat{a} = (WB_0^{-1}W^T)WB_0^{-1}S, \quad (2)$$

где  $\hat{a}$  - оценка вектора определяемых параметров;  $B_0$  - весовая матрица МНК.

Оценки точности местоопределения вычисляются как диагональные элементы матрицы вторых моментов ошибок определения местоположения потребителя, полученной при обработке

МНК одномоментных измерений относительно всех наблюдаемых навигационных космических аппаратов с диагональной весовой матрицей. В качестве весов берутся значения приведенной ошибки измерений псевдодальности (UERE) с учетом зависимости этой ошибки от угла места наблюдаемого навигационного космического аппарата (вариант такого бюджета приведен в таблице 4, который наиболее близок к вариантам бюджета систем Galileo, BDS и погрешностям измерений псевдодальности (0.5-0.7 м) для системы GPS и порядка 1.0 м для системы ГЛОНАСС).

Вычисляются следующие оценки ошибок:  $\sigma_H = \sqrt{k_{11} + k_{22}}$  - горизонтальная составляющая ошибки местоопределения;  $\sigma_V = \sqrt{k_{33}}$  - вертикальная составляющая ошибки местоопределения;  $\sigma_p = \sqrt{k_{11} + k_{22} + k_{33}}$  - корень из следа матрицы вторых моментов ошибок определения положения потребителя;  $\sigma_G = \sqrt{\sum_{i=1}^4 k_{ii}}$  - корень из следа полной матрицы ошибок определения положения и времени потребителя;  $\sigma_t = \sqrt{k_{44}}$  - ошибка определения времени потребителя. Здесь  $k_{ii}$  - диагональные элементы матрицы  $F_0^{-1}$ , которая определяется выражением:

$$F_0 = (WB_0^{-1}W^T) = \sum_{j=1}^{n_v} w_j w_j^T, \quad (3)$$

где  $w_j^T$  - вектор-строка  $W$ , пронормированная диагональным элементом  $\sigma_{0j}$  матрицы  $B_0^{-1}$  ошибкой измерений псевдодальности  $j$ -го спутника.

$$w_i^T = \frac{1}{\sigma_i} \|n_{xi}, n_{yi}, n_{zi}, 1\|, \quad (4)$$

где  $n_v$  - количество видимых спутников для заданного маскирующего угла  $\gamma_m$ ;

В общем случае весовые коэффициенты  $\sigma_{0j}$  могут не совпадать с ошибкой  $\sigma_j$   $j$ -го измерения псевдодальности.

Для описания характеристик в каждой точке области действия ГНСС в работе используется матрица (3).

Наиболее полными характеристиками этой матрицы являются ее собственные числа или собственные числа обратной матрицы и собственные вектора, совпадающие для прямой и обратной матриц. Однако, для сохранения традиционных для спутниковой навигации определений, имеет смысл описывать информационную матрицу диагональными элементами обратной к ней матрицы.

При  $\sigma_i \neq 1$  эти элементы соответствуют среднеквадратическим ошибкам местоопределения и времени  $\sigma_p, \sigma_H, \sigma_V, \sigma_b$ , а при  $\sigma_i = 1$  - различным геометрическим факторам:  $GDOP$  - глобальный геометрический фактор (квадратный корень из суммы всех диагональных



элементов матрицы  $F_0^{-1}$ );  $PDOP$  – пространственный геометрический фактор (корень квадратный из суммы первых трех диагональных элементов);  $VDOP$  – вертикальный геометрический фактор (корень квадратный из третьего диагонального элемента);  $HDOP$  – горизонтальный геометрический фактор (корень квадратный из суммы первых двух элементов);  $TDOP$  – временной геометрический фактор (корень квадратный из четвертого элемента).

Приведенные определения геометрических факторов имеют смысл при задании векторов производных  $w_i$  в топоцентрической системе координат, первые две оси которой располагаются в местной горизонтальной плоскости, третья – по местной вертикали, четвертая компонента соответствует времени.

Удобство использования геометрических факторов заключается в том, что при равноточных ошибках измерений  $\sigma_i$  они являются коэффициентом усиления соответствующих среднеквадратических ошибок местоопределения и времени (СКО)  $\sigma_G, \sigma_P, \sigma_H, \sigma_V, \sigma_t$ .

Геометрические факторы не зависят от характеристик среды распространения и условий приема сигналов, особенностей обработки сигналов в навигационной аппаратуре потребителя, иными словами они описывают исключительно свойства ОГ ГНСС, т.е. являются системными характеристиками.

СКО, помимо системных характеристик, зависят также от характеристик среды распространения и условий приема сигналов, особенностей обработки сигналов в навигационной аппаратуре потребителя.

Номинальные параметры ОГ, необходимые для проведения расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры ОГ ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BDS

ГНСС	Количество в КА	Полуось, а (км)	Период, Т (ч, мин)	Наклонение, $i$ (град)	Фазирование, $\Delta u$ (град)	Повторяемость трассы
ГЛОНАСС	24	25490	11ч 15мин	64.8	15, 30	17/8
GPS	30	26560	11ч 58мин	54.7	Нет	Нет
Galileo	27	29993	14ч 22мин (51695с)	54	0, 0	15/9
BDS	27	21528	12ч 53мин	55	0,0	13/7

Таблица 4 – Зависимость эквивалентных ошибок измерений псевдодальности (UERE) от угла места  $\gamma$

Угол места (град)	5	10	15	20	30	40	50	60	90
UERE $\sigma$ (м)	2.38	1.44	1.15	1.01	0.87	0.80	0.76	0.73	0.69

### 2.2.3.2 Методики оценки

Часть методики изложена в разделе 2.2.3.2, исключая количество используемых состояний ОГ.

Количество используемых в методике состояний ОГ выбрано исходя из двух факторов:

- сумма вероятностей нахождения ОГ в номинальном состоянии, в состояниях без одного и без двух навигационных космических аппаратов ( $P = P_{S_0} + P_{S_{-1}} + P_{S_{-2}}$ ) для коэффициента готовности  $K_{\text{гот}} \approx 0.99$  составляет более 0.99. Увеличение количества рассматриваемых состояний не приводит к значимому увеличению общей вероятности, а даже небольшое уменьшение общей вероятности приводит к тому, что рассматриваются только 90-95% возможных состояний;
- оценка поведения геометрических факторов при различных вариациях уходов спутников из номинальных орбитальных позиций показала, что при неблагоприятных комбинациях уходов по аргументу широты в допустимой области  $\pm 5$  градусов значения этих геометрических факторов могут увеличиваться на 7-10% (рисунок 14).

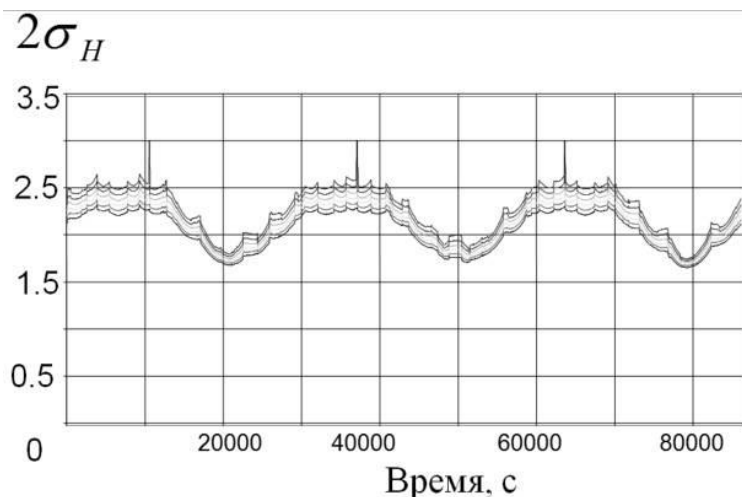


Рисунок 14 – Уходы  $2\sigma_H$  при  $\varphi = 30^\circ$ ,  $\gamma_M = 5^\circ$  соответственно, рассмотрение шести состояний ОГ охватывает более 99% от всего диапазона возможных значений оцениваемых характеристик. К числу этих состояний относятся: номинальное состояние; ОГ в полном составе с наихудшими комбинациями уходов навигационных космических аппаратов по аргументу широты; ОГ без одного навигационного космического аппарата (в каждый момент времени берётся наихудший вариант отсутствия навигационного космического аппарата); ОГ без одного навигационного космического аппарата с наихудшей комбинацией уходов по аргументу широты; ОГ без двух навигационных космических аппаратов; ОГ без двух навигационных космических аппаратов с наихудшей комбинацией уходов навигационных космических аппаратов по аргументу широты.

### 2.2.3.3 Оцениваемые характеристики

В качестве оцениваемой характеристики выберем вертикальную составляющую среднеквадратической ошибки ( $2\sigma_{v_{\max}}$ ), поскольку вертикальная ошибка при навигационных определениях практически всегда наибольшая. Для наиболее полного представления поведения рассматриваемой характеристики дополним оценки среднеквадратической ошибки соответствующими оценками доступности ( $A$ ).

При проведении оценок будем использовать три состояния ОГ: номинальное, без одного и без двух навигационных космических аппаратов.

### 2.2.3.4 Результаты оценок

На рисунках 15, 16, 17, 18 представлены широтные зависимости  $2\sigma_{V_{MAX}}$  и  $A(2\sigma_V \leq 4м)$  для четырех систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo и BDS, соответственно, для выбранных состояний ОГ.

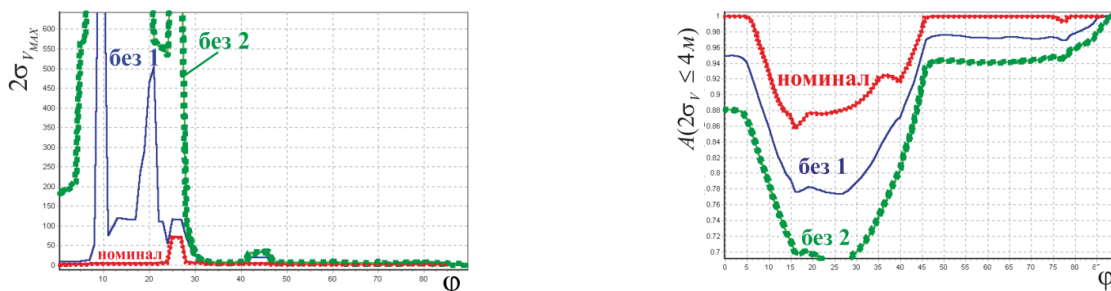


Рисунок 15 – Зависимость  $2\sigma_{V_{MAX}}$  от  $\varphi$  (слева),  $A(2\sigma_V \leq 4м)$  от  $\varphi$  (справа), ГЛОНАСС

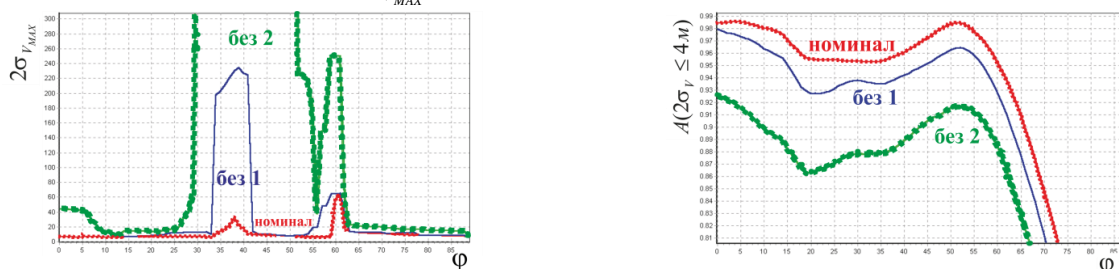


Рисунок 16 – Зависимость  $2\sigma_{V_{MAX}}$  от  $\varphi$  (слева),  $A(2\sigma_V \leq 4м)$  от  $\varphi$  (справа), GPS

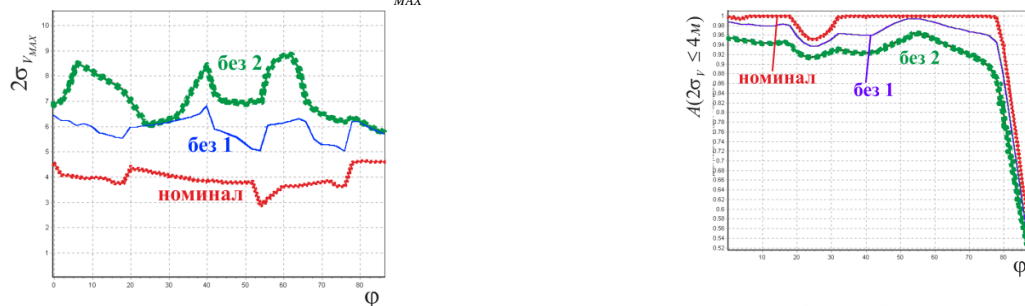


Рисунок 17 – Зависимость  $2\sigma_{V_{MAX}}$  от  $\varphi$  (слева),  $A(2\sigma_V \leq 4м)$  от  $\varphi$  (справа), Galileo

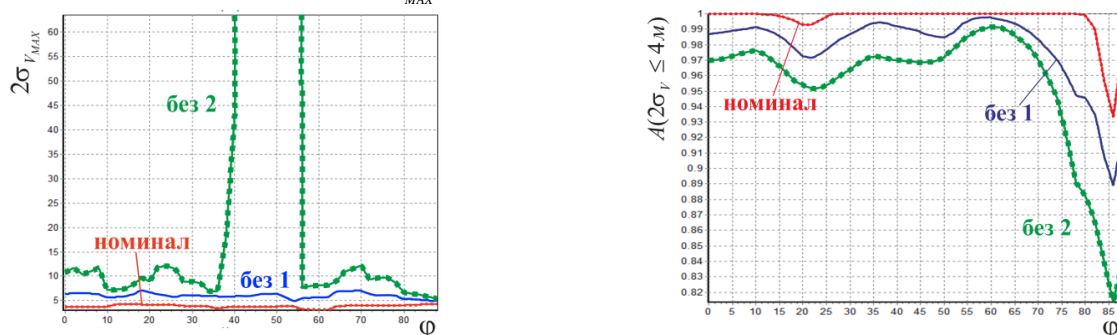


Рисунок 18 – Зависимость  $2\sigma_{V_{MAX}}$  от  $\varphi$  (слева),  $A(2\sigma_V \leq 4м)$  от  $\varphi$  (справа), BDS

### 2.2.3.5 Основные выводы

На основе проведенных оценок можно сделать следующие выводы:

- в случае номинального состояния ОГ, система ГЛОНАСС обеспечивает точность/доступность навигации, сопоставимые с точностью/доступностью системы Galileo только для широт выше  $\pm 45^\circ$  (в приполярных районах характеристики ГЛОНАСС даже лучше). Это объясняется большим наклоном плоскостей орбит ГЛОНАСС ( $i = 65^\circ$ ). Но именно выбор такого высокого наклона при малом общем количестве спутников в системе привело к резкому ухудшению точности/доступности навигации в южных широтах, вплоть до потери наблюдаемости навигационной задачи на широтах  $\pm 27^\circ$ ;
- в случае выхода из строя одного спутника системы Galileo и BDS качественные характеристики навигации систем практически не изменяются. Для ГЛОНАСС качественные характеристики навигации для широтного пояса  $10^\circ - 45^\circ$  резко ухудшаются, более 14% возможных решений навигационной задачи будут иметь вертикальную ошибку порядка 10-100 м. В системе GPS снижение качественных характеристик отмечается для широтных поясов ( $36^\circ - 48^\circ$ ) и ( $55^\circ - 70^\circ$ ), однако следует отметить, что потенциальное количество ошибок с большой величиной примерно в 3,5 раза меньше, чем для системы ГЛОНАСС;
- при выходе из строя 2-х спутников система Galileo продолжает обеспечивать приемлемую навигацию  $2\sigma_v \approx 6-9$  м, при этом процент превышения заданного уровня точности  $2\sigma_v = 4$  м колеблется от 20% в южных широтах до 2-3% в северных, исключая приполярные области, где  $(1-A(2\sigma_v \leq 4 \text{ м})) \approx 10-15\%$ . Для системы ГЛОНАСС для широт ниже  $30^\circ$  в 30% реализаций навигация практически невозможна. Для северных широт характеристики точности систем ГЛОНАСС и Galileo достаточно близки. Для системы GPS без двух спутников в широтном поясе  $25^\circ - 65^\circ$  решение навигационной задачи в 11% случаев будет формироваться с ошибками, исключающими возможность его использования. Для системы BDS без двух спутников в широтном поясе  $40^\circ - 55^\circ$  навигация в  $\approx 2\%$  реализаций практически невозможна.

Подобные выводы могут быть использованы, например, при разработке вариантов совершенствования ОГ ГЛОНАСС (в перспективных системных исследованиях) или для общих качественных оценок ОГ существующих ГНСС (для сравнительного анализа и др.).

Данный тип оценок обладает прослеживаемостью и повторяемостью результатов, однако, из-за того, что он применим, в основном, к навигационным системам с ОГ и даже, в большей степени, к самим ОГ, и практически не применим для оценки характеристик услуг, предоставляемых навигационными системами, сфера его применения достаточно ограничена.

## 2.2.4 Оценка непрямо́й эффективности

Данный тип оценки использует показатели целевой эффективности различных систем (транспортные, связные и др. системы), использующих навигационные системы, их составные части или услуги, ими предоставляемые.

Также под непрямо́й эффективностью можно понимать оценку эффективности средств (систем, подходов, методов и др.), не связанных с функциональной эффективностью напрямую, но выполняющих обеспечивающую функцию, например, оценка обратной совместимости навигационной аппаратуры потребителя, вероятность реализации проекта по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационной системы, составных частей навигационной системы, их услуг в заданный срок и др.

В каждом отдельном случае разработка методик расчета характеристик, позволяющих выделение из целевой эффективности навигационной составляющей является отдельной задачей. Стандартизация практически невозможна, в отдельных случаях отсутствуют достоверные исходные данные для проведения расчетов.

Однако такой класс оценок имеет место и должен быть учтен в методологии.

## 2.2.5 Оценка с помощью эксплуатационных характеристик

Как отмечалось выше, данный тип оценки признается международным сообществом и является применимым для сертификации навигационных систем и услуг на их основе и для оценки, контроля и подтверждения характеристик навигационных систем в рамках международных организаций. Возможные применения данного типа оценки более подробно рассмотрены в последующих разделах, в данном разделе приведены основы, необходимые для проведения оценок такого типа.

Данный тип оценки рассмотрим на примере системы ГЛОНАСС и документа «Стандарт эксплуатационных характеристик услуг открытого сервиса ГЛОНАСС» [27, 28, 29, 30], определяющего эксплуатационные характеристики для услуги абсолютной навигации.

Рассматривать будем подробно, начиная с разработки данного документа, заканчивая механизмами подтверждения полученных оценок и формализацией связей с другими типами оценок функциональной эффективности, поскольку организация процесса оценки функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик для практически любой навигационной системы будет сходной.

### 2.2.5.1 Общие сведения о Стандартах эксплуатационных характеристик

Стандарты эксплуатационных характеристик (стандарты открытого сервиса) в целом, являются одним из двух ключевых документов, исчерпывающе описывающих навигационные системы, и обеспечивающих возможность фактического использования навигационных систем.

Первым является Интерфейсный контрольный документ, определяющий интерфейс взаимодействия между потребителем и системой, т.е. параметры навигационных сигналов, а также структуру, содержание и формат навигационных сообщений, передаваемых потребителю.

Вторым документом является Стандарт эксплуатационных характеристик, определяющий уровень заявленных разработчиком и эксплуатантом системы эксплуатационных (гарантированных) характеристик, обеспечиваемых навигационными системами, который будет доступен потребителю. Стандарты эксплуатационных характеристик разрабатываются для определенных навигационных сигналов открытого сервиса и определенных типов навигационных космических аппаратов – в случае их использования в навигационных системах.

И Интерфейсный контрольный документ, и Стандарт эксплуатационных характеристик являются системными интерфейсными документами, определяющими взаимодействие системы и потребителей (рисунок 19). При этом следует отметить, что под потребителем в случае Интерфейсных контрольных документов чаще всего понимаются разработчики навигационной аппаратуры потребителя, так как информация в Интерфейсном контрольном документе наиболее критична именно для них. Интерфейсные контрольные документы, таким образом, является интерфейсом между системой и разработчиками навигационной аппаратуры потребителя. Стандарт эксплуатационных характеристик же является интерфейсом между системой и непосредственно потребителями услуг навигационных систем (авиационные, железнодорожные, дорожные, морские, речные и др.).

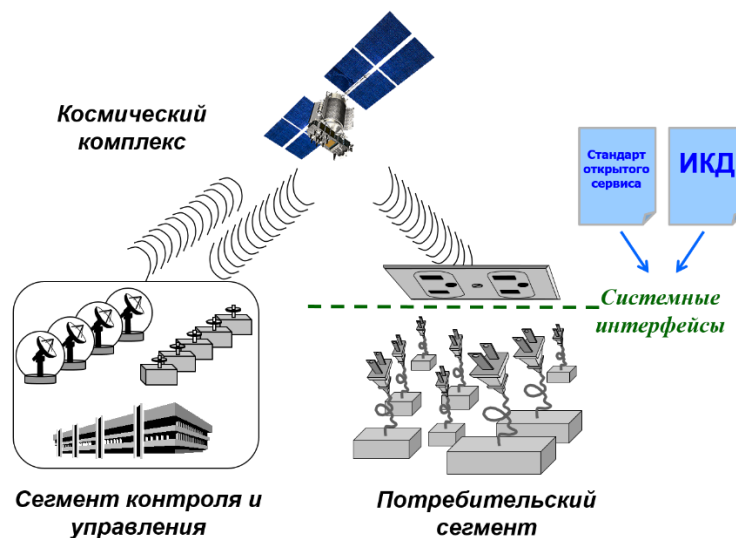


Рисунок 19 – Интерфейсы взаимодействия между навигационными системами и потребителями

Два этих документа дают исчерпывающую информацию как о том, как разрабатывать навигационную аппаратуру потребителя для использования соответствующей навигационной системы, так и о том, какой уровень характеристик получит потребитель при использовании данной навигационной системы и навигационной аппаратуры потребителя.

На рисунке 20 представлена общая иерархическая схема нормативных документов, касающихся стандартизации навигационных систем (на примере ГНСС). Данная схема исчерпывающе определяет место Стандартов эксплуатационных характеристик в существующей нормативной базе. Пунктирной линией отмечены нормативные документы, находящиеся в стадии разработки (стандарты минимальных эксплуатационных характеристик комбинированной навигационной аппаратуры потребителя) и документы, разработка которых

будет начата позднее (Стандарт эксплуатационных характеристик Системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ OS на рисунке) и др.).

Следует отметить, что и Интерфейсные контрольные документы, и Стандарты эксплуатационных характеристик как нормативные документы не имеют строгих аналогов в нормативной практике Российской Федерации как на национальном, так и на международном уровнях. Это связано с тем, что первый Стандарт эксплуатационных характеристик и Интерфейсный контрольный документ были выпущены США на систему GPS (в соответствии с национальной нормативной практикой США), и приняты международным сообществом в качестве основы.

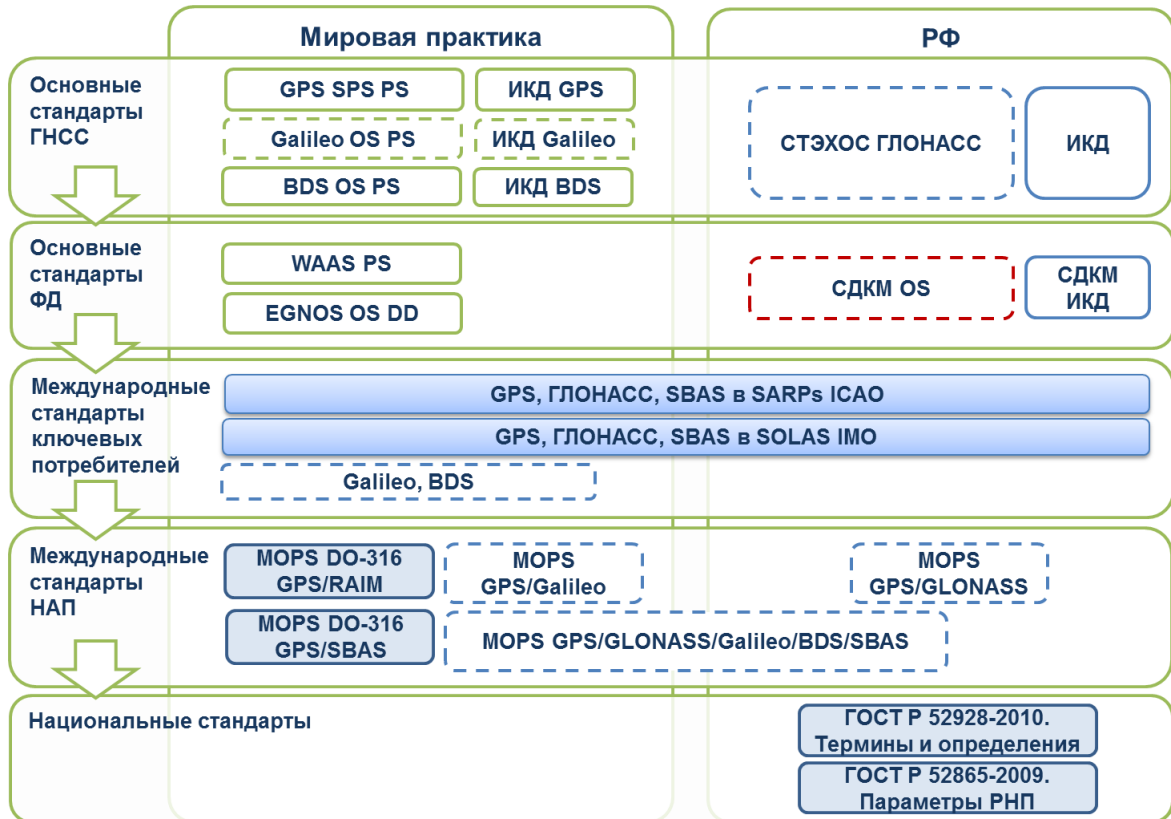


Рисунок 20 –Общая иерархическая схема нормативных документов, касающихся стандартизации ГНСС

### 2.2.5.2 Задачи, для решения которых разрабатывался СТЭХОС ГЛОНАСС, основные требования и ограничения

На самом деле, как будет показано в следующих разделах, спектр возможных задач, которые можно решать с помощью характеристик из СТЭХОС ГЛОНАСС шире, чем те, для решения которых он реально разрабатывался.

Основная задача – легитимное предоставление потребителям информации о гарантированном уровне эксплуатационных характеристик и сопутствующей информации.

Наличие Интерфейсного контрольного документа и Стандарта эксплуатационных характеристик является необходимым и достаточным условием для начала процедуры сертификации услуг как самой системы ГЛОНАСС, так и создаваемых на ее основе функциональных дополнений (в том числе Системы дифференциальной коррекции и

мониторинга, Системы высокоточного определения эфемеридно-временной информации — СВОЭВИ и др.) и навигационной аппаратуры потребителей, используемой авиационными и др. потребителями.

Интерфейсный контрольный документ и Стандарт эксплуатационных характеристик коррелированы со Стандартами и рекомендуемыми практиками (Standards and Recommended Practices - SARPs) ИКАО и стандартами минимальных эксплуатационных характеристик (Minimum Operational Performance Specification - MOPS) на авиационную навигационную аппаратуру потребителя, включая навигационную аппаратуру потребителя ГЛОНАСС/GPS, GPS/Galileo, и мультисистемную навигационную аппаратуру потребителя GPS/ГЛОНАСС/Galileo/BDS. Таким образом, при внесении изменений в Интерфейсный контрольный документ и Стандарт эксплуатационных характеристик соответствующим образом должны быть скорректированы соответствующие разделы SARPs, MOPS и др.

Разработанный СТЭХОС ГЛОНАСС учитывает вышеизложенное и, исходя из сложившейся мировой практики, гармонизирован с Стандартом эксплуатационных характеристик системы GPS [175, 176] и, как следствие, со Стандартами эксплуатационных характеристик систем Galileo [177] и BDS [178]. При этом обеспечена достаточная мера преемственности от существующих нормативных документов Российской Федерации.

### *2.2.5.3 Процесс разработки СТЭХОС ГЛОНАСС*

Одним из основных проблемных вопросов разработки СТЭХОС ГЛОНАСС являлась необходимость гармонизации с существующими до его разработки нормативными документами Российской Федерации, в явном или неявном виде формализующих характеристики и методики их расчета, и международными документами.

Гармонизация представляла собой ступенчатый процесс (гармонизация терминов, гармонизация определений, гармонизация методик расчета на национальном уровне; затем аналогичные процедуры гармонизации с международными документами). Пример итерации гармонизационного процесса на примере гармонизации определений характеристик национальных и международных документов приведен в таблице 5. Желтым отмечены новые, ранее не употребляемые термины, знак « $\Leftrightarrow$ » указывает на полное соответствие терминов, «Корр.» — на необходимость корректировки.

В матрице рассмотрены (нумерация соответствует использующейся ниже) следующие нормативные документы (актуальные на момент рассмотрения при разработке в 2015 году):

- ГОСТ Р 52928-2010 Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения;
- ГОСТ Р 52865-2009 Глобальная навигационная спутниковая система. Параметры радионавигационного поля;
- Тактико-технические требования к глобальной навигационной системе ГЛОНАСС (без учета требований специальных пользователей);
- Международные стандарты и SARPs ИКАО (Приложение 10, Том 1).



Таблица 5 – Матрица гармонизации терминов и определений характеристик национальных и международных документов, определяющих эксплуатационные характеристики ГЛОНАСС

№ п. п.	Термин	ГОСТ 52928	ГОСТ 52865	ТТТ	SAR Ps ИКАО
1.	Навигационная спутниковая система (NSS)				
2.	Глобальная навигационная спутниковая система (GNSS) (в терминологии разработчиков систем и провайдеров услуг)	=			
3.	Глобальная навигационная спутниковая система (GLONASS)		=		=
4.	Открытый сервис ГЛОНАСС (GLONASS Open Service)				
5.	Канал стандартной точности (CSA)		=		=
6.	Интерфейсный контрольный документ (ICD)	=		Корр	
7.	Системная шкала времени (ШВС)	Корр		Корр	
8.	Орбитальная группировка навигационных космических аппаратов (ОГ, Constellation)	=		=	
9.	Орбитальная точка ОГ (Operational slot)				
10.	Навигационный космический аппарат (НКА, Satellite)	=		Корр	
11.	Работоспособный (используемый по целевому назначению) НКА (Operational Satellite)	Корр	Корр		
12.	Навигационный сигнал	=	Корр	Корр	
13.	Сигнал в пространстве		Корр		
14.	Отслеживаемый навигационный сигнал (сигнал-в-пространстве) (Trackable SIS).				
15.	Пригодный навигационный сигнал (сигнал-в-пространстве) (Healthy SIS)				
16.	Пригодный НКА (Healthy Satellite)				
17.	Навигационный сигнал с открытым доступом	=			
18.	Навигационный сигнал с санкционированным доступом	=			
19.	Радионавигационное поле	=	Корр	=	
20.	Навигационное сообщение	Корр	Корр		
21.	Эфемеридно-временная информация (ЭВИ)	=			
22.	Альманах	=			
23.	Потребитель	=			
24.	Навигационная аппаратура потребителя (НАП)	Корр		Корр	
25.	Видимость НКА	Корр			
26.	Зона действия системы (Constellation coverage)		Корр	Корр	
27.	Зона действия НКА (Per-slot coverage)				
28.	Псевдодальность	=	Корр	Корр	=
29.	Мгновенная погрешность псевдодальности (Instantaneous User Range Error, URE)				
30.	Скорость изменения мгновенной погрешности псевдодальности (Instantaneous User Range Rate Error, URRE)				
31.	Ускорение изменения мгновенной погрешности псевдодальности (Instantaneous User Range Acceleration Error, URAE)				
32.	Погрешности псевдодальности за счет космического сегмента или (погрешность сигнала в пространстве) (Signal-in-Space URE)				
33.	Глобальная средняя погрешность (Global Average)				
34.	Погрешность в наихудшей точке (Worst Case Single Point Average)				

№ п. п.	Термин	ГОС Т 52928	ГОС Т 52865	ТТТ	SAR Ps ИКА О
35.	Глобальная средняя погрешность псевдодальности за счет космического сегмента (Global Average SIS URE)				
36.	Погрешность псевдодальности за счет космического сегмента в наихудшей точке (Worst Case Single Point Average SIS URE)				
37.	95% Global Average SIS URE				
38.	Эргодический интервал				
39.	Местоопределение потребителя	=	Корр	Корр	
40.	Погрешность местоопределения (Positioning error)	=	Корр	Корр	=
41.	Погрешность местоопределения за счет космического сегмента	Корр		Корр	
42.	Погрешность передачи времени UTC(SU) (Time transfer accuracy)		Корр	=	
43.	Погрешность передачи смещения UTC(SU)-ШВС (UTC(SU) Offset Error), UTCOE)				
44.	Вертикальный геометрический фактор	=		Корр	
45.	Горизонтальный геометрический фактор	=		Корр	
46.	Пространственный геометрический фактор	Корр	Корр	Корр	
47.	Непрерывность обслуживания потребителя (Continuity)	=		Корр	
48.	Непрерывность сигнала в пространстве (SIS Continuity)				
49.	Перерыв в навигационном обслуживании потребителя (Service Degradation)	=	Корр		
50.	Отказ в навигационном обслуживании потребителя	=			
51.	Основной отказ в навигационном обслуживании (Major Service Failure) по SIS URE				
52.	Надежность (Reliability)		Корр		
53.	Доступность орбитальной точки (SIS Per-slot Availability)		Корр		
54.	Доступность орбитальной группировки (SIS Constellation Availability)		Корр		
55.	Доступность НКА, используемых по ЦН, в ОГ (Operational Satellite Count)				
56.	Доступность навигационного поля (PDOP Availability)			Корр	
57.	Доступность сервиса (Service Availability)	=			

Процесс разработки и гармонизации методик расчета характеристик был еще более сложным. Обусловлено это было необходимостью использования проекта унифицированного шаблона разработки Стандартов эксплуатационных характеристик (сформированных на основе Стандарта эксплуатационных характеристик GPS SPS 4 редакции), разработанного подгруппой Международного комитета по ГНСС при ООН [161], при этом использовать элементы методик из национальной нормативной базы Российской Федерации.

Положительным моментом стало то, что представители Российской Федерации, участвуя в МКГ по ГНСС при ООН, сделав проект СТЭХОС ГЛОНАСС с использованием унифицированного шаблона разработки Стандартов эксплуатационных характеристик, первыми разработали детальные методики расчета [47] эксплуатационных характеристик данного стандарта и сделали их общими для использования в качестве приложения к данному шаблону.

Это привело в том числе к тому, что Стандарт эксплуатационных характеристик Galileo (Galileo Service Definition Document [177]) использует в значительной степени методики СТЭХОС ГЛОНАСС, несмотря на то, что последний был утвержден и опубликован позже.

Процесс разработки (и согласования и утверждения) в целом был длительным, сложным и занял более 5 лет (утвержден в 2019 году), поскольку документ является документом межведомственного уровня и необходимо было учесть замечания и предложения большого количества федеральных органов исполнительной власти и организаций со сходным функционалом.

#### 2.2.5.4 Характеристики СТЭХОС ГЛОНАСС

Общая схема характеристик, которыми оперирует данный документ, приведена на рисунке 21.

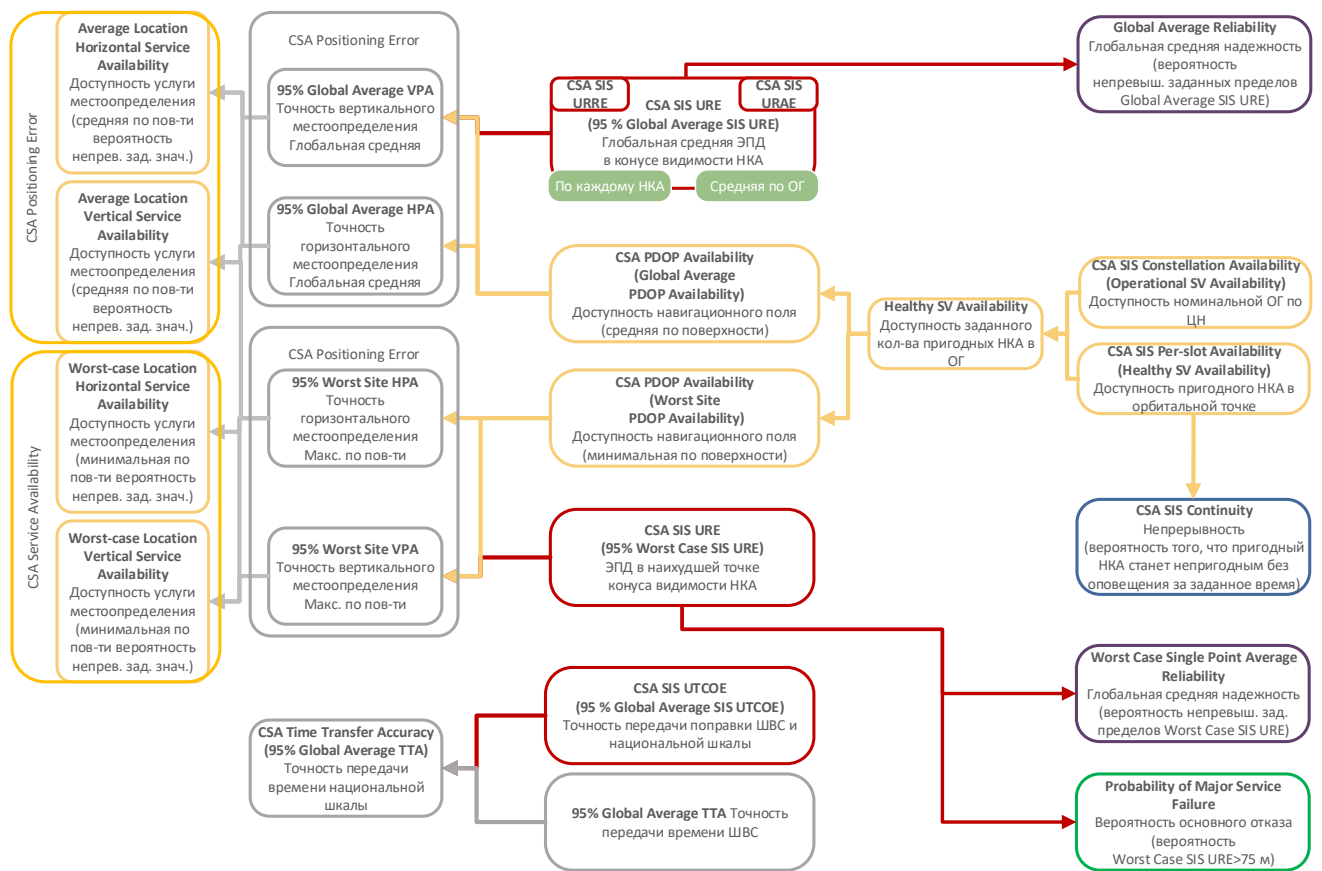


Рисунок 21 – Общая функциональная схема эксплуатационных характеристик в СТЭХОС ГЛОНАСС

Используются следующие основные группы характеристик:

- точность CSA (Channel of standard Accuracy – канал стандартной точности, то есть канал, обеспечивающий заданный уровень точности определения местоположения и времени, доступный любому пользователю системы ГЛОНАСС на глобальной и непрерывной основе) SIS (Signal-in-Space – сигнал в пространстве, идеальный навигационный сигнал, на параметры которого не влияют погрешности распространения сигнала в ионосфере, тропосфере, погрешности навигационной аппаратуры потребителя, многолучевость и помехи)

URE (Погрешность псевдодальности, определяемая только погрешностью передаваемой навигационным космическим аппаратом эфемеридно-временной информации при отсутствии погрешностей за счет навигационной аппаратуры потребителя, условий распространения и приема сигнала);

- точность CSA SIS URRE (Первая производная от мгновенной погрешности псевдодальности);
- точность CSA SIS URAE (Вторая производная от мгновенной погрешности псевдодальности);
- точность CSA SIS UTCOE (Статистическая характеристика разности между смещением времени UTC(SU) – ШВС, передаваемым в навигационном сообщении, и действительным значением смещения в течение заданного интервала времени);
- вероятность основного отказа обслуживания (Probability of CSA Major Service Failure);
- непрерывность CSA SIS (CSA SIS Continuity);
- доступность орбитальной точки CSA SIS (CSA SIS Per-slot Availability);
- доступность ОГ CSA SIS (CSA SIS Constellation Availability);
- доступность навигационного поля CSA (CSA PDOP (пространственный геометрический фактор) Availability), как средняя по поверхности и минимальная по поверхности;
- точность местоопределения CSA (CSA Positioning error);
- доступность CSA (CSA Service Availability);
- точность передачи времени CSA (CSA Time transfer accuracy).

#### *2.2.5.5 Методики расчета характеристик СТЭХОС ГЛОНАСС*

Методика расчета характеристик СТЭХОС ГЛОНАСС в общем виде выглядит следующим образом:

- оценивают точность CSA SIS UTCOE,
- для оценки точности CSA SIS URE рассчитывают глобальную среднюю точность CSA SIS URE по каждому НКА и средней по ОГ и точность CSA SIS URE в наихудшей точке конуса видимости НКА,
- на основании расчета глобальной средней точности CSA SIS URE по каждому НКА и средней по ОГ рассчитывают точность CSA SIS URRE и точность CSA SIS URAE,
- рассчитывают доступность орбитальной точки CSA SIS (CSA SIS Per-slot Availability) и доступность ОГ CSA SIS (CSA SIS Constellation Availability), далее данные расчеты позволяют определить доступность необходимого количества пригодных для функционирования системы НКА, далее на ее основе рассчитываются доступность навигационного поля CSA (CSA PDOP Availability),

как средняя по поверхности и минимальная по поверхности, и непрерывность CSA SIS (CSA SIS Continuity),

- на основании расчета точности CSA SIS URE в наихудшей точке конуса видимости НКА рассчитывают вероятность основного отказа обслуживания (Probability of CSA Major Service Failure),
- рассчитывают точность передачи системной шкалы времени,
- рассчитанные точность CSA SIS UTCOE (точность передачи поправок разницы системной шкалы времени и используемой национальной шкалы) и точность передачи системной шкалы времени оценивают точность передачи времени CSA Time transfer accuracy (погрешность передачи национальной шкалы времени),
- на основе расчета глобальной средней точности CSA SIS URE, точности CSA SIS URE в наихудшей точке конуса видимости НКА и доступности навигационного поля CSA (CSA PDOP Availability), как средняя по поверхности и минимальная по поверхности, рассчитывают точность местоопределения CSA (CSA Positioning error) и доступность CSA (CSA Service Availability),
- полученные результаты расчетов эксплуатационных характеристик, исчерпывающе описывающих услугу абсолютной навигации сравнивают со значениями, заданными в Стандартах эксплуатационных характеристик (Performance Standards).

На основе полученных оценок глобальной средней точности CSA SIS URE рассчитывают глобальную среднюю надежность системы, как вероятность непревышения CSA SIS URE заданных пределов.

На основании расчета точности CSA SIS URE в наихудшей точке конуса видимости НКА рассчитывают глобальную среднюю надежность, как вероятность непревышения CSA SIS URE в наихудшей точке заданных пределов.

Точность местоопределения CSA (CSA Positioning error) включает в себя следующие составляющие: точность вертикального местоопределения глобальная средняя; точность вертикального местоопределения максимальная по поверхности; точность горизонтального местоопределения глобальная средняя; точность горизонтального местоопределения максимальная по поверхности.

Доступность CSA (CSA Service Availability) включает в себя следующие составляющие: доступности сервиса местоопределения вертикальная средняя; доступности сервиса местоопределения вертикальная минимальная по поверхности; доступности сервиса местоопределения горизонтальная средняя; доступности сервиса местоопределения горизонтальная минимальная по поверхности.

Более детально методики расчета эксплуатационных характеристик СТЭХОС ГЛОНАСС (в состоянии, пригодном для применения в программно-математических комплексах) представлены ниже.

### 2.2.5.5.1 Методики расчета характеристики точность CSA SIS

Значения характеристики точность CSA SIS системы ГЛОНАСС являются одной из основных составляющих эквивалентной погрешности дальности (ЭПД).

Существует четыре основные составляющие эксплуатационной характеристики точности сигнала в пространстве:

- точность определения дальности (погрешность псевдодальности за счет космического сегмента — CSA SIS URE);
- первая производная по времени от точности определения дальности (скорость изменения погрешность псевдодальности за счет космического сегмента — CSA SIS URRE);
- вторая производная по времени от точности определения дальности (ускорение изменения погрешность псевдодальности за счет космического сегмента — CSA SIS URAE);
- точность передачи смещения UTC(SU)-ШВС (CSA SIS UTCOE).

Значения для каждой из четырех основных составляющих точности сигнала в пространстве определяются в терминах «глобального среднего». В этом случае «глобальное среднее» означает мгновенное среднеквадратическое значение, вычисленное на конкретный момент времени по части поверхности Земли, ограниченной зоной действия одного НКА. Затем по совокупности мгновенных «глобальных средних» значений рассчитывается статистическая характеристика на заданном временном интервале. Большая часть значений эксплуатационных характеристик канала стандартной точности ГЛОНАСС в этом разделе выражены в виде значений, соответствующих 95%-му уровню распределения глобальной средней SIS URE на интервале от 1 до 30 суток. 95%-ный уровень глобального среднего может рассчитываться отдельно по каждому НКА или по всей ОГ.

При оценке пороговых значений SIS URE с заданным уровнем надежности помимо глобальной средней используется оценка SIS URE в наихудшей точке, рассчитываемая как максимальная погрешность SIS URE, определенная на конкретный момент времени на заданном пространстве.

Значения точности сигнала в пространстве канала стандартной точности, определенные в данном разделе, применимы только для пригодных НКА.

### 2.2.5.5.1.1 Методика расчета характеристики точность определения дальности

(погрешность псевдодальности за счет космического сегмента — точность CSA SIS URE)

#### 2.2.5.5.1.1.1 Методика расчета характеристики точность определения дальности

(погрешность псевдодальности за счет космического сегмента — CSA SIS URE) на основе перебора потребителей в зоне действия НКА

На каждый момент времени с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) для каждого пригодного НКА определяется разность апостериорных и штатных эфемерид (по радиусу, по бинормали, по нормали), и часов:

$$\Delta R(SV_h, t), \Delta B(SV_h, t), \Delta N(SV_h, t), \Delta T(SV_h, t), \quad (5)$$

где  $SV_h$  — НКА, пригодный по признакам в навигационном сообщении.

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА в каждой точке зоны действия ОГ (с постоянным шагом по долготе (1 градус) и переменным шагом по широте для обеспечения равенства площадей) определяются мгновенные погрешности псевдодальности  $URE(\varphi, \lambda, SV_h, t)$ , для чего разность апостериорных и штатных эфемерид и часов проектируется на направление из точки на НКА.

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА определяется средняя (СКП) по его зоне действия мгновенная погрешность псевдодальности:

$$URE_{GlobalAverage}(SV_h, t) = \sigma_{\varphi cov, \lambda cov} [URE(\varphi, \lambda, SV_h, t)] = \sqrt{\frac{\sum_{\varphi cov, \lambda cov} URE(\varphi, \lambda, SV_h, t)}{N_{SitesCov}}}, \quad (6)$$

где  $\varphi cov, \lambda cov, N_{SitesCov}$  — широта, долгота, количество точек в зоне действия НКА.

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА определяется максимальная в его зоне действия мгновенная ошибка псевдодальности (Worst Case Single Point Average URE):

$$URE_{WorstCase}(SV_h, t) = \max_{\varphi cov, \lambda cov} [URE(\varphi, \lambda, SV_h, t)]. \quad (7)$$

Для каждого пригодного НКА определяется значение, соответствующее 95%-ному уровню распределения  $URE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  по времени (**95% Global Average URE**) на эргодическом интервале (30 суток):  $URE_{95\% ergod\_GlobalAverage}(SV_h)$ .

При этом, для подтверждения характеристик целесообразно представлять значения, полученные на «скользящем» эргодическом интервале в течение года. Скользящий интервал — интервал, величина которого больше шага смещения этого интервала при оценке характеристик.

2.2.5.5.1.1.2 Методика расчета характеристики точность определения дальности (погрешность псевдодальности за счет космического сегмента — CSA SIS URE) на основе погрешностей ЭВИ

На каждый момент времени с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) для каждого пригодного НКА определяется разность апостериорных и штатных эфемерид (по радиусу, по бинормали, по нормали), и часов:

$$\Delta R(SV_h, t), \Delta B(SV_h, t), \Delta N(SV_h, t), \Delta T(SV_h, t), \quad (8)$$

где  $SV_h$  — НКА, пригодный по признакам в навигационном сообщении.

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА определяется средняя (СКП) по его зоне действия мгновенная погрешность псевдодальности (Global Average URE):

$$URE_{GlobalAverage}(SV_h, t) = \sqrt{(0.98 \cdot \Delta R(SV_h, t) - c \cdot \Delta T(SV_h, t))^2 + 0.19^2 \cdot (\Delta N(SV_h, t)^2 + \Delta B(SV_h, t)^2)} \quad (9)$$

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА определяется максимальная в его зоне действия мгновенная ошибка псевдодальности (Worst Case Single Point Average URE):

$$URE_{WorstCase}(SV_h, t) = \max_{-|\beta| \leq \alpha \leq |\beta|} [\Delta R(SV_h, t) \cdot \cos(\alpha) - c \Delta T(SV_h, t) + \sin(\alpha) \cdot \sqrt{\Delta N^2(SV_h, t) + \Delta B^2(SV_h, t)}], \beta = \arcsin\left(\frac{\sin(90^\circ + \text{mask}) \cdot 6731}{25508.2}\right), \text{mask} = 5^\circ. \quad (10)$$

Для каждого пригодного НКА определяется значение, соответствующее 95%-ному уровню распределения  $URE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  по времени (**95% Global Average URE for any healthy SIS**) на эргодическом интервале (30 суток):  $URE_{95\% \text{ ergod } GlobalAverage}(SV_h)$ . При этом для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» эргодическом интервале в течение года.

Определяется значение, соответствующее 95%-ному уровню распределения  $URE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  по времени и всей ОГ (**95% Global Average URE over all healthy SIS**) на суточном интервале:  $URE_{95\% \text{ day } GlobalAverage\_costellation}$ . При этом для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» эргодическом интервале в течение года.

2.2.5.5.1.1.3 Методика расчета характеристики пороговой точности определения дальности (погрешность псевдодальности за счет космического сегмента — CSA SIS URE)

Для каждого пригодного НКА на годовом интервале с постоянным шагом ( $\leq 30$  мин) определяется среднее (СКП) значение  $URE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  по времени на суточном интервале:

$$URE_{RMS\_day\_GlobalAverage}(SV_h) = \sqrt{\frac{\sum URE_{GlobalAverage}(SV_h, t)}{N_t}} = \sigma_t [URE_{GlobalAverage}(SV_h, t)] \quad (11)$$



Определяется значение, соответствующее 99,37%-ному уровню распределения суточных  $URE_{RMS\_day\_GlobalAverage}(SV_h)$  (**99,37% Global Average URE**) на годовом интервале:  $URE_{99.37\% \text{ year\_GlobalAverage}}(SV_h)$ .

Для каждого пригодного НКА на годовом интервале с постоянным шагом ( $\leq 30$  мин) определяется среднее (СКП) значение  $URE_{WorstCase}(SV_h, t)$  по времени на суточном интервале:

$$\begin{aligned} URE_{RMS\_day\_WorstCase}(SV_h) &= \\ &= \sigma_t[URE_{WorstCase}(SV_h, t)] = \sqrt{\frac{\sum URE_{WorstCase}(SV_h, t)}{t}} \quad (12) \\ &= \sqrt{\frac{N_t}{N_t}} \end{aligned}$$

Определяется значение, соответствующее 99,14%-ному уровню распределения суточных  $URE_{RMS\_day\_WorstCase}(SV_h)$  (**99,14% Worst Case Single Point Average URE**) на годовом интервале:  $URE_{99.14\% \text{ year\_WorstCase}}(SV_h)$ . При этом для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» годовом интервале в течение нескольких лет.

#### 2.2.5.5.1.1.4 Методика расчета характеристики надежности точности определения дальности (погрешность псевдодальности за счет космического сегмента — CSA SIS URE) (консервативный подход)

Для каждого пригодного НКА на каждый момент времени  $t$  с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) определяются мгновенные значения  $URE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  и  $URE_{WorstCase}(SV_h, t)$ . Для каждого пригодного НКА на суточном интервале определяется суточная надежность, как вероятность неперевышения мгновенными значениями  $URE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  и  $URE_{WorstCase}(SV_h, t)$  18-метрового порога:

$$\begin{aligned} R_{URE\_GlobalAverage\_day}(SV_h, t_{day}) &= \frac{\sum R_{URE\_GlobalAverage}(SV_h, t)}{N_t}, \\ R_{URE\_GlobalAverage}(SV_h, t) &= \begin{cases} 1, & URE_{GlobalAverage}(SV_h, t) \leq 18 \text{ м} \\ 0, & URE_{GlobalAverage}(SV_h, t) > 18 \text{ м} \end{cases} \\ R_{URE\_WorstCase\_day}(SV_h, t_{day}) &= \frac{\sum R_{URE\_WorstCase}(SV_h, t)}{N_t}, \\ R_{URE\_WorstCase}(SV_h, t) &= \begin{cases} 1, & URE_{WorstCase}(SV_h, t) \leq 18 \text{ м} \\ 0, & URE_{WorstCase}(SV_h, t) > 18 \text{ м} \end{cases} \quad (13) \end{aligned}$$

Из полученных значений суточной надежности для каждого пригодного НКА определяются средние на годовом интервале значения надежности (**Global Average Reliability и Worst Case Single Point Reliability**):

$$R_{URE\_GlobalAverage\_year}(SV_h) = \frac{\sum R_{URE\_GlobalAverage\_day}(SV_h, t_{day})}{N_{tday}},$$

$$R_{URE\_WorstCase\_year}(SV_h) = \frac{\sum R_{URE\_WorstCase\_day}(SV_h, t_{day})}{N_{tday}},$$
(14)

где  $N_{tday}$  — количество суточных интервалов.

### 2.2.5.5.1.2 Дополнительные сведения по методикам расчета характеристик Global Average и Worst Case Single Point Average SIS URE

Погрешность определения псевдодальности от НКА до потребителя за счет космического сегмента SIS URE включает ошибки частотно-временных поправок (ЧВП) и ошибки эфемерид.

При оценке Global Average SIS URE используется эмпирическая формула [168]:

$$SISURE = \sqrt{(0.98 \cdot \Delta R - c \cdot \Delta T)^2 + \sin^2 \alpha \cdot (\Delta N^2 + \Delta B^2)},$$
(15)

где:

$\Delta R$ ,  $\Delta N$ ,  $\Delta B$  – погрешности эфемерид НКА, соответственно, по радиусу, вдоль орбиты и боковом направлении;  $\Delta T$  – погрешность ЧВП НКА;

$c$  — скорость света в вакууме;

$\alpha$  – угол между радиус-вектором КА и вектором дальности от КА до потребителя.

При оценках обычно используется конкретное значение величины  $\sin^2 \alpha$ , равное 0.0225, что соответствует углу  $\alpha \sim 9^\circ$ . Расчеты, проведенные для оценки среднего значения величины  $\alpha$ , для ГЛОНАСС и GPS при углах места 5 и 15 градусов, показывают, что  $\alpha$  лежит в интервале от 10 до 12 градусов. Результаты расчетов приведены в таблице 6.

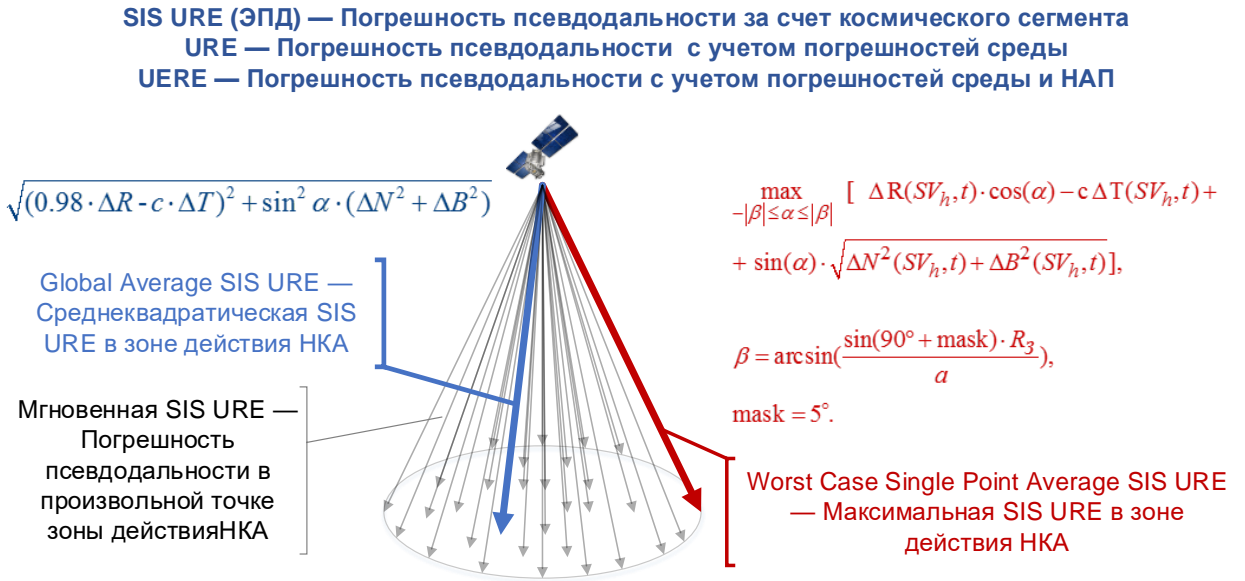
Таблица 6 – Значения угла  $\alpha$  и его функций для ГЛОНАСС и GPS при углах места 5 и 15 градусов, осредненные глобально и по территории Российской Федерации

Система	Регион	Угол места, градусов	Осреднение				
			Sin $\alpha$	Cos $\alpha$	$\alpha$	Sin $^2 \alpha$	Cos $^2 \alpha$
ГЛОНАСС	Глобально	5	0.1975	0.9803	11.3900	0.0390	0.9610
		15	0.1840	0.9829	10.6033	0.0339	0.9661
	Россия	5	0.1932	0.9812	11.1398	0.0373	0.9627
		15	0.1796	0.9837	10.3447	0.0322	0.9678
GPS	Глобально	5	0.1900	0.9818	10.9517	0.0361	0.9639
		15	0.1763	0.9843	10.1559	0.0311	0.9689
	Россия	5	0.1930	0.9812	11.1258	0.0372	0.9628
		15	0.1791	0.9838	10.3155	0.0321	0.9679

Для оценки Worst Case Single Point Average SIS URE используется методика, предложенная Стэнфордским университетом для оценки отказов навигационных спутниковых систем [169]. Уточненная формула для расчета Worst Case Single Point Average SIS URE имеет вид:

$$\begin{aligned}
 URE_{WorstCase}(SV_h, t) = & \max_{-|\beta| \leq \alpha \leq |\beta|} [ \Delta R(SV_h, t) \cdot \cos(\alpha) - c \Delta T(SV_h, t) + \\
 & + \sin(\alpha) \cdot \sqrt{\Delta N^2(SV_h, t) + \Delta B^2(SV_h, t)} ], \\
 \beta = & \arcsin\left(\frac{\sin(90^\circ + \text{mask}) \cdot 6731}{25508.2}\right), \\
 \text{mask} = & 5^\circ.
 \end{aligned} \tag{16}$$

Рисунок 22 иллюстрирует различные варианты определения погрешности псевдодальности.



**Основная характеристика точности SIS URE — 95% Global Average SIS URE на эргодическом интервале (при 1 закладке в день — 30 суток) для каждого пригодного SIS (каждого пригодного НКА).**

Рисунок 22 – Варианты определения погрешности псевдодальности

### 2.2.5.5.1.3 Методика расчета точности CSA SIS URRE

#### 2.2.5.5.1.3.1 Методика расчета точности CSA SIS URRE на основе перебора потребителей в зоне действия НКА

На каждый момент времени с постоянным шагом (3 с) для каждого пригодного НКА в каждой точке его зоны действия определяются мгновенные скорости изменения URE:

$$URRE(\varphi, \lambda, SV_h, t) = \frac{URE(\varphi, \lambda, SV_h, t + 3 \text{ с}) - URE(\varphi, \lambda, SV_h, t)}{3 \text{ с}}. \tag{17}$$

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА определяется средняя (СКП) по его зоне действия мгновенная скорость изменения URE:

$$URRE_{GlobalAverage}(SV_h, t) = \sigma_{\varphi \text{ cov}, \lambda \text{ cov}}[URRE(\varphi, \lambda, SV_h, t)] = \sqrt{\frac{\sum_{\varphi \text{ cov}, \lambda \text{ cov}} URRE(\varphi, \lambda, SV_h, t)}{N_{SitesCov}}}, \tag{18}$$

где  $\varphi_{cov}, \lambda_{cov}, N_{SitesCov}$  — широта, долгота, количество точек в зоне действия НКА.

Для каждого пригодного НКА определяется значение, соответствующее 95%-му уровню распределения  $URRE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  по времени (**95% Global Average URRE**) на эргодическом интервале (1 сутки):  $URRE_{95\%ergod\_GlobalAverage}(SV_h)$ . При этом для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» эргодическом интервале в течение года.

#### 2.2.5.5.1.3.2 Методика расчета точности CSA SIS URRE на основе выводов из короткопериодической нестабильности БСУ

На эргодическом интервале оценки (1 сутки) определяется значение вариации Аллана БСУ при минимально возможном интервале осреднения ( $k$  секунд) для каждого пригодного НКА в ОГ:  $\sigma_{БСУ\_k\_day}(SV_h)$ .

Значение, соответствующее 95%-му уровню распределения  $URRE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  по времени (**95% Global Average URRE**) на эргодическом интервале (1 сутки) может быть оценено, как вклад нестабильности БСУ на 3-секундном интервале в погрешность псевдодальности, отнесенный ко времени:

$$URRE_{95\%ergod\_GlobalAverage}(SV_h) = \frac{\sigma_{БСУ\_k\_day}(SV_h) \cdot \sqrt{k/3} \cdot 3 \cdot 10^9 \cdot 0.3 \cdot 1,95}{3}. \quad (19)$$

При этом для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» эргодическом интервале в течение года. Также при суточной нестабильности БСУ =  $1 \cdot 10^{-13}$  значение 95% global average URRE составляет 0,01 м/с.

#### 2.2.5.5.1.4 Методика расчета точности CSA SIS URAE

##### 2.2.5.5.1.4.1 Методика расчета точности CSA SIS URAE на основе перебора потребителей в зоне действия НКА

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА в каждой точке его зоны действия НКА определяются мгновенные скорости изменения URRE (ускорения изменения URE):

$$URAE(\varphi, \lambda, SV_h, t) = \frac{URRE(\varphi, \lambda, SV_h, t + 3 \text{ с}) - URRE(\varphi, \lambda, SV_h, t)}{3 \text{ с}}. \quad (20)$$

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА определяется средняя (СКП) по его зоне действия мгновенная скорость изменения URE:

$$URAE_{GlobalAverage}(SV_h, t) = \sigma_{\varphi_{cov}, \lambda_{cov}}[URAE(\varphi, \lambda, SV_h, t)] = \sqrt{\frac{\sum_{\varphi_{cov}, \lambda_{cov}} URAE(\varphi, \lambda, SV_h, t)}{N_{SitesCov}}}, \quad (21)$$

где  $\varphi_{cov}, \lambda_{cov}, N_{SitesCov}$  — широта, долгота, количество точек в зоне действия НКА.

Для каждого пригодного НКА определяется значение, соответствующее 95%-ному уровню распределения  $URAE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  по времени (**95% Global Average URAE**) на эргодическом интервале (1 сутки):  $URAE_{95\% ergod\_GlobalAverage}(SV_h)$ . При этом для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» эргодическом интервале в течение года.

#### 2.2.5.5.1.4.2 Методика расчета точности CSA SIS URAE на основе выводов из короткопериодической нестабильности бортового синхронизирующего устройства

На эргодическом интервале оценки (1 сутки) определяется значение вариации Аллана бортовое синхронизирующее устройство (БСУ) при минимально возможном интервале осреднения ( $k$  секунд) для каждого пригодного НКА в ОГ:  $\sigma_{БСУ\_k\_day}(SV_h)$ .

Значение, соответствующее 95%-му уровню распределения  $URAE_{GlobalAverage}(SV_h, t)$  по времени (**95% Global Average URAE**) на эргодическом интервале (1 сутки) может быть оценено, как вклад нестабильности БСУ на 3-секундном интервале в погрешность псевдодальности, отнесенный ко времени:

$$URAE_{95\% ergod\_GlobalAverage}(SV_h) = \frac{\sigma_{БСУ\_k\_day}(SV_h) \cdot \sqrt{k/3} \cdot 3 \cdot 10^9 \cdot 0.3 \cdot 1,95}{9}. \quad (22)$$

При этом для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» эргодическом интервале в течение года. Также при суточной нестабильности БСУ  $= 1 \cdot 10^{-13}$  значение 95% global average URAE составляет 0,0033 м/с.

#### 2.2.5.5.1.5 Методика расчета точности CSA SIS UTCOE

На каждый момент времени с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) для каждого пригодного НКА определяется погрешность поправки ШВС–UTC (SU), передаваемой в составе навигационного сообщения (UTC OE), как разница между передаваемой поправкой и значением ШВС–UTC (SU), полученным эталонными средствами:  $UTC OE(SV_h, t)$ .

Для каждого пригодного НКА определяется значение, соответствующее 95%-му уровню распределения  $UTC OE(SV_h, t)$  по времени (**95% Global Average UTC OE**) на эргодическом интервале (30 суток):  $UTC OE_{95\% ergod\_GlobalAverage}(SV_h)$ . При этом для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» эргодическом интервале в течение года.

### 2.2.5.5.2 Методика расчета вероятности основного отказа обслуживания (Probability of CSA Major Service Failure)

Для каждого НКА на каждый момент времени  $t$  с постоянным шагом ( $S \leq 10$  мин) определяется его пригодность ( $H\_flag$ ) по наличию отслеживаемого сигнала и признакам в навигационном сообщении:  $H\_flag=0$  (пригоден), если сигнал отслеживается,  $B_n(l_n)=0$  и  $C_n=1$ . Параметры  $B_n(l_n)$  и  $C_n$  описаны в Интерфейсном контрольном документе ГЛОНАСС.

Для каждого пригодного НКА на каждый момент времени  $t$  определяются мгновенные значения  $URE_{WorstCase}(SV_h, t)$ .

Для каждого пригодного НКА на каждый момент времени  $t$  определяется значение логической функции наличия на момент  $t$  основного отказа обслуживания

$$F_{MSF}(SV_h, t_i) = \begin{cases} 1, & (H\_flag(SV_h, t_i) = 0) \& (URE_{WorstCase}(SV_h, t_i) > 70 \text{ м}) \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (23)$$

Для каждого пригодного НКА на момент времени  $t$  определяется значение логической функции наличия на момент  $t$  основного отказа обслуживания за счет единичных независимы отказов:

$$F_{MSF\_SAT}(SV_h, t_i) = \begin{cases} 1, & (F_{MSF}(SV_h, t_i) = 1) \& (\forall k \neq h, F_{MSF}(SV_k, t_i) = 0) \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (24)$$

Для каждого пригодного НКА на момент времени  $t$  определяется значение логической функции наличия на момент  $t$  основного отказа обслуживания за счет системных отказов (одновременного отказа двух и более НКА):

$$F_{MSF\_CONST}(t_i) = \begin{cases} 1, & (F_{MSF}(SV_h, t_i) = 1) \& (\exists k \neq h, F_{MSF}(SV_k, t_i) = 1) \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (25)$$

Определяется среднее на годовом интервале значение вероятности отказа основного обслуживания за счет единичных независимых отказов (**Probability of single major service failure**) как отношение суммарной продолжительности единичных отказов за год к интервалу оценки и количеству НКА:

$$P_{SAT} = \frac{\sum_{SV_h} \sum_{t_i} F_{MSF\_SAT}(SV_h, t_i) \cdot S}{N_t \cdot S \cdot N_{SV}} = \frac{\sum_{SV_h} \sum_{t_i} F_{MSF\_SAT}(SV_h, t_i)}{N_t \cdot N_{SV}}, \quad (26)$$

где:

$N_t$  — количество моментов оценки на годовом интервале;

$N_{SV}$  — номинальное количество НКА в ОГ (для ГЛОНАСС — 24).

Определяется среднее на всем интервале доступных измерений значение вероятности отказа основного обслуживания за счет системных отказов (**Probability of multiple major service failure**) как отношение суммарной продолжительности системных отказов на всем интервале доступных измерений к интервалу оценки:

$$P_{SAT} = \frac{\sum_{t_i} F_{MSF\_CONST}(SV_h, t_i) \cdot S}{N_t \cdot S} = \frac{\sum_{t_i} F_{MSF\_CONST}(SV_h, t_i)}{N_t}, \quad (27)$$

где  $N_t$  — количество моментов оценки на всем интервале доступных измерений.

### 2.2.5.5.3 Методика расчета непрерывности CSA SIS (CSA SIS Continuity)

Для каждого НКА на каждый момент времени  $t$  с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) определяется его пригодность ( $H\_flag$ ) по наличию отслеживаемого сигнала и признакам в навигационном сообщении:  $H\_flag=0$  (пригоден), если сигнал отслеживается,  $B_n(I_n)=0$  и  $C_n=1$ . Параметры  $B_n(I_n)$  и  $C_n$  описаны в Интерфейсном контрольном документе ГЛОНАСС.

На момент времени  $t$  определяется наличие оповещения за 48 ч запланированном перерыве в работе НКА ( $NAGU\_flag$ ) по сообщениям NAGU:  $NAGU\_flag = 1$  (было своевременное оповещение).

Для каждого пригодного НКА на каждый момент времени  $t$  определяется значение логической функции непригодности НКА без предварительного оповещения:

$$F_{CON}(SV_h, t_i) = \begin{cases} 1, & (H\_flag(SV_h, t_i) = 1) \& (NAGU\_flag(t_i) = 0) \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (28)$$

Для каждого НКА на момент времени  $t_{hour}$  с постоянным шагом ( $\leq 1$  ч) определяется значение логической функции потери непрерывности на часовом интервале (потеря пригодности НКА в течение часа при пригодности НКА в начале часа и отсутствия оповещения за 48 ч до потери пригодности):

$$F_{CON\_hour}(SV_h, t_{hour}) = \begin{cases} 1, & (H\_flag(SV_h, t_{hour}) = 0) \& (\exists t_i \in (t_{hour}, t_{hour} + 1 \text{ ч}), F_{CON}(SV_h, t_i) = 1) \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (29)$$

Определяется среднее на годовом интервале значение непрерывности по всей ОГ (**SIS Continuity**) как отношение количества часовых интервалов без потери непрерывности к общему количеству часовых интервалов и количеству НКА:

$$P_{CON} = \frac{\sum_{SV_h} \sum_{t_{hour}} (1 - F_{CON\_hour}(SV_h, t_{hour}))}{N_{hours} \cdot N_{SV}}, \quad (30)$$

где:  $N_{hours}$  — количество часовых интервалов;  $N_{SV}$  — номинальное количество НКА в ОГ (для ГЛОНАСС — 24).

### 2.2.5.5.4 Методики расчета доступности CSA SIS

#### 2.2.5.5.4.1 Методика расчета доступности орбитальной точки CSA SIS (CSA SIS Per-slot Availability)

Для каждого НКА на каждый момент времени  $t$  с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) определяется его пригодность ( $H\_flag$ ) по наличию отслеживаемого сигнала и признакам в навигационном сообщении:  $H\_flag=0$  (пригоден), если сигнал отслеживается,  $B_n(I_n)=0$  и  $C_n=1$ . Параметры  $B_n(I_n)$  и  $C_n$  описаны в Интерфейсном контрольном документе ГЛОНАСС.

Определяется среднее на годовом интервале значение доступности орбитальной точки по всей ОГ (**SIS Per-Slot Availability**):

$$A_{per-slot} = \frac{\sum_{SV_h} \sum_t (1 - H\_flag(SV_h, t))}{N_t \cdot N_{SV}}, \quad (31)$$

где:  $N_t$  — количество моментов оценки;  $N_{SV}$  — номинальное количество НКА в ОГ (для ГЛОНАСС — 24).

#### 2.2.5.5.4.2 Методика расчета доступности ОГ CSA SIS (CSA SIS Constellation Availability)

Для каждого НКА на каждый момент времени  $t$  с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) определяется его пригодность ( $H\_flag$ ) по наличию отслеживаемого сигнала и признакам в навигационном сообщении:  $H\_flag=0$  (пригоден), если сигнал отслеживается,  $B_n(l_n)=0$  и  $C_n=1$ . Параметры  $B_n(l_n)$  и  $C_n$  описаны в Интерфейсном контрольном документе ГЛОНАСС.

На каждый момент времени  $t$  определяется число пригодных НКА в ОГ ( $N_{SV\_H}$ ):

$$N_{SV\_H}(t) = \sum_{SV} (1 - H\_flag(SV, t)). \quad (32)$$

На каждый момент времени  $t$  определяется значение логической функции отсутствия в ОГ 21 пригодного НКА:

$$F_{SV\_H < 21}(t) = \begin{cases} 1, & N_{SV\_H}(t) < 21 \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}. \quad (33)$$

Определяется среднее на годовом интервале значение доступности ОГ (**Constellation Availability**) как отношение количества моментов оценки с не менее чем 21 пригодным НКА в ОГ к общему количеству моментов оценки:

$$A_{SV\_H} = \frac{\sum (1 - F_{SV\_H < 21}(t))}{N_t}, \quad (34)$$

где  $N_t$  — количество моментов оценки.

#### 2.2.5.5.5 Методики расчета характеристик местоопределения и определения времени CSA

##### 2.2.5.5.5.1 Методика расчета доступности навигационного поля CSA (CSA PDOP Availability)

На каждый момент времени с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) для каждой точки зоны действия ОГ (с постоянным шагом по долготе (1 градус) и переменным шагом по широте для обеспечения равенства площадей) определяется значение  $PDOP(t, \varphi, \lambda)$  по всем пригодным к использованию НКА на углах места больше 5 градусов.

Рассчитывается локальная доступность для каждой точки на суточном интервале как отношение числа моментов времени, где  $PDOP(t, \varphi, \lambda)$  не превышает 6, к общему числу моментов времени ( $N_t$ ):



$$A_{PDOP\_Local}(\varphi, \lambda) = \frac{\sum_t A_{PDOP\_Inst}(t)}{N_t}, \quad (35)$$

$$A_{PDOP\_Inst}(t) = \begin{cases} 1, & PDOP(t, \varphi, \lambda) \leq 6 \\ 0, & PDOP(t, \varphi, \lambda) > 6 \end{cases}$$

Из полученных для каждой точки значений суточной локальной доступности рассчитывается глобальная доступность (**Global PDOP Availability**):

$$A_{PDOP\_Global} = \frac{\sum_{\varphi, \lambda} A_{PDOP\_Local}(\varphi, \lambda)}{N_{Sites}}. \quad (36)$$

Из полученных для каждой точки значений суточной локальной доступности выбирается наихудшее (наименьшее) значение (**Worst Site PDOP Availability**) суточной локальной доступности:

$$A_{PDOP\_WorstSite} = \min_{\varphi, \lambda} [A_{PDOP\_Local}(\varphi, \lambda)]. \quad (37)$$

При этом, для подтверждения характеристик целесообразно представить на годовом интервале последовательные значения глобальной суточной доступности с шагом 30 мин, т.е. каждым суткам номинально соответствует 48 значений, каждое из которых получено на предшествующем суточном интервале.

#### 2.2.5.5.2 Методика расчета точности местоопределения CSA (CSA Positioning error)

На каждый момент времени с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) для каждого пригодного НКА определяется разность апостериорных и штатных эфемерид (по радиусу, по бинормали, по нормали) и часов:

$$\Delta R(SV_h, t), \Delta B(SV_h, t), \Delta N(SV_h, t), \Delta T(SV_h, t), \quad (38)$$

где  $SV_h$  — НКА, пригодный по признакам в навигационном сообщении.

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА на углах места больше 5 градусов в каждой точке зоны действия ОГ (с постоянным шагом по долготе (1 градус) и переменным шагом по широте для обеспечения равенства площадей) при условии  $PDOP < 6$  определяются мгновенные погрешности псевдодальности ( $URE(\varphi, \lambda, SV_h, t)$ ), для чего разность апостериорных и штатных эфемерид, и часов проектируется на направление из точки на НКА. Т.е. для каждой точки на поверхности Земли определяются реальные наблюдаемые ошибки космического сегмента каждого НКА.

В результате решения параметрической навигационной задачи для каждой точки в каждый момент времени определяется вертикальная ( $VPE(\varphi, \lambda, t)$  – Vertical Position Error) и горизонтальная ( $HPE(\varphi, \lambda, t)$  – Horizontal Position Error) погрешности местоопределения.

Для каждой точки определяется значение, соответствующее 95%-ному уровню распределения  $HPE(\varphi, \lambda, t)$  по времени на суточном интервале:  $HPE_{95\% \text{ day}}(\varphi, \lambda)$ .

Для каждой точки определяется значение, соответствующее 95%-му уровню распределения  $VPE(\varphi, \lambda, t)$  по времени на суточном интервале:  $VPE_{95\% \text{ day}}(\varphi, \lambda)$ .

Определяется среднее (СКП) по всем точкам поверхности значение 95%-ной суточной HPE (**Global Average 95% Horizontal Position Error**):

$$HPE_{GlobalAverage95\% day} = \sigma_{\varphi, \lambda} [HPE_{95\% day}] = \sqrt{\frac{\sum_{\varphi, \lambda} HPE_{95\% day}^2(\varphi, \lambda)}{N_{sites}}}, \quad (39)$$

где  $N_{sites}$  — количество точек на поверхности.

Определяется среднее (СКП) по всем точкам поверхности значение 95%-ной суточной VPE (**Global Average 95% Vertical Position Error**):

$$VPE_{GlobalAverage95\% day} = \sigma_{\varphi, \lambda} [VPE_{95\% day}] = \sqrt{\frac{\sum_{\varphi, \lambda} VPE_{95\% day}^2(\varphi, \lambda)}{N_{sites}}}, \quad (40)$$

где  $N_{sites}$  — количество точек на поверхности.

Определяется максимальное среди точек поверхности значение 95%-ной суточной HPE (**Worst Site 95% Horizontal Position Error**):

$$HPE_{WorstSite95\% day} = \max_{\varphi, \lambda} [HPE_{95\% day}(\varphi, \lambda)]. \quad (41)$$

Определяется максимальное среди точек поверхности значение 95%-ной суточной VPE (**Worst Site 95% Vertical Position Error**):

$$VPE_{WorstSite95\% day} = \max_{\varphi, \lambda} [VPE_{95\% day}(\varphi, \lambda)]. \quad (42)$$

При этом, для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» суточном интервале в течение года.

### 2.2.5.5.3 Методика расчета доступности CSA (CSA Service Availability)

На каждый момент времени  $t_{day}$  с постоянным шагом ( $\leq 1$  суток) определяется  $URE_{95\% day\_GlobalAverage\_costellation}$ .

На каждый момент времени с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) для каждой точки зоны действия ОГ (с постоянным шагом по долготе (1 градус) и переменным шагом по широте для обеспечения равенства площадей) определяются значения  $HDOP(t, \varphi, \lambda)$  и  $VDOP(t, \varphi, \lambda)$  по всем пригодным к использованию НКА на углах места больше 5.

Рассчитывается локальная доступность горизонтального местоопределения для каждой точки на суточном интервале как отношение числа моментов времени, где спрогнозированная путем перемножения  $URE_{95\% day\_GlobalAverage\_costellation}$  и  $HDOP(t, \varphi, \lambda)$  погрешность местоопределения в горизонтальной плоскости не превышает 12 м, к общему числу моментов времени на суточном интервале  $[t_{day}-24 ч, t_{day}]$ :

$$A_{\text{HPE}_{95\% \text{ day\_Local}}}(\varphi, \lambda) = \frac{\sum_{t_{\text{day}}-24\text{ч}}^{t_{\text{day}}} A_{\text{HPE}_{95\%}}(t)}{N_t}, \quad (43)$$

$$A_{\text{HPE}_{95\%}}(t) = \begin{cases} 1, & URE_{95\% \text{ day\_GlobalAverage\_constellation}} \cdot HDOP(\varphi, \lambda, t) \leq 12 \text{ м} \\ 0, & URE_{95\% \text{ day\_GlobalAverage\_constellation}} \cdot HDOP(\varphi, \lambda, t) > 12 \text{ м} \end{cases}$$

где  $N_t$  — количество моментов оценки на суточном интервале.

Из полученных для каждой точки значений локальной доступности рассчитывается средняя по поверхности доступность горизонтального местоопределения (**Horizontal Service Availability, average location**):

$$A_{\text{HPE\_GlobalAverage}} = \frac{\sum_{\varphi, \lambda} A_{\text{HPE}_{95\% \text{ day\_Local}}}(\varphi, \lambda)}{N_{\text{Sites}}}, \quad (44)$$

где  $N_{\text{sites}}$  — количество точек на поверхности.

Из полученных для каждой точки значений локальной доступности выбирается наихудшее (наименьшее) среди точек поверхности значение локальной доступности горизонтального местоопределения (**Horizontal Service Availability, worst-case location**):

$$A_{\text{HPE\_WorstSite}} = \min_{\varphi, \lambda} [A_{\text{HPE}_{95\% \text{ day\_Local}}}(\varphi, \lambda)]. \quad (45)$$

Рассчитывается локальная доступность вертикального местоопределения для каждой точки на суточном интервале как отношение числа моментов времени, где спрогнозированная путем перемножения  $URE_{95\% \text{ day\_GlobalAverage\_constellation}}$  и  $VDOP(t, \varphi, \lambda)$  погрешность местоопределения в вертикальной плоскости не превышает 25 м, к общему числу моментов времени на суточном интервале  $[t_{\text{day}}-24 \text{ ч}, t_{\text{day}}]$ :

$$A_{\text{VPE}_{95\% \text{ day\_Local}}}(\varphi, \lambda) = \frac{\sum_{t_{\text{day}}-24\text{ч}}^{t_{\text{day}}} A_{\text{VPE}_{95\%}}(t)}{N_t}, \quad (46)$$

$$A_{\text{VPE}_{95\%}}(t) = \begin{cases} 1, & URE_{95\% \text{ day\_GlobalAverage\_constellation}} \cdot VDOP(\varphi, \lambda, t) \leq 25 \text{ м} \\ 0, & URE_{95\% \text{ day\_GlobalAverage\_constellation}} \cdot VDOP(\varphi, \lambda, t) > 25 \text{ м} \end{cases}$$

Из полученных для каждой точки значений локальной доступности рассчитывается средняя по поверхности доступность вертикального местоопределения (**Vertical Service Availability, average location**):

$$A_{\text{VPE\_GlobalAverage}} = \frac{\sum_{\varphi, \lambda} A_{\text{VPE}_{95\% \text{ day\_Local}}}(\varphi, \lambda)}{N_{\text{Sites}}}, \quad (47)$$

где  $N_{\text{sites}}$  — количество точек на поверхности.

Из полученных для каждой точки значений локальной доступности выбирается наихудшее (наименьшее) среди точек поверхности значение локальной доступности вертикального местоопределения (**Vertical Service Availability, worst-case location**):

$$A_{\text{VPE\_WorstSite}} = \min_{\varphi, \lambda} [A_{\text{VPE}_{95\% \text{ day\_Local}}}(\varphi, \lambda)]. \quad (48)$$

При этом, для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» годовом интервале в течение нескольких лет.

#### 2.2.5.5.4 Методика расчета точности передачи времени CSA (CSA Time transfer accuracy)

На каждый момент времени с постоянным шагом ( $\leq 10$  мин) для каждого пригодного НКА определяется разность апостериорных и штатных эфемерид (по радиусу, по бинормали, по нормали), и часов:

$$\Delta R(SV_h, t), \Delta B(SV_h, t), \Delta N(SV_h, t), \Delta T(SV_h, t), \quad (49)$$

где  $SV_h$  — НКА, пригодный по признакам в навигационном сообщении.

На каждый момент времени для каждого пригодного НКА на углах места больше 5 градусов в каждой точке зоны действия ОГ (с постоянным шагом по долготе (1 градус) и переменным шагом по широте для обеспечения равенства площадей) при условии PDOP  $< 6$  определяются мгновенные погрешности псевдодальности ( $URE(\varphi, \lambda, SV_h, t)$ ), для чего разность апостериорных и штатных эфемерид, и часов проектируется на направление из точки на НКА. Т.е. для каждой точки на поверхности Земли определяются реальные наблюдаемые ошибки космического сегмента каждого НКА.

В результате решения четырехпараметрической навигационной задачи для каждой точки в каждый момент времени определяется погрешность определения времени относительно системной шкалы времени ГЛОНАСС ( $UTE(\varphi, \lambda, t)$  – User Time Error).

Для каждой точки определяется значение, соответствующее 95%-ному уровню распределения  $HPE(\varphi, \lambda, t)$  по времени на суточном интервале:  $UTE_{95\% \text{ day}}(\varphi, \lambda)$ .

Определяется среднее (СКП) по всем точкам поверхности значение 95%-ной суточной UTE:

$$\sigma_{\varphi, \lambda} [UTE_{95\% \text{ day}}] = \sqrt{\frac{\sum UTE_{95\% \text{ day}}^2(\varphi, \lambda)}{N_{sites}}}, \quad (50)$$

где  $N_{sites}$  — количество точек на поверхности.

Для каждого пригодного НКА в каждый момент времени определяются 95%-ные суточные погрешности поправки ШВС–UTC (SU), передаваемой в составе навигационного сообщения ( $UTC OE_{95\% \text{ day}}(SV_h)$ ).

Определяется среднее (СКП) по всем пригодным НКА значение 95%-ной суточной UTC OE:

$$\sigma_{SV_h} [UTC OE_{95\% \text{ day}}] = \sqrt{\frac{\sum_{SV_h} UTC OE_{95\% \text{ day}}^2(SV_h)}{N_{SV_h}}}. \quad (51)$$

Определяется среднее (СКП) по всем точкам поверхности значение 95%-ной суточной погрешности передачи времени (**Global Average 95% Time Transfer Error**):

$$TTE_{GlobalAverage95\%day} = \sqrt{\sigma_{\varphi,\lambda} [UTE_{95\%day}]^2 + \sigma_{SV_h} [UTC OE_{95\%day}]^2}. \quad (52)$$

При этом, для подтверждения характеристик целесообразно представить значения, полученные на «скользящем» суточном интервале в течение года.

#### 2.2.5.6 Источники исходных данных

В соответствии с СТЭХОС ГЛОНАСС (согласован и утвержден Министерством Обороны Российской Федерации (Минобороны России) и Госкорпорацией «Роскосмос»), мониторинг, оценка и подтверждение уровня эксплуатационных характеристик ОС ГЛОНАСС осуществляются ИАЦ КВНО АО «ЦНИИмаш», информация о текущем и прогнозируемом состоянии ОГ НКА ГЛОНАСС публикуется в оперативном режиме на официальном сайте Госкорпорации «Роскосмос» – [www.glonass-center.ru](http://www.glonass-center.ru) [152].

Исходные данные для проведения расчетов (апостериорные и штатные эфемериды, апостериорные и штатные данные по шкале времени, получаемые в результате сбора измерительных данных ГЛОНАСС с глобальной сети станций сбора измерений и их постобработки аппаратно-программными и техническими средствами ИАЦ КВНО) можно получить на официальном портале [glonass-center.ru](http://glonass-center.ru) [152] по запросу.

#### 2.2.5.7 Примеры оценок эксплуатационных характеристик

##### 2.2.5.7.1 Оценка точности CSA SIS

###### 2.2.5.7.1.1 Оценка точности CSA SIS URE

На рисунке 23 приведены оценки 95% Global Average SIS URE по каждому НКА на эргодическом интервале длительностью 30 суток. Шаг выборки внутри интервала — 10 мин. Шаг представления данных — сутки.

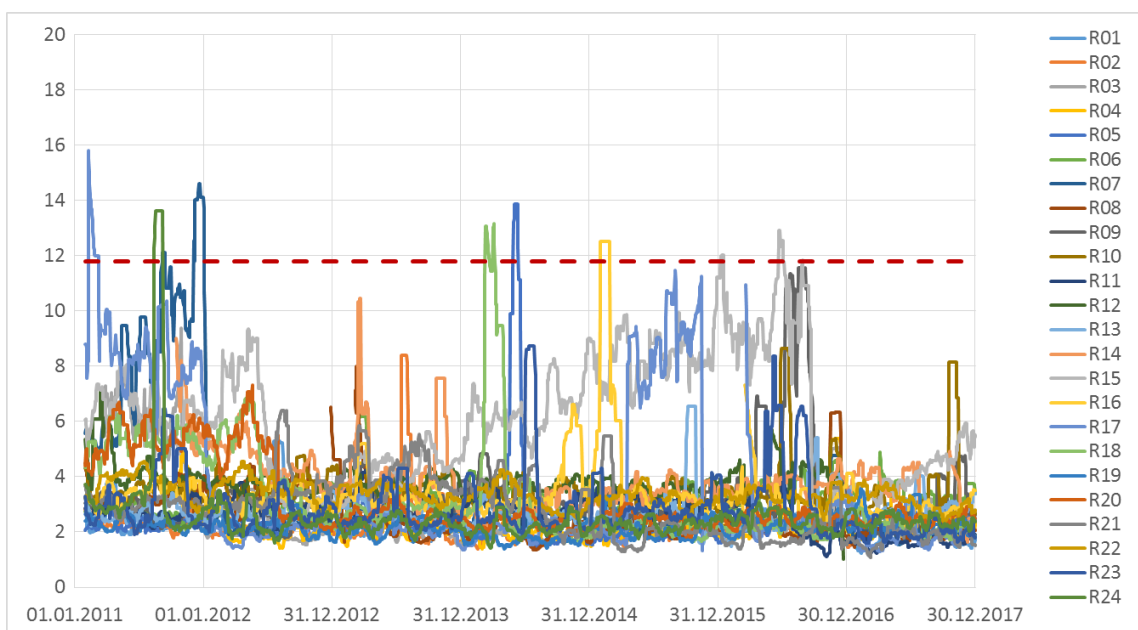


Рисунок 23 – Результаты оценки 95%-ной глобальной средней погрешности псевдодальности за счет космического сегмента (95% Global Average SIS URE) по каждому НКА на 30-суточном интервале

На рисунке 24 представлена оценка осредненных по ОГ характеристик SIS URE. В качестве статистической функции использован как 95%-ный порог. Шаг выборки внутри интервала — 10 мин. Шаг представления данных — 30 мин.

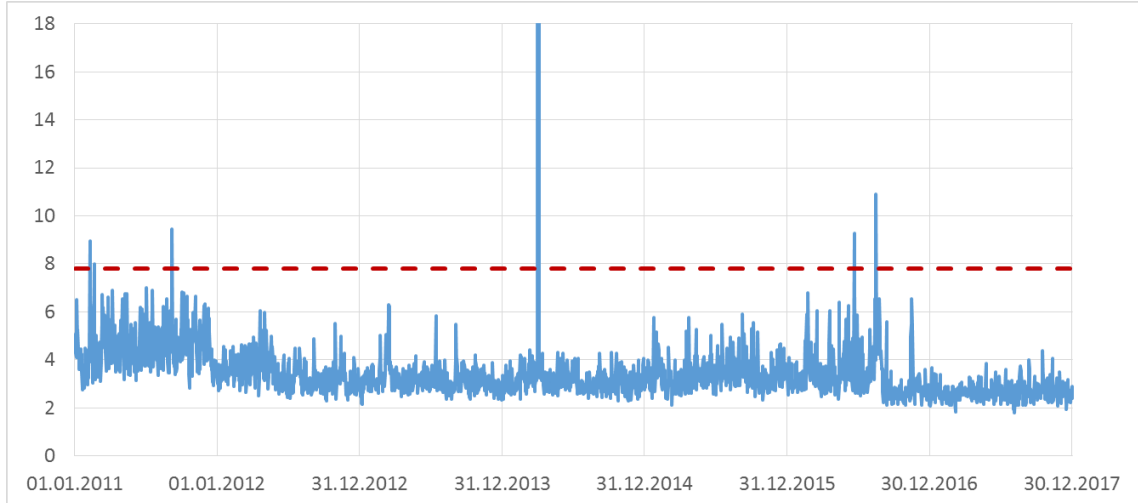


Рисунок 24 – Результаты оценки 95%-ной глобальной средней погрешности псевдодальности за счет космического сегмента (95% Global Average SIS URE) по всем ОГ на суточном интервале

#### 2.2.5.7.1.1 Оценка надежности CSA SIS URE

На рисунках 25 и 26 приведены оценки глобальной средней надежности (Global Average Reliability) и надежности в наихудшей точке (Worst Case Single Point Average Reliability). Характеристики рассчитывались на годовом интервале. Шаг выборки внутри интервала и шаг представления данных — 10 мин.

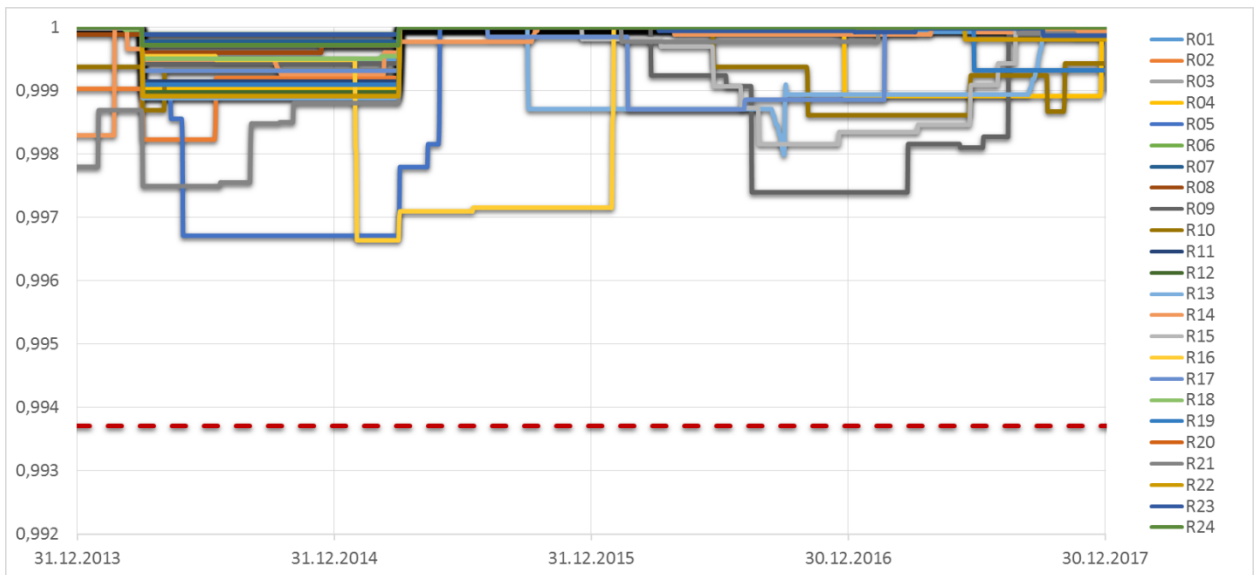


Рисунок 25 – Результаты оценки глобальной средней надежности по каждому НКА на годовом интервале с посуточным осреднением

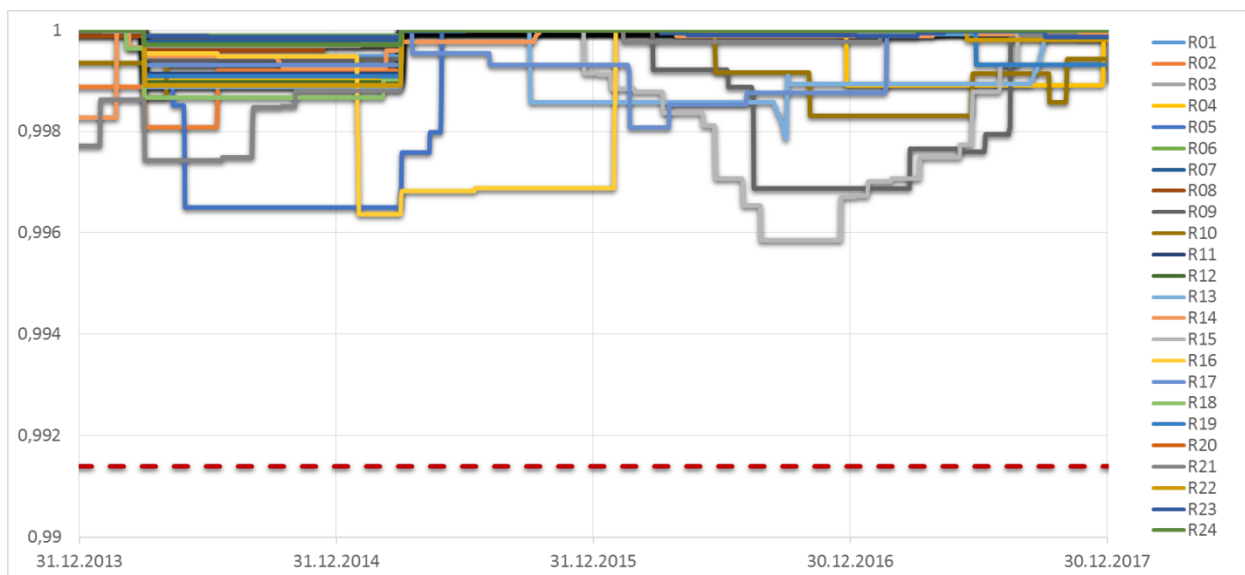


Рисунок 26 – Результаты оценки надежности в наихудшей точке по каждому НКА на годовом интервале с посуточным усреднением

#### 2.2.5.7.1.2 Оценка точности CSA SIS URRE

##### 2.2.5.7.1.2.1 Оценка точности CSA SIS URRE на основе перебора потребителей в зоне покрытия НКА

В настоящее время методика не может быть применена, так как нет распределенной сети эталонных приемников, исключая все составляющие дополнительных погрешностей (включая систематики приемников и тропосферную задержку) на должном уровне.

##### 2.2.5.7.1.2.2 Оценка точности CSA SIS URRE на основе грубого расчета точности CSA SIS URRE на основе приближенных выводов из короткопериодической нестабильности БСУ

На рисунке 27 приведена оценка 95%-го порога глобальной средней скорости изменения погрешности псевдодальности за счет космического сегмента (95% Global Average SIS URRE) по каждому НКА на 23-суточном интервале. Шаг выборки внутри интервала — 3 с, шаг представления данных — 1 сутки.

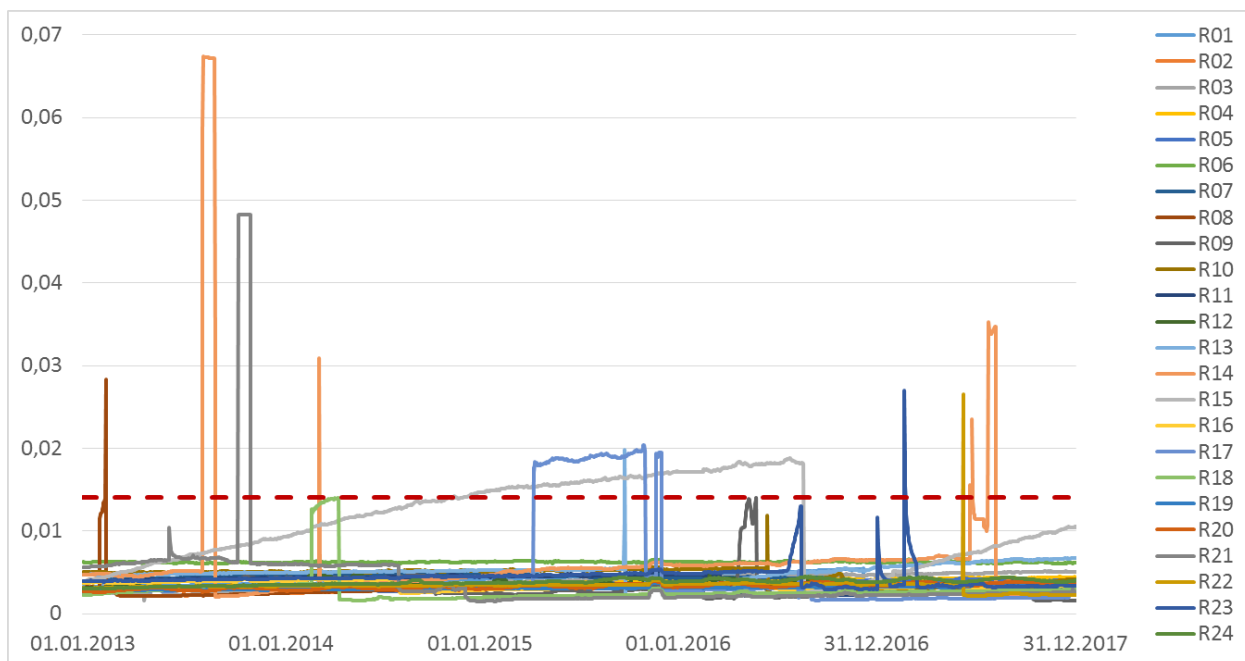


Рисунок 27 – Результаты оценки 95%-ной глобальной средней скорости изменения погрешности псевдодальности за счет космического сегмента (95% Global Average SIS URRE) по каждому НКА на 23-суточном интервале

### 2.2.5.7.1.3 Оценка точности CSA SIS URAE

#### 2.2.5.7.1.3.1 Оценка точности CSA SIS URAE на основе перебора потребителей в зоне покрытия НКА

В настоящее время методика не может быть применена, так как нет распределенной сети эталонной НАП, исключаяющей все составляющие дополнительных погрешностей (включая систематики НАП и тропосферную задержку) на должном уровне.

#### 2.2.5.7.1.3.2 Оценка точности CSA SIS URAE на основе приближенных выводов из короткопериодической нестабильности БСУ

На рисунке 28 приведена оценка 95%-го порога глобального среднего ускорения изменения погрешности псевдодальности за счет космического сегмента (95% Global Average SIS URAE) по каждому НКА на 23-суточном интервале. Шаг выборки внутри интервала — 3 с, шаг представления данных — 1 сутки.



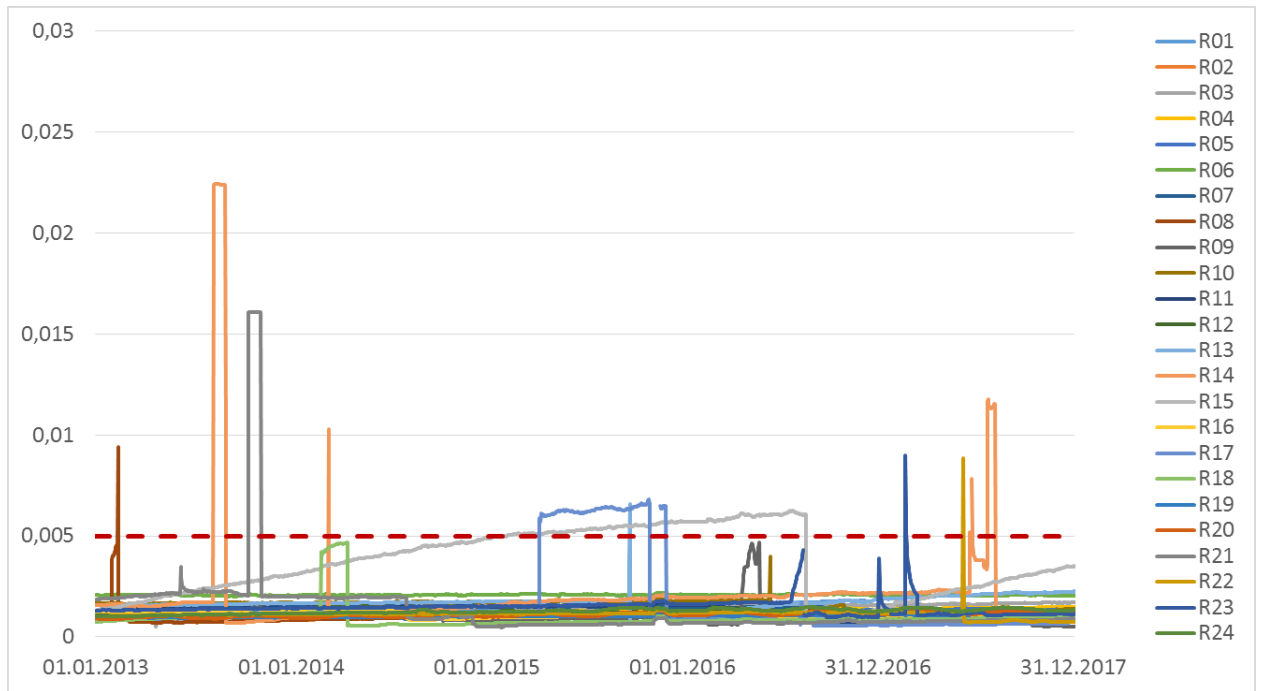


Рисунок 28 – Результаты оценки 95%-ного глобального среднего ускорения изменения погрешности псевдодальности за счет космического сегмента (95% Global Average SIS URRE) по каждому НКА на 23-суточном интервале

Анализ рисунков 27 и 28 показывает, что значения SIS URRE и URRE, рассчитанные приблизительно из короткопериодической нестабильности бортового синхронизирующего устройства, укладываются в заданные рамки, вычисленные исходя из суточной нестабильности бортового синхронизирующего устройства  $1 \cdot 10^{-13}$ . Еще раз отметим, что предложенная методика позволяет определить значения характеристик в соответствии с достаточно грубым приближением, однако отсутствие технической возможности проводить глобально измерения с частотой 1 с и достаточной достоверностью при обработке большого массива измерений разнотипной навигационной аппаратуры потребителя на настоящий момент не позволяет использовать более точную методику.

#### 2.2.5.7.1.4 Оценка точности CSA SIS UTCOE

На рисунке 29 приведена оценка 95%-го порога погрешности передачи смещения UTC(SU)-ШВС (95% Global Average UTCOE) в навигационном сообщении ГЛОНАСС. Характеристика рассчитывалась на суточном интервале и приведена на наиболее показательном интервале с 01.08.2014 по 08.09.2014.

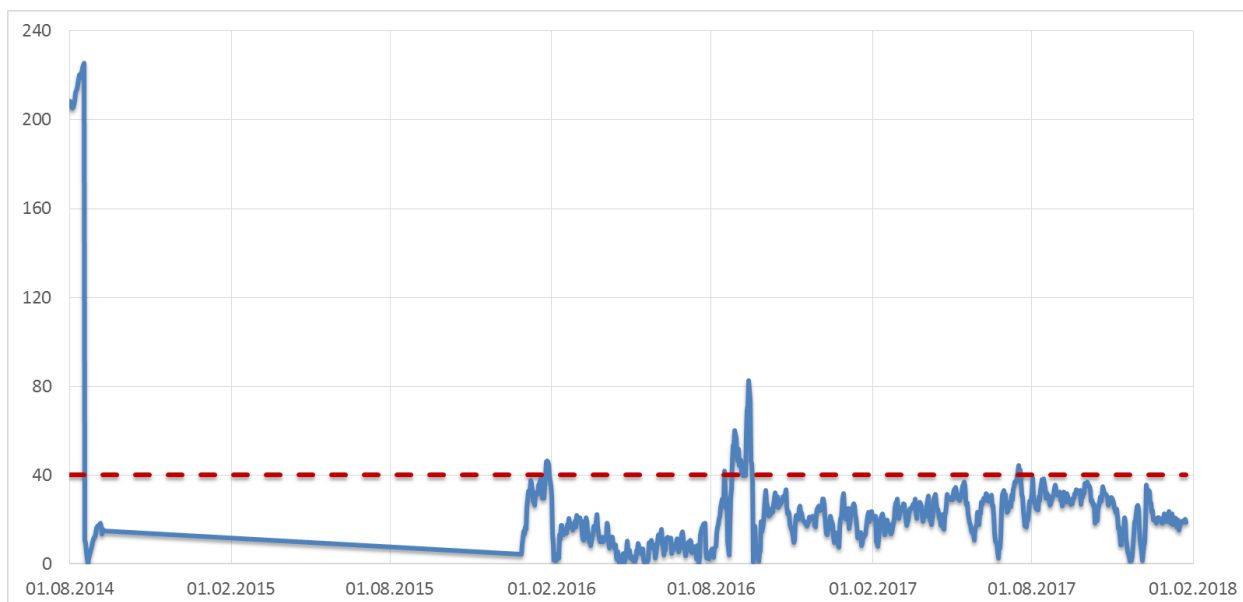


Рисунок 29 – Результаты оценки 95%-ной погрешности передачи смещения UTC(SU)-ШВС (95% Global Average UTCOE) в среднем по ОГ на суточном интервале

На текущий момент была оценена характеристика, несколько отличающаяся от указанной в методике и представляющая собой разность суточного математического ожидания смещения, определенного средствами физического сличения наземных эталонов, и как осредненного по ОГ суточного математического ожидания смещения, считанного из навигационного сообщения. Использование для первого приближения указанной характеристики обусловлено относительно низким для заданных порогов значением среднеквадратической ошибки, составляющим 1-2 нс.

Существенное снижение погрешности, проиллюстрированное на рисунке 29 связано с проведением организационно-технических работ по повышению точности передачи смещения (параметр  $\tau_c$ ) в навигационном сообщении. При дальнейшей оценке текущих характеристик канала стандартной точности потребуется осуществлять контроль UTCOE для каждого НКА в отдельности.

#### 2.2.5.7.2 Оценка вероятности основного отказа обслуживания (Probability of CSA Major Service Failure)

На рисунке 30 приведена оценка вероятности основного отказа обслуживания ГЛОНАСС, усредненная по ОГ на годовом интервале. Шаг выборки внутри интервала и шаг представления данных — 10 мин. На рисунке изображена вероятность основного отказа за счет единичных независимых сбоев. Каждое значение рассчитано на предыдущем годовом интервале.

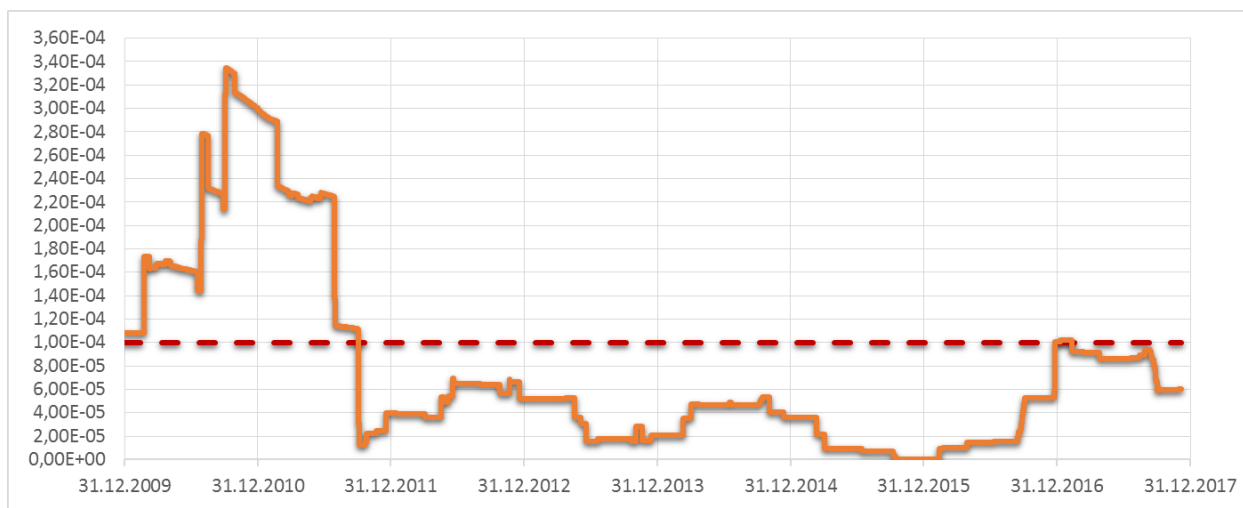


Рисунок 30 – Результаты оценки вероятности основного отказа за счет единичных независимых сбоев

### 2.2.5.7.3 Результаты оценки непрерывности SIS ОС ГЛОНАСС

На рисунке 31 приведена оценка непрерывности сигнала, усредненная по ОГ на годовом интервале. Шаг выборки внутри интервала и шаг представления данных — 10 мин.

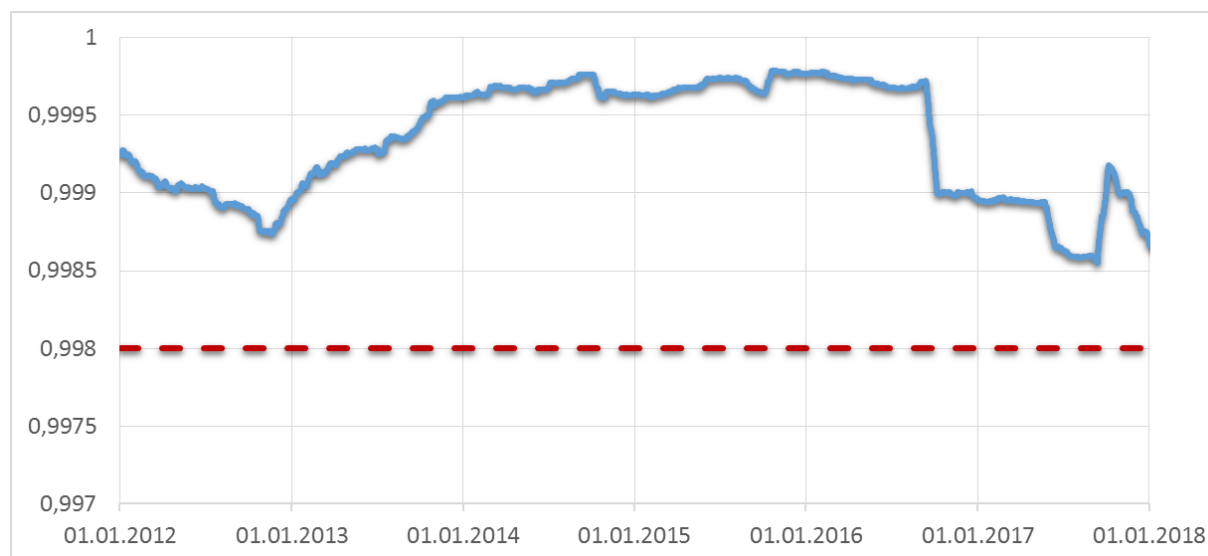


Рисунок 31 – Результаты оценки непрерывности сигнала в пространстве в течение часа, усредненная по ОГ на годовом интервале, при отсутствии предварительного оповещения

На текущий момент оповещение потребителей о перерывах в работе ГЛОНАСС осуществляется только посредством опубликования средствами Центра управления системой ГЛОНАСС (ЦУС) информационных сообщений потребителям ГЛОНАСС (NAGU — Notice Advisory to GLONASS Users) на сайтах ИАЦ КВНО и официальном сайте Системы высокоточного определения эфемерид и временных поправок (СВОЭВП) [153]. В тоже время в соответствии с рекомендациями ИКАО в Российской Федерации создан центр мониторинга за ОГ GPS и ГЛОНАСС. Федеральным государственным унитарным предприятием «Госкорпорация по ОрВД» - российским провайдером аэронавигационного обслуживания введен в эксплуатацию Центр мониторинга GNSS. Центр мониторинга отдельно по GPS и совместно по GPS и GLONASS обеспечивает следующие функции:

- прогноз доступности функции мониторинга целостности в навигационной аппаратуре потребителя (RAIM - receiver autonomous integrity monitoring) для различных этапов полета, включая полеты по трассам и в районе аэродрома вплоть до неточного захода на посадку;
- мониторинг точности GNSS в реальном времени;
- формирование извещения об изменениях в правилах проведения и обеспечения полётов и аэронавигационной информации (NOTAM, Notice To AirMen — извещение авиационных потребителей) о недоступности ГНСС и его передачу в Центр аэронавигационной информации Российской Федерации для последующей публикации;
- прием, регистрация и хранение информации о состоянии ГНСС и функциональных дополнений (GBAS, SBAS);
- оценка в целом состояния поля ГНСС в воздушном пространстве Российской Федерации.

#### 2.2.5.7.4 Оценка доступности CSA SIS

##### 2.2.5.7.4.1 Оценка доступности орбитальной точки CSA SIS (CSA SIS Per-slot Availability)

На рисунке 32 приведена оценка доступности орбитальной точки, содержащей пригодный НКА, усредненная по ОГ на годовом интервале. Шаг выборки внутри интервала и шаг представления данных — 10 мин.

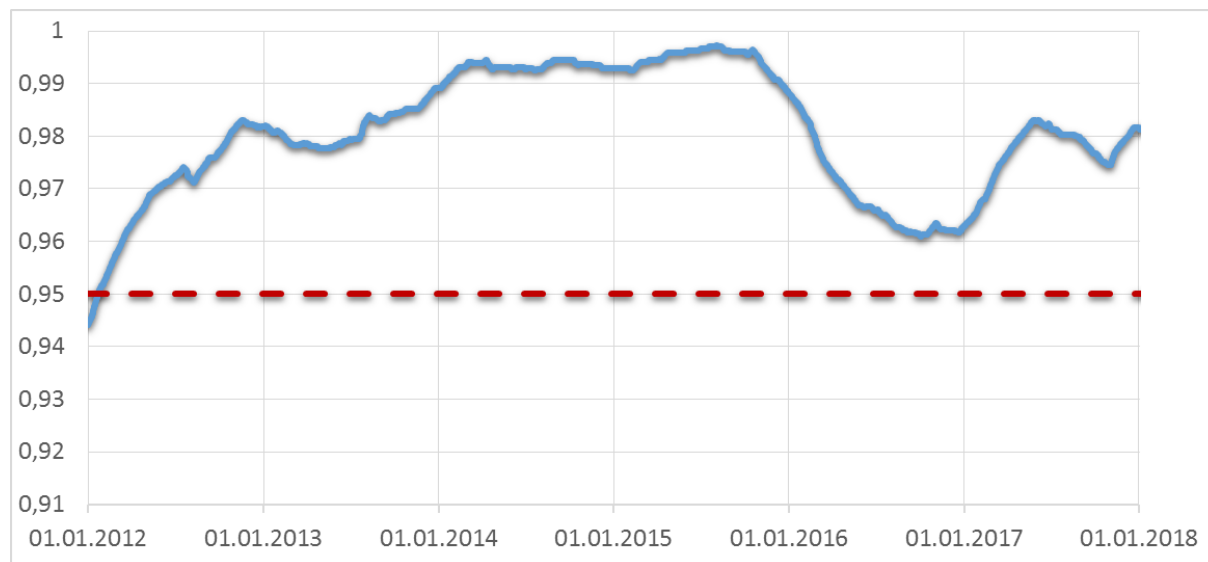


Рисунок 32 – Результаты оценки доступности орбитальной точки, усредненная по ОГ на годовом интервале

##### 2.2.5.7.4.2 Оценка доступности ОГ CSA SIS (CSA SIS Constellation Availability)

На рисунке 33 приведена оценка доступности ОГ из 21 пригодного НКА на годовом интервале. Шаг выборки внутри интервала и шаг представления данных — 10 мин.

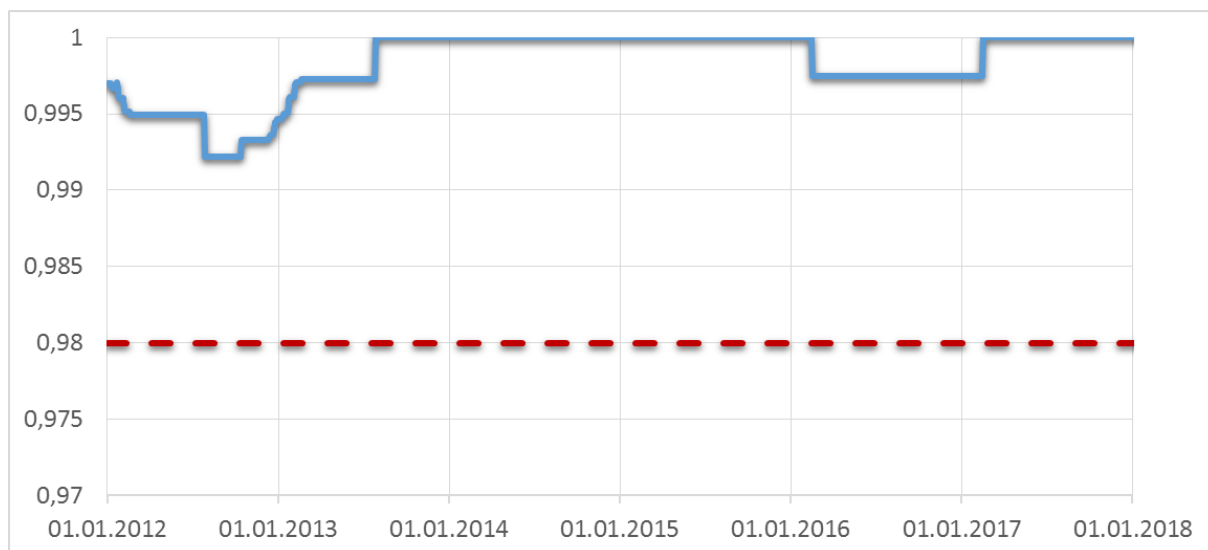


Рисунок 33 – Результаты оценки доступности ОГ на годовом интервале

## 2.2.5.7.5 Оценка характеристик местоопределения и определения времени CSA

### 2.2.5.7.5.1 Оценка доступности навигационного поля CSA (PDOP Availability)

На рисунке 34 приведены оценки доступности навигационного поля (глобальной и в наихудшей точке).

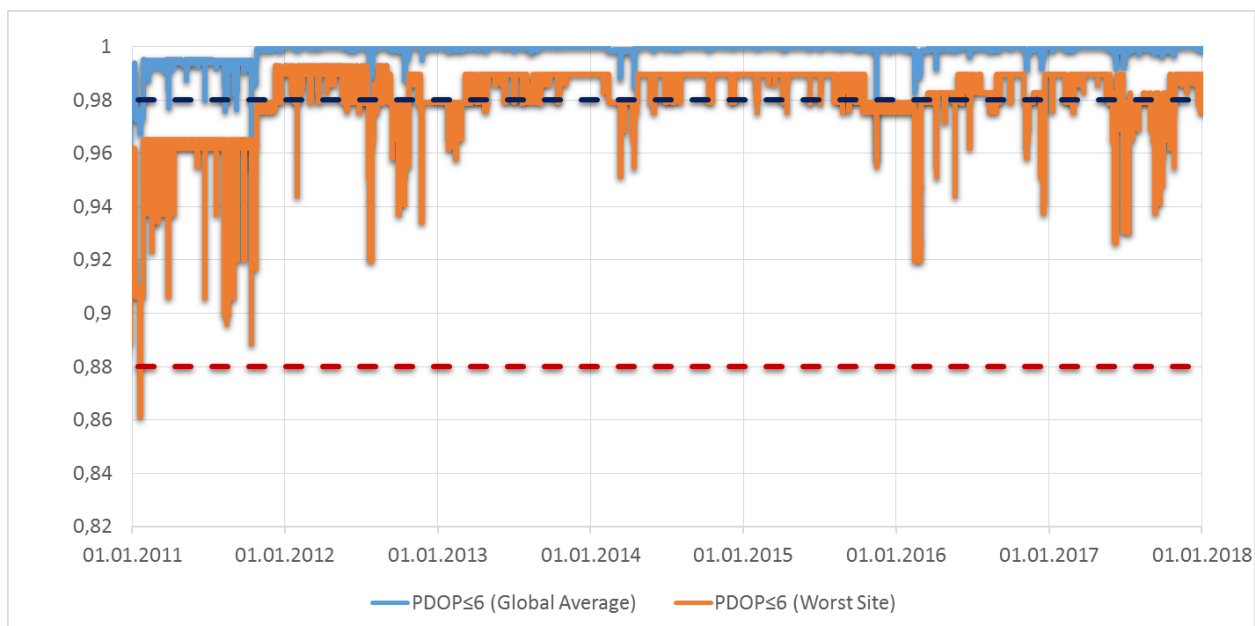


Рисунок 34 – Результаты оценки глобальной и наихудшей локальной доступности навигационного поля на суточном интервале

### 2.2.5.7.5.2 Оценка точности местоопределения CSA (CSA Positioning error)

Формирование данных, необходимых для оценки погрешности местоопределения по вертикали и в горизонтальной плоскости при  $PDOP \leq 6$  осуществляется, начиная с 6 июня 2014. Результаты оценки приведены на рисунках 35 и 36.

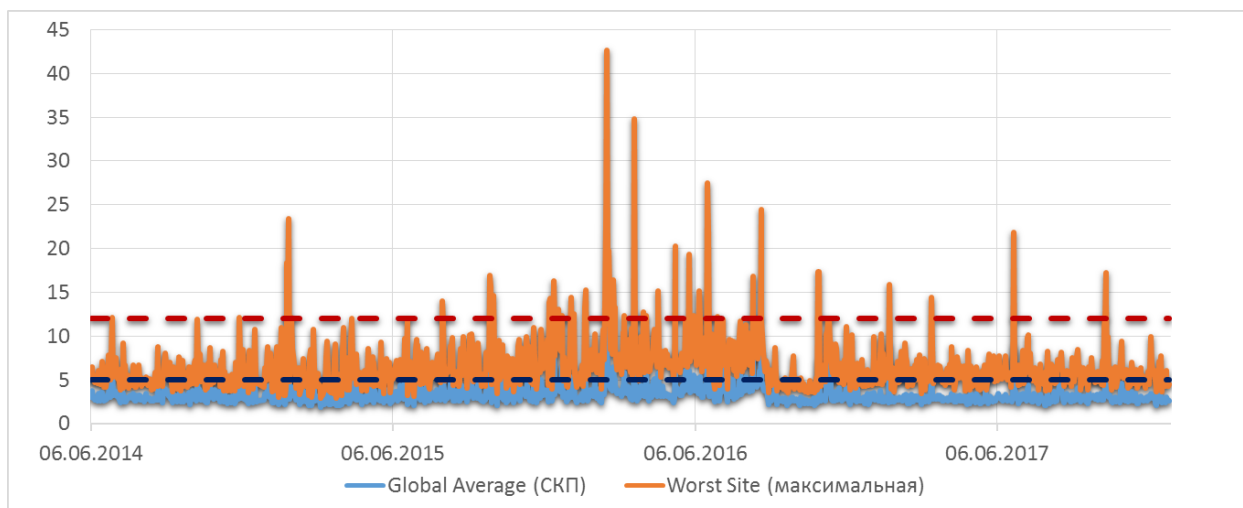


Рисунок 35 – Результаты оценки средней (СКП) и максимальной по поверхности суточной горизонтальной погрешности местоопределения при PDOP $\leq$ 6

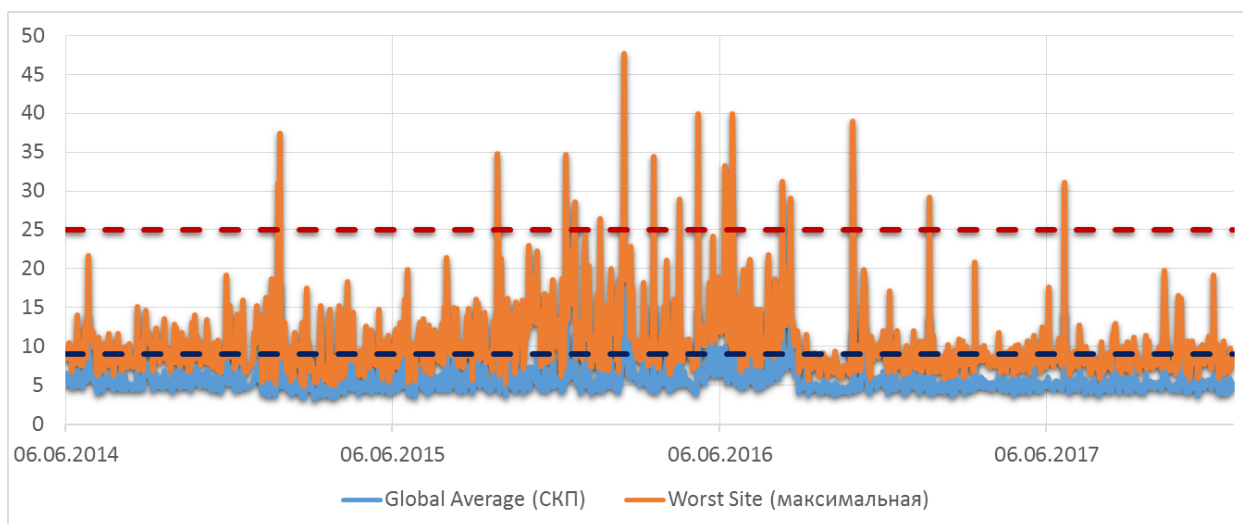


Рисунок 36 – Результаты оценки средней (СКП) и максимальной по поверхности суточной вертикальной погрешности местоопределения при PDOP $\leq$ 6

### 2.2.5.7.5.3 Оценка доступности CSA (CSA Service Availability)

На рисунках 37, 38, 39, 40 приведены оценки доступности (глобальной и в наихудшей точке) сервисов местоопределения в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Пороговые значения 95%-ных суточных погрешностей местоопределения по горизонтали и вертикали составляют соответственно 12 и 25 м.

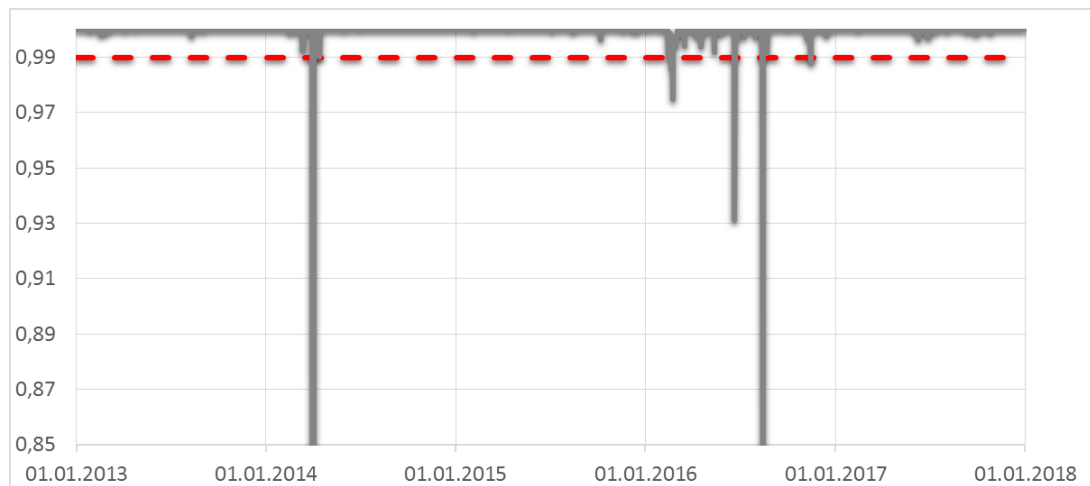


Рисунок 37 – Результаты оценки глобальной средней доступности сервиса горизонтального местоопределения при пороговом уровне 12 м

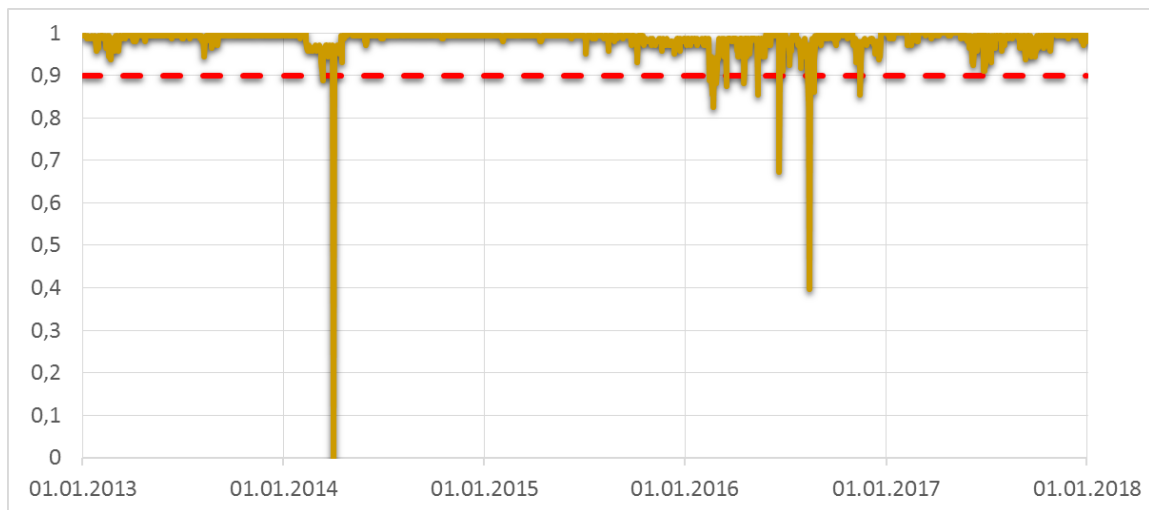


Рисунок 38 – Результаты оценки доступности в наихудшей точке сервиса горизонтального местоопределения при пороговом уровне 12 м

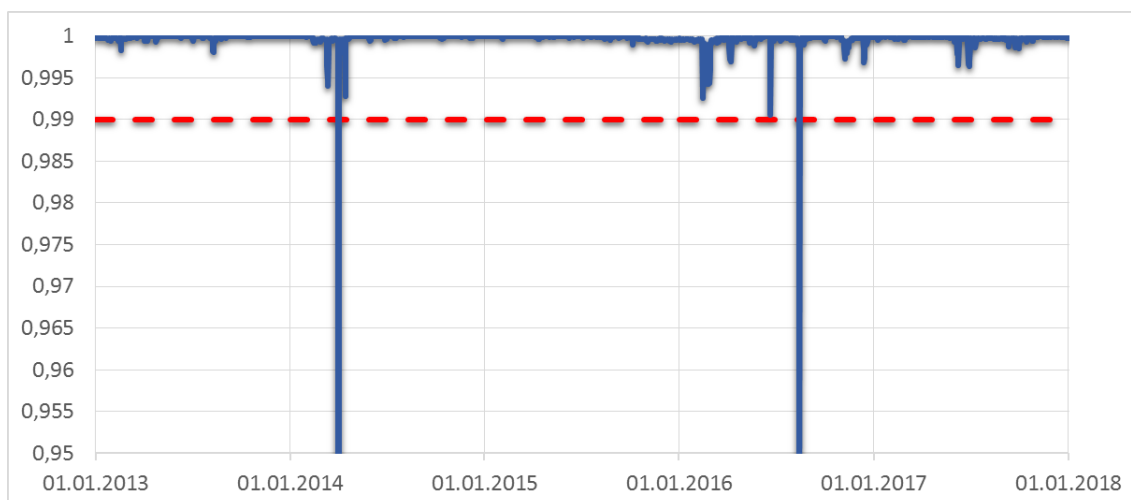


Рисунок 39 – Результаты оценки глобальной средней доступности сервиса вертикального местоопределения при пороговом уровне 25 м

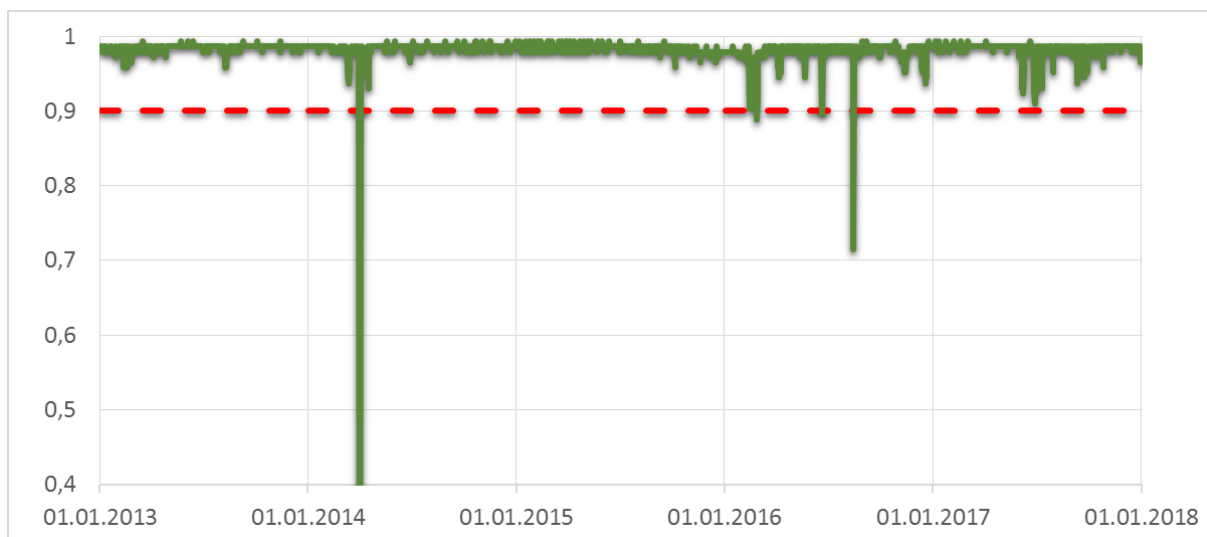


Рисунок 40 – Результаты оценки доступности в наихудшей точке сервиса вертикального местоопределения при пороговом уровне 25 м

#### 2.2.5.7.5.4 Оценка точности передачи времени CSA (CSA Time transfer accuracy)

На рисунке 41 представлена оценка составляющей средней по поверхности суточной погрешности передачи времени UTC(SU) за счет погрешности псевдодальности, то есть погрешность определения времени потребителя в ШВС.

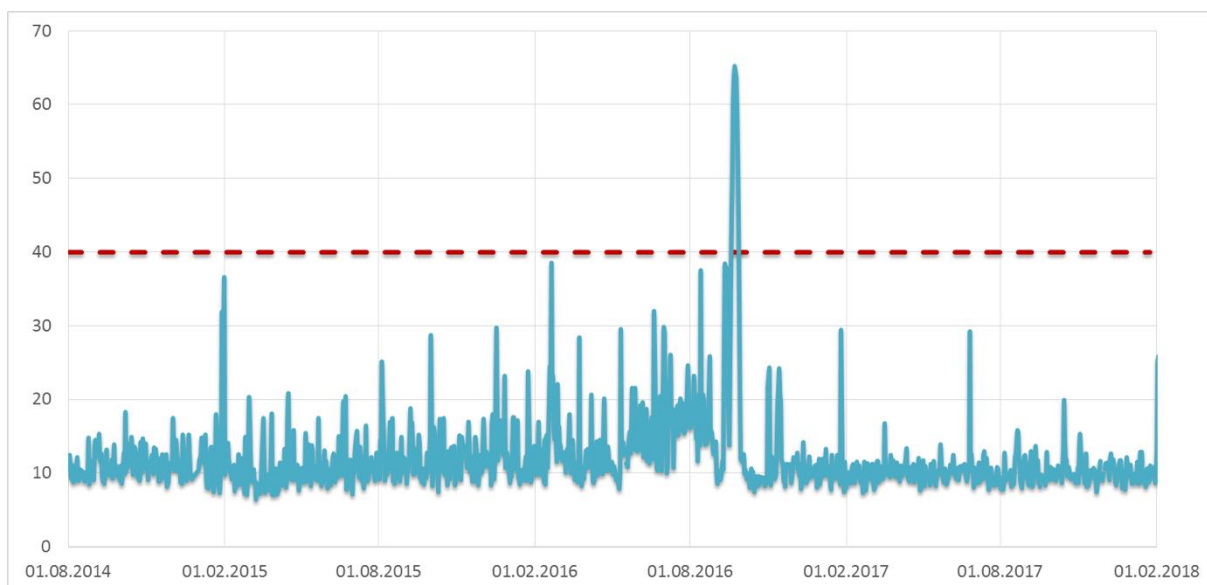


Рисунок 41 – Результаты оценки средней по поверхности суточной погрешности передачи времени ШВС

На рисунке 42 представлена итоговая оценка средней по поверхности суточной погрешности передачи времени UTC(SU), учитывающей погрешность псевдодальности и погрешность передачи в навигационном сообщении смещения UTC(SU)–ШВС.



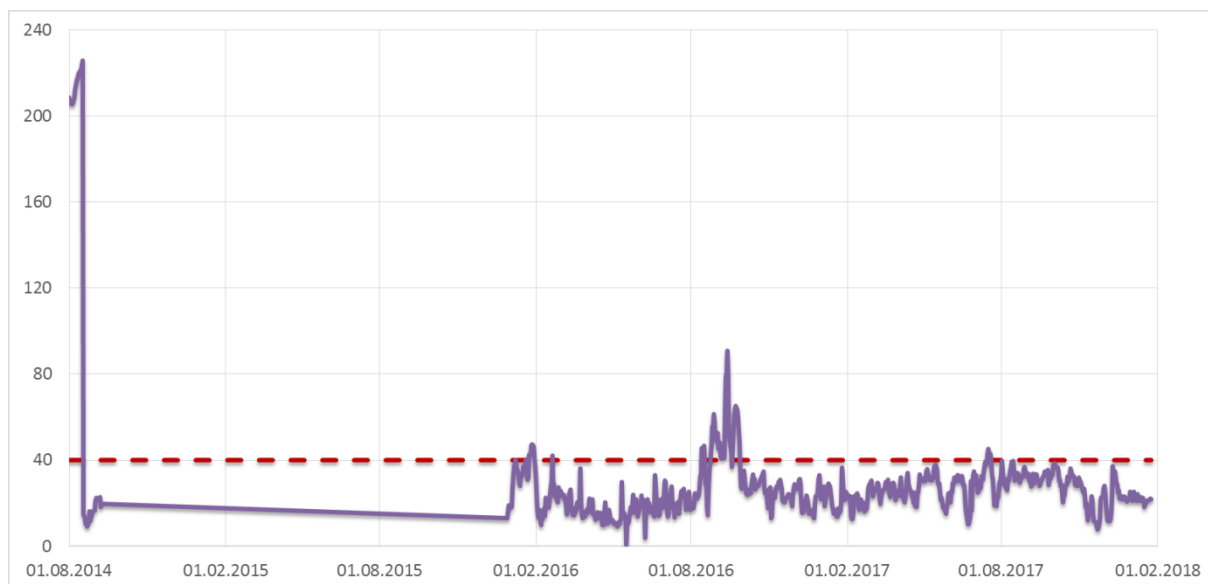


Рисунок 42 – Результаты оценки средней по поверхности суточной погрешности передачи времени UTC(SU)

### 2.2.5.8 Дополнительные сведения по методикам расчета характеристик

#### 2.2.5.8.1 Использование переменного шага при расчете доступности PDOP и погрешностей местоопределения

Расчет характеристик доступности навигационного поля, доступности сервиса, точности местоопределения и передачи времени UTC(SU) предполагает осреднение значений соответствующих характеристик по определенному сегменту поверхности (или глобально). Расчет может осуществляться с постоянным шагом по долготе и широте, но в таком случае при осреднении должна учитываться площадь поверхности, ограниченная узлами сетки, как показано ниже на примере доступности навигационного поля:

$$A_{PDOP\_Global} = \frac{\sum_{i,j} A_{PDOP\_Local}(\varphi_i, \lambda_j) \cdot S_{i,j}}{\sum_{i,j} S_{i,j}} = \frac{\sum_{i,j} A_{PDOP\_Local}(\varphi_i, \lambda_j) \cdot (\sin(\varphi_i + \Delta\varphi) - \sin \varphi_i)}{\sum_{i,j} (\sin(\varphi_i + \Delta\varphi) - \sin \varphi_i)}, \quad (53)$$

где:

$\varphi_i, \lambda_j$  — широта, долгота точки;

$\Delta\varphi$  — шаг по широте;

$A_{local}$  — локальная доступность в точке;

$S_{i,j}$  — элементарная площадь.

Более простым методом является расчет характеристик с постоянным шагом по времени и долготе и переменным шагом по широте, обеспечивающим равенство площадей, соответствующих точкам на поверхности Земли, что дает возможность непосредственного осреднения полученных значений:

$$A_{PDOP\_Global} = \frac{\sum_{\varphi, \lambda} A_{PDOP\_Local}(\varphi, \lambda)}{N_{Sites}} \quad (54)$$

### 2.2.5.8.2 Особенности процедуры оценки эксплуатационных характеристик ГЛОНАСС по данным сети станций IGS

Оценка эксплуатационных характеристик может осуществляться по измерениям глобальной сети беззапросных измерительных станций, например, сети IGS. При этом необходимо учитывать ряд принципиальных особенностей, связанных с выбором шкалы привязки частотно-временных параметров (ЧВП) и разнородностью типов навигационной аппаратуры потребителя, используемой на измерительных станциях.

Согласно требованиям IGS, апостериорная ЭВИ привязывается к измерениям навигационной аппаратуры потребителя P1-P2, выполняющей непосредственные измерения. Однако, наиболее существенно, что такой подход практически неприемлем к измерениям ГЛОНАСС из-за наличия существенных систематических погрешностей не только у различных типов навигационной аппаратуры потребителя, но и у отдельных образцов одного типа навигационной аппаратуры потребителя. Принципиально, что координатор центров анализа IGS не уточняет поправки часов НКА при расчете финальных решений. Это обусловлено существенными систематическими погрешностями кодовых измерений за счет частотного разделения сигналов (см рисунок 43).

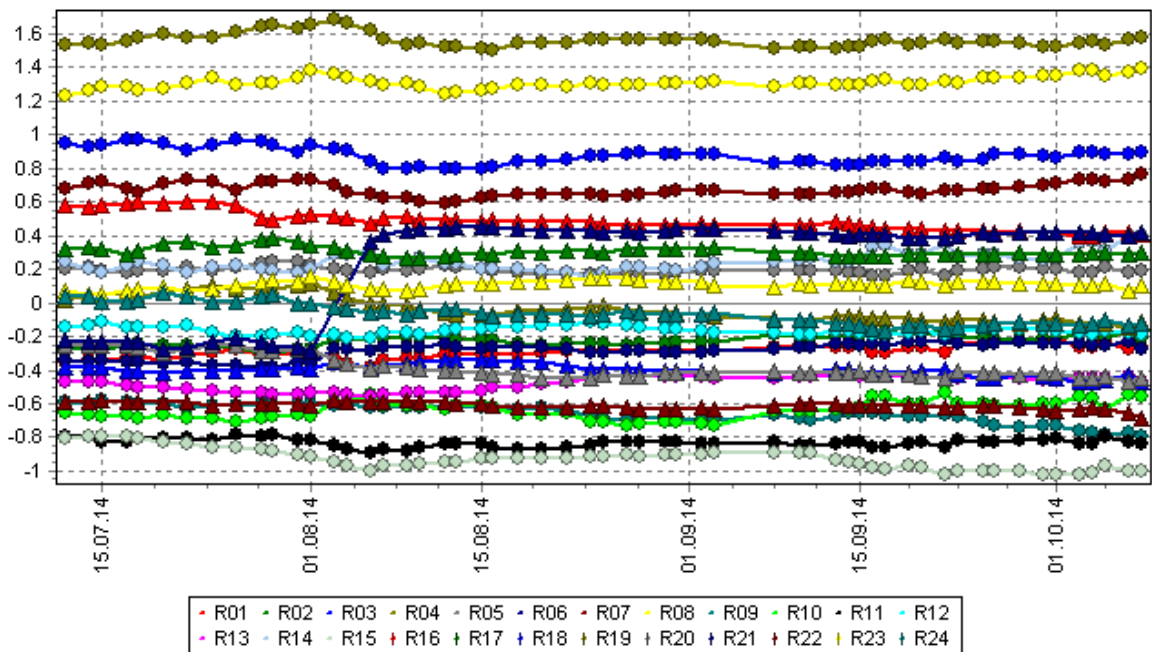


Рисунок 43 – Систематические погрешности измерений по приемникам JAVAD, м  
Эти систематические погрешности вызваны, в первую очередь, нелинейными характеристиками высокочастотных фильтров и в отдельных случаях достигают десятков наносекунд. Отсутствие фильтров с неизменной характеристикой в зависимости от частоты не позволяет выполнить абсолютную калибровку навигационной аппаратуры потребителя. Поэтому

обычно систематические погрешности уточняются для каждой навигационной аппаратуры потребителя относительно некоторой абстрактной, усредненной по сети навигационной аппаратуры потребителя.

Как правило, однотипная навигационная аппаратура потребителя имеет сходные задержки в каналах ГЛОНАСС. При этом уровень взаимного согласования зависит от производителя и типа навигационной аппаратуры потребителя, т.е. от элементной базы и программного обеспечения. В большинстве случаев остаточные погрешности согласования измерений внутри однотипной навигационной аппаратуры потребителя составляют не более 1 нс, что также является значимой величиной с учетом того, что шумовая погрешность апостериорных поправок часов НКА GPS и ГЛОНАСС составляет десятки пикосекунд. Анализ данных различных типов и образцов одного типа навигационной аппаратуры потребителя позволяет сделать вывод, что незначительные систематические погрешности наблюдаются и в каналах GPS на уровне до 0.5 нс даже у навигационной аппаратуры потребителя, выполняющей непосредственные измерения P1 и P2.

В отличие от IGS, где используется статический способ калибровки навигационной аппаратуры потребителя в предположении идентичности всей навигационной аппаратуры потребителя, выполняющей непосредственные измерения P1 и P2, в Стандарте рекомендуется использовать динамический метод калибровки измерений на интервале около 2 недель. Такой подход можно использовать как для измерений GPS, так и для измерений ГЛОНАСС. Важно, что за счет использования достаточно большого двухнедельного интервала времени уточнения систематики распределенной сети измерительных станций эти данные не оказывают влияния ни на оценку стабильности БСУ, ни на оценку изменения разности системных шкал ГЛОНАСС-GPS.

В связи с вышесказанным, непосредственное использование апостериорных и бортовых (штатных) поправок часов ГЛОНАСС в отличие от GPS дает некоторую усредненную оценку частотно-временных параметров (ЧВП), т.е. то, что видит средний потребитель, имеющий несколько разнотипных приемников. Однако непосредственное использование апостериорных и бортовых (штатных) поправок часов ГЛОНАСС не дает ответа на вопрос о погрешностях частотно-временного обеспечения (ЧВО) ГЛОНАСС, а, следовательно, не может быть использовано для оценки технических характеристик системы.

Очевидно, что средства НКУ, используемые для расчета штатных ЧВП, также имеют систематические погрешности измерений. В отсутствии доступа независимой системы мониторинга к физической шкале НКУ ГЛОНАСС для привязки апостериорных поправок часов ГЛОНАСС к штатным данным используются остаточные взаимные погрешности штатных ЧВП и апостериорных поправок. Обработка этих данных производится на интервале 24 суток, т.е. 3 циклов повторения трассы НКА ГЛОНАСС. В идеале, такая привязка должна быть сделана 1 раз на длительном интервале времени. Однако анализ наблюдаемых разностей штатных и апостериорных поправок часов на длительном интервале показывает, что систематики средств НКУ изменяются не меньше, чем у большинства постоянно действующей навигационной аппаратуры потребителя. Это может быть вызвано заменами или перенастройками

оборудования, либо программного обеспечения, температурной зависимостью и пр. Поэтому рекомендуется регулярное согласование систематических погрешностей штатных и апостериорных данных на достаточно длительном интервале, кратном периоду повторяемости трассы. Уменьшение интервала согласования приводит к повышенному «шуму» систематик за счет ошибок прогноза ЧВП, увеличение интервала нежелательно из-за необходимости реагирования на флуктуации систематик частотно-временного обеспечения (ЧВО).

Особой спецификой является недостоверность признаков пригодности НКА ГЛОНАСС, формируемых отдельными типами навигационной аппаратуры потребителя. Известно, что часть навигационной аппаратуры потребителя ошибочно формирует навигационные форматы RINEX, например, приемники Leica в режиме ALL-IN-VIEW выдают все НКА как пригодные, некоторые типы навигационной аппаратуры потребителя ГЛОНАСС формируют время начала кадра со сдвигом на 3 ч и др. Из-за большого числа разнородной навигационной аппаратуры потребителя, к тому же использующих различные конверторы «сырых» данных, в некоторых случаях корректное формирование признаков пригодности затруднительно, что приводит к погрешностям оценки.

Существенно изменить ситуацию возможно путем создания собственной глобальной сети распределенных станций, на каждой из которых будет установлено по несколько образцов однотипной навигационной аппаратуры потребителя.

Альтернативным, более доступным для независимых служб мониторинга, вариантом на период отсутствия собственной сети может быть продвижение в IGS идеи формирования, наряду с RINEX-файлами, файлов, содержащих полный объем цифровой информации навигационных сообщений. Примером формата требуемой информации может служить формат GRIL, использующийся в навигационной аппаратуре потребителя производства Javad и Topcon. Наличие на текущий момент существенного количества такой навигационной аппаратуры потребителя в составе сети IGS может способствовать созданию в рамках сети IGS подсети из навигационной аппаратуры потребителя, предоставляющей наиболее полную информацию.

#### 2.2.5.8.3 Термин «целостность» и его отличие от термина «вероятность основного отказа навигационного обслуживания»

В соответствии с определением ИКАО целостность определена как мера доверия, которая может быть отнесена к правильности информации, выдаваемой системой в целом. Целостность подразумевает способность системы обеспечить пользователя своевременными и обоснованными предупреждениями (сигналами тревоги) в тех случаях, когда система не должна использоваться для планируемой операции (этапа полета и др.).

Для проверки на приемлемость уровня ошибки определения местоположения, установлен порог, при котором выдается сигнал тревоги, представляющий собой максимальную ошибку определения местоположения, при которой обеспечивается безопасная операция. Ошибка определения местоположения не может превышать данный порог без срабатывания оповещения. По аналогии с курсо-глиссадной системой в авиации (Instrumental Landing System - ILS) система

может деградировать в сторону увеличения ошибки сверх 95 %, не превышая при этом контрольного порога.

Требование к показателю целостности навигационной системы для отдельного воздушного судна по обеспечению полета по маршруту, операций в зоне аэродрома, начального этапа захода на посадку, неточного захода на посадку (НРА) и вылета полагается равным  $1 \times 10^{-5}$ /ч. Это вероятность отсутствия оповещения за 5 мин, 15 и 10 с в зависимости от операции (следование по маршруту, следование по маршруту в зоне аэродрома и неточный заход на посадку). Сигнал-в-пространстве, передаваемый спутниковыми навигационными системами, одновременно обслуживает в широкой зоне большое количество воздушных судов, летящих по маршруту, и поэтому последствия потери целостности системы будут для системы управления воздушным движением значительно больше, чем в случае использования традиционных навигационных средств. В связи с этим требования к характеристикам являются более высокими.

Основной отказ в навигационном обслуживании по сигналу в пространстве канала стандартной точности (SIS URE Major Service Failure) определяется как событие, происходящее в определенный период времени, в течение которого признаки пригодности НКА в навигационном сообщении являются ложными, т.е. значение SIS URE превышает пороговое значение, при котором должен быть выставлен признак непригодности НКА. Фактически, вероятность отказа основного обслуживания рассчитывается как процент времени в течение оговоренного временного интервала, когда значение CSA SIS URE для пригодного НКА превышает 70 м, что существенно отличает эту характеристику от характеристики целостности отсутствием времени оповещения.

#### 2.2.5.8.4 Оценка зависимости SIS URE от возраста ЭВИ и стабильности (вариации Аллана) стандартов частоты ГЛОНАСС

В СТЭХОС ГЛОНАСС приведены характеристики SIS URE вне зависимости от возраста ЭВИ, передаваемой в составе навигационного сообщения. Такая характеристика является наиболее ощутимой характеристикой по влиянию SIS URE непосредственно на НАП, работающие по открытым сигналам ГЛОНАСС.

Ниже описан общий характер изменения погрешности псевдодальности в зависимости от интервала старения и возраста данных внутри интервала старения. На текущий момент ЭВИ закладывается на борт НКА от 1 до 3 раз в сутки, что обусловлено региональным характером подсистемы наземной космической инфраструктуры (ПНКИ) ГЛОНАСС.

Зависимость ЭВИ от интервала старения определяется нестабильностью бортовых стандартов и точностью бортовой модели прогнозирования эфемерид. В данном разделе представлены примеры типичного характера зависимости ЭВИ от интервала старения на основе реальных данных.

На рисунке 44 приведен пример вариации Аллана БСУ НКА ГЛОНАСС по данным за 23 суток.

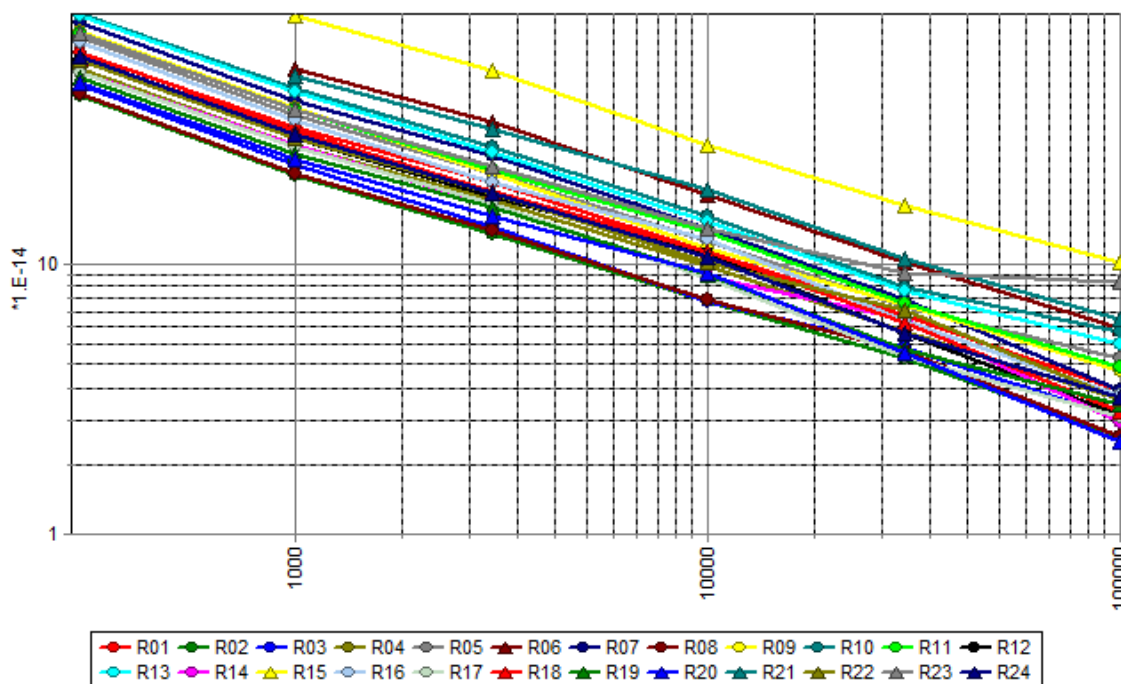


Рисунок 44 – Вариация Аллана БСУ НКА ГЛОНАСС

Анализ приведенного графика показывает, что суточная нестабильность стандартов частоты ГЛОНАСС для среднего НКА составляет  $5\text{-}6 \cdot 10^{-14}$ , что за сутки приводит к вкладу в ЭПД от 0.7 до 1.2 м в зависимости от частоты закладки.

Оценка зависимости SIS URE от интервала старения проводилась на суточном и 15-суточном интервалах. Штатные значения эфемерид и ЧВП сравнивались с соответствующими апостериорными значениями.

На первом этапе анализа проводились оценки SIS URE на суточном интервале с шагом полчаса. Полученные значения SIS URE последовательно усреднялись на 0.1 ... 24 ч. Результаты расчета представлены на рисунке 45, зависимость средней по ОГ SIS URE – на рисунке 46.

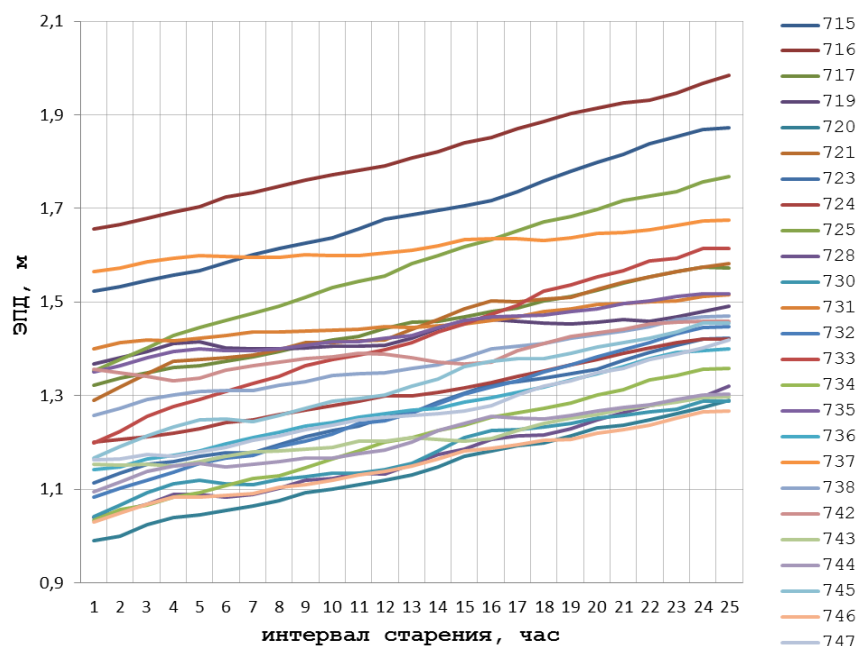


Рисунок 45 – Зависимость ЭПД от интервала старения исходных данных

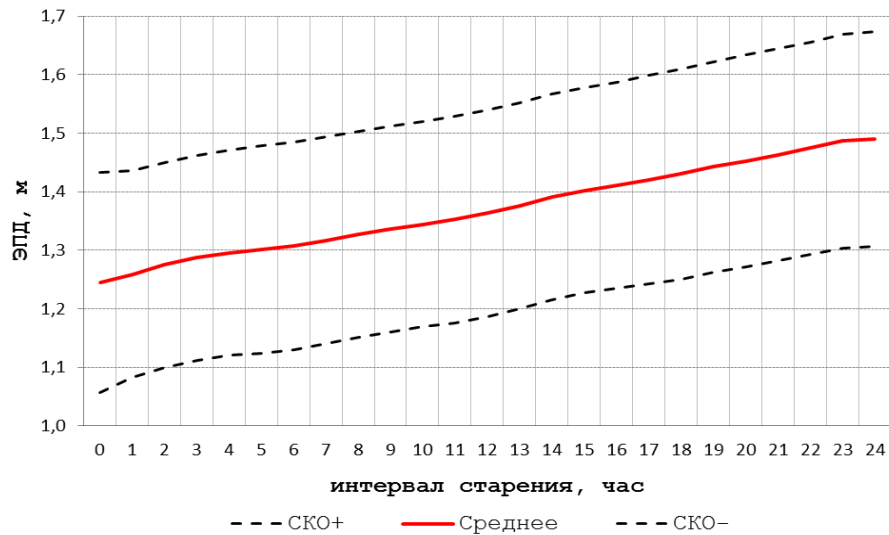


Рисунок 46 – Зависимость ЭПД от интервала старения исходных данных, среднее по группировке

На втором этапе анализа проводились оценки SIS URE на интервале в 15 суток с шагом 6 ч. Такой шаг был выбран из-за трудоемкости расчета и с учетом того, что шаг расчета близок к половине периода обращения НКА. Для расчетов использовался такой же подход, как и для расчетов на суточном интервале. Результаты оценок представлены на рисунках 47 и 48.

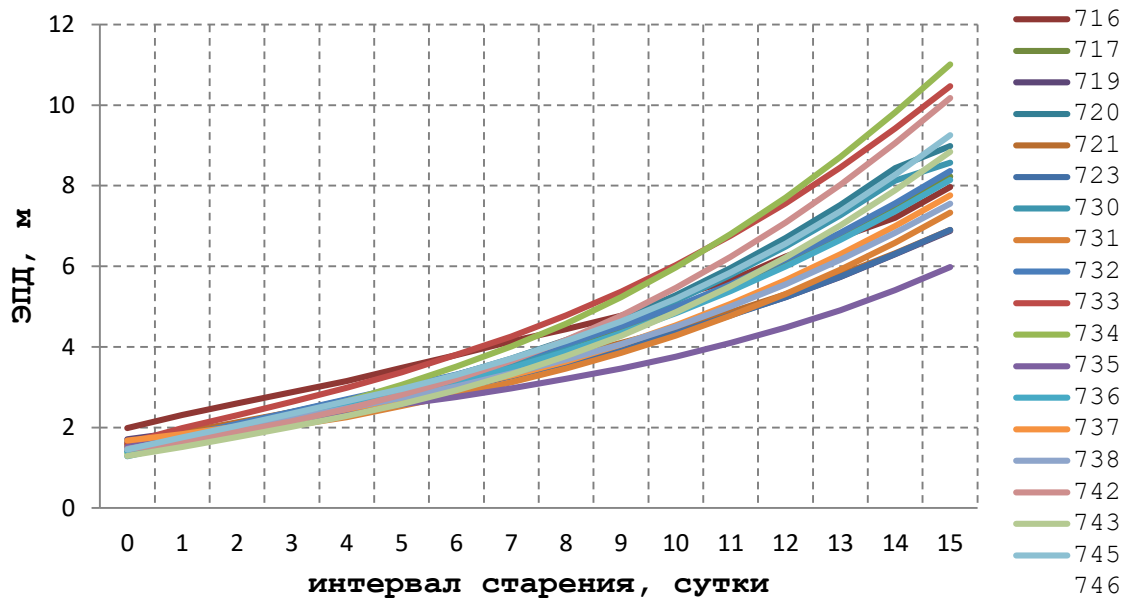


Рисунок 47 – Зависимость SIS URE от интервала старения исходных данных

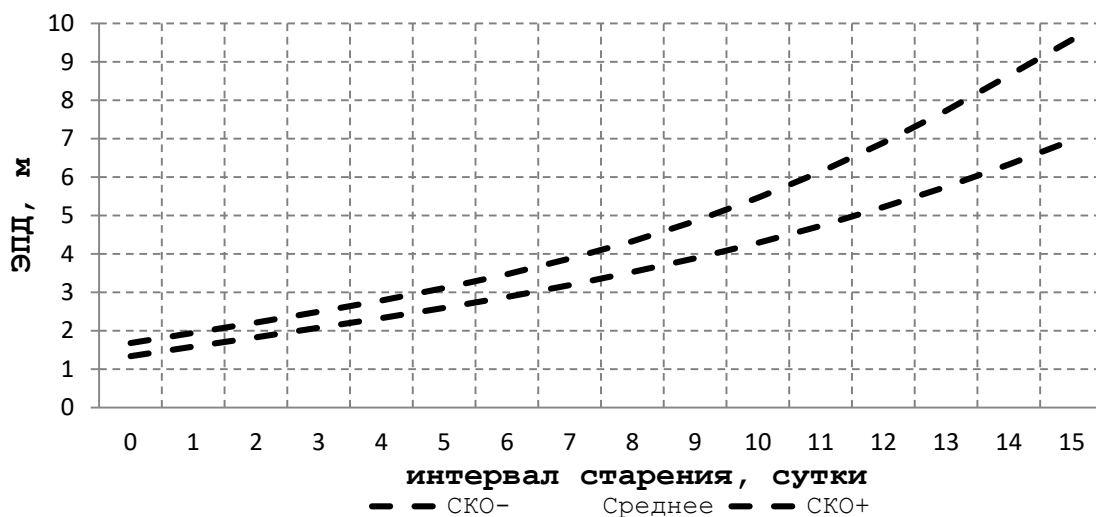


Рисунок 48 – Зависимость SIS URE от интервала старения исходных данных, среднее по группировке

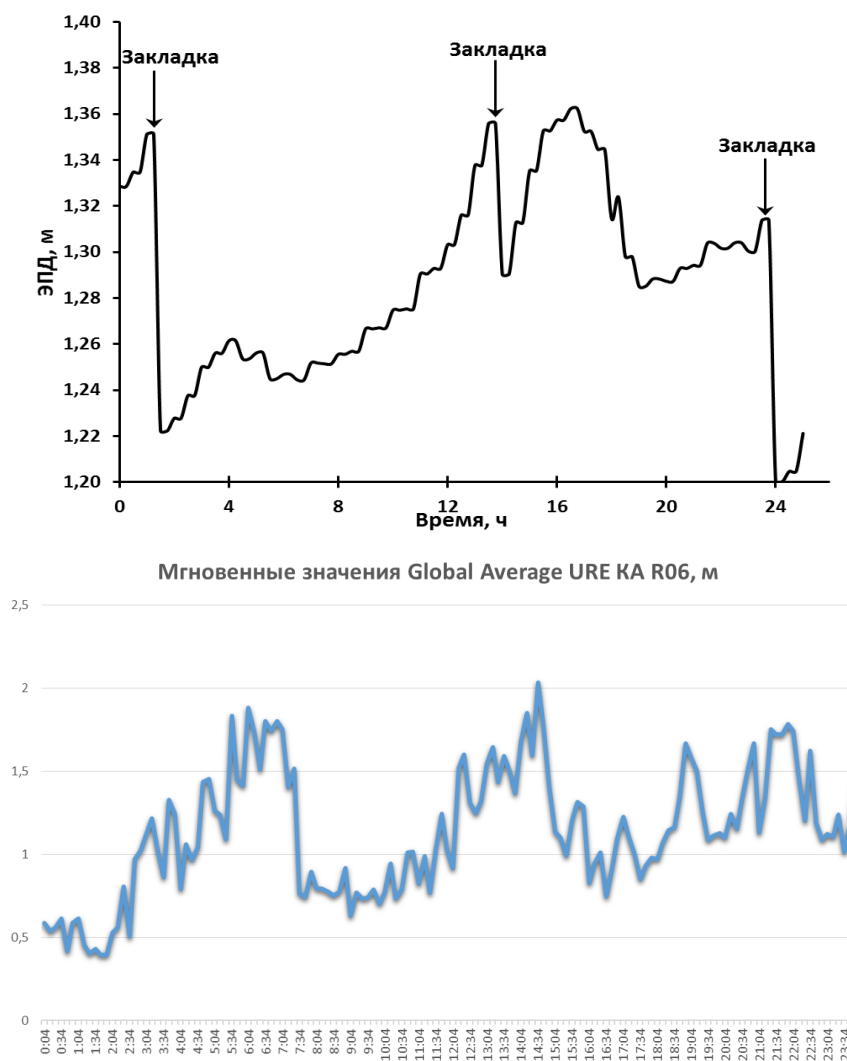


Рисунок 49 – Примеры зависимости мгновенной глобальной средней погрешности псевдодальности от возраста ЭВИ на суточном интервале

На рисунке 49 приведены примеры зависимости глобальной средней погрешности псевдодальности от возраста ЭВИ на суточном интервале.



### 2.2.5.8.5 Примеры бюджета ошибок с учетом погрешностей, вносимых средой распространения и навигационной аппаратурой потребителя

Указанные в СТЭХОС ГЛОНАСС эксплуатационные характеристики зависят от работы космического сегмента и сегмента управления системой. Точность определения пространственных координат потребителя определяется многими факторами, основными из которых являются следующие:

- погрешности за счет космического сегмента и сегмента управления (погрешности эфемерид КА и ЧВП в части их определения в комплексе ЭВО и представления в навигационном сообщении, бортовой аппаратуры, обеспечивающей формирование и излучение навигационного сигнала). Для краткости используется термин «погрешность за счет космического сегмента»;
- погрешности за счет распространения сигнала в ионосфере и тропосфере Земли;
- погрешности за счет условий приема навигационного сигнала в наземной аппаратуре (эффект многолучевости) и погрешности аппаратуры спутниковой навигации за счет шумов и задержек в канале обработки.

Погрешность пространственных определений местоположения потребителя, ее составляющие в плане (на поверхности геоида) и по высоте, а также погрешность определения времени потребителя могут быть соответственно рассчитаны по формулам:

$$\begin{aligned} PE &= PDOP \cdot UERE, \\ HPE &= HDOP \cdot UERE, \\ VPE &= VDOP \cdot UERE, \\ TCE &= TDOP \cdot UERE, \end{aligned} \quad (55)$$

где:

PE — погрешность определения координат потребителя в пространстве;

HPE — погрешность определения координат потребителя в плоскости горизонта;

VPE — погрешность определения высоты потребителя;

TCE — погрешность определения времени потребителя в шкале времени системы;

UERE — погрешность псевдодальности потребителя, определяемая по формуле:

$$\begin{aligned} UERE^2 &= URE^2 + UEE^2 \\ URE^2 &= SIS \cdot URE^2 + UAE^2 \end{aligned} \quad (56)$$

где:

SIS URE — эквивалентная погрешность псевдодальности за счет космического сегмента, т.е. за счет погрешности бортовой эфемеридно-временной информации;

UAE — погрешность псевдодальности за счет среды распространения сигнала, различная для одночастотной, двухчастотной и трехчастотной аппаратуры, с использованием и без использования метеопараметров;

URE — погрешность псевдодальности за счет космического сегмента и среды распространения сигнала;

UEE — погрешность псевдодальности за счет условий приема навигационных сигналов в наземной аппаратуре (эффект многолучевости или мультипути) и погрешности аппаратуры спутниковой навигации.

В качестве примера в таблице 7 приведен бюджет ошибок потребителя в зависимости от типа используемой НАП. Бюджет ошибок приводится здесь в качестве справочного материала и не является объектом рассмотрения СТЭХОС ГЛОНАСС.

Таблица 7 – Пример бюджета ошибок псевдодальности

Источник погрешностей	Одночастотный приемник (м)	Двухчастотный приемник (м)
Аппаратурные шумы	2.57	8.0
Многолучевость	7.28	7.28
Тропосфера	0.2	0.2
Ионосфера	8.5	-
Эфемериды	0.5	0.5
ЧВП	3.2	3.2
Суммарная погрешность	9.1	8.5

#### 2.2.5.8.6 Оценка распределения PDOP

При известной (заданной или оцененной) погрешности псевдодальности может быть вычислена погрешность местоопределения потребителя. Для этого необходимо знать текущее значение соответствующего геометрического фактора. Геометрический фактор может быть получен как по результатам мониторинга, так и на основе аналитических данных для номинальной ОГ ГЛОНАСС. На рисунках 50 51 представлены функции и плотности распределения HDOP и VDOP на поверхности для номинальной ОГ ГЛОНАСС, а также для ОГ без средних 1 и 2 КА.

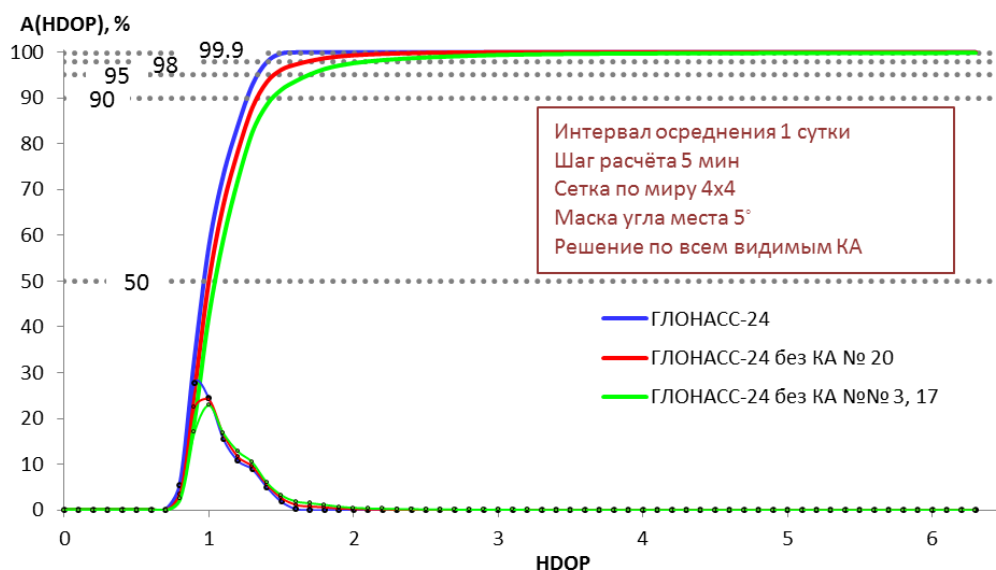


Рисунок 50 – HDOP для ОГ ГЛОНАСС из 24, 23, 22 НКА

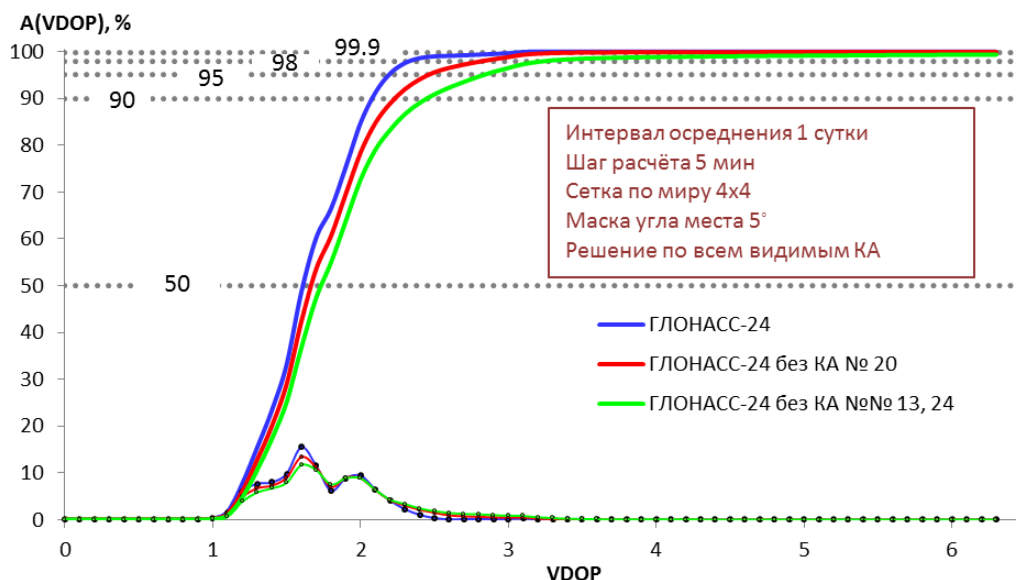


Рисунок 51 – Распределение VDOP для ОГ ГЛОНАСС из 24, 23, 22 НКА

Средние КА определены, как КА, при выходе из ОГ которых осредненные по миру HDOP или VDOP соответственно обладают средними значениями по сравнению с вариантами при выбывании других КА. Аналогично могут быть определены наихудшие КА, при выходе из ОГ которых усредненные по миру HDOP или VDOP соответственно обладают наихудшими (самыми высокими) значениями по сравнению с вариантами при выбывании других КА.

Помимо распределения по всей поверхности, распределение HDOP, VDOP может быть рассчитано отдельно в каждой точке поверхности, в том числе в наихудшей точке, т.е. точке с наихудшим среднесуточным локальным значением HDOP, VDOP (Таблица 8).

Таблица 8 – Распределение HDOP, VDOP для ОГ ГЛОНАСС из 24, 23, 22 НКА

Варианты ОГ	Наихудший вариант* HDOP	Наихудший вариант* VDOP	Средний вариант** HDOP	Средний вариант** VDOP
	99.90%			
ГЛОНАСС-24	~1.50	~2.00	~1.55	~3.05
ГЛОНАСС-23	~2.95	~3.40	~2.65	~4.35
ГЛОНАСС-22	>6	>6	>6	>6
	99.00%			
ГЛОНАСС-24	~1.54	~2.00	~1.45	~2.50
ГЛОНАСС-23	~2.80	~3.20	~1.90	~3.05
ГЛОНАСС-22	>6	>6	~2.60	~4.40
	98.00%			
ГЛОНАСС-24	~1.45	~2.00	~1.40	~2.35
ГЛОНАСС-23	~2.55	~3.10	~1.70	~2.85
ГЛОНАСС-22	>6	>6	~2.10	~3.25
	90.00%			
ГЛОНАСС-24	~1.40	~1.95	~1.25	~2.05
ГЛОНАСС-23	~2.05	~2.50	~1.32	~2.25
ГЛОНАСС-22	~2.90	~3.15	~1.40	~2.45

\* Наихудший вариант выбывания КА и точка с наихудшим распределением.

\*\* Средний вариант выбывания КА и распределение по всей поверхности.

Несмотря на возможность оценки погрешностей местоопределения путем перемножения ЭПД и соответствующего среднего геометрического фактора, такая оценка не в полной мере отражает реальное распределение характеристик, а является некой обобщенной характеристикой.

Предпочтительным же является пересчет в ошибки координат потребителя мгновенных погрешностей SIS URE, в каждой точке для каждого пригодного НКА, для чего погрешности эфемерид и часов проектируется на направление из точки на НКА.

#### *2.2.5.9 Механизмы подтверждения оценок характеристик*

На начальном этапе основным механизмом подтверждения оценок характеристик является использование проверенных исходных данных, формализованных (воспроизводимых) методик расчета характеристик, и как следствие, обеспечение прослеживаемости и повторяемости результатов.

На последующих этапах – добавляются соответствующим образом сертифицированные аппаратно-программные и технические средства, производящие сбор, обработку ИД, расчеты характеристик.

#### *2.2.5.10 Связь с другими типами оценок функциональной эффективности*

В качестве примера построения связей с другими типами оценок функциональной эффективности приведем пример связи «оценки с помощью эксплуатационных характеристик» с «оценкой тактико-технических характеристик систем из ТЗ, ТТТ и др. подобных документов».

В соответствии с ТЗ на ОКР «Глонасс-КК-В» средняя по всем КА, используемым по целевому назначению, составляющая эквивалентной погрешности измерений псевдодальности за счет погрешности бортовой эфемеридно-временной информации на любом суточном интервале не должна превышать 1,4 м на 2014 год. При этом указанные точностные характеристики подтверждаются с вероятностью 0,67 (рисунок 52).

В СТЭХОС ГЛОНАСС требования к ЭПД заданы как 95% погрешность псевдодальности за счет космического сегмента по всей ОГ на суточном интервале.

Соотношения между требованиями к ЭПД по ТЗ и ЭПД по СТЭХОС приведены ниже.

$$\sigma_{\text{на сутках по всем КА}}(\text{ЭПД}_{\text{мгн\_КА}}) = \left[ \frac{\sum_{t=0}^{t_0+24ч} \sum_{КА1}^{КА24} \text{ЭПД}_{\text{мгн\_КА}}}{N_{КА} \cdot N_t} \right]$$

$$0.95_{\text{на сутках по всем КА}}(\text{ЭПД}_{\text{мгн\_КА}}) \approx 2 \cdot \sigma_{\text{на сутках по всем КА}}(\text{ЭПД}_{\text{мгн\_КА}})$$

$$\text{ЭПД}_{ТЗ} = \frac{0.67}{\text{на годовом интервале}} \left[ \sigma_{\text{на сутках по всем КА}}(\text{ЭПД}_{\text{мгн\_КА}}) \right] = 1.4 \quad (57)$$

$$\text{ЭПД}_{\text{СТЭХОС\_95}} = \max_{\text{на сутках по всем КА}} \left[ 0.95_{\text{на сутках по всем КА}}(\text{ЭПД}_{\text{мгн\_КА}}) \right] \approx \frac{0.9973}{\text{на годовом интервале}} \left[ 0.95_{\text{на сутках по всем КА}}(\text{ЭПД}_{\text{мгн\_КА}}) \right] \approx$$

$$\approx 3 \cdot \frac{0.67}{\text{на годовом интервале}} \left[ 2 \cdot \sigma_{\text{на сутках по всем КА}}(\text{ЭПД}_{\text{мгн\_КА}}) \right] \approx 6 \cdot \text{ЭПД}_{ТЗ} \approx 6 \cdot 1.4 \text{ м} = 8,4 \text{ м}$$

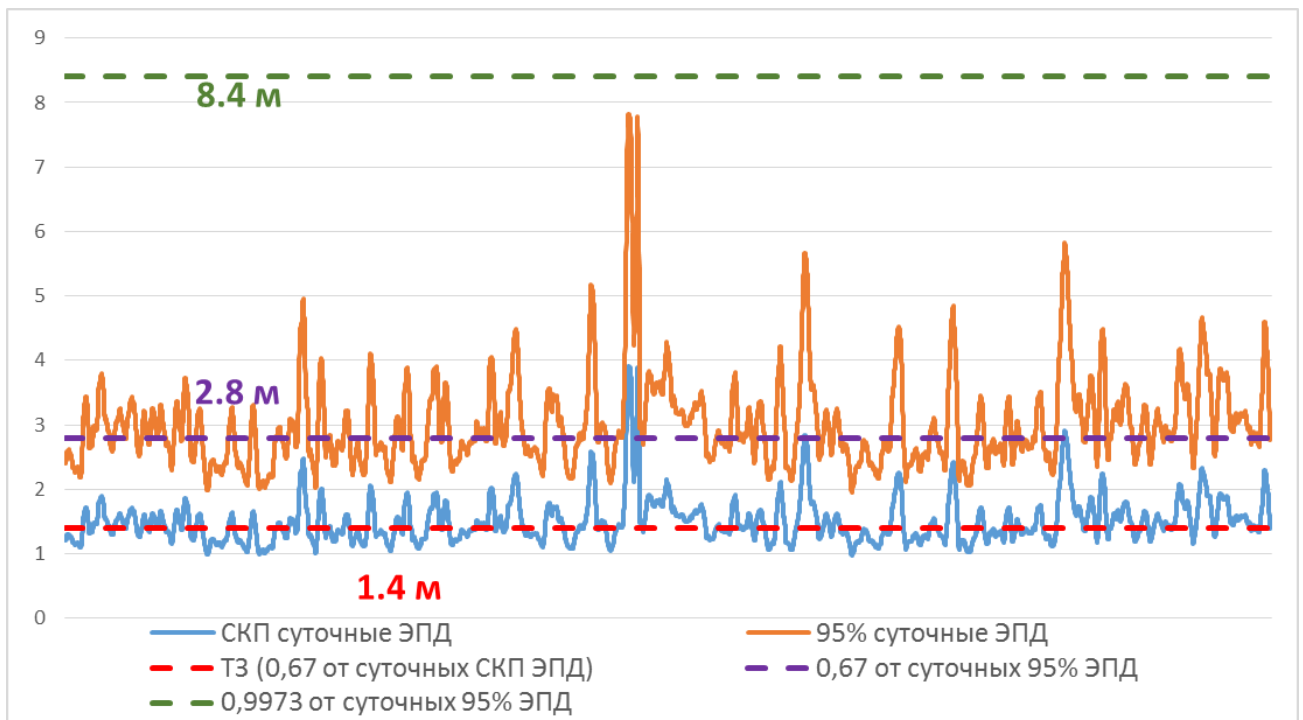


Рисунок 52 – Составляющая эквивалентной погрешности измерений псевдодальности за счет погрешности бортовой эфемеридно-временной информации на суточном интервале

Предельное значение 95% глобальной средней погрешности псевдодальности за счет космического сегмента по всей ОГ на суточном интервале также может быть ориентировочно рассчитано исходя из требований к нестабильности БСУ КА «Глонасс-М», из которых состоит текущая ОГ. По результатам мониторинга 2 КА из 24 имеют среднюю суточную нестабильность не ниже заданной в ТЗ  $1 \cdot 10^{-13}$ , тогда суточная нестабильность с вероятностью 0,95 для этих КА будет не менее  $2 \cdot 10^{-13}$  (рисунок 53).

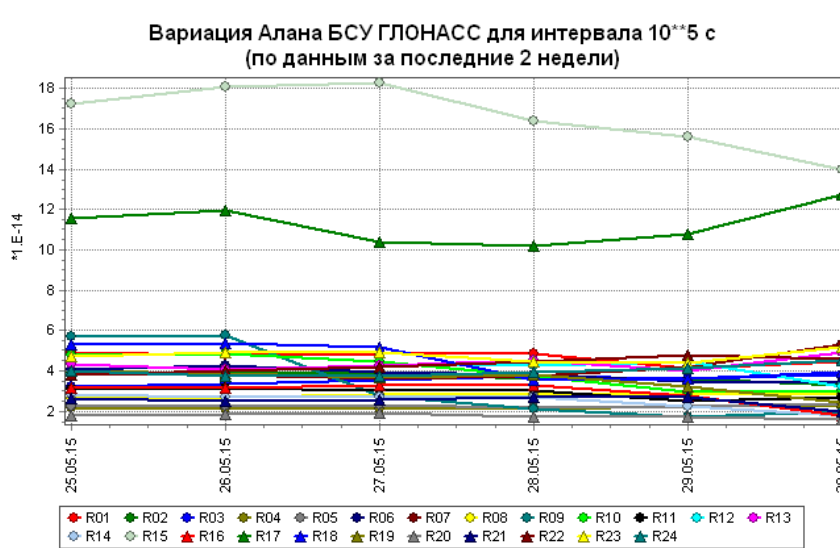


Рисунок 53 – Средняя суточная нестабильность БСУ КА «Глонасс-М»

Вклад в СКП ЭПД за счет ухода БСУ, при прогнозе на 15 часов, что соответствует текущему циклу закладки ЭВИ на борт, составляет

$$\sigma_t = I_{24} \cdot \sqrt{\frac{24}{t}} \cdot t \cdot 3600 \cdot 1^9 \cdot 30 = 2 \cdot 10^{-13} \cdot \sqrt{\frac{24}{15}} \cdot 15 \cdot 3600 \cdot 10^9 \cdot 0.3 = 4.098 \text{ м}$$

Тогда вклад в 95% ЭПД за счет ухода БСУ составит:  $2\sigma_t = 8.196 \text{ м}$ . При этом не учитываются ошибки определения ЭВИ наземными средствами.

Полученные двумя методами приблизительные оценки пороговых требований к ЭПД для СТЭХОС ГЛОНАСС могут быть несколько снижены для повышения конкурентоспособности для достижения значения 7,8 м, заданного для аналогичной характеристики в SPS GPS. С единственным отличием, что данная характеристика в GPS оценивается для каждого КА, а не по всей ОГ. Возможность снижения требований до 7,8 м подтверждается результатами мониторинга за период с 01.2009 по 05.2015 (рисунок 54).

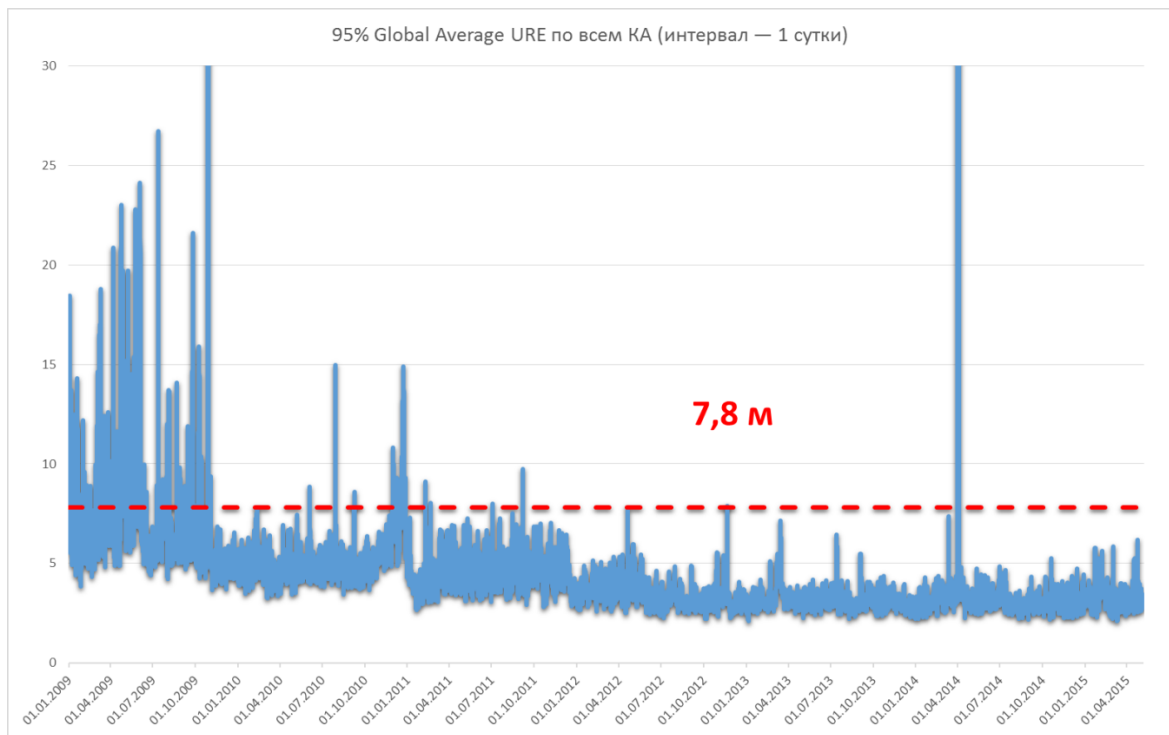


Рисунок 54 – Оценка пороговых требований к ЭПД для СТЭХОС ГЛОНАСС

### 2.2.5.11 Преимущества оценивания функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик

Важным преимуществом использования оценок эксплуатационных характеристик по сравнению с другими типами оценки функциональной эффективности является отсутствие необходимости доступа к «внутренним характеристикам» навигационных систем, связанным с их аппаратно-программным и техническим средствам напрямую. Зачастую, такой доступ ввиду различных причин получить не представляется возможным. Это может быть связано, в том числе с двойным назначением различных систем.

Для оценивания эксплуатационных характеристик достаточно открытых данных, распространяемых навигационными системами при предоставлении услуг потребителям. Например, для системы ГЛОНАСС для формирования исходных данных для проведения оценок эксплуатационных характеристик (в части услуги абсолютной навигации) достаточно открытых данных, собираемых с сети станций IGS (или любой другой сети станций), после некоторой постобработки.

## 2.3 Общие выводы по разделу 2

1. Проведен анализ проблемных вопросов в части оценки функциональной эффективности и разработаны предложения по их решению.
2. Разработаны специализированные подходы, методы и методики оценки функциональной эффективности с использованием эксплуатационных характеристик.

### 3 Эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности

#### 3.1 Анализ проблемных вопросов и разработка предложений по путям их решения

##### 3.1.1 Общее описание областей проведения оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности

В терминологии координатно-временного и навигационного обеспечения (рисунок 1, введение) нормативно-правовое и нормативно-техническое регулирование навигационной деятельности является важнейшим элементом контрольно-регламентирующего сегмента координатно-временного и навигационного обеспечения.

Основным назначением нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности является создание и поддержание нормативно-правовой и нормативно-технической базы, обеспечивающей баланс (как в части создания, развития, функционирования и использования навигационных систем, так и в части взаимодействия с другими системами и областями права и технического регулирования) интересов государства (государств), организаций (национальных и международных), разработчиков навигационных систем, поставщиков (производителей и провайдеров услуг, разработчиков навигационной аппаратуры потребителя) и потребителей услуг в области навигационной деятельности.

Фактически, именно нормативно-правовая и нормативно-техническая база обеспечивает возможность (и определяет порядок, форму, способы и др.) создания, развития, функционирования и использования существующих средств, систем и услуг, ими предоставляемых, как в части технического, так и в части правового регулирования.

Учитывая значительную сложность такой базы, а также то, что она обладает всеми признаками больших организационно-технических систем, целесообразно при формализации ее как области проведения оценок, при проведении касающихся ее исследований и при проведении различных ее оценок, определять и относиться к ней именно как к системе нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности.

Достоверными и прослеживаемыми результатами международной деятельности в этой сфере являются исключительно источники международного права (международные договоры и акты межгосударственных органов управления, включая акты межправительственных организаций любого типа, начиная с ООН, а также издаваемые ими нормативно-технические акты). Соответственно, при условии обеспечения механизмов их сбора, актуализации, легитимности и достаточной полноте, возможно считать оценку эффективности международной



деятельности частным случаем оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности.

Нормативность [188] сама по себе, будучи универсальным свойством человеческого бытия, разумеется, находит свое проявление и в сфере навигационной деятельности, осуществляясь в формах правового и технического регулирования. В дальнейшем по тексту будет использоваться термин «нормативное регулирование», как деятельность по установлению правовых и технических норм, поскольку иные виды социальных норм вряд ли могут иметь своим предметом навигацию, как сферу технической деятельности. Также ниже мы покажем необходимость нового понятия, обозначаемого термином «сфера навигационной деятельности», которое по своему объему видится шире объема понятия «навигационная деятельность».

Важно отметить, что оценка эффективности системы нормативного регулирования навигационной деятельности, особенно правового ее сегмента, является крайне сложной задачей. Она далеко выходит за рамки своей отраслевой проблематики и затрагивает болевые точки общей теории права. Проблематика оценки эффективности нормативного регулирования в сфере навигационной деятельности, как представляется, не имеет собственной отраслевой специфики, а лежит в плоскости правового и технического регулирования в целом. Вместе с тем универсальные и целостные механизмы оценки эффективности нормативной системы и/или отдельных ее сегментов в настоящее время не выработаны. Понятие «отраслевой» здесь употребляется в смысле оценки всего нормативного материала в сфере навигационной деятельности как некоей правовой общности, «наложенной» на определённый вид экономической деятельности (отрасли экономики), а не в юридическом смысле как отрасль законодательства. Квалификация этой общности как отрасли права (законодательства) – вопрос, который в правовой доктрине еще не ставился.

### 3.1.2 Общее описание проблемных вопросов оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности

Анализ состояния нормотворческой деятельности в указанной сфере выявляет следующие основные проблемы, которые можно подразделить на две группы - общеправовые и общеправовые.

К общеправовым следует отнести:

- 1) Нестабильность нормативной системы;
- 2) Отсутствие единой концепции классификации и систематизации нормативных актов, как на уровне юридической доктрины, так и на законодательном уровне;
- 3) Недостаточность легально закрепленных критериев классификации актов в общероссийских и международных классификаторах социально-экономической информации;
- 4) Отсутствие юридически закрепленных правил нормотворчества (нормографии);
- 5) Отсутствие аппаратно-программных средств, обеспечивающих автоматизацию нормотворческого процесса.

К основным отраслевым проблемам можно отнести:

- 1) Отсутствие качественного системообразующего законодательного акта (федерального закона) в сфере навигационной деятельности;
- 2) Наличие пробелов и нормативных коллизий в базовых федеральных законах и подзаконных актах высших органов государственной власти Российской Федерации, определяющих содержание и развитие системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности;
- 3) Диспропорциональность развития нормативной системы. Наличие пробелов в законодательстве вместе с избыточностью нормативного материала в других сегментах законодательства и нормативно-технической системы («законодательная инфляция»).
- 4) Слабость (или отсутствие) системных связей между актами о системе ГЛОНАСС и актами о других субъектах и объектах навигационной сферы деятельности;
- 5) Низкое качество нормативного материала. Наличие коррупциогенных факторов в нормативных актах – нормативных коллизий, широты дискреционных полномочий и юридико-лингвистических неопределённостей;
- 6) Избыточное число субъектов нормотворческой деятельности, наделенных полномочиями по принятию нормативных актов в сфере навигационной деятельности. Наделение отдельных федеральных органов исполнительной власти такими полномочиями с нарушением порядка их определения, установленного федеральными конституционными законами и законодательством о техническом регулировании. Осуществление органами власти субъектов Российской Федерации и местного самоуправления несвойственных им полномочий в сфере технического регулирования навигационной продукции и технологий;
- 7) Отсутствие системного планирования нормотворческой деятельности и надлежащей ее координации между ведомствами;
- 8) Несоблюдение принципов технического регулирования при принятии нормативных актов. Принятие актов технического регулирования в формах, не предусмотренных законодательством и придание им обязательной силы вне порядка установления обязательных требований;
- 9) Низкий уровень нормотворческого процесса в части терминологического и научного обеспечения;
- 10) Отсутствие мониторинга текущего состояния и мониторинга правоприменения в сфере навигационной деятельности.

Перечисленные проблемные вопросы относятся к национальному сегменту нормативного регулирования в сфере навигационной деятельности. Отдельные особенности оценки эффективности международной деятельности, которые должны быть дополнительно учтены, отсутствуют.

В порядке комментария положений приведенного перечня проблем следует отметить, что нестабильность правовой системы России, включая и ее «навигационный» сегмент, является признанным фактом. Например, за период с момента принятия в 1995 г. Гражданского кодекса РФ, в него было внесено около 300 изменений.

Юридическая доктрина всегда настаивает на необходимости снижения силы нормативных актов. В теории права появилось понятие законодательной инфляции, определяемая как «непрерывная интенсификация законотворческой деятельности, которая включает два взаимосвязанных направления: во-первых, устойчивое наращивание нормативных массивов (т.е. принятие новых правовых норм, нормативных правовых актов) и, во-вторых, перманентную новеллизацию, т.е. регулярные правки действующего законодательства». Инструментами борьбы с этим явлением всегда были консолидация и кодификация законодательства. В Российской Федерации в последнее время появилось и такое средство как «регуляторная гильотина». В январе 2019 г. Председатель Правительства РФ на Гайдаровском форуме предложил провести тотальную ревизию контрольно-надзорных полномочий государственных органов на основе нового механизма, получившего название «регуляторной», или «правовой», гильотины. С 01.11.2020 вступил в действие Федеральный закон от 31.07.2020 № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации», где о ней прямо говорится - статья 15 «Обеспечение реализации положений настоящего Федерального закона («регуляторная гильотина»)».

Практика ее применения уже начинает вызывать критические замечания [195], подтверждая шуточный тезис о том, что лучшее средство от головной боли (законодательной инфляции) – гильотина.

Необходимо также особо подчеркнуть, что перечисленные проблемы относятся к формально-юридическим («внешним») аспектам нормотворческой деятельности. Они обнаруживаются и другим сегментам нормативной системы нашей страны, регламентирующим иные виды технической деятельности помимо навигационной. Однако эти проблемы находятся за рамками содержания самих норм. Вопрос о том, насколько формулировки правовых и технических норм соответствуют природе вещей и, в частности, в навигации. Иными словами – истине правовой действительности. Подобно тому, как формальная логика абстрагируется от конкретного содержания высказываний, так и юридическая техника, и процедуры нормотворчества не учитывают исходной истинности или ложности суждений, к каковым относятся нормы, которые она (техника) оформляет статьями и пунктами нормативного акта. Даже если юридическая техника будет доведена до совершенства и будет безусловно исполняться при разработке проектов нормативных актов, это отнюдь не гарантирует эффективности самой нормативной системы в полной мере. Нормы, прописанные по всем правилам нормографии, могут оказаться (и оказываются) «мертвыми», то есть не работающими. В литературе это еще называют «эффектом трансплантов», то есть отторжением принятого института практикой правоприменения. Впрочем, не работают не сами по себе нормы, а их формулировки, которые изначально должны показывать то, что должно быть, а не выражать произвол субъекта нормотворчества либо его неумение или нежелание достигнуть истины.

Также важно понимать, что сам по себе факт принятия какого-либо нормативного акта, декларирующего, что им регламентируется та или иная сфера общественных отношений, еще ни о чем не говорит. Он вполне может оказаться бессодержательным (что есть наименьшее зло) либо содержать дефекты разного рода (коррупциогенные факторы и т.д.). Пример с постановлением

Правительства Российской Федерации № 323 от 30.04.2008 мы уже приводили. Вот почти гротескный пример правовой инфляции - принятие Ространснадзором 81 положения об управлениях государственного автодорожного надзора по всем субъектам Российской Федерации. Данными положениями управления наделялись полномочиями по контролю за выполнением хозяйствующими субъектами, осуществляющими перевозку пассажиров и грузов автомобильным транспортом, требований Порядка оснащения транспортных средств аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS, а также тестирование абонентского телематического терминала (утв. приказом Министерства транспорта Российской Федерации № 20 от 26.01.2012). После отмены решением Верховного суда РФ приказа Минтранса № 20 [196] были отменены в 2015 г. и нормы о контроле за выполнением указанного Порядка, изложенные в этих нормативных документах. Очевидно, что проще было бы издать единое типовое положение об управлении государственного автодорожного надзора для всех субъектов федерации.

Таким образом, видится, что решение вышеуказанных проблем не исчерпывает проблему обеспечения эффективности нормативной системы. Для этого необходим анализ нормативной системы с точки зрения содержания самих норм (правил поведения), их качества, то есть, в конечном итоге, их соответствия истине отношений, которые эти нормы регулируют. Тем более, что сами нормы могут многократно дублироваться в различных актах, а точнее, образно говоря, отражаются подобно предметам в зеркалах (см. пример с актами Ространснадзора). Таких отражений в зеркалах (нормативных актах) может быть множество, но отражаемый предмет (норма) все равно остается один.

С другой стороны, качество отражения зависит от качества зеркала, что как раз и является предметом юридической техники. Текст нормативного акта, формулирующий норму, не есть сама норма, подобно тому, как текст научного труда, в котором записан открытый закон природы, не есть сам закон природы.

Иначе говоря, оценка эффективности правовой системы должна исходить из того, насколько содержащиеся в юридических текстах формулировки правовых норм соответствуют природе социальных «вещей», в том числе и адресатов этих норм. В этом плане в законе (всех нормативных актах) необходимо видеть не одностороннюю волю законодателя, которая, как уже указывалось, может быть произволом, а проявление объективных законов взаимодействия общества.

Анализ самой нормы как сущности, а не как ее явления в виде фрагмента текста нормативного акта, должен в конечном итоге быть главным средством оценки эффективности нормативной системы. В этом плане учета и систематизации самих нормативных актов недостаточно. Однако задача учета, описания и систематизации именно норм до сих пор не ставилась. Признаки ведения подобной работы пока не обнаруживаются, хотя технически это уже возможно с учетом того, что вся совокупность нормативных и других правовых актов почти на 100% описана в справочно-правовых системах.

### 3.1.3 Оценка применимости существующих подходов, средств и методов для задачи оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности

Вопросы эффективности правотворчества в нашей юридической науке поднимаются регулярно: в 1980-е гг., конце 1990-х гг., в 2009-2010 гг. Очередная итерация дискуссии приходится на середину 2010-х., по итогам которой в 2016 г. был издан сборник «Правовое регулирование: проблемы эффективности, легитимности, справедливости» [197]. Однако тех же диссертационных исследований на этот счет крайне мало. Имеется ряд предложений схемы и формулы для измерения степени эффективности воздействия правовых предписаний на общественные отношения, но тем не менее универсальная методика оценки эффективности действия правовых норм так и не сформулирована [198]. В свою очередь, в подобном аспекте вопрос об оценке эффективности системы нормативно-технического регулирования, как показывает анализ научных работ, еще не ставился.

Было бы неверным утверждать, что в стране отсутствует институт оценки эффективности нормативной системы как таковой. Скорее следует говорить о том, что не имеется завершенного институализированного механизма такой деятельности. В теории же права используется близкое понятие. Речь идет о «правовом мониторинге», под которым предлагается понимать комплексный институт по наблюдению, анализу и оценке качества правовых актов, их эффективной практической реализации, обеспечивающий обратную связь - от общества к законодателю - и необходимую цикличность правового развития [199].

Институт мониторинга как системы наблюдения за деятельностью субъектов в различных областях человеческой деятельности существует давно. Содержанием мониторинга, как обязательной функции субъекта управления любой системы, является сбор и обработка информации о какой-либо системе или процессах с целью управления, контроля и порядка в ней. В полной мере это касается вопросов оценки эффективности реализации правовых и технических норм. В российской юридической науке понятие правового мониторинга введено в научный оборот в конце 1990-х гг. Для обозначения данного понятия используются различные термины - «мониторинг законодательства и правоприменительной практики», «мониторинг правового пространства», «мониторинг законодательства». В качестве объекта наблюдения обозначаются такие понятия как «право», «нормативный правовой акт», «законодательство» и т.п. Однако преобладающим является термин «правовой мониторинг», поскольку он охватывает не только наблюдение за законодательством и другими нормативными правовыми актами, но за правоприменительной практикой.

Правовой мониторинг в доктрине рассматривается как официальная деятельность государства по наблюдению за правотворческим процессом и реализацией нормативного правового массива, к которой могут привлекаться негосударственные организации и отдельные физические лица (общественность). Понятие «правовой мониторинг» не предусматривает, что наблюдению и оценке подвергается право и правовая система в целом, поскольку в сферу права

включены многие смыслы, а в правовую систему включаются такие объекты и явления правовой действительности, как юридическая наука, правовая культура, правосознание, которые по определению не могут быть предметом мониторинга.

Правовой мониторинг является деятельностью по наблюдению, оценке и совершенствованию нормативной правовой информации и практики ее использования (применения), где:

- наблюдение представляет собой деятельность по сбору, изучению, обобщению информации о нормотворчестве и реализации нормативными правовыми актами, а также практики их реализации;
- оценка — аналитическая деятельность по проверке соответствия Конституции РФ и другим федеральным законам нормотворческой, правоприменительной и правоохранительной деятельности, а также всех иных форм реализации нормативной правовой информации. Результатом анализа (оценки) правовой информации является вывод о качестве наблюдаемого объекта и его соответствия правовым ценностям, заложенным в Конституции РФ и основным официальным документам государственной правовой политики.
- совершенствование — деятельность по устранению противоречий, коллизий и ошибок в нормативной правовой информации и правореализационной практике.

В законодательной же практике Российской Федерации закреплены следующие механизмы, которые возможно отнести к отдельным (но не всем) элементам деятельности по оценке эффективности нормативного регулирования:

- экспертиза проектов нормативно-правовых и нормативно-технических актов, включая антикоррупционную;
- мониторинг правоприменения;
- оценка регулирующего воздействия.

Однако данные механизмы по различным причинам не могут быть использованы (отсутствуют формализованные применимые методики расчета, исходные данные и др.).

В настоящее время в российской правовой системе еще не создан единый комплексный механизм оценки эффективности системы нормативного регулирования. Соответственно не имеется такового и применительно к сфере навигационной деятельности. Причины этого лежат не только в субъективной плоскости (отсутствии воли к его установлению и т.д.), но и обусловлены объективными обстоятельствами. Так, с одной стороны, имеются препятствия в измерении эффективности правовой системы в целом. Данные ограничения обусловлены главным образом дискуссионностью вопроса о понятии права, о границах и функциях правовой системы (проблема правопонимания). С другой стороны, сама системность права ограничивает возможность прогнозной оценки эффективности отдельных нормативных актов, вырванных из контекста правовой системы в целом.

В аспекте проблем правопонимания возможно утверждать, что позитивистская модель эффективности законодательства не предполагает его достаточной инструментализации и, соответственно, разработки методик оценки эффективности законодательства, которые

выходили бы за рамки анализа формальной стороны нормативных правовых актов. Так, большинство правил проведения экспертизы проектов нормативных актов сосредоточены на анализе вопросов о компетентности государственного органа по принятию соответствующего нормативного акта, соответствии указанных проектов совокупности юридико-технических требований, а также «актам, обладающим более высокой юридической силой», т.е. принципу системности права. Исключение составляет антикоррупционная экспертиза, для проведения которой разработаны развернутые методики.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в настоящее время отсутствуют комплексные, системные подходы, средства и методы оценки, которые могут быть использованы для задачи оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности.

Приводимые в различных исследованиях и материалах результаты оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности, носящие качественный характер, являются в значительной степени экспертными, соответственно, их реальная ценность не очень высока.

Используемая в отдельных случаях количественная оценка оперирует показателями типа:

- количество обжалованных актов в административном порядке и, в том числе, отмененных на основании таких жалоб;
- количество обжалованных актов в судебном порядке и, в том числе, отмененных на основании таких жалоб;
- количество актов, отмененных вышестоящим органом управления по своему усмотрению (в отсутствие соответствующих жалоб или судебных решений);
- количество отмененных самим органом, их принявшим, про собственной инициативе (в отсутствие соответствующих жалоб или судебных решений);
- количество отмененных актов с заменой их на однотипные, с тем же предметом регулирования и принятыми тем же органом власти (так называемое «переписывание» нормативных актов);
- количество изменений, внесенных в акты (степень «стабильности» нормативной системы).

Основным проблемным вопросом здесь является вопрос классификации оцениваемых документов. А, поскольку единая классификация отсутствует, сфера применения таких количественных оценок невелика.

Однако при условии наличия такой классификации, данные показатели можно использовать для мониторинга текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.

Также для отдельных задач, которые необходимо решать при разработке специализированных подходов, средств и методов, оправдано использование методов семантического анализа (для машинного обучения в рамках анализа различных актов перед их внесением в соответствующий программно-математический комплекс) и методов описания

социальных и организационных процессов различными математическими моделями. Более подробно данные вопросы будут освещены в следующем разделе.

В качестве отдельных источников исходных данных также можно использовать существующие справочные системы правовой и нормативно-технической информации («Гарант», «КонсультантПлюс»), справочные системы Росстандарта (в части нормативно-технических документов) и другие источники (соответствующие порталы международных организаций и др.).

Однако следует отметить, что в общем случае, информация, которая может быть из них получена может быть использована только после соответствующей экспертной (или машинной) обработки (семантического анализа и связанных процедур).

### 3.1.4 Общий подход к оценке эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности

Как уже показывалось выше, для «навигационного права» характерен широкий разброс «навигационных» норм по значительному числу нормативных актов. Данное обстоятельство является одним из аргументов в пользу того, что во главу угла при выработке методик оценки эффективности нормативной системы «учетной» единицей, в первую очередь, должна быть норма права, а не нормативный акт. Формально нормативная система как совокупность актов может быть встроена безупречно: связи между актами выстроены, пробелов не существует, компетенция органов власти не нарушается, межведомственное взаимодействие налажено надлежащим образом, юридическая техника на высоте, с терминологией также все в порядке и т.д. Однако, если исходное высказывание (формулировка правовой нормы) будет ложным, то и истины о правовой действительности в нормативных актах также не будет.

Вместе с тем, оценка правовой системы в позитивистской парадигме не должна отбрасываться. Ясные и исчерпывающие правила нормографии, а также процедур принятия и контроля исполнения нормативных актов со стороны органов власти, облегчают уяснение юридических текстов, содержащих формулировки и применение этих норм их адресатами. В конечном итоге, снижают число правонарушений и связанных с ними судебных споров.

Разумеется, что при построении, уточнении и разработке подходов, средств и методов оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (частным случаем использования которой является мониторинг текущего состояния и мониторинг правоприменения), должны быть учтены (а в отдельных случаях - решены) данные проблемные вопросы или использование таких подходов, средств и методов должно способствовать их решению.

В связи с вышеизложенным предлагается выделить два уровня оценки эффективности нормативной системы, которые возможно условно обозначить как «формально-юридический» и «сущностный». Их можно сопоставить как формальную и модальную (либо диалектическую) логики. На текущий момент мы находимся на низшем уровне – формально-юридическом, развитие которого еще не завершено. Переход на более высокий уровень - «сущностный» -



возможен лишь после того, как нормативная система будет описана не как совокупность нормативных актов, а как система норм.

Поскольку такая задача еще не решена (и даже не решается, а соответствующую работу необходимо начинать уже незамедлительно), важно усовершенствовать имеющиеся механизмы формально-юридического характера. Однако справедливости ради следует сказать, что определенные подходы к решению данной проблемы уже появляются. Примером могут служить вновь принятые Правила формирования, ведения и актуализации реестра обязательных требований (утв. постановлением Правительства Российской Федерации № 128 от 06.02.2021), где предусмотрено, что реестр должен включать в числе сведений (атрибутов) в отношении каждого обязательного требования:

- содержание обязательного требования (условия, ограничения, запреты, обязанности);
- реквизиты структурной единицы нормативного правового акта, содержащего обязательное требование, и ее текст;
- ответственность, предусмотренная за несоблюдение обязательного требования с указанием ее размера (при наличии) и реквизиты структурной единицы нормативного правового акта, устанавливающей ответственность за несоблюдение обязательного требования, и ее текст.

Здесь мы видим намерение вычленять из текста нормативного акта именно правовую норму (перечисляются ее элементы). Хотя это касается не всей нормативной системы (поскольку такая глобальная задача правилами не ставится), а только сферы установления обязательных требований, тем не менее подобный методологический подход вполне приемлем для решения поставленной нами задачи.

В качестве количественных и качественных характеристик, которые исчерпывающе описывают различные аспекты нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, и, соответственно, могут быть использованы для оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности принимаются следующие:

- экспертные характеристики, включающие: полноту (достаточность) нормативных актов (отсутствие «пробелов» в нормативной системе); используемость (применимость) нормативных актов (отсутствие «мертвых» норм); наличие проблемных вопросов в нормативных актах (в том числе отсутствие коррупциогенных факторов); избыточность числа нормативных актов;
- характеристики для мониторинга текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности, включающие: количество отмененных актов; количество укрупненных актов; количество обжалованных актов в судебном порядке; количество отмененных актов судами; количество обжалованных актов в административном порядке; количество отмененных актов в административном порядке; количество изменений, внесенных в акты (степень «стабильности»

нормативной системы); количество отмененных актов с заменой их на аналогичные с тем же предметом регулирования; количество мероприятий по мониторингу текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности;

- характеристики для мониторинга правоприменения, включающие количество мероприятий по мониторингу правоприменительной практики;
- характеристики для оценки эффективности научно-исследовательских работ, включающие количество научно-исследовательских работ, по результатам которых разработаны проекты нормативных актов (в % от выполненных работ);
- характеристики для оценки качества нормативного материала, включающие количество критических замечаний на проекты нормативных актов, публикуемых на Портале проектов нормативно-правовых актов [183] или в иных официальных порталах;
- характеристики для оценки эффективности международной деятельности, включающие: долю участия российских делегаций в мероприятиях международных организаций, компетентных в принятии нормативных документов в сфере навигационной деятельности (в % от количества мероприятий); количество представителей Российской Федерации в органах управления международных организаций, компетентных в принятии нормативных документов в сфере навигационной деятельности (в % от количества международных организаций).

В дальнейшем, по результатам проводимых в настоящее время исследований, возможно расширение перечня видов оценки эффективности международной деятельности, например, следующими:

- оценка функциональной эффективности международной деятельности, то есть оценка результатов международной деятельности, напрямую влияющих на показатели функциональной эффективности навигационных систем, например, наличие соглашений о размещении станций сбора измерений системы ГЛОНАСС за рубежом;
- оценка общеобеспечивающей эффективности международной деятельности, то есть эффективности международной деятельности по наличию (разработке, согласованию и утверждению) документов (соглашений – с разными странами), обеспечивающих осуществление расширенной международной деятельности, заключение экономических соглашений и др.; эффективности международной деятельности по представлению навигационных систем в профильных международных организациях, например, в ИКАО, ИМО, МКГ по ГНСС при ООН, Международной организации по стандартизации (ИСО);
- оценка нормативно-методической эффективности международной деятельности, то есть оценка результатов международной деятельности по представлению

национальных навигационных систем в международных нормативно-методических документах;

- оценка технической эффективности международной деятельности, то есть оценка результатов международной деятельности, приведшая повышению технической эффективности навигационных систем, например, предоставление возможности использования (технологии или закупки готовых) аппаратно-программных и технических средств, повышающих технические характеристики отдельных составляющих навигационных систем;
- оценка экономической эффективности международной деятельности, то есть оценка экономического эффекта от международной деятельности, например, объемы денежных средств, полученных по межагентским контрактам, наличие которых было обусловлено необходимым уровнем общеобеспечивающей эффективности международной деятельности; оценка затрат на функциональную, техническую, нормативно-методическую и организационную эффективность международной деятельности;
- оценка организационной эффективности международной деятельности, то есть оценка эффективности целей, задач, структуры, участников процессов международной деятельности.

Для расчета характеристик для мониторинга текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности, характеристик для мониторинга правоприменения, характеристик для оценки эффективности научно-исследовательских работ, характеристик для оценки качества нормативного материала и характеристик для оценки эффективности международной деятельности специальных методик расчета не требуется, интервал оценки выбирается исходя из текущей задачи и может составлять квартал, год, за весь оцениваемый период.

Вопрос оценки группы «экспертных» характеристик является крайне важным с точки зрения реальной оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, однако и самым сложным. Оценка на начальном этапе возможна только с дополнительным использованием экспертных методов, что позволит, например, выделить и формализовать:

- перечни актов и групп актов, в полной мере выполняющих свои задачи в заявленной области для дальнейшей экспертной работы по оптимизации системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (только первый шаг, начало работы);
- перечни актов и групп актов, не используемых или не применимых в заявленной области для дальнейшей экспертной работы по оптимизации системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования;
- перечни актов и групп актов, вызывающих возникновение проблемных вопросов в заявленной области для дальнейшей экспертной работы по оптимизации системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования,

например, для выделения нескольких актов равной или сравнимой силы, по-разному определяющих или использующих одну предметную область для дальнейшей экспертной работы по устранению возможных коллизий;

- перечни актов и групп актов, обладающих избыточностью при использовании в заявленной области для дальнейшей экспертной работы по оптимизации системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.

Вопрос получения более детальных качественных и количественных оценок рассмотрен в разделе 3.1.5.3.2.

### 3.1.5 Основные предложения по разработке недостающих элементов подхода

Основные предложения по разработке недостающих элементов подхода удобно иллюстрировать с помощью рисунка 55.

Проблемы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования были проанализированы (на доступном на момент проведения анализа уровне) и результаты анализа были доложены на заседании Коллегии Военно-промышленной комиссии (Коллегии ВПК) Российской Федерации. Коллегия ВПК выпустило соответствующее поручение о необходимости проведения комплекса работ по совершенствованию нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности. Процесс совершенствования подразумевает как проведение работ по созданию непосредственно системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, так и обеспечение возможности проведения оценки эффективности различных аспектов ее создания, развития, функционирования и использования, учитывая их прямую связь и взаимное влияние.

В рамках выполнения этого поручения, одной из основных задач была разработка инструмента мониторинга и анализа, с последующим расширением его функционала (более подробно о данном инструменте – в разделе 5.1.3).



Рисунок 55 – Путь создания инструмента с функционалом оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности

Учитывая огромное количество действующих нормативно-правовых и нормативно-технических актов в сфере навигационной деятельности (до 10000, с учетом региональных и муниципальных актов), а также существующие проблемные вопросы (с используемой терминологической базой, по-разному, зачастую противоречиво, определяемыми уровнями значимости нормативных актов, сферами их действия и др.), необходимо было для организации структуры базы данных, используемой в качестве основы для инструмента мониторинга и анализа:

- однозначно определить основные понятия в сфере навигационной деятельности (более подробно – в разделе 3.1.5.1.1);
- разработать (и начать процедуры по утверждению) базового терминологического стандарта (государственный стандарт (ГОСТ) «Термины и определения в сфере навигационной деятельности»);
- разработать классификатор актов по системе ГЛОНАСС;
- разработать классификатор нормативно-правовых и нормативно-технических актов в сфере навигационной деятельности (более подробно – в разделе 3.1.5.1.2).

Каждая задача оказалась крайне сложной, однако результат их выполнения позволил обеспечить возможность использование базового функционала инструмента мониторинга и анализа нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности.

Следующий этап, который выполняется в настоящее время, направлен на решение сразу трех связанных задач, связанных с оценкой эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности:

- создание непосредственно системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности;
- расширение возможностей инструмента мониторинга и анализа функционалом оценки эффективности;
- организация процесса разработки проектов и редакций проектов новых нормативно-правовых и нормативно-технических актов с учетом возможностей инструмента с функционалом оценки эффективности.

### *3.1.5.1 Создание инструмента мониторинга и анализа нормативно-правовой и нормативно-технической базы*

#### 3.1.5.1.1 Основные понятия в сфере навигационной деятельности и базовый терминологический стандарт

Разработанная информационно-логическая схема понятийной базы в сфере навигационной деятельности представлена на рисунке 56. Ее разработка потребовала значительных усилий как в части гармонизации понятий из большого количества документов, по-разному (или с некоторыми значимыми отличиями) их определяющих и в части согласования между различными заинтересованными ведомствами.

Однако, как отмечалось выше, разработка и общее принятие данной базы является первым шагом на пути к эффективному нормативно-правовому и нормативно-техническому регулированию в целом (как базис для разработки ключевых документов) и к его оценке эффективности в частности (как базис для построения инструмента мониторинга и анализа).

Понятия, отмеченные зеленым цветом (КВО – координатно-временное обеспечение; КВНО – деятельность навигационных систем по производству и предоставлению метрической пространственно-временной информации; навигационная информация; пространственно-временные данные; пространственно-временные характеристики) приведены для обозначения места ранее применявшихся понятий в новой понятийной базе.

Основные понятия, используемые в схеме, приведены ниже в таблице 9.

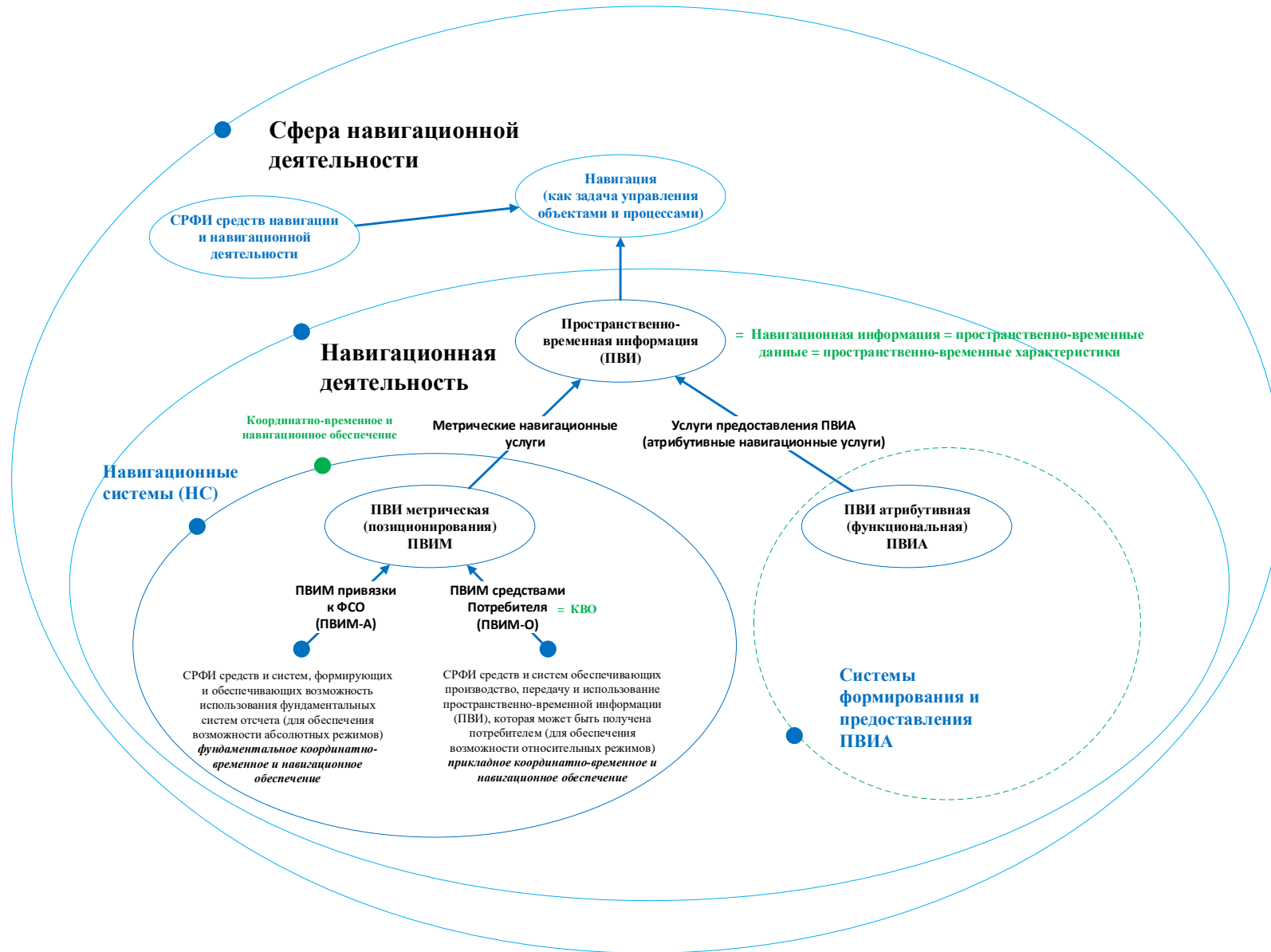


Рисунок 56 – Информационно-логическая схема понятийной базы в сфере навигационной деятельности

Таблица 9 – Основные понятия в сфере навигационной деятельности

№ п. п.	Понятие	Определение
1)	Навигация	использование (применение) пространственно-временной информации в рамках осуществления различных видов деятельности (для решения задачи управления объектами и процессами).
2)	Пространственно-временная информация (синонимы - навигационная информация; пространственно-временные данные; пространственно-временные характеристики)	пространственно-временные характеристики пространственных объектов и процессов, состоящая из атрибутивных и метрических данных
3)	Фундаментальные системы отсчета	системы отсчета (координат, времени), привязанные к объектам, относительно которых потребитель решает задачу навигации
4)	Относительные системы отсчета	системы отсчета (координат, времени), привязанные к потребителю пространственно-временной информации
5)	Пространственный объект (процесс)	элемент пространства, объект отдельных видов социально-экономической деятельности, в рамках которых необходимо определять его пространственно-временные характеристики
6)	Навигационная деятельность	вид социально-экономической деятельности, имеющей целью производство пространственно-временной информации
7)	Сфера навигационной деятельности	совокупность отдельных видов социально-экономической деятельности, включающая в себя полный жизненный цикл обращения пространственно-временной информации, от производства к использованию (потреблению), а также производство средств навигации и навигационной деятельности
8)	Результаты навигационной деятельности	пространственно-временная информация и услуги по ее предоставлению
9)	Объект навигационной деятельности	любой объект или процесс, пространственно-временные характеристики которого необходимо получить для последующей передачи их потребителю
10)	Объект навигации	материальный объект или процесс, на которые направлена определенная деятельность, для достижения целей которой требуются его пространственно-временные характеристики
11)	Навигационная задача	одна из задач определенного вида деятельности, для решения которой необходима пространственно-временная информация
12)	Средства навигации	аппаратно-программные, технические и организационно-технические средства, системы или их комплекс, используемые для получения и использования пространственно-временной информации
13)	Субъекты отношений в сфере навигационной деятельности	производители и потребители пространственно-временной информации, а также поставщики навигационных услуг



№ п. п.	Понятие	Определение
14)	Субъект навигационной деятельности	производитель пространственно-временной информации и/или провайдер навигационных услуг
15)	Пользователь (потребитель) навигационной информации	субъект определенного вида деятельности, решающий навигационную задачу в рамках такой деятельности
16)	Навигационная продукция	форма предоставления пространственно-временной информации
17)	Метрические навигационные услуги	форма предоставления <i>метрической пространственно-временной информации навигационными системами</i> , позволяющая обеспечить необходимый уровень качества и необходимый уровень гарантий в случае ее использования, один из результатов навигационной деятельности
18)	Услуги предоставления атрибутивной пространственно-временной информации (ПВИА, атрибутивные навигационные услуги)	форма предоставления <i>атрибутивной пространственно-временной информации системами формирования и предоставления атрибутивной пространственно-временной информации</i> , позволяющая обеспечить необходимый уровень качества и необходимый уровень гарантий в случае ее использования, один из результатов навигационной деятельности
19)	Метрическая пространственно-временная информация (ПВИМ)	данные о пространственно-временном состоянии объектов и процессов на поверхности Земли и в околоземном пространстве (местности, подвижных объектах, включая транспорт и самого человека, в том числе) представленные в виде координатно-временных параметров (пространственных координат и компонентов вектора скорости и их различных производных), с привязкой к фундаментальным системам отчета или с привязкой к шкале времени потребителя (объекта, процесса) и в системе координат потребителя (объекта, процесса)
20)	Атрибутивная пространственно-временная информация (ПВИА)	данные о функциональном состоянии объектов и процессов на поверхности Земли и в околоземном пространстве (местности, подвижных объектах, включая транспорт и самого человека, в том числе) представленные в различном виде в зависимости от своего характера, с привязкой к фундаментальным системам отчета или с привязкой к шкале времени потребителя (объекта, процесса) и в системе координат потребителя (объекта, процесса)
21)	Относительная метрическая пространственно-временная информация (ПВИМ-О)	пространственно-временная информация, которая может быть получена с привязкой к шкале времени потребителя (объекта, процесса) и в системе координат потребителя (объекта, процесса)
22)	Абсолютная метрическая пространственно-временная информация (ПВИМ-А)	данные о привязке относительной метрической пространственно-временной информации к фундаментальным системам отсчета ( <i>фундаментальное координатно-временное и навигационное обеспечение</i> )
23)	Навигационные системы	системы, производящие <i>метрическую пространственно-временную информацию и</i>

№ п. п.	Понятие	Определение
		предоставляющие ее в виде услуг. Могут быть базовыми (ГЛОНАСС), могут быть системами второго уровня, формирующими свои услуги на основе базовой (или с ее использованием)
24)	Навигационные технологии	комплекс средств, систем, методов, подходов и способов формирования и использования пространственно-временной информации
25)	Системы формирования и предоставления атрибутивной пространственно-временной информации	системы, производящие <i>атрибутивную пространственно-временную информацию</i> и предоставляющие ее в виде услуг или иной форме

Следующим шагом после гармонизации и определения понятий в сфере навигационной деятельности является разработка на их основе терминологического базиса. В настоящее время данный базис реализован в виде проекта государственного стандарта.

В дальнейшем, терминология из него будет распространена по всем документам, относящимся к навигационной деятельности.

Следует отметить, что только после завершения гармонизации терминологии становится возможным применение семантического машинного анализа как для автоматизации ряда процессов подготовки исходных данных (актов) для программно-математического комплекса анализа и оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности.

### 3.1.5.1.2 Классификатор нормативно-правовых и нормативно-технических актов в сфере навигационной деятельности

Классификатор нормативно-правовых и нормативно-технических актов в сфере навигационной деятельности является ключевым элементом для организации структуры программно-математического комплекса анализа и оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности (для классификации и кодирования данных актов).

Существующие справочные системы правовой и нормативно-технической информации («Гарант», «КонсультантПлюс»), справочные системы Росстандарта (в части нормативно-технических документов) и другие источники (соответствующие порталы международных организаций и др.) фактически являются базами данных, содержащими нормативно-правовые и нормативно-технические акты, с определенной структурой, которую можно формализовать в виде классификаторов.

Однако такие классификаторы, даже в случае формализации и уточнения, обладают рядом значительных недостатков, не позволяющих использовать их в качестве основы для структуры программно-математического комплекса анализа и оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и

эффективности международной деятельности. К основным недостаткам таких классификаторов можно отнести:

- невозможность комплексного и системного учета всех особенностей актов в сфере навигационной деятельности;
- невозможность построения целостной и непротиворечивой структуры программно-математического комплекса на их основе.

Разработанный классификатор лишен большинства недостатков классификаторов, лежащих в основе существующих справочных систем правовой и нормативно-технической информации, но в то же время использует их положительные черты. Общая схема классификатора приведена на рисунке 57.

Единицами классификации в нем являются официальные акты всех уровней по тематике навигационной деятельности:

- нормативно-правовые;
- нормативно-технические;
- индивидуально-правовые акты, включая судебные акты и акты прокурорского реагирования;
- документы научной доктрины;
- акты иностранных государств.

Для классификации нормативно-правовых и нормативно-технических актов, составляющих содержание единого классификатора нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности, применяется метод фасетной классификации. Каждый фасет в общем случае имеет иерархический код классификации.

Каждый фасет классификатора может иметь пять уровней иерархии: класс, подкласс, группа, подгруппа, вид. Система кодирования – центимальная.

Единый классификатор состоит из двух разделов:

- раздел 1 «Классификация актов по юридической силе»;
- раздел 2 «Классификация актов по предмету регулирования».

Раздел 1 «Классификация актов по юридической силе» состоит из 6 фасетов:

- фасет 1 «Характер обязательности акта»;
- фасет 2 «Орган, издавший или промульгировавший акт (орган нормотворчества)»;
- фасет 3 «Уровень акта»;
- фасет 4 «Форма (вид) акта»;
- фасет 5 «Характер нормативности акта»;
- фасет 6 «Тип требований, содержащихся в акте (правовые или технические)».

Раздел 2 «Классификация актов по предмету регулирования состоит из 3 фасетов»:

- фасет 1 «Предмет правового регулирования»;
- фасет 2 «Аспект стандартизации»;
- фасет 3 «Объект ГНСС».

### Акты ННТР

- нормативно-правовые
- нормативно-технические
- индивидуально-правовые акты
- документы научной доктрины
- акты иностранных государств

#### Раздел 1 «Классификация актов по юридической силе»

- Фасет 1 «Характер обязательности акта»
- Фасет 2 «Орган, издавший или промульгировавший акт (орган нормотворчества)»
- Фасет 3 «Уровень акта»
- Фасет 4 «Форма (вид) акта»
- Фасет 5 «Характер нормативности акта»
- Фасет 6 «Тип требований, содержащихся в акте (правовые или технические)»

#### Раздел 2 «Классификация актов по предмету регулирования»

- Фасет 1 «Предмет правового регулирования»
- Фасет 2 «Аспект стандартизации»
- Фасет 3 «Объект ГНСС»

Рисунок 57 – Общая схема единого классификатора нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности

### 3.1.5.2 Создание непосредственно системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности

#### 3.1.5.2.1 Программа и План совершенствования нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности

Создание (или по крайней мере, формализация и разработка документов, служащих для создания ключевых элементов) системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности, как странно бы это не звучало, также является важным этапом на пути построения методологии оценки эффективности навигационных систем.

Программа в случае данных документов формализует перечень мероприятий, необходимых для совершенствования существующей нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности, а План содержит перечень ключевых документов, планируемых к разработке и утверждению, полученных в результате мониторинга текущего состояния данной базы.

На последующих этапах создания и развития системы, порядок включения документов в План будет обязательно требовать проведения процедур оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности в случае его принятия.

План на текущий момент включает в себя основные разделы, приведенные на рисунке 58.

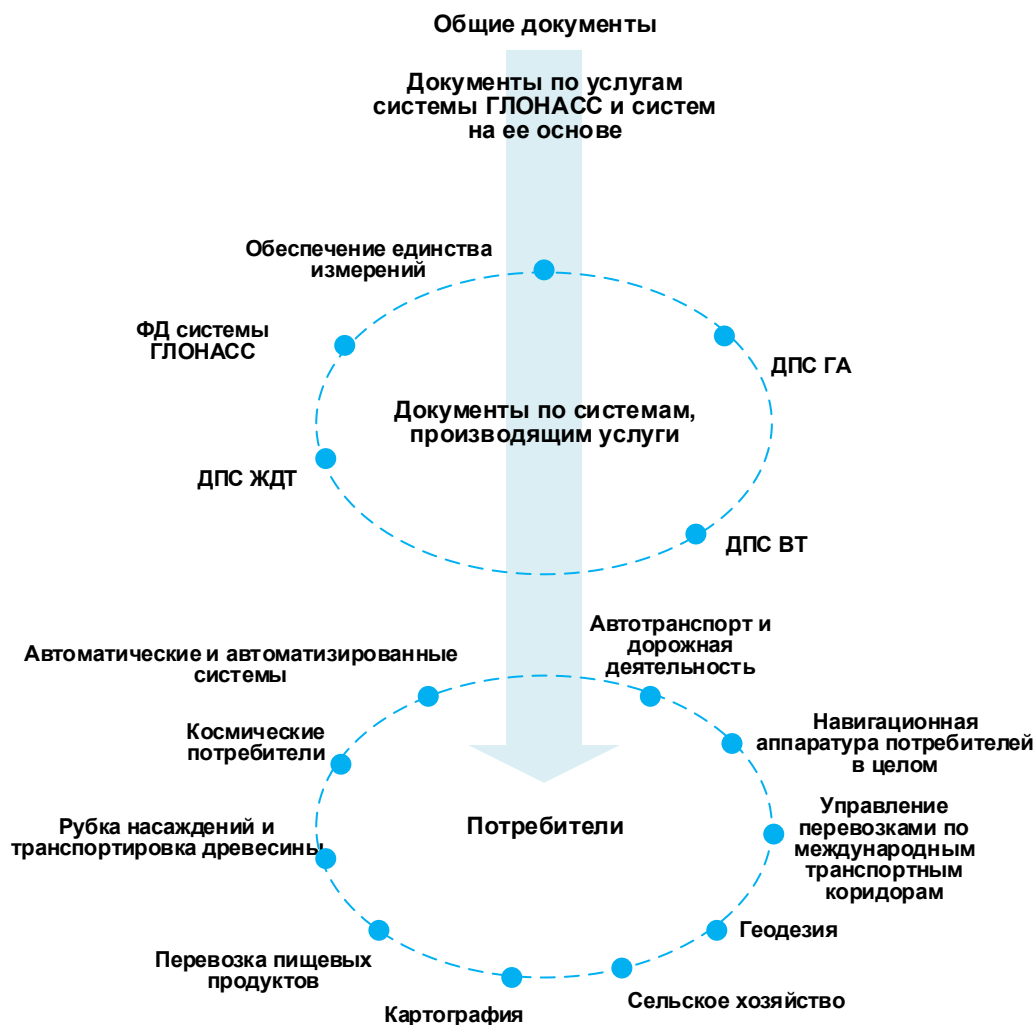


Рисунок 58 – Общая структура Плана совершенствования нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности

### 3.1.5.2.2 Стратегия развития системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности

Стратегия развития системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности является ключевым документом стратегического планирования в данной области на период до 2030 года.

Целью Стратегии является создание эффективной системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности и использование результатов этой деятельности в интересах социально-экономического развития Российской Федерации, в том числе для повышения эффективности работы международных организаций, участником которых является Российская Федерация.

К числу задач системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности отнесены:

- развитие внутрисистемных связей, взаимопроникновение нормативных предписаний разных отраслей законодательства, где объектом регулирования выступает пространственно-временная информация и навигационные технологии,

преодоление внутрисистемных диспропорций, повышение качества правового и технического регулирования;

- правовое обеспечение эффективного функционирования государственных институтов и бизнеса при осуществлении навигационной деятельности и использования ее результатов;
- усиление влияния нормотворческой деятельности в сфере навигационной деятельности на развитие соответствующих отраслей международного права и нормативных систем отдельных государств;
- формирование нормативной системы в сфере навигационной деятельности в международных организациях с участием Российской Федерации;
- создание инструментов мониторинга и анализа для использования участниками процесса нормотворчества в сфере навигационной деятельности.

Важным разделом Стратегии являются также количественные и качественные целевые показатели оценки достижения целей, критерии и методы их оценки.

Фактически, данный раздел в явном виде посвящен оценке эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности. Общие подходы, средства и методы для решения данной задачи приведены в разделах 3.1.3 и 3.1.4.

Стратегия в целом иллюстрирует то, что задача совершенствования нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности решается, а созданный аппарат оценки эффективности позволяет гибко отслеживать текущее состояние (динамику) системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности, реакции на различные изменения ее состава и внешних условий.

### *3.1.5.3 Расширение возможностей инструмента мониторинга и анализа функционалом оценки эффективности*

Для оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности как отмечалось в разделе 3.1.4 используются экспертные характеристики, характеристики для мониторинга текущего состояния, характеристики для мониторинга правоприменения, характеристики для оценки эффективности научно-исследовательских работ, характеристики для оценки качества нормативного материала, характеристики для оценки эффективности международной деятельности.

#### *3.1.5.3.1 Мониторинг текущего состояния, мониторинг правоприменения, оценка эффективности научно-исследовательских работ, оценка качества нормативного материала*

Разработанные подходы, средства и методы позволяют проводить мониторинг текущего состояния и мониторинг правоприменений с использованием соответствующих характеристик в постоянном режиме (или с требуемой для конкретной задачи периодичностью).

Решена проблема классификации и кодирования документов, используемых в качестве основных единиц для данной задачи (раздел 3.1.5.1.2), соответствующие методики расчета разработаны и реализованы в виде программно-математического комплекса.

Однако следует отметить существующий ряд проблем с исходными данными (с особенностями и порядком их поступления, их качеством и механизмами обработки), в том числе:

- необходимость исчерпывающего определения перечня источников исходных данных, формализация взаимодействия с ними и определение состава предоставляемых исходных данных (официальных, которые могут быть использованы проведения расчетов);
- обеспечение своевременности поступления исходных данных (актуальности);
- обеспечение возможности заблаговременного поступления исходных данных (до вступления в силу, проектов и др.);
- низкое нормативное качество исходных данных в отдельных случаях (в том числе это затрудняет классификацию и кодирование, негативно влияет на экспертные характеристики).

Проблемы с исходными данными в настоящее время решаются, однако следует учитывать возможность получения неполностью корректных результатов в отдельных случаях.

Оценка эффективности научно-исследовательских работ и оценка качества нормативного материала на текущем этапе исследований также могут быть проведены с использованием существующего методического аппарата с применением экспертных методов оценивания. В дальнейшем, для решения задачи оценки качества нормативного материала также можно будет применять элементы семантического анализа.

### 3.1.5.3.2 Оценка эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования с помощью экспертных характеристик

Как отмечалось выше, вопрос оценки группы характеристик «экспертные характеристики» является крайне важным с точки зрения реальной оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, однако и самым сложным.

В общем случае (группа «общих экспертных оценок»), для оценки таких характеристик необходимо исчерпывающее понимание (формализация, описание) всех аспектов жизнедеятельности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.

Для получения отдельных оценок (группа «расширенных экспертных оценок») необходимо описание (формализация, построение и уточнение) математической модели (или несколько вариантов таких моделей) системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования. Такая задача стоит, в частности и в Стратегии развития системы

Это в значительной мере уменьшит влияние человеческой составляющей на результат оценок, а использование различных математических моделей по отдельности или в виде их различных комбинаций позволит получать более качественные оценки.

Возможны разные подходы к построению математических моделей, описывающих системы (более подробно рассмотрены в разделе 3.2.1.2):

- использование моделей социальных систем (основывается и описывает в основном социальный аспект системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования);
- использование моделей организационно-технических систем;
- использование моделей-аналогов физических (в том числе, механических), химических и др. процессов и объектов материального мира.

Для более точного учета различных особенностей (группа «расширенных углубленных экспертных оценок») системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в математических моделях необходимо учитывать также концепцию «проекции норм» (более подробно рассмотрена в разделе 3.2.4), что приведет к еще одному дополнительному усложнению используемых моделей.

#### *3.1.5.4 Организация процесса разработки проектов и редакций проектов новых нормативно-правовых и нормативно-технических актов с учетом возможностей инструмента с функционалом оценки эффективности*

Инструмент с функционалом оценки эффективности дает возможность организации оптимального процесса разработки проектов и редакций проектов новых нормативно-правовых и нормативно-технических актов.

Подход к организации такого процесса следующий:

- используется инструмент (программно-математический комплекс) мониторинга и анализа с функционалом оценки эффективности с целью анализа интересующей определенный нормотворческий орган (если он планирует разработку нового акта или внесение изменений в существующий) или определенного субъекта нормопользования (если он планирует разработку рекомендаций или предложений по разработке нового акта или внесению изменений в существующий);
- формируются соответствующие наборы актов для всех комбинаций, которые необходимо исследовать и оценить;
- проводятся соответствующие оценки на уровне отдельного акта (в случае необходимости внесения изменений); и на уровне наборов актов; определяются основные проблемные вопросы;
- разрабатывается проект акта (или проект по внесению изменений в существующий акт), который должен способствовать решению найденных проблемных вопросов;
- проводится повторная оценка актов и наборов актов, включая предлагаемый проект;
- проводится анализ по устранению (уменьшению) проблемных вопросов;
- в случае отрицательных результатов – подготавливается новый проект акта и повторяются предыдущие итерации до момента устранения (уменьшения)



проблемных вопросов или принятия решения об отсутствии необходимости в таком акте.

### 3.2 Подходы, методы и методики оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности

Следует отметить, что только разработанный и внедряемый в настоящее время терминологический и классификационный базис позволяют формализовать существующие нормативно-правовые и нормативно-технические акты в строгом, иерархическом, однозначно структурированном виде, пригодном для оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности (и эффективности международной деятельности как ее частного случая).

#### 3.2.1 Методики оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности

##### *3.2.1.1 Методики проведения мониторинга текущего состояния, проведения мониторинга правоприменения, оценки эффективности научно-исследовательских работ, оценки качества нормативного материала*

В случае использования общего терминологического и классификационного базиса для описания системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, специальных методик проведения мониторинга текущего состояния, проведения мониторинга правоприменения, оценки эффективности научно-исследовательских работ, оценки качества нормативного материала не требуется.

##### *3.2.1.2 Методика проведения оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности с помощью экспертных характеристик*

###### 3.2.1.2.1 Общие экспертные оценки

**Целью** функционирования системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности является обеспечение условий, определение и установление правил, порядков, способов, методов и методик для осуществления различных видов деятельности, связанной с созданием, развитием, функционированием и использованием навигационных систем. Иными словами, целью системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования является определение «правил игры» для участников навигационной деятельности.

Состав системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования определен в разделе 3.1.2. Основными элементами являются: нормативная подсистема; субъекты нормотворчества; средства нормотворчества; правоприменительная практика.

Для задачи построения схемы функционирования системы необходим дополнительный элемент – объекты нормопользования, т.е. основные пользователи данной системы (рисунок 59).

К объектам нормопользования отнесем следующие:

- разработчики навигационных систем (базовых и потребительских);
- провайдеры услуг навигационных систем (базовых и потребительских);
- потребители (национальные, международные, разработчики навигационной аппаратуры потребителя, более подробно – в разделе 1.1.1.1);
- субъекты и средства нормотворчества (в отдельных случаях, для определения и установления правил, порядков, способов, методов и методик осуществления их деятельности).

Подсистемой, непосредственно взаимодействующей с объектами нормопользования (пользователями) и формирующей для них необходимую нормативную основу для выполнения их функций (или в общем случае, достижения целей и решения задач), связанных с навигационной деятельностью, является нормативная подсистема. Объекты нормопользования запрашивают (или получают иным образом) от нормативной подсистемы правила, порядки, способы и методики для осуществления своей деятельности, а нормативная подсистема их формирует и передает данным объектам.

Оценка эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования сводится к оценке эффективности нормативной подсистемы. Показатели эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования сводятся к оценке удовлетворенности пользователей нормативной подсистемой (или к различным производным данных оценок).

Оценка эффективности международной деятельности как было показано выше является частным случаем оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования. Объект нормопользования заинтересован в фактическом выполнении своей целевой задачи (полном или частичном, в зависимости от различных факторов) и в минимизации необходимых для достижения целевой задачи действий (отсутствие неоднозначности в актах при определении необходимых действий; малое количество необходимых действий; простота выполнения необходимых действий и др.).

Методика оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования применительно к оценке группы «экспертных характеристик» состоит из семи основных этапов.

На первом этапе определяются все возможные комбинации (цепочки) «Объект (комбинация объектов) – основные субъекты нормотворчества - вид деятельности - область применения - сфера деятельности - решаемая целевая задача - используемые в качестве средства или объекта (объектов) навигационные средства и системы, их комбинации - условия применения» (таблица 10).

- национальные органы власти, обладающие полномочиями по принятию нормативных актов
- национальные и международные юридические лица и граждане, участвующие в разработке и оценке нормативных актов
- международные организации, обладающие полномочиями по разработке и принятию нормативных актов

- совокупность нормативных правовых актов (законов и подзаконных актов)
- совокупность нормативно-технических документов

- разработчики навигационных систем (базовых и потребительских)
- провайдеры услуг навигационных систем (базовых и потребительских)
- потребители (национальные, международные, разработчики НАП)
- субъекты и средства нормотворчества (в отдельных случаях, для определения и установления правил, порядков, способов, методов и методик осуществления их деятельности).

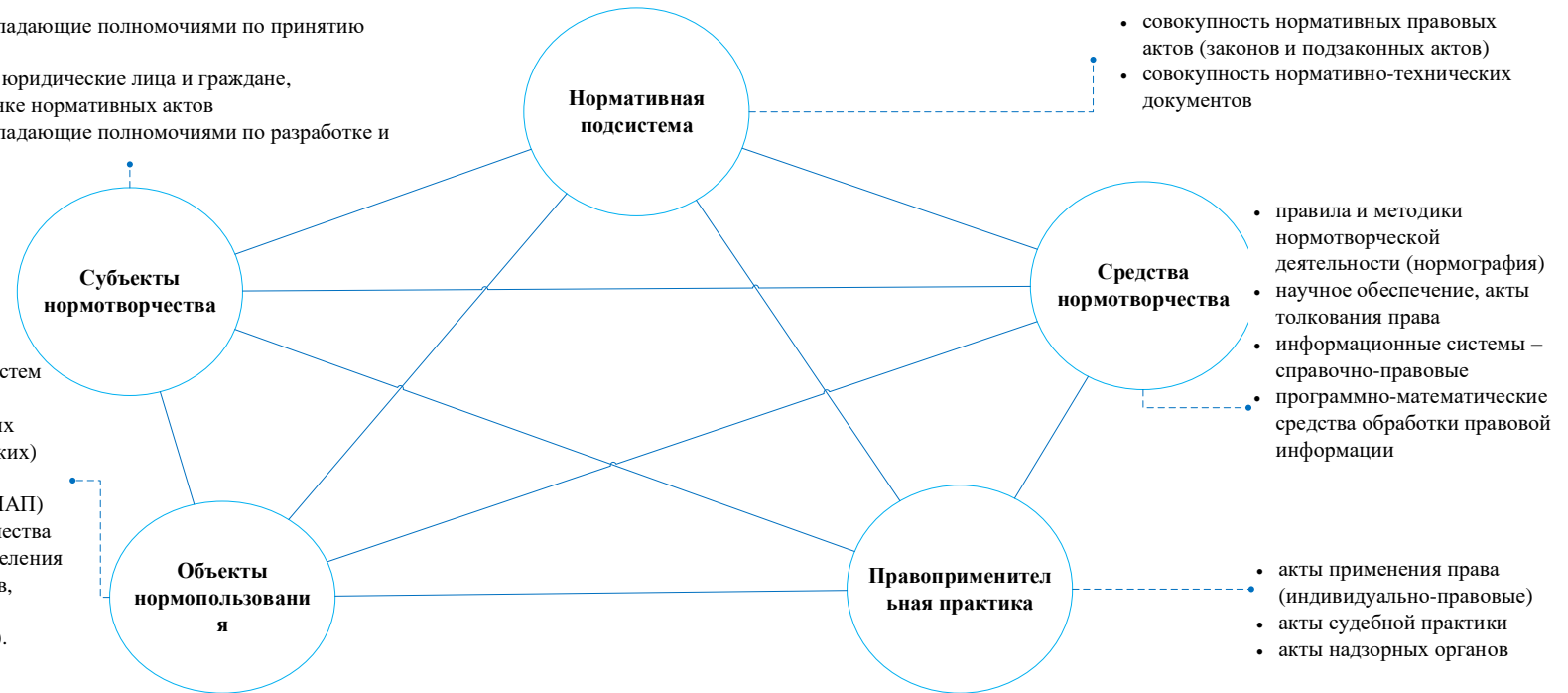


Рисунок 59 – Расширенный состав системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования

Таблица 10 – Возможные комбинации «Объект (комбинация объектов) – основные субъекты нормотворчества – вид деятельности – область применения – сфера деятельности – решаемая целевая задача – используемые в качестве средства или объекта (объектов) навигационные средства и системы, их комбинации – условия применения» для оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования

№ п. п.	Объект (комбинация объектов) нормопользования (1)	№ п. п.	Основные субъекты нормотворчества (2)	№ п. п.	Вид деятельности (3)	№ п. п.	Область применения (4)	№ п. п.	Сфера деятельности (5)	№ п. п.	Решаемая целевая задача (6)	№ п. п.	Используемые в качестве средства или объекта (объектов) навигационные средства и системы, их комбинации (7)	№ п. п.	Условия применения (ограничения, допущения) (8)
1.	разработчики и навигационных систем (базовых и потребительских)	1.	национальные органы власти, обладающие полномочиями по принятию нормативных актов	1.	навигационная деятельность	1.	специальные применения	1.	создание, обеспечение функционирования и развития навигационных систем	1.	навигационная задача (полная – или частичная)	1.	базовые навигационные системы (ГНСС/РНСС как по отдельности, так и их комбинации) с соответствующей НАП	1.	влияющие на (1-7)
2.	провайдеры услуг навигационных систем (базовых и потребительских)	2.	национальные юридические лица и граждане, участвующие в разработке и оценке нормативных актов	2.	различные смежные или несмежные отдельные виды деятельности	2.	транспортные задачи	2.	управление развитием навигационных систем	2.	сопутствующая задача (ненавигационная, но требующая навигационной)	2.	потребительские навигационные системы (как по отдельности, так и их комбинации) с	2.	не влияющие на (1-7)

№ п. п.	Объект (комбинация объектов) нормопользования (1)	№ п. п.	Основные субъекты нормотворчества (2)	№ п. п.	Вид деятельности (3)	№ п. п.	Область применения (4)	№ п. п.	Сфера деятельности (5)	№ п. п.	Решаемая целевая задача (6)	№ п. п.	Используемые в качестве средства или объекта (объектов) навигационные средства и системы, их комбинации (7)	№ п. п.	Условия применения (ограничения, допущения) (8)
											привязки)		соответствующей НАП		
3.	потребители (национальные, международные, разработчики и НАП, более подробно – в разделе 1.1.1.1)	3.	международные юридические лица и граждане, участвующие в разработке и оценке нормативных актов	3.	комбинация видов деятельности	3.	контроль, предупреждение, ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций	3.	развитие нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности	3.	комбинированные задачи	3.	комбинации базовых и потребительских навигационных систем с соответствующей НАП		
4.	субъекты и средства нормотворчества (в отдельных случаях, для определения и установления правил, порядков, способов, методов и методик осуществления их	4.	международные организации, обладающие полномочиями по разработке и принятию нормативных актов			4.	навигационное обеспечение управления полетом КА различного назначения	4.	обеспечение безопасности функционирования и использования навигационных систем						

№ п. п .	Объект (комбинация объектов) нормопользования (1)	№ п. п.	Основные субъекты нормотворчества (2)	№ п. п.	Вид деятельности (3)	№ п. п .	Область применения (4)	№ п. п .	Сфера деятельности (5)	№ п. п.	Решаемая целевая задача (6)	№ п. п.	Используемые в качестве средства или объекта (объектов) навигационные средства и системы, их комбинации (7)	№ п. п.	Условия применения (ограничения, допущения) (8)
	деятельности)														
						5.	экологический мониторинг	5.	создание, развитие, предоставление потребительских инструментальных средств, информационных ресурсов и навигационных услуг, необходимых потребителю для осуществления пространственно-временной деятельности различного вида						
						6.	фундаментальные и прикладные научные	6.	создание благоприятных условий для развития и расширения						

№ п. п .	Объект (комбинация объектов) нормопользования (1)	№ п. п.	Основные субъекты нормотворчества (2)	№ п. п.	Вид деятельности (3)	№ п. п .	Область применения (4)	№ п. п .	Сфера деятельности (5)	№ п. п.	Решаемая целевая задача (6)	№ п. п.	Используемые в качестве средства или объекта (объектов) навигационные средства и системы, их комбинации (7)	№ п. п.	Условия применения (ограничения, допущения) (8)
							исследования		областей применений						
						7.	геодезия, картография, гидрография	7.	создание перспективных технологий, расширяющих возможности использования в процессе решения навигационных задач телекоммуникационных и др. средств. Интеграция функций и технологий навигации, ДЗЗ, связи, геоинформатик и						
						8.	сельское хозяйство	8.	международное сотрудничество						
						9.	землеустройство,								

№ п. п .	Объект (комбинация объектов) нормопользования (1)	№ п. п.	Основные субъекты нормотворчества (2)	№ п. п.	Вид деятельности (3)	№ п. п .	Область применения (4)	№ п. п .	Сфера деятельности (5)	№ п. п.	Решаемая целевая задача (6)	№ п. п.	Используемые в качестве средства или объекта (объектов) навигационные средства и системы, их комбинации (7)	№ п. п.	Условия применения (ограничения, допущения) (8)
							кадастровые работы								
						10.	строительство								
						11.	персональная навигация								



На втором этапе для всех возможных комбинаций формируются наборы нормативно-правовых и нормативно-технических актов, обеспечивающих (создающих, определяющих) условия, определяющих и устанавливающих правила, порядки, способы, методы и методики для осуществления различных видов деятельности объектов нормопользования.

Следует отметить, что в таблице 10 приведен не исчерпывающий перечень «Объектов (комбинаций объектов) – основных субъектов нормотворчества – видов деятельности – областей применения – сфер деятельности – решаемых целевых задач – используемых в качестве средств или объекта (объектов) навигационных средств и систем, их комбинаций – условий применения», а их группы, в отдельных случаях – для высокого уровня иерархии.

Однако даже количество возможных комбинаций групп на текущем этапе исследований составляет 76032. Если же считать, что в каждой группе содержится, например, как минимум 5 пунктов (что близко к реальности), то количество комбинаций составит уже  $29,7 \cdot 10^9$ . Конечно, перечень комбинаций возможно значительно сократить, выделив наиболее критические элементы, однако задачи формирования наборов актов для такого значительного количества комбинаций явно требуют привлечения алгоритмов машинного обучения.

Система нормативно-правового и нормативно-технического регулирования формирует один или несколько наборов нормативно-правовых и нормативно-технических актов (набор актов может быть пустым, может включать в себя один или несколько актов) для любой комбинации из числа сформированных:

Наборы нормативно-правовых и нормативно-технических актов для объектов нормопользования группируются в зависимости от их характера (а, фактически – по значимости для объектов нормопользования):

- рекомендательные;
- обязательные;
- опциональные.

Учитывая несовершенство системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, возможно получение нескольких вариантов наборов нормативно-правовых и нормативно-технических актов, в том числе внутренне (на уровне отдельного акта) или внешне (на уровне набора актов) противоречивых или избыточных.

На третьем этапе проводится анализ актов данных наборов (в том числе с использованием семантического анализа для отдельных актов для оценки качества нормативного материала и наборов актов для оценки наличия противоречий, неточностей и др.).

На четвертом этапе определяются (устанавливаются) минимально необходимые для решения целевых задач объектов нормопользования наборы актов. Данный этап, к сожалению, требует широкого привлечения экспертных методов и непосредственно экспертов (а в дальнейшем – алгоритмов машинного обучения). В общем случае, в среднем, для каждой комбинации (на национальном уровне) требуется набор из 2 актов уровня федерального закона, 1 постановления Правительства, 3 подзаконных актов, выпущенных профильным федеральным органом исполнительной власти и 4 актов уровня регламентов и стандартов. Превышение

данного количества говорит о избыточности числа нормативных актов, а также может говорить о наличии проблемных вопросов.

На пятом этапе определяются реально используемые и неиспользуемые акты (по количеству ссылок в иных документах; по количеству замечаний экспертов; по количеству выпущенных редакций; по количеству упоминаний в аналитических материалах).

На шестом этапе оцениваются: полнота (достаточность) нормативных актов (однозначно и исчерпывающе ли представлена норма – для отдельных актов; однозначно и исчерпывающе ли обеспечены (созданы, определены) условия, определены и установлены правила, порядки, способы, методы и методики для осуществления различных видов деятельности объектов нормопользования); используемость (применимость) нормативных актов; наличие проблемных вопросов в нормативных актах; избыточность числа нормативных актов.

Седьмой этап посвящен оценке удовлетворенности объекта нормопользования полученным и примененным для решения целевой задачи набором актов (как степень решения его целевой задачи или, в частном случае, как оценка соответствия данного набора решаемой задаче).

Процедуры третьего, четвертого, пятого, шестого и седьмого этапов используют элементы и результаты мониторинга текущего состояния, мониторинга правоприменения, оценки эффективности научно-исследовательских работ, оценки качества нормативного материала.

#### 3.2.1.2.2 Расширенные экспертные оценки

Для получения расширенных экспертных оценок необходимо проведение дополнительных достаточно сложных в общем случае действий.

Общая схема функционирования системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования приведена на рисунке 60.

Напрямую на нормативную подсистему оказывают влияние национальные органы власти, обладающие полномочиями по принятию нормативных актов и международные организации, обладающие полномочиями по разработке и принятию нормативных актов (национальные и международные органы). Это влияние можно определить, как управляющие воздействия различного вида.

В виде коэффициентов коррекции управляющих воздействий формализуется влияние:

- национальных органов власти на международные организации и наоборот;
- национальных юридических лиц и граждан, участвующих в разработке и оценке нормативных актов, на национальные органы власти;
- международных юридических лиц и граждан, участвующих в разработке и оценке нормативных актов, на международные организации;
- национальных и международных юридических лиц и граждан, участвующих в разработке и оценке нормативных актов;
- национальных юридических лиц и международных организаций; и международных юридических лиц и национальных органов власти;

- объектов нормопользования на национальные и международные юридические лица; на национальные органы власти и международные организации.

Объекты нормопользования фактически запрашивают от нормативной подсистемы правила, порядки, способы и методики для осуществления своей деятельности, а нормативная подсистема их формирует и передает данным объектам.

Учитывая особенности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, и, в частности, то, что она в значительной степени является организационно-технической системой со значительным влиянием социальной составляющей, отдельные ее элементы, несмотря на факт вхождения в ее состав, оказывают (являются источниками) управляющие воздействия, которые в общем случае должны являться внешними. Фактически несколько размыта граница между внутренними и внешними элементами.

Акт или набор актов для всех рассматриваемых комбинаций можно описать функциями оценки соответствия решаемой объектом нормопользования задаче (степени решения целевой задачи в случае использования данного акта или набора актов).

В отдельных случаях акты и наборы актов могут быть пересекающимися, например, один и тот же акт может входить в несколько разных наборов с разной значимостью или использоваться различным способом в зависимости от рассматриваемой комбинации.

Системы уравнений, описывающих функции оценки соответствия для каждого акта и набора актов, для всех возможных комбинаций, формируют математическую модель системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (в части нормативной подсистемы).

Здесь следует отметить, что один и тот же акт может быть описан различными функциями оценки соответствия, в зависимости от рассматриваемой комбинации. Система уравнений, описывающих данные различные функции оценки соответствия, включающие данный акт, является фактически исчерпывающим математическим описанием данного акта.

Поскольку при формировании функций оценки соответствия (а также способов и методов построения систем уравнений, их включающих) могут быть использованы различные математические модели, можно говорить о построении математической модели системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, в том числе:

- как модели (элемента модели) социальной системы;
- как модели (элемента модели) организационно-технической системы;
- как модели (элемента модели), использующей аналоги процессов и объектов материального мира;
- как экономической модели (элемента модели).

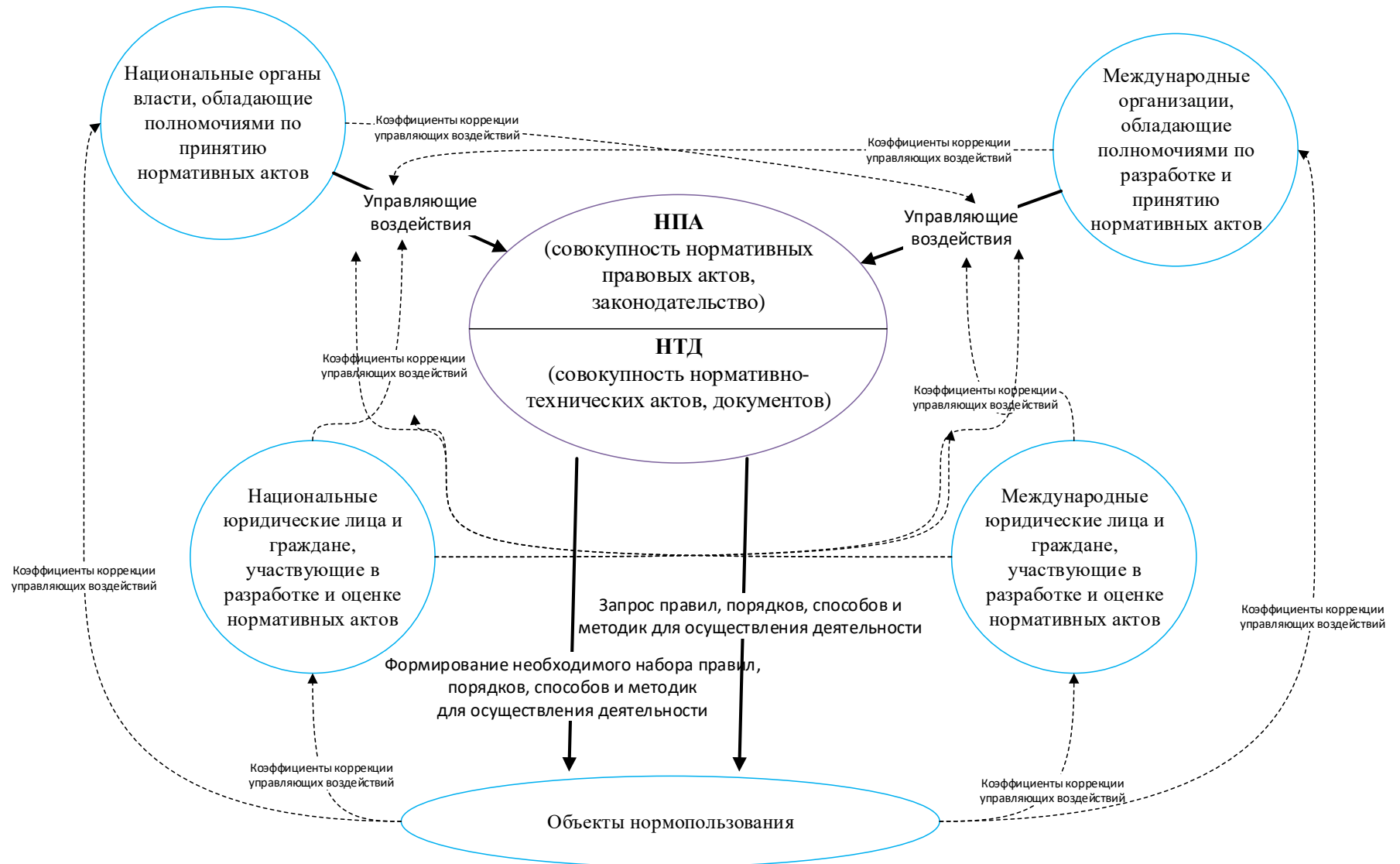


Рисунок 60 – Общая схема функционирования системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности

### 3.2.1.2.3 Расширенные углубленные экспертные оценки

Для получения расширенных углубленных экспертных оценок необходимо при разработке вариантов математических моделей системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования учитывать также то, что нормативные документы в реальности содержат не нормы, а их проекции.

### 3.2.2 Оцениваемые характеристики

К оцениваемым характеристикам для мониторинга текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности отнесены: количество отмененных актов; количество укрупненных актов; количество обжалованных актов в судебном порядке; количество отмененных актов судами; количество обжалованных актов в административном порядке; количество отмененных актов в административном порядке; количество изменений, внесенных в акты (степень «стабильности» нормативной системы); количество отмененных актов с заменой их на аналогичные с тем же предметом регулирования; количество мероприятий по мониторингу текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.

К оцениваемым характеристикам для мониторинга правоприменения отнесено количество мероприятий по мониторингу правоприменительной практики.

К оцениваемым характеристикам для оценки эффективности научно-исследовательских работ отнесено количество НИР, по результатам которых разработаны проекты нормативных актов (в % от выполненных НИР);

К оцениваемым характеристикам для оценки качества нормативного материала отнесено количество критических замечаний на проекты нормативных актов, публикуемых на Портале проектов нормативно-правовых актов или в иных официальных порталах.

К оцениваемым характеристикам для оценки эффективности международной деятельности отнесены: доля участия российских делегаций в мероприятиях международных организаций, компетентных в принятии нормативных документов в сфере навигационной деятельности (в % от количества мероприятий); количество представителей Российской Федерации в органах управления международных организаций, компетентных в принятии нормативных документов в сфере навигационной деятельности (в % от количества международных организаций).

К оцениваемым характеристикам для расширенной оценки эффективности международной деятельности отнесены: оценка функциональной эффективности международной деятельности; оценка общеобеспечивающей эффективности международной деятельности; оценка эффективности международной деятельности по представлению навигационных систем в профильных международных организациях; оценка нормативно-методической эффективности международной деятельности; оценка технической эффективности международной деятельности; оценка экономической эффективности международной деятельности; оценка затрат на функциональную, техническую, нормативно-методическую и

организационную эффективность международной деятельности; оценка организационной эффективности международной деятельности.

К оцениваемым общим экспертным характеристикам отнесены: полнота (достаточность) нормативных актов (отсутствие «пробелов» в нормативной системе); используемость (применимость) нормативных актов (отсутствие «мертвых» норм); наличие проблемных вопросов в нормативных актах (в том числе отсутствие коррупциогенных факторов); избыточность числа нормативных актов.

К оцениваемым расширенным экспертным характеристикам отнесены характеристики, которые можно получить при исследовании математической модели, описывающей систему нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, а именно: характеристики устойчивости системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (в том числе характеристики точек бифуркации исследуемых уравнений, описывающих модель; параметры нового цикла, времени перехода, периоды колебаний для циклов); различные оценки удовлетворенности нормопользователей системой нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.

Оцениваемые расширенные углубленные экспертные характеристики аналогичны по составу предыдущей группе, однако рассчитываются с учетом дополнительных усложняющих факторов.

### 3.2.3 Подготовка, особенности, порядок использования, дополнительные операции с исходными данными

Отдельные моменты подготовки, порядка использования и дополнительных операций с исходными данными отмечены в разделах 3.1.3.4. и 3.1.5.3.

В настоящее время проблемные вопросы, связанные с исходными данными, находятся в состоянии итерационного решения. К основным классам проблемных вопросов можно отнести:

- вопросы классификации и кодирования актов (для установления внешних связей актов, построения связанной системы или вариантов различных систем) – более подробно рассмотрены в разделе 3.1.5.1;
- вопросы источников исходных данных (которые не всегда полны, не всегда официальные и не всегда явны, или открыто доступны);
- вопросы дополнительной обработки актов (для обеспечения возможности внесения их в программно-математические комплексы);
- вопросы декомпозиции актов (при необходимости проведения более глубокого анализа).

При этом два последних класса вопросов могут требовать как привлечения экспертов (человеческого фактора), так и методов семантического анализа.

### 3.2.4 Математические модели для описания системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования

#### 3.2.4.1 *Использование моделей социальной системы*

Считая сферу навигационной деятельности аналогом социальной системы высокого уровня, поскольку она является замкнутой, содержит полные циклы воспроизводства (средства и системы) и потребления основного продукта (пространственно-временной информации в различных видах и производных), можно использовать для ее описания модели социальной системы, построенные на основе работ Т. Парсонса [185, 186].

Считается, что социальная система в общем виде состоит из четырех подсистем: социетального сообщества, системы поддержания институциональных этнических образцов, политической и экономической систем.

Для использования моделей социальной системы для описания сферы навигационной деятельности необходимо определить, описать и формализовать аналоги данных составляющих. Одним из таких аналогов является система нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (включает элементы систем поддержания институциональных этнических образцов и политической; социетального общества). Социальные системы стремятся в общем случае к состоянию равновесия.

В социальных системах одним из основных управляющих параметров системы является уровень пассионарного напряжения (характеристика этноса). Изменение данного параметра выводит систему из одного (начального) равновесного состояния и через некоторое время она приходит к новому равновесному состоянию (нового цикла).

Аналогом пассионарного напряжения для системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования можно считать уровень необходимости оказания управляющих воздействий (рисунок 60).

В общем случае, использование моделей социальных систем для задачи описания и оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности позволяет проводить исследования устойчивости системы (в том числе, определяя точки бифуркации исследуемых уравнений, описывающих модель), определять параметры нового цикла, время перехода к нему и др.

#### 3.2.4.2 *Использование моделей организационно-технических систем*

Систему нормативно-правового и нормативно-технического регулирования также можно представить, как модель сложной организационно-технической системы.

Сложная организационно-техническая система в общем виде состоит из трех подсистем: решающей подсистемы, подсистемы информационной поддержки и ресурсной подсистемы.

Особенностями сложной организационно-технической системы являются следующие: подсистемы (и система в целом) способны получать, формировать и использовать информационные ресурсы (в том числе преобразовывать их в иные формы ресурсов); процессы

распределения информации (внутренние и внешние) аппроксимируются вероятностными функциями.

Система в общем случае устойчива (или стремится к устойчивости), даже в условиях негативных воздействий. Под устойчивостью обычно понимается заданный порог эффективности для решения задач (задачи).

Модель сложной организационно-технической системы (СОТС) в общем виде описывается как кортеж  $СОТС = \langle W, C, A, IO, T_p, ИП, ИСМ \rangle$  [187], где  $W$  – множество элементов системы;  $C$  – множество связей между элементами системы;  $A$  – множество целей системы;  $IO$  – множество входов и выходов системы;  $T_p$  – время согласования (реакции);  $ИП$  – информационное пространство системы;  $ИСМ$  – информационная когнитивная модель.

Информационное пространство описывается алгебраически, как  $ИП = \langle IR, R, O \rangle$ , где  $IR$  – множество информационных ресурсов;  $I$  – множество уровней иерархии системы;  $F$  – множество функций системы;  $S$  – множество типов элементов подсистем;  $R$  – множество отношений;  $O$  – множество операций.

Основной функцией сложной организационно-технической системы является удовлетворение потребностей в заданных объемах.

Для системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования такой потребностью является удовлетворенность объекта нормопользования полученным и примененным для решения его целевой задачи набором актов.

Модель сложной организационно-технической системы хороша для более точной, чем при использовании моделей социальных систем оценки характеристик информационных ресурсов в областях устойчивости системы.

### *3.2.4.3 Использование моделей-аналогов физических процессов и объектов материального мира*

Систему нормативно-правового и нормативно-технического регулирования также можно представить моделью-аналогом физических процессов и объектов материального мира.

Идеальной иллюстрацией служит математическая модель пружинного маятника (нескольких маятников) с грузом, а управляющие воздействия служат аналогами неких внешних сил, приложенных к нему. Общая схема такой модели представлена на рисунке 61.



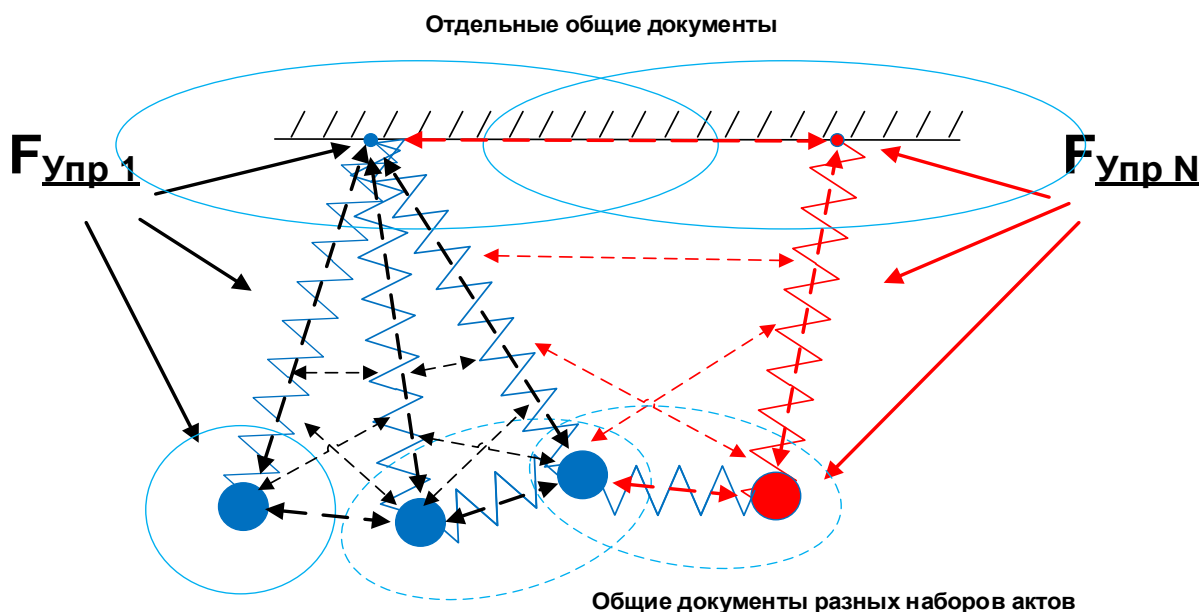


Рисунок 61 – Общая схема математической модели пружинного маятника применительно к системе нормативно-правового и нормативно-технического регулирования

В терминах системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования маятник с грузом и точка его крепления представляет собой соответствующий набор актов, необходимый объекту нормопользования. Здесь точка крепления – более строгие акты; груз – акты, более низкого уровня, которые могут варьироваться, а в отдельных случаях – вообще не исполняться; пружина – более «эластичные» акты, или вообще отсутствующие, в данном случае колебания пружины – попытка поиска актов-аналогов для решения задач объекта нормопользования или иные переходные процессы.  $F_{упр}$  – различные управляющие воздействия от национальных органов власти, обладающих полномочиями по принятию нормативных актов и международных организаций, обладающих полномочиями по разработке и принятию нормативных актов

Если сформировать все возможные наборы актов для всех возможных комбинаций, получим множество маятников, которые, взаимодействуя друг с другом (иногда выводя друг друга из состояния равновесия), формируют устойчивую систему.

Управляющие воздействия в случае использования такой модели разнонаправленны:

- выводят грузы из положения равновесия;
- пытаются помочь в установлении равновесия.

В данном случае возможно также оценить условия, при которых при условии отсутствия управляющих воздействий система нормативно-правового и нормативно технического регулирования придет в состояние устойчивого равновесия (самоорганизация системы нормативно-правового и нормативно технического регулирования). Возможно также выделить отдельный набор актов и оценить все влияния на него (рисунок 61, выделенные красным).

При этом при применении математической модели пружинного маятника можно ограничиться учетом только прямых воздействий (отмечены более толстыми линиями), т.е. воздействиями вдоль «пружин», при ударе «грузов» и воздействиях «точек крепления».

Под состоянием установившегося равновесия можно понимать достаточность набора актов для решения целевой задачи.

При этом для решения отдельных задач объектов нормопользования (формируемых в виде отдельных наборов актов) необходимо не равновесное положение, а, например, неустойчивое крайнее положение. В данном случае рано или поздно, система стабилизируется, а задача может быть решена только в некоторых интервалах времени.

Периоды колебания маятника в данной модели отличаются в зависимости от жизненного цикла соответствующих актов и процессов в системе нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, но являются весьма длительными – месяцы и годы, как минимум.

Реальным примером реализации и подтверждения применимости такой модели могут, например, служить наборы актов о техническом регулировании применительно к Росстандарту и применительно к государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос», они обладают разнонаправленными интересами в сфере технического регулирования навигационной деятельности и лоббируют наборы актов на основе ФЗ «О техническом регулировании» и ФЗ «Об оценке соответствия» (находится в стадии рассмотрения) соответственно.

Через некоторое время сложившаяся ситуация приведет к тому, что сформируется частичная удовлетворенность всех (или ключевых участников), что в данном случае и будет состоянием равновесия.

Рассмотренная математическая модель маятников в общем случае позволяет проводить прогнозные оценки для системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования, в том числе оценивать периоды колебаний, форму и зависимости.

Возможно, также будут доступны для оценки иные дополнительные особенности наборов актов.

Очевидно, что возможны и иные способы формализации системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования моделями-аналогами физических процессов и объектов материального мира, однако на текущем этапе исследований наиболее предпочтительной является модель пружинного маятника.

#### *3.2.4.4 Использование экономических моделей*

В отдельных случаях возможно описание системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования различными экономическими моделями.

Поскольку экономические модели оперируют экономическими показателями, в основном связанными с прибылью, необходимо определить ее аналоги для нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.

Поскольку основным критерием эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования является удовлетворенность пользователей нормативной подсистемой, целесообразно при использовании экономических моделей использовать именно его, причем в качестве аналога прибыли.

В случае, если наборы актов формализуются для отдельных комбинаций, связанных с коммерчески выгодными проектами в сфере навигационной деятельности, можно для оценки

удовлетворенности нормопользователей использовать напрямую экономические показатели эффективности (прибыль и др.).

В других случаях, для сбора исходных данных для построения (уточнения) экономических моделей удовлетворенность может быть оценена (и собраны соответствующие исходные данные для дальнейших расчетов) с помощью мониторинга правоприменения.

### 3.2.4.5 Создание (уточнение) математической модели системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования как системы проекций норм

Суть идеи создания (уточнения) математической модели системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования как системы проекций норм заключается в следующем.

Любой нормативный документ по сути одинаков. В нем определен субъект (и средство) нормотворчества (обладающий соответствующими полномочиями), сфера действия акта (область применения), зафиксирована некая норма (правила, порядки, способы, методы и методики для осуществления различных видов деятельности, связанной с созданием, развитием, функционированием и использованием навигационных систем) и определен (точно или расплывчато) объект нормопользования (рисунок 62).



Рисунок 62 – Нормативный акт

Это касается как нормативно-правовых, так и нормативно-технических актов. Таким образом, основная задача акта – закрепить определенную норму.

Общее представление о системе нормативно-правового и нормативно-технического регулирования таким образом, заключается в том, что она представляет собой общность нормативно-правовых и нормативно-технических актов, в свою очередь являющимися нормами (рисунок 63).

В общем (идеальном) случае, действительно, все нормы – различные, непересекающиеся, также различны и взаимосвязи между ними. Система норм представляет собой таким образом,

монолитную структуру (систему) с отсутствием дублирования и с исчерпывающими связями между ними, способную однозначно и непротиворечиво решить любую задачу по обеспечению наборами актов для любых возможных комбинаций.

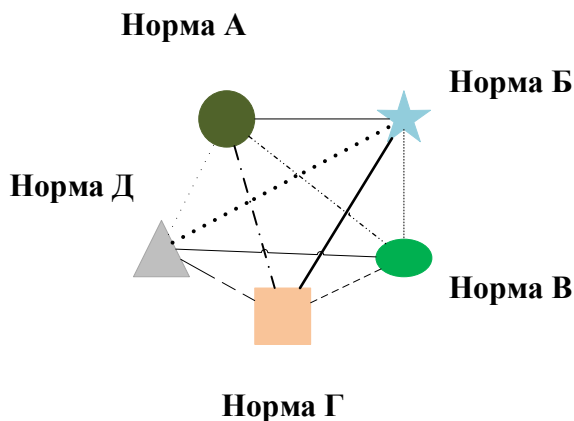
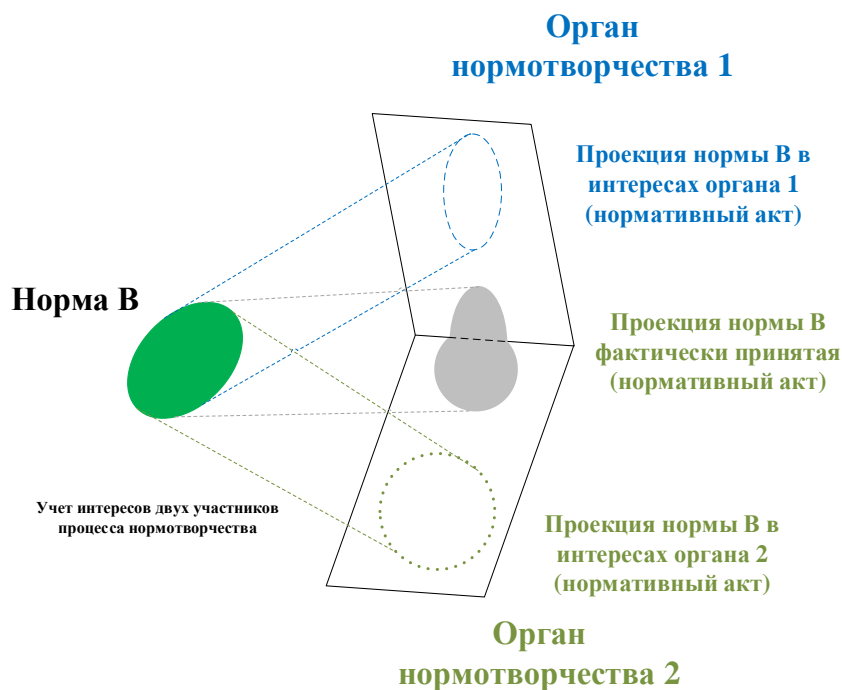


Рисунок 63 – Нормы и система норм

На самом деле понимание того, что нормативные документы содержат в каком-либо виде непосредственно «нормы» - не верно. Реальная ситуация сложнее (см. рисунок 64).

Фактически, нормативные документы содержат не нормы, а их проекции. При этом возможна ситуация, что два органа нормотворчества хотят закрепить одну и ту же норму в виде нормативного акта. Норма превращается в ряд проекций норм, в то, как их видят органы нормотворчества и в ту проекцию (например, после процедур согласования между органами), которая в итоге и станет принятым нормативным актом.

Очевидно, что это приводит к большому числу дополнительных сложностей.



## Рисунок 64 – Проекция норм

Приведенная иллюстрация не отражает также самой плохой (и одновременно самой обычной для реальности) ситуации – когда общий акт, закрепляющий норму, не удалось согласовать и каждый орган нормотворчества выпускает свой, а зачастую и не один, акт, чтобы закрепить норму в виде необходимом ему.

Это приводит к тому, что одна и та же норма описывается значительным набором актов, но не исчерпывающе, а крайне противоречиво, что также приводит к дополнительным проблемам. Зачастую акты могут даже вообще не содержать норм.

Также существует значительное количество примеров, когда одна короткая норма распределена на десятки актов.

Использование концепции нормативных актов как «проекций норм» позволяет при оценке эффективности учитывать большое количество дополнительных важных факторов, влияющих на нее.

Использование концепции нормативных актов как «проекций норм» возможно в форме надстройки к соответствующим математическим моделям, используемым для описания системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.

Очевидно, что ее использование усложнит данные математические модели, однако позволит при оценке эффективности учитывать большое количество влияющих на нее дополнительных важных факторов.

#### *3.2.4.6 Общие выводы по построению математической модели системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования и их использованию для расширенных экспертных оценок*

Использование различных видов математических моделей для описания системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования является весьма перспективным (а при условии необходимости исключения или уменьшения человеческого фактора в оценках – и единственным) методом (совокупностью методов) оценки группы экспертных показателей и позволяет оценить различные качественные аспекты создания, развития, функционирования и использования системы.

Несмотря на перспективность, работа по данному направлению находится на начальной стадии.

На текущем этапе исследований сформулирован общий подход, предложены различные варианты математических моделей, которые могут быть использованы и проведен предварительный анализ результатов, которые могут быть получены.

#### 3.2.5 Результаты оценок

Отдельные примеры результатов оценки характеристик, используемых для мониторинга текущего состояния, мониторинга правоприменения, оценки эффективности научно-

исследовательских работ, оценки качества нормативного материала приведены на рисунках 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72.

На рисунке 65 приведена оценка общего количества действующих в сфере навигационной деятельности нормативных актов (для международных договоров, актов международных организаций, законов Российской Федерации, подзаконных актов), в том числе принятых в текущем году актов (в том числе отдельно только для ГНСС), отмененных в текущем году (в том числе отдельно только для ГНСС) за период 1991 – 2020 гг. (с учетом действующих актов на момент начала мониторинга).

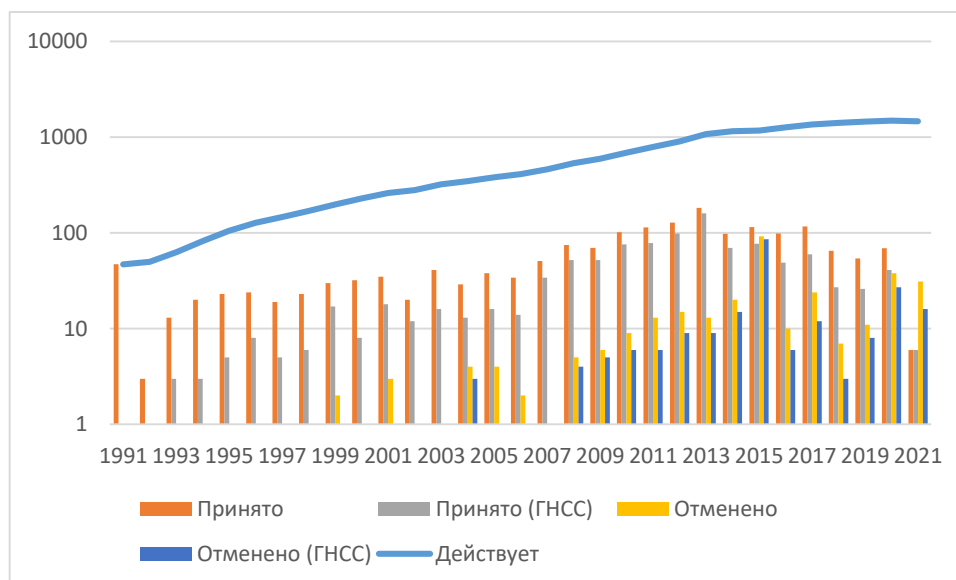


Рисунок 65 – Общее количество действующих в сфере навигационной деятельности нормативных актов (для международных договоров, актов международных организаций, законов Российской Федерации, подзаконных актов) за период 1991 – 2020 гг.

Аналогичная оценка для актов Президента РФ, Правительства РФ и Совмина СССР за период 2007 – 2020 (с учетом действующих актов на момент начала мониторинга) приведена на рисунке 66.

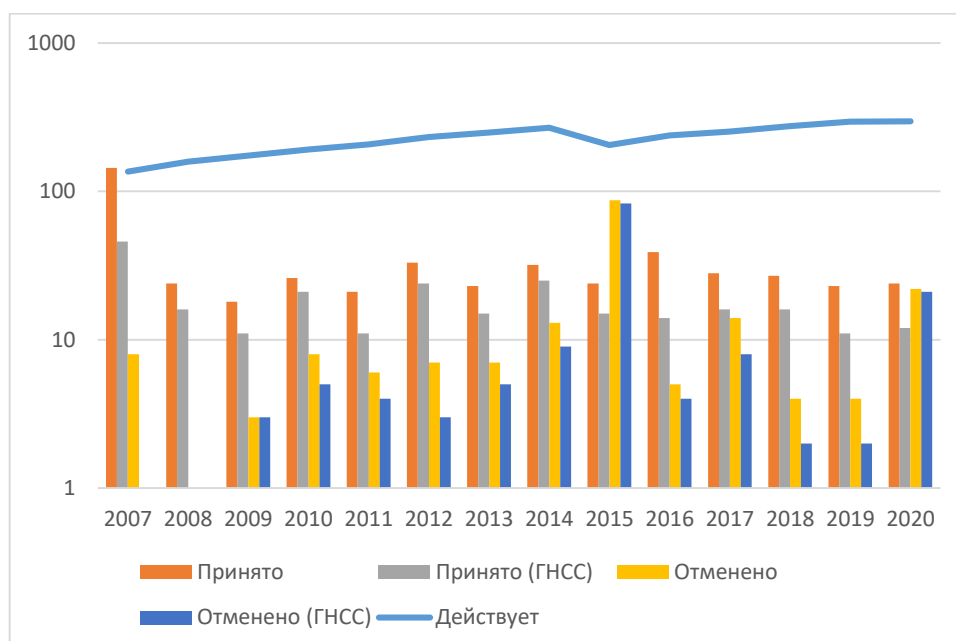


Рисунок 66 – Общее количество действующих в сфере навигационной деятельности нормативных актов (для актов Президента РФ, Правительства РФ и Совмина СССР) за период 2007 – 2020 гг.

Более тонкую динамику актов в данном случае можно оценить по рисункам 67 и 68 для международных договоров, актов международных организаций, законов Российской Федерации, подзаконных актов и для актов Президента РФ, Правительства РФ и Совмина СССР, соответственно.



Рисунок 67 – Сравнительная оценка количества принятых актов по типам (для международных договоров, актов международных организаций, законов Российской Федерации, подзаконных актов)

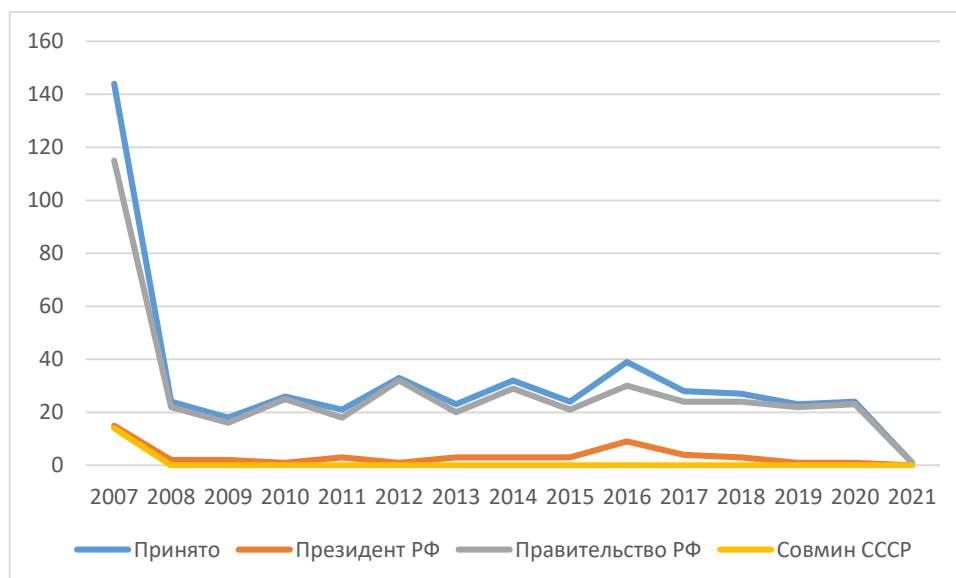


Рисунок 68 – Сравнительная оценка количества принятых актов по типам (для актов Президента РФ, Правительства РФ и Совмина СССР)

Скачки на момент начала мониторинга для данных рисунков обусловлены учетом действующих актов за весь предшествующий период.

На рисунке 69 приведена оценка общего количества действующих в сфере навигационной деятельности нормативных актов с разбивкой по отдельным федеральным органам исполнительной власти за период 2007 – 2020 гг. (с учетом действующих актов на момент начала мониторинга).

Пример результата оценки состояния нормативной базы на текущий момент по каждому федеральному органу исполнительной власти в части действующих, принятых в текущем году актов (в том числе отдельно только для ГНСС), отмененных в текущем году (в том числе отдельно только для ГНСС) приведен на рисунке 70.

На рисунке 71 приведена оценка общего количества действующих в сфере навигационной деятельности нормативных актов с разбивкой по их типам за период 2007 – 2020 гг. (с учетом действующих актов на момент начала мониторинга).

Пример результата оценки состояния нормативной базы на текущий момент по каждому типу нормативных актов в части действующих, принятых в текущем году актов (в том числе отдельно только для ГНСС), отмененных в текущем году (в том числе отдельно только для ГНСС) приведен на рисунке 72.

Могут быть получены с использованием предлагаемого подхода, но не приводятся здесь из-за различных причин (в том числе из-за малого количества оцениваемых элементов):

- количество мероприятий по мониторингу правоприменительной практики; количества НИР, по результатам которых разработаны проекты нормативных актов (в % от выполненных НИР);
- количество мероприятий по мониторингу текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования;
- количество обжалованных актов в судебном порядке;
- количество отмененных актов судами;
- количество обжалованных актов в административном порядке;
- количество отмененных актов в административном порядке;
- количество критических замечаний на проекты нормативных актов (в общем и с привязкой к типам актов);
- количество изменений, внесенных в акты (степень «стабильности» нормативной системы) в общем; с привязкой к типу актов; с привязкой к федеральным органам исполнительной власти (также в общем и с привязкой к типу актов);
- количество отмененных актов с заменой их на аналогичные с тем же предметом регулирования (в общем; с привязкой к типу актов; с привязкой к федеральным органам исполнительной власти (также в общем и с привязкой к типу актов)).

Оценка общего количества действующих в сфере навигационной деятельности нормативных актов по отдельным федеральным органам исполнительной власти с разбивкой по их типам формируется сходным образом с оценками 69 и 71 и не приводится здесь из-за своей громоздкости, однако вариант использования такой оценки будет показан в разделе 5.2.2 на примере анализа деятельности отдельного федерального органа исполнительной власти и сравнительного анализа деятельности различных федеральных органов исполнительной власти.



Данные результаты оценок, например, дают возможность оценить временной лаг между принятием высшими органами государственной власти РФ каких-либо базовых или концептуальных актов (закон о навигационной деятельности, указа Президента РФ от 17.05.2007 № 638 и т.д.), дающих (прямо или косвенно) толчок развитию нормативной системы, и принятием ФОИВ собственных актов во исполнение указанных основополагающих актов законодательного органа, Президента и Правительства РФ.

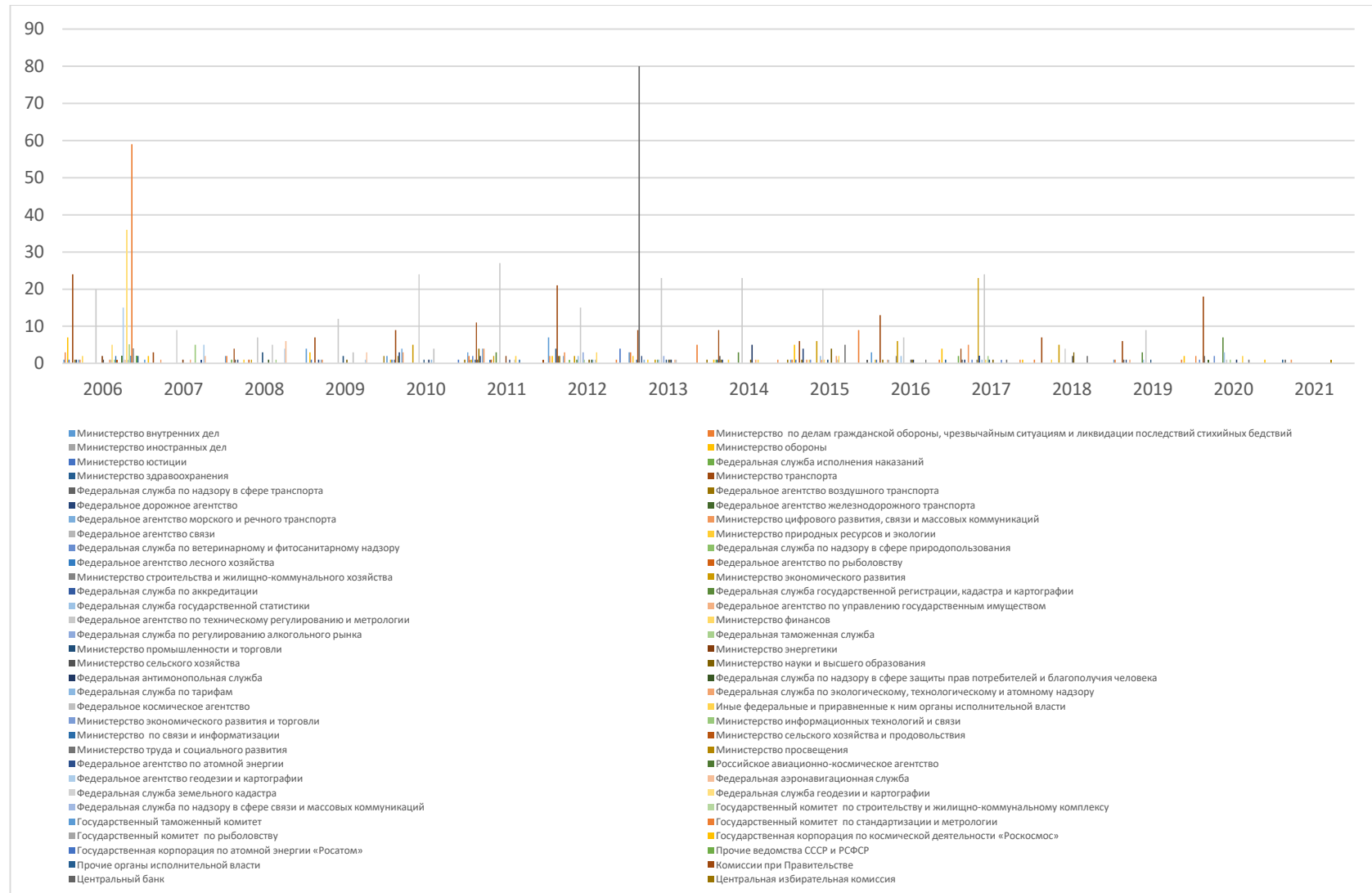


Рисунок 69 – Общее количество действующих в сфере навигационной деятельности нормативных актов с разбивкой по отдельным федеральным органам исполнительной власти за период 2007 – 2020 гг.

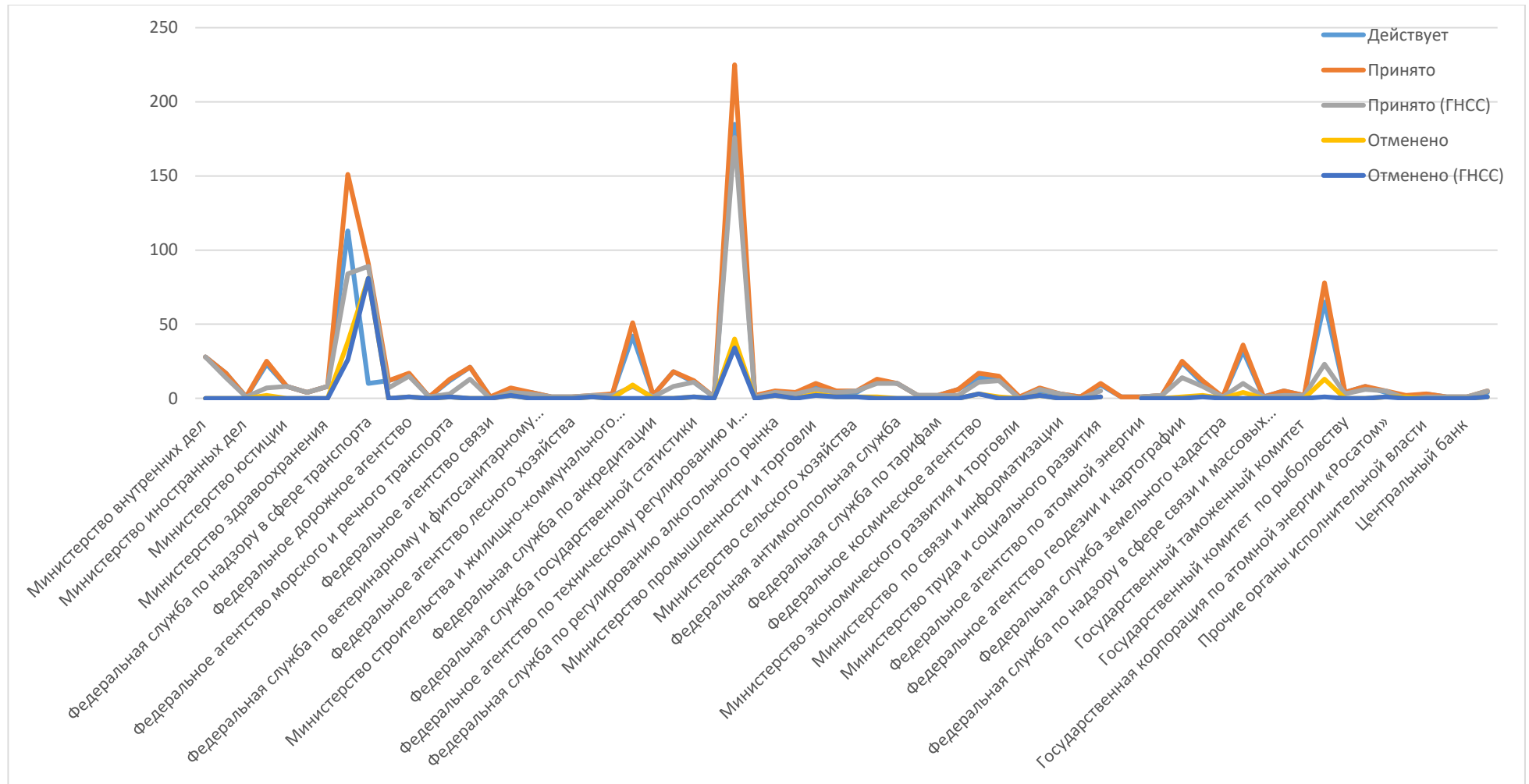


Рисунок 70 – Оценка состояния нормативной базы на текущий момент по каждому федеральному органу исполнительной власти

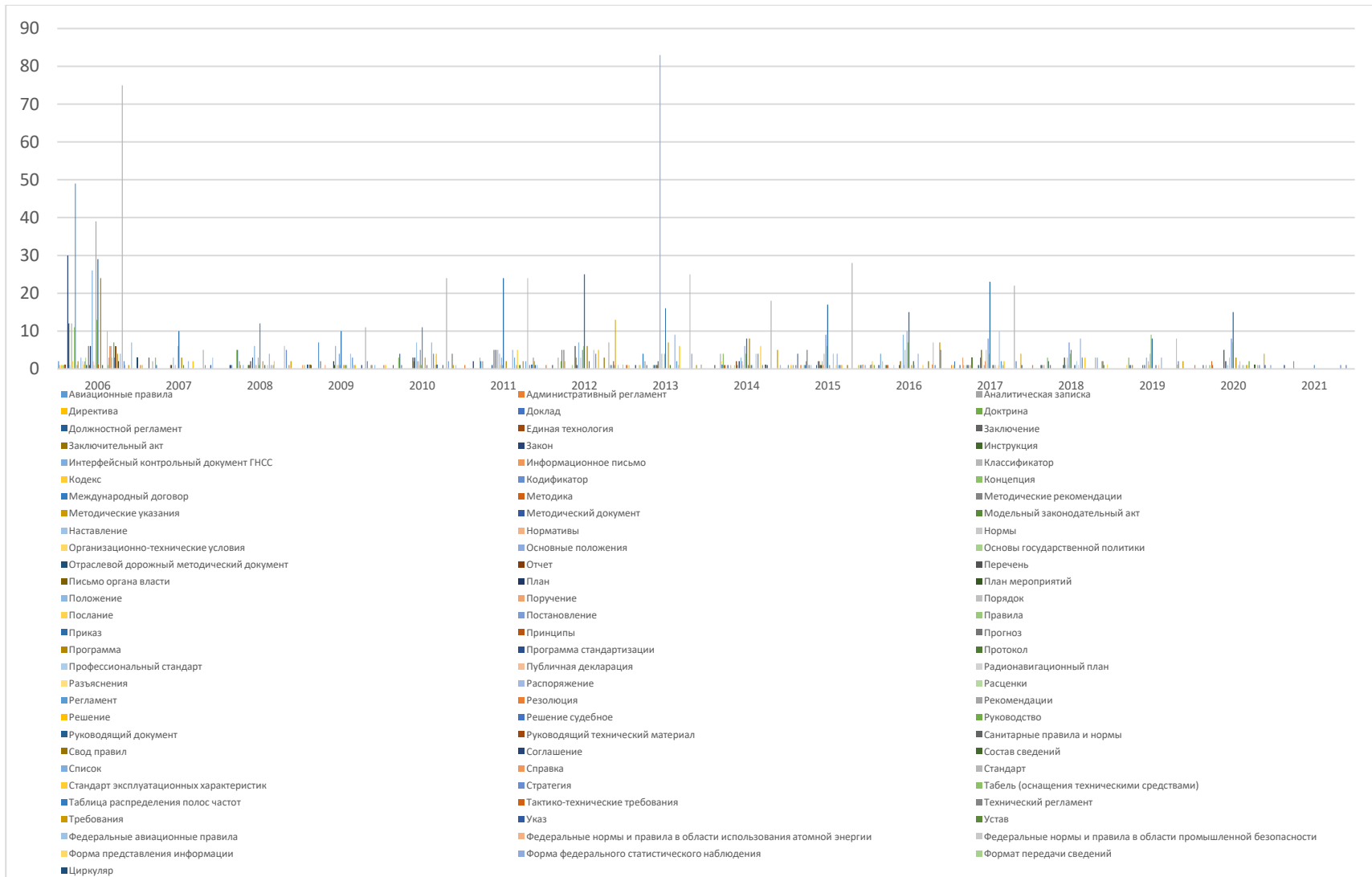


Рисунок 71 – Общее количество действующих в сфере навигационной деятельности нормативных актов с разбивкой по их типам за период 2007 – 2020 гг.

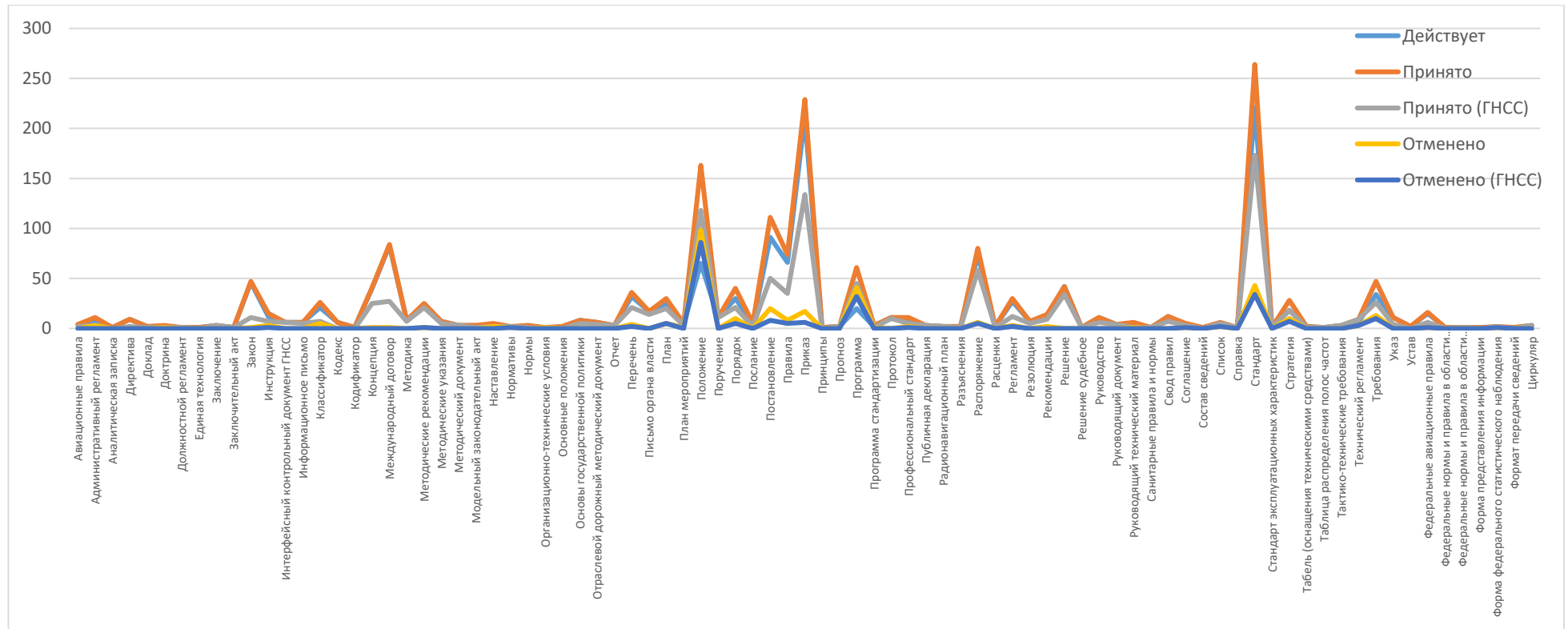


Рисунок 72 – Оценка состояния нормативной базы на текущий момент по каждому типу нормативных актов

Иными словами – оперативность и масштаб нормотворческой деятельности всех ФОИВ и каждого из них по отдельности. Соответственно и хронологически привязывать нормотворческую активность ФОИВ к определенным социально-экономическим событиям и явлениям. В частности, непосредственно за внесением изменений в Положение о полномочиях федеральных органов исполнительной власти по поддержанию, развитию и использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС (утв. постановлением Правительства РФ № 323 от 30.04.2008) в феврале 2012 г., которым Минтранс был наделен полномочием утверждать требования к средствам навигации (абз. «е» пункта 4), последовал всплеск принятия этим ФОИВ соответствующих документов с названием «требования» и «порядок». Между тем указанные виды нормативных документов как нормативно-технические законодательно не предусмотрены. Что характерно, Минтранс до 2012 г. не принимал документов под названием «требования». Таким образом, показанный пример статистической обработки нормативного материала показал нам возможность выявления дефектов нормотворчестве, а именно: подмену понятий, обозначаемых термином «требования». В законодательстве о техническом регулировании данный термин употребляется для определения содержательной стороны нормативных документов, но никак о их форме (виде), в которых ФОИВ могут принимать акты в сфере технического регулирования. Данная подмена закладывает основу для коррупциогенности нормативных актов ФОИВ, которые по факту могут выступать как «квазитехнические» регламенты.

Скачки в принятии теми или иными ФОИВ собственных актов побуждают к более детальному анализу результатов нормотворческой деятельности конкретных, выяснению причин потенциальной законодательной инфляции, как это уже показывалось на примере Ространснадзора.

Отдельные результаты оценок общих экспертных характеристик приведены в разделах 5.2.2.2 и 5.2.2.3.

### 3.3 Общие выводы по разделу 3

1. Проведен анализ проблемных вопросов в части оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и разработаны предложения по их решению.

2. Разработаны специализированные подходы, методы и методики оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования с использованием разработанной гармонизированной терминологической базы и логико-информационной модели системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.

## 4 Экономическая эффективность навигационной деятельности

### 4.1 Анализ проблемных вопросов и разработка предложений по путям их решения

#### 4.1.1 Общее описание области проведения оценок экономической эффективности

Формальное описание области проведения оценок экономической эффективности – сложная нетривиальная задача.

На рисунках 6 и 7 в разделе 1.1.1.1 приведены «Схема логического, информационного и организационного взаимодействия участников и элементов процесса навигационной деятельности» и «Составляющая «среда/условия» для данной схемы. При этом для экономической составляющей рассматриваются следующие аспекты (условия):

- финансирование (планирование финансирования) программ или мероприятий по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем;
- реализуемость, проведение мероприятий по оценке реализуемости программ или мероприятий по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем;
- условия рынков услуг навигационных систем;
- национальный бюджет, учет составляющей навигационных систем в нем;
- мировая экономика, учет составляющей навигационных систем в нем;
- экономические ограничения в целом.

На самом деле ситуация экономической области проведения оценок еще сложнее. Для описания «экономического поля деятельности» для навигационной деятельности и использования соответствующих оценок эффективности необходимо в общем случае:

- определить возможные источники исходных данных, формализовать исходные данные для экономических расчетов в целом;
- описать экономические процессы (формализовать, определить модели и методики расчета) для макро- и микро- уровней;
- формализовать участников экономических процессов:
  - относящихся к созданию услуг (в т. ч. к созданию, развитию, функционированию и использованию систем, производящим услуги, к заказывающим данные услуги);
  - относящихся к потреблению услуг (в т. ч. элементов систем, производящих услуги, необходимых для использования услуги);
  - относящихся к различным контрольным функциям.
- формализовать возможные задачи, требующие оценки экономической эффективности.

На основе схемы логического, информационного и организационного взаимодействия (рисунок б) составим более детальную схему взаимодействия исключительно для экономической составляющей «Среда/условия», включив туда также задачи, требующие проведения оценок экономической эффективности (рисунок 75).

В данном случае из составляющей «Потребители» необходимо отдельно выделить составляющую «Навигационная аппаратура потребителя/системы с интегрированной навигационной аппаратурой потребителя». Светло-серым обозначены услуги, предоставляемые навигационными системами (обозначены для упрощения только для одной системы второго уровня). При этом составляющую «Навигационная аппаратура потребителя/системы с интегрированной навигационной аппаратурой потребителя» также можно рассматривать как предоставляющую услуги (также отмеченные светло-серым), вместе с поставляемой потребителям навигационной аппаратурой – исключительно для упрощения процедур оценки экономической эффективности для отдельных задач.

Следует отметить также, что отдельные задачи, требующие оценок экономической эффективности, относятся к среде/условиям, а отдельные – к участникам экономических процессов.

Различные работы по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем в основном решаются в форме государственных программ, целевых программ, федеральных целевых программ и др. (как в Российской Федерации, так и за рубежом). В большей степени это, конечно, относится к ГНСС и региональным навигационным спутниковым системам (РНСС). Программа состоит из отдельных мероприятий, направленных на решение конкретных задач по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем.

Рассмотрим пример системы ГЛОНАСС. Жизненный цикл Программы приведен на рисунке 74 и включает в себя: формирование замысла Программы; формализацию описания (разработку концепции) и разработку не посредственно Программы как совокупности мероприятий; принятие решения о запуске Программы; выполнение; получение результатов; использование результатов; мероприятия контроля на всех этапах.

При этом до принятия решения о запуске программы (о выделении финансирования и планирования финансирования), в процессе формирования концепции и самой Программы, поскольку средства на нее выделяются из государственных источников финансирования (изредка привлекаются и внебюджетные источники финансирования, т.е. частные), необходимо получение: различных оценок потоковых и капитальных величин – составляющих системы оценки экономической эффективности с помощью макро- и микро- экономических моделей (частным случаем таких оценок являются оценки бюджетных эффектов – положительный эффект на бюджет от Программы, ее реализации); экономических оценок в технико-экономических обоснованиях (ТЭО) мероприятий Программы. При этом на этапе выполнения и далее необходимо проведение оценки реализации. Такая оценка чаще всего проводится с помощью экономических индикаторов и показателей Программы.



Оценка потоковых и капитальных величин – составляющих системы оценки экономической эффективности в явном и строго определенном виде возможна, однако сопряжена с рядом трудностей. Для их оценки необходимо формализовать участие навигационных систем, услуг, потребителей в различных экономических моделях (макро- и микро- уровня). Выбор типов используемых моделей и их адаптация к навигационным системам также является нетривиальной задачей. Однако их использование позволяет проводить такие оценки.

Множество услуг навигационных систем и соответствующей навигационной аппаратуры потребителя (системы с интегрированной навигационной аппаратурой потребителя), позволяющей использовать данные услуги формируют рынки навигационных услуг. Задача оценки таких рынков – одна из важных задач оценки экономической эффективности. Более предметно схема взаимодействия участников экономических процессов и рынков разобрана на рисунке 73. Существуют организации (системы), контролирующие в той или иной форме участников процесса. Заказчик услуги (системы, производящей услуги) выдает производителям услуги (изготовителям систем, производящих услуги) необходимые ресурсы (включая финансовые) для выполнения задачи и контролирует ее выполнение. Одна или несколько услуг (продуктов), необязательно произведенных рассматриваемыми производителями, формируют соответствующие рынки продуктов, к которым имеют доступ потребители. На самом деле ситуация несколько сложнее, поскольку услуги предоставляет потребителям не производитель, а специально организованная структура – провайдер услуги (тут считаем, что производитель и провайдер объединены).

Если продолжить рассматривать пример системы ГЛОНАСС, в основном с государственным финансированием, отдельные мероприятия, связанные с проведением работ по созданию, развитию, функционированию и использованию самой системы ГЛОНАСС и ее составных частей, нормативно-правовой и нормативно-технической составляющей, составляющей навигационной аппаратуры потребителя, требуют при своем формировании (и обосновании) подтверждение выполнения экономических требований, задаваемых заказчиком, при необходимости соблюдения заданных ограничений на ФЭ. Это подтверждается материалами соответствующих технико-экономических обоснований, содержащих оценки стоимости (затрат).

Еще одним типом оценки, которая может быть применена является оценка отдельного мероприятия по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем и услуг (группы мероприятий, вариантов различных мероприятий) как инвестиционного проекта. В данном случае к объекту оценки задаются экономические требования и ограничения, а оценки являются классическими оценками экономической эффективности инвестиционного проекта. Следует отметить, что такие оценки в случае их использования применительно к навигационным системам, создаваемым государством, должны быть аккуратными, поскольку 90% государственных программ и ФЦП не направлены на создание положительного денежного потока.

Особо следует отметить важность процессов формирования и выдачи необходимых исходных данных для расчетов. Для эффективной работы должны быть формализованы как форма представления данных, так и возможные методы работы с ними. Положительным

моментом является появление в Российской Федерации инструмента кратких таблиц ресурсов и использования товаров и услуг (ТРИ), и возможности декомпозиции до 4 знака у данных, которые могут быть получены из Росстата.

Зачастую также, большое количество экономических данных, используемых для расчетов, носит экспертный характер, что должно дополнительно учитываться.



Рисунок 73 – Схема взаимодействия участников экономических процессов применительно к рынкам навигационных услуг



Рисунок 74 – Жизненный цикл Программы по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем и услуг, задачи оценки экономической эффективности

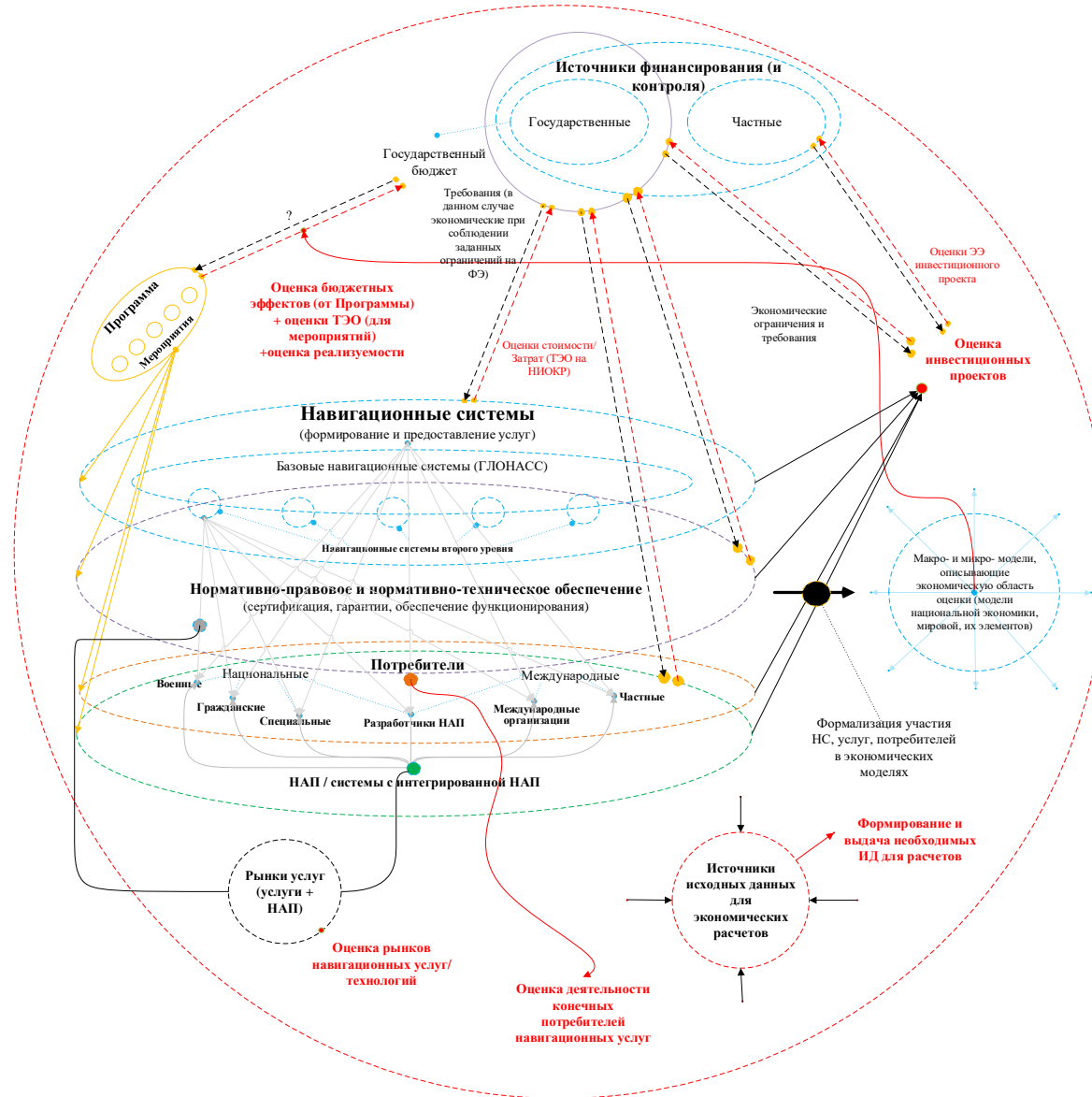


Рисунок 75 – Схема логического, информационного и организационного взаимодействия для экономической составляющей «среда/условия» и задачи, требующие проведения оценок экономической эффективности

#### 4.1.2 Оценка применимости существующих подходов, средств и методов для задачи оценки экономической эффективности

В настоящее время существует значительное количество подходов, средств и методов, использующихся (или тех, которые могут быть использованы) для решения различных задач, требующих оценки экономической эффективности.

Проблемные вопросы проведения экономических оценок связаны, в первую очередь с наличием значительной разницы между физическим и экономическим представлением процессов, происходящих в контуре навигационных систем как области народного хозяйства, и, вследствие, разницей в составе анализируемой информации.

Экономические системы и методы их описания значительно отличаются от физических. Невозможность проведения воспроизводимых экспериментов, полностью прозрачного мониторинга процессов, антропогенные онтологии, метрики и системы знаний – это лишь малая часть отличий, создающих новые проблемы для формализации оценки экономической эффективности.

Помимо этого, существующие подходы, средства и методы при решении отдельных экономических задач противоречивы, основаны на разных теоретических и информационных базисах и могут давать различные результаты (прослеживаемость и повторяемость низкие).

Построить иерархию подходов, средств и методов оценки экономической эффективности также затруднительно (пример такой иерархии для использования в предлагаемой методологии приведен в разделе 5.1.4).

К основным подходам, средствам и методам, которые могут быть использованы для построения единой методологии оценки эффективности, можно отнести:

- оценка деятельности конечных потребителей навигационных услуг (апостериорная оценка, которая проводится по верифицируемым данным экономической отчетности; общей методики проведения таких оценок не существует, для каждого отдельного случая используются различные; необходима формализация и разработка вариантов типовых методик);
- оценка рынков навигационных услуг/технологий (возможно использование классических методов исследований рынка (например, описанных в [179]), однако существует проблема полноты охвата участников (данные о крупных публичных компаниях получаются просто, а для остальных 80% участников приходится их формировать экспертным методом), что обуславливает ограниченность применения данного вида оценок). Также возможно использование данного подхода для формирования выборки наиболее крупных компаний и ведения их индекса (как S&P 500). Это не позволит оценить рынок в целом, зато позволит оценить его динамику;
- оценка мероприятий (программ) как инвестиционных проектов (оценка эффективности навигационных систем (или сценариев их развития) как инвестиционных проектов с классическими экономическими показателями,

такими, как чистый дисконтированный доход (NPV – Net Present Value), внутренняя норма доходности (IRR – Internal Rate Of Return), срок окупаемости проекта и др. [181], [180]);

- оценка стоимости/затрат на мероприятие (Программу мероприятий) по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем, ее составных частей, или услуг, в форме технико-экономических обоснований на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (методика достаточно проработана, однако диапазон ее возможных применений и ценность таких оценок необходимо рассматривать исходя из каждого конкретного случая). Также существует проблема полноты данных. Актуален вопрос формирования и ведения полных баз данных по таким технико-экономическим обоснованиям;
- оценка по экономическим индикаторам и показателям федеральных целевых программ (например, для системы ГЛОНАСС – федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы» и предыдущей программы);
- оценка потоковых и капитальных величин – составляющих системы оценки экономической эффективности с помощью макро- и микро- экономических моделей:
  - оценка бюджетной и коммерческой эффективности (бюджетная – оценка прямых бюджетных эффектов, оценка бюджетного эффекта от предоставления государственных услуг, оценка бюджетных эффектов от коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности и опытно-конструкторских разработок; коммерческая – оценка влияния затрат на навигационные системы на валовой внутренний продукт (ВВП) страны, оценка влияния на объемы инвестиций). Для использования таких типов оценок необходимо уточнение используемых экономических моделей для навигационной деятельности и участников процесса навигационной деятельности и формализация методик расчета различных оценок;
  - оценка отраслевого влияния навигационных систем (на примере системы ГЛОНАСС показывает, насколько деятельность по поддержанию и развитию ГЛОНАСС влияет на другие отрасли хозяйства, возможно построить на основе таблиц ресурсов и использования, таблиц затраты-выпуск, комплексных отраслевых моделей (большие эконометрические модели) и т.д.).

Аналогично оценке функциональной эффективности, в текущем виде возможно использование не всех названных подходов, средств и методов для задач оценки экономической эффективности. В отдельных случаях требуется дополнительная работа по их гармонизации, уточнению, определению границ применимости, определению источников и порядку использования исходных данных.

Построение иерархической структуры различных подходов, средств и методов в случае, если они используются для проведения оценок одних и тех же или сходных областей проведения оценок также является критически важным.

#### 4.1.3 Общий подход к оценке экономической эффективности

Общий подход изложен в общем в разделе 4.1.1, таким образом определена область проведения оценок экономической эффективности, в которой формализованы участники, процессы и задачи оценки.

Для различных задач оценки выбираются типы оценки, с учетом всех существующих взаимосвязей (или по крайней мере тех, которые могут быть учтены).

Оценка экономической эффективности проводится с некоторыми особенностями для различных типов оценок (рисунок 76).

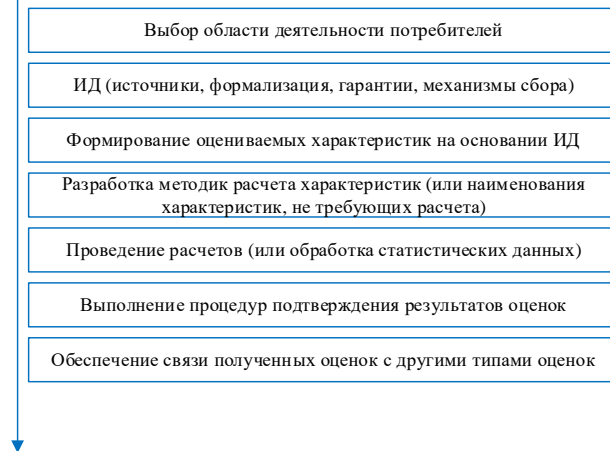
Для оценки деятельности конечных потребителей навигационных услуг в общем случае необходимо:

- выбрать область деятельности конечных потребителей навигационных услуг;
- определить возможные источники исходных данных, формализовать исходные данные для экономических расчетов, обеспечить легитимность (гарантии качества) исходных данных, обеспечить механизмы сбора (предоставления) исходных данных – в случае необходимости;
- сформировать оцениваемые характеристики на основании исходных данных, которые удалось получить (в данном случае это является особенностью данного типа оценки);
- разработать (формализовать, уточнить) методики расчета (часто используются просто наименования характеристик, не требующие проведения дополнительных расчетов);
- провести расчеты (в случае их необходимости) или обработать необходимые статистические данные;
- обеспечить выполнение процедур подтверждения результатов оценок (обеспечить возможность выполнения таких процедур) – возможно при условии подтверждения достоверности исходных данных – и провести их при необходимости;
- обеспечить связь полученных оценок с другими типами оценок (проработать варианты формализации таких связей) – в данном случае не всегда реализуемо – и привести примеры таких связей при необходимости.

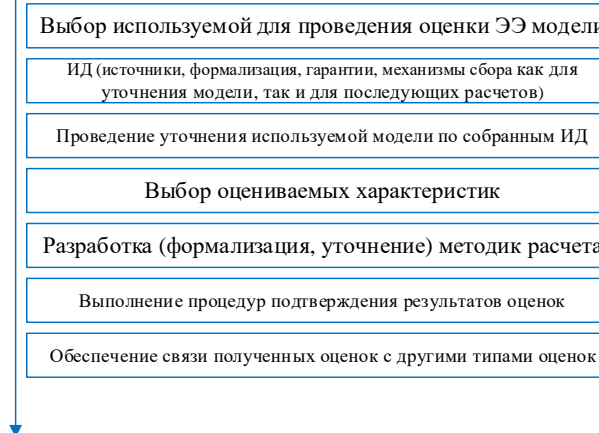
Для оценки рынков навигационных услуг/технологий в общем случае необходимо (данный тип оценки имеет много сходного с оценкой деятельности конечных потребителей навигационных услуг):

- провести выбор типа исследования рынка (комбинации типов);

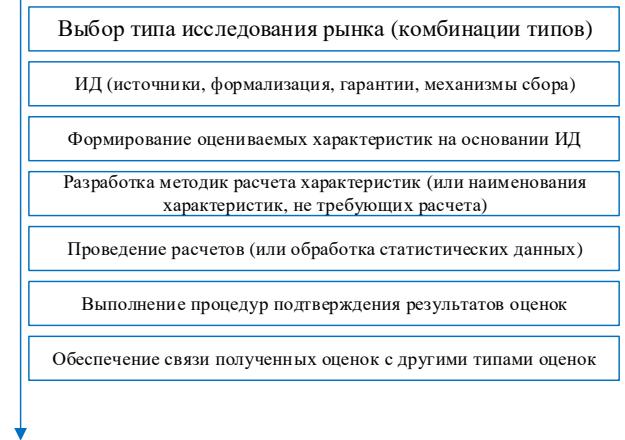
Оценка деятельности конечных потребителей навигационных услуг



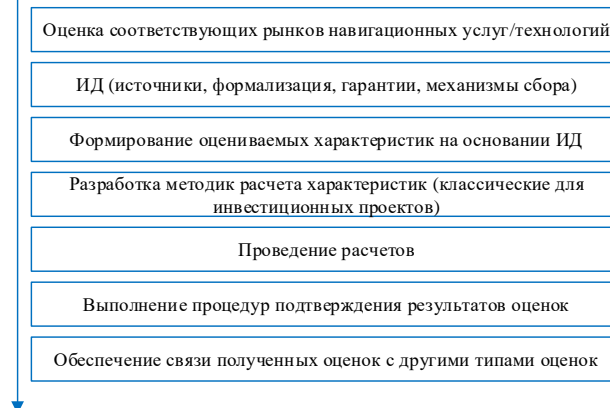
Оценка потоковых и капитальных величин – составляющих системы оценки ЭЭ с помощью макро- и микро- экономических моделей:



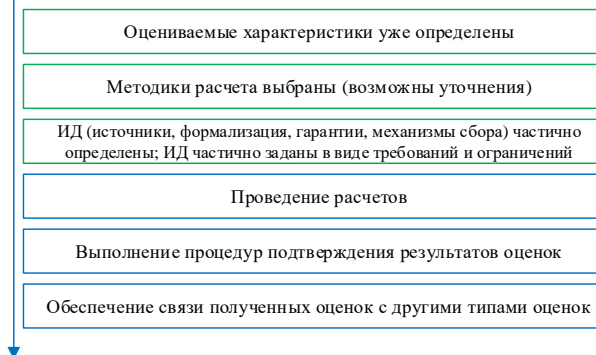
Оценка рынков навигационных услуг/ технологий



Оценка мероприятий (программ) как инвестиционных проектов



Оценка стоимости/затрат на мероприятие (Программу мероприятий) по СРФИ НС, ее СЧ, или услуг, в форме ТЭО на НИОКР



Оценка по экономическим индикаторам и показателям федеральных целевых программ

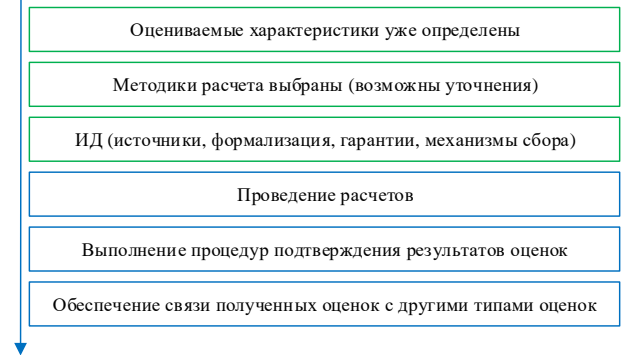


Рисунок 76 – Особенности процесса оценки экономической эффективности для различных типов оценок

- определить возможные источники исходных данных, формализовать исходные данные для оценок рынка, обеспечить легитимность (гарантии качества) исходных данных, обеспечить механизмы сбора (предоставления) исходных данных. В данном случае почти никогда качество исходных данных для оценок рынка не бывает высоким. Это обусловлено тем, что зачастую исходные данные предоставляются и используются без подтверждения, а в отдельных случаях неточны или противоречат друг другу;
- сформировать оцениваемые характеристики на основании исходных данных, которые удалось получить (характеристики в данном случае фактически совпадают с наименованиями исходных данных, что также является особенностью данного типа оценки);
- разработать (формализовать, уточнить) методики расчета (как и в случае с оценкой деятельности конечных потребителей навигационных услуг часто используются просто наименования характеристик, не требующие проведения дополнительных расчетов - т.е. исключительно на уровне минимальной обработки исходных данных, такой как различные осреднения);
- провести расчеты (в случае их необходимости) или обработать необходимые статистические данные;
- обеспечить выполнение процедур подтверждения результатов оценок (обеспечить возможность выполнения таких процедур) и провести их при необходимости – возможно лишь в редких случаях из-за особенностей данного типа оценки (в том числе из-за исходных данных);
- обеспечить связь полученных оценок с другими типами оценок (проработать варианты формализации таких связей) – и привести примеры таких связей при необходимости (возможны, в основном, связи на качественном уровне, из-за одинаковых исходных данных).

Для оценки мероприятий (программ) как инвестиционных проектов в общем случае необходимо:

- провести оценку соответствующих рынков навигационных услуг/технологий (в случае необходимости);
- определить возможные источники исходных данных, формализовать исходные данные для экономических расчетов, обеспечить легитимность (гарантии качества) исходных данных, обеспечить механизмы сбора (предоставления) исходных данных – в случае необходимости;
- определить (выбрать) оцениваемые характеристики (обычно это классические для оценок инвестиционных проектов экономические показатели и сопутствующие);
- разработать (формализовать, уточнить) методики расчета (чаще всего также используются классические методики для оценки характеристик инвестиционных проектов);
- провести расчеты;



- обеспечить выполнение процедур подтверждения результатов оценок (обеспечить возможность выполнения таких процедур) и провести их при необходимости;
- обеспечить связь полученных оценок с другими типами оценок (проработать варианты формализации таких связей) и привести примеры таких связей при необходимости (возможны, в основном, связи на качественном уровне, из-за одинаковых исходных данных).

Для оценки стоимости/затрат на мероприятие (Программу мероприятий) по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем, ее составных частей, или услуг, в форме технико-экономических обоснований на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в общем случае:

- оцениваемые характеристики уже определены (в формате требований к технико-экономическим обоснованиям);
- методики расчета уже выбраны (при этом возможны мелкие изменения в отдельных расчетах, их возможность также определена);
- источники исходных данных (и сами исходные данные) частично определены (в части экономических показателей), а частично (в части формализации задач мероприятия) заданы в виде требований и ограничений и их необходимо соответствующим образом выбрать;
- необходимо провести расчеты;
- необходимо обеспечить выполнение процедур подтверждения результатов оценок (обеспечить возможность выполнения таких процедур) и провести их при необходимости – обеспечивается использованием неизменных методик расчета и достоверными исходными данными;
- необходимо обеспечить связь полученных оценок с другими типами оценок (проработать варианты формализации таких связей) и привести примеры таких связей при необходимости (чаще всего не требуется для данного типа оценки).

Для оценки по экономическим индикаторам и показателям федеральных целевых программ в общем случае:

- оцениваемые характеристики уже определены (заданы в соответствующей нормативной базе - документе). Однако возможность использования данных характеристик для решения других задач и в других типах оценки экономической эффективности практически отсутствует;
- методики расчета уже выбраны (заданы в соответствующей нормативной базе - документе);
- необходимо определить возможные источники исходных данных (большая часть из них задается в соответствующей нормативной базе – документе), формализация исходных данных для экономических расчетов не требуется (они представляются сразу в виде, пригодном для расчетов), обеспечить легитимность (гарантии качества) исходных данных (обеспечивается организациями, предоставляющими

исходные данные), обеспечить механизмы сбора (предоставления) исходных данных – в случае необходимости;

- необходимо провести расчеты;
- необходимо обеспечить выполнение процедур подтверждения результатов оценок (обеспечить возможность выполнения таких процедур) и провести их при необходимости – обеспечивается использованием неизменных методик расчета и достоверными исходными данными;
- необходимо обеспечить связь полученных оценок с другими типами оценок (проработать варианты формализации таких связей) и привести примеры таких связей при необходимости (чаще всего не требуется для данного типа оценки, однако в некоторых случаях возможно).

Для оценки потоковых и капитальных величин – составляющих системы оценки экономической эффективности с помощью макро- и микро- экономических моделей:

- выбрать используемую для проведения оценки экономической эффективности модель (используемые модели);
- определить возможные источники исходных данных (как для уточнения модели, так и для последующих расчетов), формализовать исходные данные для уточнения модели, обеспечить легитимность (гарантии качества) исходных данных, обеспечить механизмы сбора (предоставления) исходных данных;
- провести уточнение используемой модели по собранным исходным данным;
- выбрать оцениваемые характеристики (в данном случае их определения не так важны, т.к. большинство характеристик, которые возможно оценить в данном случае являются оценочными, качественными, несмотря на то, что некоторые из них могут внешне обладать признаками количественных);
- разработать (формализовать, уточнить) методики расчета;
- провести расчеты;
- обеспечить выполнение процедур подтверждения результатов оценок (обеспечить возможность выполнения таких процедур) и провести их при необходимости (не всегда возможно для данного типа оценок – зачастую при минимальных изменениях параметров используемых моделей скачкообразно меняются и оцениваемые характеристики, что не всегда отвечает реальной картине);
- обеспечить связь полученных оценок с другими типами оценок (проработать варианты формализации таких связей) и привести примеры таких связей при необходимости (возможны, в основном, связи на качественном уровне, из-за одинаковых исходных данных).

В отдельных случаях для проведения оценок экономической эффективности необходима разработка соответствующего программно-математического комплекса (например, для реализации уточненных макро- и микро- экономических моделей и сопутствующих расчетов). Также для данных задач в большинстве случаев не требуется использование специального комплекса аппаратно-программных и технических средств (легитимизированного для

проведения таких оценок с помощью нормативно-правовой и нормативно-технической базы или иным способом), однако в отдельных случаях подобное необходимо для решения элементов задачи оценки (например, для сбора, обработки и представления исходных данных).

#### 4.1.4 Основные предложения по разработке недостающих элементов подхода

Основные недостающие элементы подхода (и проблемные вопросы) к оценке экономической эффективности представлены на рисунке 77 для каждого рассматриваемого типа оценки.

Непосредственно проведение расчетов не представляет сложностей для большинства типов оценки, равно как и разработка методик расчета и определение перечня оцениваемых характеристик.

Особенно подробного рассмотрения заслуживают три проблемных вопроса, являющиеся наиболее критичными для методологии оценки экономической эффективности в целом, поскольку именно они отвечают за получение достоверных (прослеживаемых и повторяемых) и признаваемых результатов:

- уточнение используемых экономических моделей (включая этапы выбора, уточнения и оценивания);
- элементы процесса оценки рынков навигационных услуг/технологий (поскольку они являются ключевыми сразу для двух типов оценки);
- различные процессы, связанные с определением возможных источников исходных данных, формализации исходных данных для оценок, обеспечением легитимности (обеспечении гарантий качества) исходных данных, обеспечении механизмов сбора (предоставления) исходных данных (с ними также связаны процедуры подтверждения результатов оценок и процедуры по построению связей между различными типами оценок).

Следует отметить, что уровень достоверности и признаваемости результата (проведенных оценок) часто зависит от различных неформализуемых факторов (например, от лица (или организации, ведомства), проводящего оценку; поставляющего исходные данные и др.).

Наиболее сложным и имеющим длительную историю является вопрос оценки экономической эффективности с помощью макро- и микро- экономических моделей (оценки потоковых и капитальных величин) для системы ГЛОНАСС как для представителя основной навигационной системы Российской Федерации.

Для объективного и комплексного определения экономической эффективности с помощью макро- и микро- экономических моделей системы ГЛОНАСС следует прежде всего рассмотреть истоки данного понятия и его историческое развитие.

Вопрос экономической эффективности изначально имел прикладной характер и ставился по отношению к ФЦП в системе государственного программно-целевого планирования Российской Федерации. Сутью проблемы являлось обоснование необходимости затрат средств федерального бюджета на реализацию ФЦП путем выявления денежного потока, который генерируется в ходе выполнения ФЦП и покрывает расходы государства на ее реализацию.

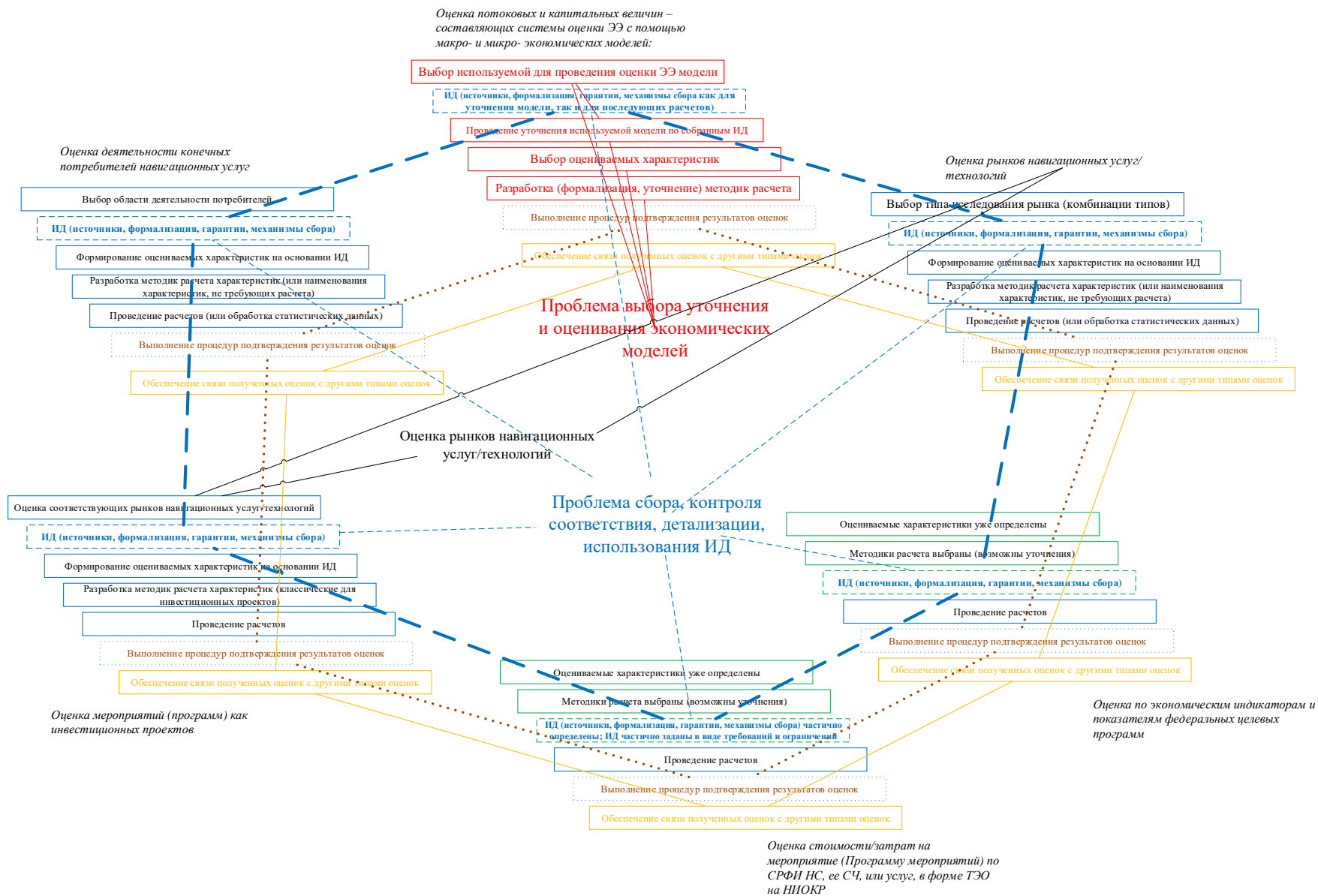


Рисунок 77 – Основные недостающие элементы подхода к оценке экономической эффективности

В изначальной трактовке понятия экономической эффективности было заложено, что основным возвратным денежным потоком является налоговый поток – прямой доход бюджетной системы Российской Федерации. Достаточно мало ФЦП имели возможность подобного обоснования, так как основные мероприятия в них были связаны с созданием научно-технологического задела в различных областях и перевооружением предприятий отечественной промышленности. Требование, что отношение налогового потока к затратам на ФЦП должно превышать единицу, было невыполнимым по своей сути, поэтому многие операторы ФЦП в понятие экономической эффективности долгое время включали полноту реализации бюджетных средств: соответствие запланированных бюджетных трат фактическим. Данная особенность была продиктована временем, так как бюджетные процессы не были отлажены настолько хорошо, чтобы бюджетный лимит на мероприятия доводился полностью и в нужное время. Также имелись проблемы с отчетностью и мониторингом выполнения мероприятий, что создавало дополнительные сложности.

Со временем соотношение плановых и фактических бюджетных затрат легло в основу понятия финансовой эффективности и стало частью методических рекомендаций Минэкономразвития по оценке эффективности государственных и федеральных целевых программ.

Соотношение налогового потока, генерируемого за счет государственных расходов на реализацию ФЦП, и суммарных бюджетных затрат закрепилось как понятие бюджетной эффективности.

В то же время появились рекомендации к оценке коммерческой эффективности государственных программ и ФЦП. Под коммерческой эффективностью понимался объем внебюджетных средств, которые удалось привлечь для реализации различных мероприятий ФЦП. Регулятором предполагалось, что инновационные механизмы, вроде государственно-частного партнерства, привлечения бизнеса для решения государственных задач и др. смогут внести значительный вклад в бюджетирование ФЦП. Этого не произошло, но дало возможность научного развития интерпретации самого понятия коммерческой эффективности.

Новые интерпретации коммерческой эффективности расширили границы понятия экономической эффективности ФЦП, так как в него уже включалось возможное влияние определенных мероприятий ФЦП на различные сферы экономики вне зависимости от бюджетного процесса. В рамках коммерческой эффективности стало возможно анализировать денежные потоки в отраслях, напрямую (имеется в виду бюджетный контекст) не связанных с ФЦП, но на которые ФЦП имеет влияние через технологии, интеллектуальный капитал, диверсификацию производства (особенно характерно для предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК), на которых проводилось перевооружение), созданную инфраструктуру и т.д. Прямого соотношения для оценки коммерческой эффективности не было и нет до сих пор, но в самом широком понимании такое соотношение в числителе будет включать совокупный денежный поток, формируемый за счет мероприятий ФЦП в экономике страны, а в знаменателе – бюджетные затраты на реализацию ФЦП.

Также регулятором предполагалось оценивать социальную эффективность, в которую помимо самих социальных аспектов входило число занятых и безработных, размер оплаты труда сотрудников (сравнивался со средним по стране), половозрастной состав работников, занятых в реализации ФЦП (важным было число молодых специалистов). Соотношение для социальной эффективности не существует, так как под ней подразумевается сам факт наличия положительных эффектов, важных для общества и отдельных его слоев.

Итого, в разное время под экономической эффективностью понимались:

- финансовая эффективность;
- бюджетная эффективность;
- коммерческая эффективность;
- социальная эффективность.

Перечисленные понятия по-разному представляли «экономическую эффективность», подходя к ней с разных сторон. Использование тех или иных представлений диктовались вызовами времени, возможностью статистического (исходные данные) и методического аппарата. Современные представления и накопленные знания позволяют объединить их под единой теорией, обеспечивающих определенную полноту знаний о происходящих процессах.

Важным является определение предмета экономической эффективности, а именно того, какой эффект требуется оценить. В системе программно-целевого планирования Российской Федерации данным объектом была ФЦП ГЛОНАСС по двум причинам:

- она объединяла все затратные потоки на поддержание и развитие системы ГЛОНАСС;
- практически полностью объем затрат покрывался из федерального бюджета.

Этот факт является крайне удобным для проведения оценки и позволяет отождествлять затраты на развитие и поддержание системы ГЛОНАСС с бюджетом ФЦП ГЛОНАСС, что создает равенство между этими понятиями в контексте экономики. Конечно, можно привести контраргументы для данного тезиса. Например, фундаментальные исследования и разработки в Российской Федерации могут финансироваться из соответствующих фондов развития науки, частично технологии могут заимствоваться из разработок по другим государственным программам, часть бюджета на развитие военных космических технологий является секретной (не входит в ФЦП ГЛОНАСС, не публикуется) и не обладает необходимой прозрачностью. Это так, однако, совокупная величина всех других потоков не соизмерима бюджету ФЦП. Таким образом, в качестве затрат на поддержание и развитие системы ГЛОНАСС в дальнейшем мы будем опираться именно на бюджет ФЦП.

Для построения комплексной оценки экономической эффективности системы ГЛОНАСС требуется детально рассмотреть ее экономику. В современной экономической теории нет определенного единства, вместо этого доминируют множество отдельных моделей, идей и представлений об определенных экономических процессах. В связи с этим, существует множество различных возможностей описать экономику ГЛОНАСС, которые будут основываться на различных представлениях о природе капитала, денег, бюджета и др.

В этом многообразии стоит остановиться на двух представлениях, достаточно классических и распространенных. Первое представление – в виде денежных потоков, второе – в виде капитала. Денежный поток – это показатель потока. Он описывает, сколько ресурсов было проведено через систему за определенную единицу времени, не только в качестве затрат, но и в виде выгод. Капитал – показатель состояния. Он описывает, куда были потрачены деньги, где они «осели». Вместе эти два представления строят достаточно полную картину ГЛОНАСС как экономической системы.

Сначала рассмотрим систему ГЛОНАСС в представлении денежных потоков (рисунок 78). Первый поток (далее используется обозначение **П1**) – затраты государства на реализацию ФЦП. Государство в рамках системы программно-целевого планирования ежегодно затрачивает средства на реализацию мероприятий ФЦП ГЛОНАСС, которые призваны поддерживать и развивать систему. Это основной затратный (негативный) поток, позволяющий функционировать системе ГЛОНАСС. Услуги самой системы ГЛОНАСС предоставляются на бесплатной основе в соответствии с действующим законодательством, что классифицирует ее как общественное благо, поэтому прямого доходного потока она не создает. Тем не менее, услугами системы ГЛОНАСС крайне активно пользуется население, что создает вокруг нее рынок навигационных услуг второго уровня. На данном рынке, в классическом представлении, действуют производители и потребители, формируя определенные спрос и предложение.

Отраслями, которые в настоящее время задействованы в рынке навигационной деятельности являются:

- сельское хозяйство;
- геодезическая и картографическая деятельность;
- коммерческие перевозки и транспорт;
- телекоммуникационное оборудование и услуги;
- программное обеспечение и услуги, связанные с информационными технологиями (ИТ-услуги);
- компьютерная и мобильная техника;
- услуги по обеспечению безопасности.

Наличие рынка вокруг услуг системы ГЛОНАСС порождает новые денежные потоки. Вторым потоком (**П2**) является плата потребителей навигационных товаров/ работ/ услуг их производителям, что в итоге составляет часть выручки соответствующих отраслей и часть валового внутреннего продукта страны. Основным положением в данном потоке является то, что соответствующий рынок не мог бы существовать без навигационных технологий системы ГЛОНАСС. Полный перечень базовых и потребительских навигационных услуг с использованием системы ГЛОНАСС в данной диссертационной работе подробно не рассматривается из-за своей широты. Цифровая трансформация мировой экономики сильно подстегивает интенсивность использования ГНС как единственных абсолютных поставщиков базовых навигационных услуг в глобальном масштабе. Таким образом, объемы рынков, продуцируемых за счет системы ГЛОНАСС, значительны и продолжают расти.

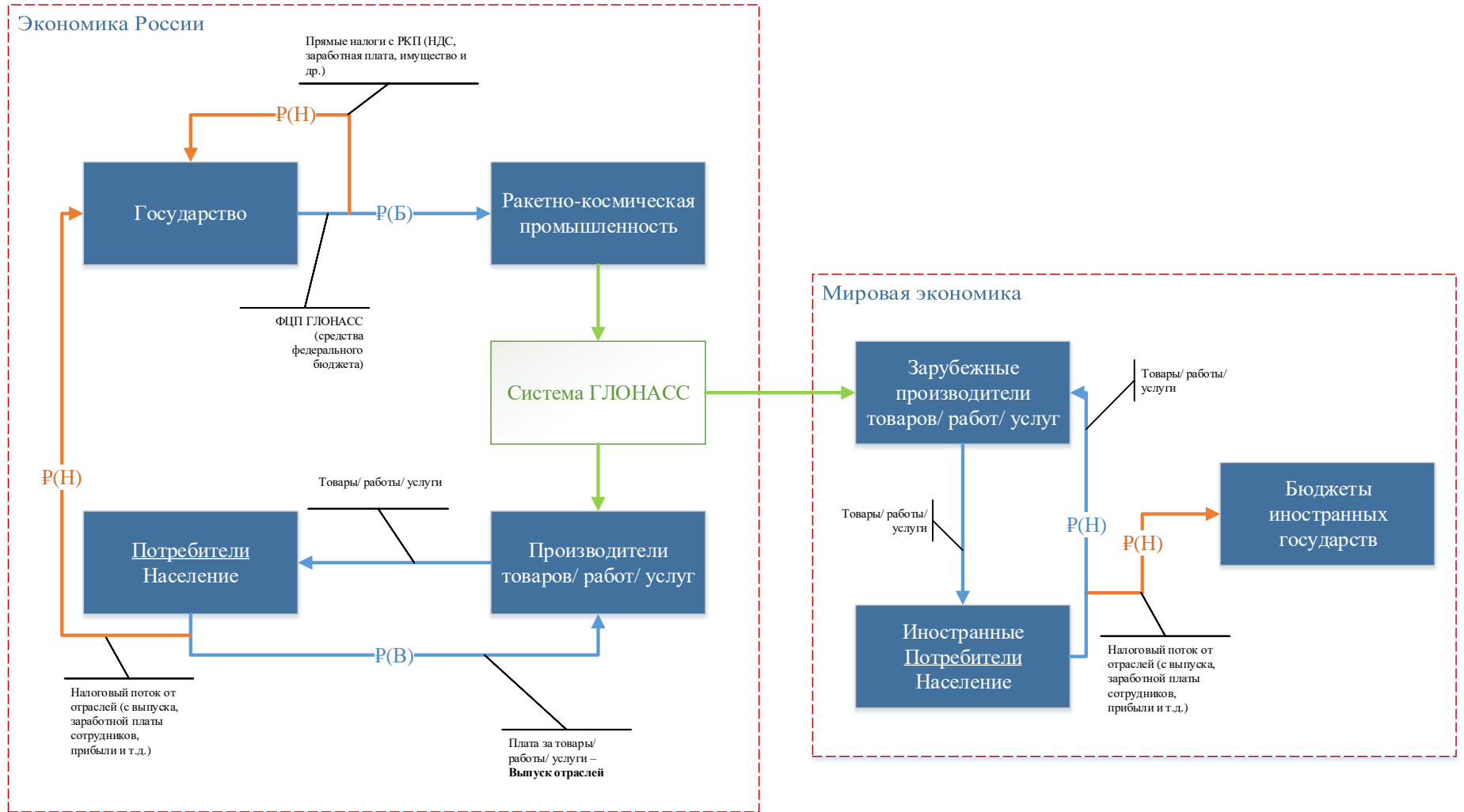


Рисунок 78 – Потокное представление экономической модели системы ГЛОНАСС



Третьим потоком (**П3**) работы системы ГЛОНАСС является налоговый поток. Налоги разделяются на два сегмента: прямые и косвенные. Прямые налоги идут непосредственно с денег ФЦП, так как часть их сразу же возвращается в бюджет в виде обратного налогового потока (налоги с доходов, с добавленной стоимости, с прибыли, с имущества и др.) с заключенных контрактов и понесенных затрат. Косвенные налоги – это налоги со второго денежного потока, состав налогов аналогичен и соответствует отечественному законодательству.

Система ГЛОНАСС является глобальной, что позволяет использовать ее услуги за пределами территории Российской Федерации. Это порождает четвертый поток (**П4**) – плата за услуги иностранных потребителей навигационных услуг иностранным производителям (плата отечественным входит в выручку отечественных производителей даже из-за рубежа). Этот поток относится не к экономике Российской Федерации. Система ГЛОНАСС не имеет селективного доступа и идентификации для открытых услуг, что делает невозможным определение числа ее пользователей и доли иностранных потребителей. Также в дополнение возникает пятый поток (**П5**) налогов от иностранных потребителей к иностранным государствам.

Второе представление – в виде капитала – описывает целевые назначения денежных средств (рисунок 79). По сути, капитальное представление показывает, что деньги были потрачены не впустую, а создали некоторую стоимость. Всего можно выделить четыре вида капитала, присущих системе ГЛОНАСС.

1. Физический капитал (**К1**). Это стоимость самого действующего созвездия спутников, наземного сегмента, основных фондов предприятий, которые разрабатывают и запускают навигационные космические аппараты (НКА) (той доли, что связана с ГЛОНАСС). К нему также относятся основные фонды отраслей – производителей оборудования и инфраструктуры для использования навигационных технологий системы ГЛОНАСС. Также в них входят основные фонды потребителей навигационных технологий.

2. Человеческий капитал (**К2**). Поддержка и развитие системы ГЛОНАСС создает рабочие места в ракетно-космической промышленности Российской Федерации, что на макроэкономическом уровне создает занятость и снижает безработицу. Помимо численности, учитывается половозрастной состав работников и их квалификация. Очевидно, что разработкой, запуском и оперированием спутников занимаются высококвалифицированные кадры с исключительными компетенциями.

3. Интеллектуальный капитал (**К3**). К нему относятся результаты интеллектуальной деятельности (изобретения, полезные модели, программы для ЭВМ, базы данных и др.) и знание работников, достигнутый уровень развития навигационных технологий, организационный и управленческий капитал (организация производства и научной деятельности, управленческие практики и методы решения задач и др.).

4. Цифровой капитал (**К4**). Новый вид капитала, появившийся с развитием цифровой экономики. Система ГЛОНАСС является генератором крайне значительного потока навигационных данных объектов и субъектов хозяйственной деятельности. В соответствии с современными представлениями – данные имеют цену и могут быть предметом экономического и правового оборота. Несмотря на то, что в настоящее время инструменты и средства цифровой

экономики развиты недостаточно, в ближайшем будущем они станут повсеместными и система ГЛОНАСС, как один из основных генераторов данных геопозиции, времени и навигации, станет значительной частью цифровой экономики.



Рисунок 79 – Капитальное представление экономической модели системы ГЛОНАСС

Между описанными представлениями существует значительная разница в понимании формируемых оценок по используемым показателям. Показатели потоков (денежных потоков) существуют только между двумя периодами времени, они обязательно имеют начальную и конечную точку. Данные показатели невозможно оценить на какой-то момент времени, что отличает их от показателей капитала. Показатели состояния (капитала), напротив, не имеет смысла интерпретировать в представлении разницы между периодами (разница в капитале), так как они определяются на заданную дату.

Капитальные показатели отражают стоимость, которую удалось накопить на определенный период времени с учетом происходящих экономических процессов. Показатели денежного потока отражают объем операций, прошедших в системе, но не отражают, что осталось после данных операций.

На основе приведенной модели экономики системы ГЛОНАСС появляется возможность построить систему оценки экономической эффективности с помощью макро- и микро-экономических моделей. Предлагаемая система состоит из трех оценок, а именно:

1. оценка бюджетной эффективности (*BE*) – определяет соотношение между затратами на поддержание и развитие системы ГЛОНАСС и продуцируемым ею налоговым потоком;
2. внутристрановая экономическая эффективность (или просто *экономическая эффективность – EE*) – определяет соотношение между затратами и получаемым общим экономическим эффектом внутри Российской Федерации;
3. полная экономическая эффективность (*FEE*) – определяет соотношение между затратами и получаемым общим экономическим эффектом как в стране, так и за ее пределами.

Предлагаемые оценки представляются достаточными для проведения оценки экономической эффективности с помощью макро- и микро-экономических моделей с учетом поставленных задач.

Для вычисления оценок используются следующие формулы. Оценка бюджетной эффективности рассчитывается по формуле:

$$BE = \frac{\text{ПЗ}}{\text{П1}} \quad (58)$$

Оценка (внутристрановой) экономической эффективности рассчитывается по формуле:

$$EE = \frac{\text{П2} + \text{ПЗ}}{\text{П1}}. \quad (59)$$

Оценка полной экономической эффективности рассчитывается по формуле:

$$FEE = \frac{\text{П2} + \text{ПЗ} + \text{П4}}{\text{П1}}. \quad (60)$$

Предлагаемый подход является крайне гибким и позволяет строить множество оценок эффективности, в зависимости от решаемой задачи. Например, часто упоминаемая оценка коммерческой эффективности использует только поток **П2** в числителе и имеет вид:

$$CE = \frac{\text{П2}}{\text{П1}}. \quad (61)$$

Также в рамках системы возможно «протяжение» оценок эффективности во времени. Приведенные выше формулы возможно интерпретировать как оценки за период времени  $t$ , который логично приравнять одному году. Возможно построить перспективную оценку эффективности для оценки прогнозных сценариев экономического развития системы ГЛОНАСС, используя какое-либо из представлений временных потоков (в текущих ценах, в постоянных ценах, дисконтированный и др.). Например, оценка  $EE$  для дисконтированного денежного потока, который предпочитают использовать при анализе инвестиционных проектов, имеет вид:

$$EE_{0:T} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{\text{П2}_t + \text{П3}_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{\text{П1}_t}{(1+r)^t}}. \quad (62)$$

где  $T$  – период планирования;

$r$  – ставка дисконтирования, характерная для локального рынка.

Возможен также анализ ретроспективы и проведение накопления для прошедшего периода времени. Накопленную оценку  $EE$  с учетом прошлых периодов возможно определить по формуле:

$$EE_{T:0} = \frac{\sum_{t=T}^0 \{(\text{П2}_t + \text{П3}_t) * \prod_{t=T}^0 (1 + d_t)\}}{\sum_{t=T}^0 \{(\text{П1}_t) * \prod_{t=T}^0 (1 + d_t)\}}. \quad (63)$$

где  $d_t$  – дефлятор цен за период времени  $t$ .

Можно заметить, что в предлагаемой системе оценки эффективности не используются показатели капитала **К1-К4**. Это частично связано с рядом методологических проблем, решение которых выходит за рамки настоящей диссертационной работы и является предметом будущих исследований.

Во-первых, не ясна точка отсчета для оценки величины **К1**. Величина физического капитала является совокупной накопленной стоимостью используемых активов системы ГЛОНАСС. В связи с глобальной трансформацией отечественной экономики на рубеже 90-х годов XX века, денежные оценки «до» и «после» оказываются несравнимыми. Поэтому

полноценная оценка **K1** невозможна в рамках используемой методологии. Частичная оценка на произвольный период же может быть определена из следующей итеративной процедуры:

$$K1_t = K1_{t-1} + 0,78 * \Pi1_t^I + 0,15 * \Pi1_{t-1}^I + 0,07 * \Pi1_{t-2}^I - 0,036 * K1_{t-1} \quad (64)$$

$$K1_0 = 0,$$

где  $\Pi1_t^I$  – инвестиционная часть затрат на систему ГЛОНАСС (обычно равны сумме затрат на ОКР и основные капитальные вложения).

Числовые параметры процедуры оценены на основе модели распределенных лагов по данным о динамике совокупных инвестиций и основных средств по 109 предприятиям ракетно-космической промышленности (РКП) за период с 2010 по 2014 год.

Во-вторых, показатели капитала **K1-K4** не всегда имеют денежное измерение. Например, невозможно оценить размер человеческого капитала **K2** в деньгах, для этого используются показатели численности работников, характеристики среднего возраста и т.д. Соответственно, их сложно включить в предлагаемую систему оценки.

В-третьих, методология для численного измерения показателей **K4** недостаточно разработана в настоящее время, так как является новым направлением экономической мысли. При разработке соответствующих методологических подходов, предлагаемую систему можно будет дополнить.

Частично, оценка показателей **K1-K4** приводится в следующих разделах.

Таким образом, предлагаемый подход показывает высокую эффективность в качестве инструмента анализа экономической эффективности системы ГЛОНАСС с помощью макро- и микро- экономических моделей. В его рамках главной задачей является определение величин потоков **П1-П4**. Решению этой задачи посвящен следующий раздел.

#### *4.1.4.1 Построение, уточнение и использование экономических моделей для различных оценок экономической эффективности навигационной деятельности*

Величину потоков **П1-П4** можно оценивать различными методами, как уже было сказано в разделе 4.1.2. В таблице 11 приведена структура предлагаемого в настоящее время методического аппарата по оценке величины каждого потока **П1-П4** и отдельных показателей капитала **K1-K4**.

Основой предлагаемой системы оценки являются экономико-математические модели. Данная методология представляется предпочтительной по следующим причинам:

- имеется строгое теоретическое обоснование для получаемой оценки на основе эконометрики;
- оценки полностью воспроизводимы с минимальной погрешностью (вызвана использованием статистических методов – параметры распределений известны и контролируемы);
- оценки опираются на исходные данные из официальных верифицируемых источников.

Таблица 11 – Оценка потоковых и капитальных величин – составляющих системы оценки экономической эффективности системы ГЛОНАСС

Величина	Метод оценки	Используемые конечные показатели
<b>П1</b>	Прямая оценка на основе величины затрат соответствующей ФЦП	Размер затрат на реализацию ФЦП
<b>П2</b>	Динамическая стохастическая модель общего равновесия (DSGE); Динамическая факторная модель в форме пространства состояний (DFM-SSM)	Вклад ФЦП в ВВП в постоянных ценах, млрд. руб.; вклад ФЦП в ВВП в текущих ценах, млрд. руб.; вклад в выпуск отрасли, млрд. руб.
<b>П3</b>	Модель оценки налогового потока; динамическая факторная модель в форме пространства состояний (DFM-SSM)	Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.; налоговые поступления в Федеральный бюджет, млрд. руб.; налоговые поступления в Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.; налоговые поступления в Фонды, млрд. руб.
<b>П4</b>	Метод вектора Шепли	Вклад системы ГЛОНАСС в мировой ВВП, млрд. долл.
<b>К1</b>	Прямая оценка на основе данных ФЦП; Динамическая стохастическая модель общего равновесия (DSGE); Динамическая факторная модель в форме пространства состояний (DFM-SSM)	Вклад ФЦП в индекс промышленного производства, п.п.; вклад ФЦП в совокупный размер инвестиций в экономику, млрд. руб.; вклад в основные фонды отрасли, млрд. руб.
<b>К2</b>	Динамическая факторная модель в форме пространства состояний (DFM-SSM); Вспомогательные эконометрические модели	Вклад ФЦП в снижение безработицы, п.п.; вклад в численность занятых по отрасли, чел
<b>К3</b>	Не разработан	—
<b>К4</b>	Общая методология не до конца разработана	—

В рамках описанной системы потоков проще всего оценивается поток **П1**. Это связано с тем, что по нему собирается прямая статистика, формируемая на основе исполнения законодательства и бюджетной политики. Данная особенность делает оценку точной и верифицируемой, чего будут лишены другие оценки.

Оценка **П3** является второй по сложности из приведенной системы оценок. Законодательное закрепление налоговой системы позволяет с высокой степенью определенности констатировать ее исполнение. Таким образом, приведенная в разделе 4.2.6.3 модель налоговой оценки представляется достаточной, хотя и не до конца точной. Это связано с особенностями налоговых отчислений по социальным налогам (возможность регресса при превышении пороговых значений по заработной плате). Невозможность однозначно выделить из трудовой деятельности работников часть, связанную напрямую с системой ГЛОНАСС, не позволяет однозначно и точно оценивать часть налогового потока, что, тем не менее, не должно снижать доверия к приводимой оценке **П3**.

Оценка потока **П2** является в настоящее время важным достижением проведенных исследований в области оценки эффективности системы ГЛОНАСС. Исходные данные по потоку **П2** не собираются в настоящее время. Их сбор методологически невозможен в связи с тем, что система ГЛОНАСС и основанные на ней технологии интегрированы в бизнес-процессы компаний и потребителей и часто неразделимы с другими используемыми в тех же бизнес-процессах технологиями. В мировой практике исследования по разделению подобных потоков проводятся с использованием инструментов анкетирования предпринимателей, построения вспомогательных эконометрических моделей и др., но это не приводит к получению ответа на

поставленную задачу. В связи с этим, в настоящей диссертационной работе приводится авторский подход к оценке потока П2, который обладает рядом преимуществ. Во-первых, итоговые показатели позволяют достаточно точно оценить получаемый от использования системы ГЛОНАСС эффект. Во-вторых, получаемые оценки верифицируемы, вычислимы (что далеко не всегда возможно) и основываются на данных официальной статистики (что претендует на точность исходных данных).

Далее, относительно потока П4 в разделе 4.2.6.3 настоящей диссертационной работы приводится только теоретический подход, который позволил бы его оценить. Прикладные оценки – задача дальнейших исследований.

Относительно показателей капитала следует сказать следующее. Показатели К1 и К2 с точностью до базы могут быть получены на основе потоков П1-П3, их оценки приведены далее в настоящей диссертационной работе.

Для оценки показателя К3 в настоящее время не разработана комплексная методология и соответственно, не определен исчерпывающий перечень исходных данных для проведения расчетов. Однако, оценка показателя К3 возможна, например, в части результатов интеллектуальной деятельности, затратным способом. В соответствии с Положением по бухгалтерскому учету «Учет материальных активов» (ПБУ 14/2007): «п. 6. Нематериальный актив принимается к бухгалтерскому учету по фактической (первоначальной) стоимости, определенной по состоянию на дату принятия его к бухгалтерскому учету». Также в ПБУ 14/2007 определено, из каких затрат формируется первоначальная стоимость. В части учета и использования результатов интеллектуальной деятельности (РИД), например, государственной корпорацией по космической деятельности «Роскосмос» проведена значительная работа по инвентаризации созданных РИД по НИОКР с указанием первоначальной стоимости. Доступ к такой информации, однако, ограничен.

Для оценки показателя К4 в экономической науке и прикладном государственном управлении еще нет достаточно проработанной методологии.

Опыт построения оценок экономической эффективности ГЛОНАСС, которые учитывали бы весь комплекс эффектов влияния ГЛОНАСС на народное хозяйство, демонстрирует несколько важных сопряженных тенденций.

Возможности построения экономических оценок в условиях РФ ограничены рядом объективных факторов. Во-первых, глобальное изменение подходов к сбору данных экономической статистики, связанное со сменой политической парадигмы и достаточно долгий период ее последующего становления ограничивают глубину временных рядов, по которым доступны достоверные исходные данные. Во-вторых, активное реформирование бюджетных процессов, внедрение системы федеральных целевых программ, государственных программ, государственных проектов усложняет процесс сбора и накопления сравнимых данных. В-третьих, с развитием институциональной среды несколько раз поменялась как предпочитаемая методология оценки экономической эффективности, так и само определение этого понятия.

Все это накладывало значительный отпечаток на процесс развития подходов к оценке экономической эффективности ГЛОНАСС. Изначально оценка экономической эффективности

базировалась на показателях отдельных мероприятий ФЦП, их технико-экономических обоснований, взаимном комплексировании и контроле денежного потока. Однако, данная методология показала свою недостаточность – полнота данных не обеспечивалась, а большинство проблем, установленных контролирующими органами, не решалось.

Следующим этапом стало использование более общих экономико-математических моделей, дающих вычислимую оценку на основе эконометрических методов. В основе используемых моделей лежали неоклассические представления об экономической системе и показатели системы национальных счетов (СНС). В основе аппарата оценки – векторные авторегрессионные модели (VAR – Vector AutoRegression). Данные возможно было брать из открытых официальных источников, обеспечивалась воспроизводимость расчетов. С учетом расширенной интерпретации результатов оценки появлялась возможность обосновать экономическую эффективность ГЛОНАСС и это было определенным шагом в необходимом направлении.

С течением времени, увеличением длины временных рядов и ростом обеспеченности статистическими данными появилась возможность строить более комплексные экономические модели. Данные модели отличались как более продвинутой методологией оценки, так и большим числом показателей, в отношении которых можно было оценивать экономические эффекты от использования ГЛОНАСС. Параллельно развивались подходы на основе динамических стохастических моделей общего равновесия (DSGE – Dynamic stochastic general equilibrium) и динамических факторных моделей (DFM – Dynamic Factor Models) в форме пространства состояний (DFM-SSM – DFM State Space Model) как аппарата оценки. Первый позволяет оценивать влияние на макроэкономические показатели (валовой внутренний продукт, безработицу, индекс производства и др.), второй – на другие отрасли экономики.

Для сравнения, система моделей на основе VAR включала до 10 показателей, в отношении которых возможно было посчитать эффекты, DSGE – до 40 показателей макроэкономического уровня (основанных на официальных данных системы национальных счетов Росстата, Банка России, Минэкономразвития), а отраслевая DFM-SSM – данные 580 отраслей по 4 показателям для каждой (около 2000 переменных, основанные в основном на данных Росстата). Такое расширение объясняется не только совершенствованием подходов, но и ростом объема официальной статистической информации, публикуемой в открытых источниках.

#### *4.1.4.2 Основные особенности использования экономических моделей для различных оценок экономической эффективности навигационной деятельности*

Помимо очевидных положительных эффектов, связанных с формированием комплексного подхода к экономической оценке, роста информационной обеспеченности операторов ФЦП ГЛОНАСС и государственных органов, расширению возможностей аппарата (модификации последних моделей позволяют строить долгосрочные прогнозы экономических эффектов), есть и недостатки (см. таблицу 12).

Во-первых, структура используемой статистической информации основывается на официальных экономических классификаторах (ОКВЭД и ОКПД), что предусматривает определенный уровень агрегации. Это не позволяет выделять ГЛОНАСС как физическую

сущность, которая несет экономический эффект и требует интерпретации получаемых результатов (средняя эластичность взаимного выпуска агрегированной отрасли умножается на объемы потраченных средств) в рамках используемой онтологии, что снижает точность оценки ниже «идеального» уровня и «размывает» контуры области народного хозяйства.

Во-вторых, несмотря на современный уровень используемого аппарата оценки, эконометрические подходы остаются статистической оценкой, неточной самой по себе. Статистическая оценка всегда будет уступать оценке, агрегированной из данных отчетности, по уровню доверия, своей простоте, воспроизводимости и т.д.

Необходимо отметить, что использование математических моделей для построения оценки экономической эффективности ГЛОНАСС является своего рода компромиссом. Экономико-математические модели являются аппроксимацией действительности и используются по причинам недостатка или отсутствия потребных экономических данных (и позволяют получать их оценку) либо для описания ненаблюдаемых процессов (примером такого являются мультипликаторы валового внутреннего продукта). Дальнейшее развитие направления экономико-математического моделирования для получения оценки зависит от решаемых задач.

Например, в настоящее время альтернативы для построения влияния ГЛОНАСС на макроэкономические параметры не видится, что позволяет говорить о продолжении развития соответствующих моделей для получения оценки. С другой стороны, рост объемов данных о деятельности отдельных предприятий, увеличение числа открытых наборов данных, использование данных федеральной налоговой службы (ФНС) позволяет значительно уточнить отраслевую оценку экономической эффективности – ее можно построить по данным отчетности компаний. Это снижает необходимость использования отраслевых моделей, таких как DFM-SSM.

Основной задачей для всех возможных математических моделей является уточнение содержательного положения ГЛОНАСС, как на уровне исходных данных, так и на уровне структуры модели. Этому будет способствовать использование более «низких» отраслевых агрегатов для соответствующих денежных потоков, более детальное определение государственных расходов на поддержание и развитие ГЛОНАСС в системе национальных счетов и др. Проведение подобных манипуляций должно сопровождаться ростом возможностей используемого аппарата оценки и обеспеченности данными (в первую очередь – длиной ряда), в противном случае будет наблюдаться деградация оценок.

Второй важной задачей является вывод оценки экономической эффективности за пределы территории РФ. ГЛОНАСС используется по всему миру и вносит значительный вклад в мировую экономику, однако, имеющиеся оценки экономической эффективности учитывают, в основном, отечественную систему хозяйства. Определенным потенциалом для решения данной задачи обладают глобальные векторные авторегрессионные модели типа GVAR (GVAR - Global Vector Autoregressive). Тем не менее, для более точных выводов и разработки новых подходов, требуется проведение дальнейших исследований.



Таблица 12 – Общее описание применимости различных экономических моделей для задачи оценки экономической эффективности

№ п. п .	Тип модели	Особенности моделей	Необходимые для уточнения моделей ИД	Возможные оценки	ИД для проведения расчетов	Источники ИД для проведения расчетов	Легализация модели (сертифицирована или одобрена к использованию уполномоченным органом)	Преимущества и недостатки
1	VAR	Связь до 10 показателей	Не имеет смысла	Общая экономическая эффективность	СНС, отчетность ФЦП	Росстат, Роскосмос	Нет	Преимущества: доступность исходных данных, воспроизводимость оценки Недостатки: очень высокий уровень агрегации, нет комплексного набора эффектов, сложная интерпретация
2	DSGE	Полностью описывает макроэкономические зависимости России, учитывает большое число показателей		Влияние на макроэкономические показатели (вклад в ВВП, индекс производства, безработицу), генерируемый налоговый поток	СНС, данные монетарной политики, отчетность ФЦП	Росстат, Банк России, Минтруда, Минэкономразвития, Роскосмос	Нет	Преимущества: получение комплексного набора экономических эффектов на большое число показателей, высокая точность оценки, возможность построения прогнозов экономического эффекта Недостатки: высокий уровень агрегации для госрасходов
3	SSM-DFM	Около 500 отраслей, 4 показателя для каждой	Выпуск в стоимостных показателях, основные показатели по более низким уровням ОКВЭД и ОКПД, данные ФНС по экспорту-импорту за более продолжительный период	Влияние на отрасли: выпуск, численность занятых, инвестиции в основной капитал, налоговый поток	Отраслевая статистика, ОКВЭД, ОКПД, ТН ВЭД, отчетность ФЦП	Росстат, ФТС, Роскосмос	Нет	Преимущества: возможность построения обоснованной оценки отраслевого влияния ГЛОНАСС, большой объем входных и выходных данных, возможность использования для построения прогнозов; Недостатки: высокая сложность построения, высокая сложность переоценки, сложность интерпретации и декомпозиции факторных переменных, высокая зависимость от исходных данных (все еще не хватает длины ряда), наличие отраслевой агрегации

## 4.2 Подходы, методы и методики оценки экономической эффективности

### 4.2.1 Оценка деятельности конечных потребителей навигационных услуг

Данный тип оценки является апостериорным, использующим различные показатели отчетности (в основном, финансовой) предприятий, организаций на муниципальном и региональном уровне и ФОИВ, государственных корпораций и различных организаций на региональном и федеральном уровне.

Конечными потребителями навигационных услуг являются предприятия и организации на муниципальном и региональном уровне. Фактически, данный вид оценки сводится к оценке деятельности государственных потребителей навигационных услуг.

Фактически, возможно проводить оценки и по другим группам потребителей, однако собрать по ним достоверные и прослеживаемые исходные данные для проведения оценок сложно, а в ряде случаев невозможно.

Примером оценки деятельности конечных государственных потребителей навигационных услуг могут служить показатели экономии топлива автотранспортного муниципального предприятия (или сводная оценка по нескольким муниципальным или региональным предприятиям) за период до и после внедрения навигационных технологий (или навигационных услуг) на основании данных финансовой отчетности.

В каждом отдельном случае разработка методик расчета характеристик, позволяющих оценить деятельность конечных потребителей навигационных услуг, является отдельной задачей. Стандартизация практически невозможна.

Проблема качества исходных данных также весьма актуальна. Зачастую региональные сводные оценки (формируемые на основе муниципальных оценок и соответствующих исходных данных) могут не совпадать с официальными региональными показателями. Сходная ситуация и с федеральными и региональными оценками соответственно.

Однако класс оценки деятельности конечных потребителей навигационных услуг имеет место и должен быть учтен в методологии.

### 4.2.2 Оценка рынков навигационных услуг/технологий

Общий существующий подход к оценке рынков навигационных услуг/технологий сводит ее к оценке рынков навигационной аппаратуры потребителя различного назначения и различных типов.

Это обусловлено тем, что навигационная аппаратура потребителя является конечным устройством (для потребителей), реализующим различные навигационные услуги и технологии и тем, что использование навигационной аппаратуры потребителя в качестве базиса для оценки позволяет собирать достаточное количество исходных данных.

Применяются следующие группы оценок:

- оценка импорта навигационной аппаратуры потребителя на рынок Российской Федерации;

- оценка российского экспорта навигационной аппаратуры потребителя в зарубежные страны;
- оценка объема рынка навигационной аппаратуры потребителя Российской Федерации (включая текущее состояние, динамику и прогноз развития);
- оценка наиболее перспективных сегментов рынка навигационной аппаратуры потребителя Российской Федерации.

Методики расчета в большинстве случаев очевидны и даже не требуют проведения специальных расчетов, а сводятся к различным видам статистической обработки.

Основным проблемным вопросом являются источники исходных данных и качество исходных данных. Именно отсутствие адекватных достоверных данных из-за пределов Российской Федерации ограничивает в настоящее время данный тип оценки пределами Российской Федерации (включая импортную и экспортные составляющие). Оценки же зарубежных организаций (например, [184]) основаны на экспертных оценках, что снижает их ценность и достоверность в качестве источников исходных данных.

Пример оценки объема рынка навигационной аппаратуры потребителя Российской Федерации (его динамики и прогноза развития в количественных показателях) по данным от производителей навигационной аппаратуры потребителя и ФТС РФ приведен на рисунке 80.

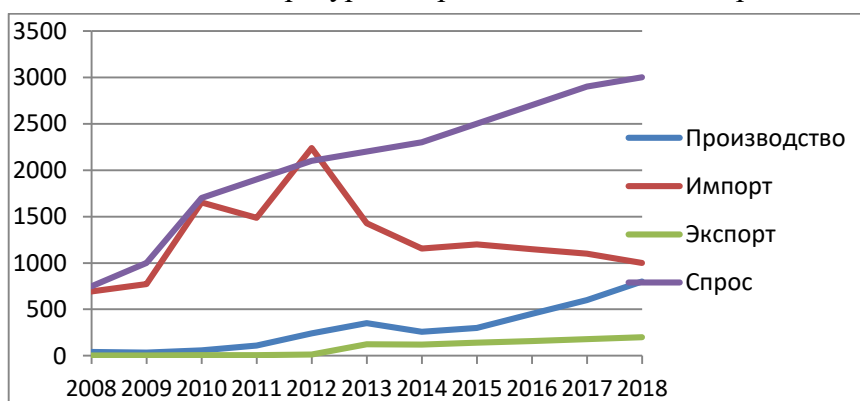


Рисунок 80 – Динамика и прогноз развития рынка навигационной аппаратуры потребителя Российской Федерации (в количественных показателях)

#### 4.2.3 Оценка мероприятий (программ) как инвестиционных проектов

Данный тип оценки использует классические экономические показатели, такие как: чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости проекта и др.

Методики их расчета общеизвестны (приведены, например, в [181]). Пример методик расчета таких показателей приведен в разделе 5.2.4.2.2 при их использовании в решении задачи комплексной оценки эффективности различных сценариев развития системы ГЛОНАСС.

Основным проблемным вопросом являются источники исходных данных, качество исходных данных и экспертная предобработка до их использования в методиках.

Используется такой метод в основном для грубых оценок инвестиционных проектов по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем или для принятия решения о возможности начала проекта с дальнейшим привлечением других методов оценки.

#### 4.2.4 Оценка стоимости/затрат в форме технико-экономических обоснований на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

Как отмечалось выше, методики проведения оценки стоимости/затрат в форме технико-экономических обоснований на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в настоящее время достаточно проработаны.

Оценка стоимости/затрат в форме технико-экономических обоснований на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы используется в основном при формировании перечня мероприятий (научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также для работ типа услуги) в государственных программах в части обоснования необходимого объема финансирования для данных мероприятий.

Потребный объем финансирования определяется исходя из оценок стоимости трудозатрат, материалов, комплектующих, спецоборудования, командировок и прочих затрат, необходимых для выполнения этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, с учетом привлечения кооперации. При определении объемов финансирования используются усредненные экономические показатели одного из потенциальных исполнителей: страховые взносы на обязательное социальное страхование; среднемесячная заработная плата; общепроизводственные затраты; общехозяйственные затраты; прибыль. При пересчете среднемесячной заработной платы используются индексы цен, рекомендованные Минэкономразвития.

Расчет стоимости проводится по каждому ожидаемому результату научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Основным проблемным моментом при использовании данного метода является расчет трудоемкости. Обычно его проводят в соответствии с официально принятыми (отраслевыми или на уровне организации) методиками (нормативами) расчета трудоемкости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В каждом отдельном случае такие методики могут быть разными, однако все они опираются на модель норматива трудоемкости, сформированного на основе показателя средней занятости, что и вызывает основные проблемы. Однако, в ином формате оценить трудоемкость выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ сложно.

Это возможно сделать только с использованием достоверной, официальной, постоянно обновляемой базы данных аналогов технико-экономических обоснований по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам.

Вопрос формирования и ведения полных баз данных по технико-экономическим обоснованиям на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в настоящее время не решен.

#### 4.2.5 Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ

Данный тип оценки рассмотрим на примере системы ГЛОНАСС и текущей федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы» (ФЦП ГЛОНАСС или Программа). Индикаторы и показатели данной ФЦП как

отмечалось в разделе 2.2.2. могут быть использованы как для оценки функциональной эффективности, так и для оценки экономической эффективности.

#### 4.2.6 Оценка потоковых и капитальных величин – составляющих системы оценки экономической эффективности с помощью макро- и микро- экономических моделей

##### 4.2.6.1 Оценка бюджетной и коммерческой эффективности (на примере системы ГЛОНАСС)

###### 4.2.6.1.1 Описание модели DSGE для оценки макроэкономических эффектов

Общепризнанным инструментом при изучении эффектов влияния реализации инвестиционных и технологических проектов на макроэкономическую динамику представляется оценка мультипликаторов. Сам термин «мультипликатор» был введен в обращение в 30-х годах экономистами кейнсианской экономической школы в работах, посвященных влиянию государственных расходов на ряд других параметров экономики [170]. На сегодняшний день мультипликаторы применяются при изучении широкого круга вопросов экономической и промышленной политики.

В независимости от тематики проводимых исследований мультипликатор принято определять как численный коэффициент, характеризующий изменение одного показателя в ответ на единичный прирост другого. Что в формализованном виде может быть записано следующим образом:

$$M = \frac{\Delta Y}{\Delta X},$$

где:

$M$  – соответствующий мультипликатор;

$\Delta Y$  – изменение результирующего показателя;

$\Delta X$  – изменение первичного показателя.

По источнику возникновения можно выделить следующие группы мультипликативных эффектов:

- порождаемые шоками государственной политикой – к этой группе относятся мультипликатор государственных расходов (бюджетный мультипликатор), налоговый мультипликатор, мультипликатор кредитно-денежной политики;
- связанные с изменениями технологического процесса, которые возникают в ответ на шоки инвестиций и общей факторной производительности;
- возникающие в ответ на шоки на биржевых рынках, например, в результате шока цен на нефть;
- реакция на внешнеэкономическое воздействие – внутренние шоки в экономике торговых партнеров, шоки условий торговли и т.д.

Далее более детально будут рассмотрены мультипликаторы государственных расходов и инвестиций, поскольку данные виды шоков непосредственно связаны с реализацией ФЦП ГЛОНАСС. Мероприятия по развитию системы ГЛОНАСС предполагают увеличение капиталовложений, а также рост государственных расходов на создание соответствующей инфраструктуры, приобретение комплектующих и материалов, а также оплату труда сотрудников, занятых в реализации проекта.

Однако прежде, чем переходить к анализу влияния соответствующих шоков на макроэкономическую динамику, стоит остановиться на основных способах оценки мультипликаторов и связанных с ними техническими и содержательными проблемами.

#### 4.2.6.1.1.1 Балансовый метод

Первый существенный аспект оценки мультипликативных эффектов касается определения числа лагов воздействия на результирующий показатель. В случае если количество лагов не превышает одного, то есть если изменение первичного показателя в текущем периоде оказывает влияние на значение показателя только в последующем периоде, для расчета значения мультипликатора используют балансовый метод. При таком подходе значение соответствующего численного коэффициента рассчитывается как отношение приращения итогового показателя к приращению показателя воздействия в соответствии с приведенной выше формулой.

Однако даже в случае единичного лага воздействия применение балансового метода достаточно спорно. Так, например, при оценке бюджетного мультипликатора для ВВП балансовым методом будет действовать предпосылка, что динамика выпуска объясняется исключительно динамикой государственных расходов, в то время как на показатель воздействует множество иных факторов. Можно повысить точность оценки мультипликативного эффекта в том случае, если в экономике присутствуют заметно выраженные тенденции развития, а колебания мультиплицирующей переменной могут рассматриваться как шоки. Так, выделение в изучаемых рядах трендовой и циклической составляющей способно снизить присущие методу искажения. При этом даже в случае коррекции на тренд возможности применения балансового подхода ограничены случаем, когда мультипликативный эффект привязан только к следующему после импульса периоду. Такая предпосылка реалистичной не является, эмпирические исследования свидетельствуют в пользу наличия лаговой структуры процесса мультипликации. Следовательно, возникает проблема определения числа лагов мультипликативного эффекта, которая в рамках балансового метода оценки неразрешима.

Таким образом, к достоинствам данного подхода оценки мультипликаторов можно отнести легкость расчетов и прозрачную интерпретацию полученных результатов. Однако вследствие достаточно жестких предпосылок относительно числа факторов воздействия на результирующий показатель и лаговой структуры мультипликативного процесса, оценки мультипликатора являются сильно искаженными. Более точные результаты могут быть получены при использовании эконометрических моделей или численного имитационного анализа в рамках динамических стохастических моделей общего равновесия (DSGE – моделей).

#### 4.2.6.1.1.2 Структурный эконометрический подход Комиссии Коулза

Подход Комиссии Коулза<sup>1</sup> (Cowles Commission Approach, CCA) с технической точки зрения заключается в оценке параметров системы одновременных уравнений, описывающей основные экономические взаимосвязи на макроуровне.

Моделирование в соответствии с данным подходом включает несколько этапов. На первом этапе выбирается теоретическая концепция, которая и определяет спецификацию уравнений модели. Уравнения, соответствующие отдельным блокам модели лог-линеаризируются в случае, если теория указывает на наличие нелинейной динамики показателей, и сводятся в систему, моделирующую общее экономическое равновесие. Затем определяются эндогенные и экзогенные переменные модели, и проводится оценка полученной системы. Что касается эконометрических методов оценки, то в зависимости от особенностей структуры модели и характеристик, включенных в нее переменных, могут применяться обобщенный или двухшаговый метод наименьших квадратов или метод инструментальных переменных. На последнем этапе при помощи симуляций оцениваются мультипликативные эффекты от различных шоков.

Такой подход позволяет преодолеть ограничения балансового метода и позволяет разграничивать влияние шоков экономической политики и прочих факторов при оценке мультипликативных процессов. Методика CCA, однако, не лишена недостатков. Также стоит отметить высокую чувствительность результатов анализа к выбранной теоретической концепции. Такие модели, как правило, формируются в ключе неоклассического синтеза, а, следовательно, являются чувствительными к критике Лукаса, не позволяют учитывать роль ожиданий экономических агентов.

Кроме того, в рамках данного подхода не решается проблема лагированного эффекта мультипликации – большая часть уравнений модели является статической. Иначе говоря, коэффициенты при лаговых значениях уравнений системы равны нулю. Включать такие ограничения, часто избыточные с содержательной точки зрения, необходимо для идентификации системы. При этом велика вероятность исключения существенных переменных, которую не всегда удастся решить при помощи тестов на исключение переменных. Подобные пропуски приводят к смещенности оценок вне зависимости от метода оценивания.

#### 4.2.6.1.1.3 Векторные авторегрессии (VAR)

Модели векторной авторегрессии также как структурные модели Комиссии Коулза представляют собой систему уравнений, однако VAR включают лагированные значения показателя. Каждая переменная такой модели зависит как от собственных значений в предшествующих периодах, так и от лагов прочих показателей, включенных в модель. В этом случае не требуется предварительно разделять переменные на экзогенные и эндогенные: модель позволяет оценивать мультипликативные эффекты с помощью функций импульсного отклика на

---

<sup>1</sup> Комиссия Коулза по экономическим исследованиям - научно-исследовательский центр, основанный Альфредом Коулзом в США в 1932 г.

шоки – случайные отклонения, возникающие в случайный момент времени. Такой подход был разработан американским экономистом Кристофером Симсом и первоначально применялся им для анализа влияния процентных ставок на макроэкономические показатели, однако VAR модели продемонстрировали свою состоятельность не только для оценки мер монетарной политики.

В общем виде модель векторной авторегрессии может быть записана следующим образом:

$$X_t = \delta + A_1 X_{t-1} + \dots + A_n X_{t-n} + \varepsilon_t \quad (6)$$

где:

$X = (X_t^{(1)}, \dots, X_t^{(n)})$  – вектор входящих в модель переменных,  $A_i$  – матрица оцениваемых коэффициентов,  $\varepsilon$  – вектор случайных компонент.

Тогда функции импульсного отклика рассчитываются следующим образом:

$$f(t) = \begin{cases} \delta + A_1 X_{t-1} + \dots + A_n X_{t-n} + \varepsilon_t, & t > T \\ \frac{\partial X_T^{(j)}}{\partial X_T^{(i)}}, & t = T \\ 0, & t < T \end{cases} \quad (7)$$

Видно, что функция импульсного отклика соответствует определению мультипликатора, то есть позволяет оценивать воздействие единичного шока каждой любой переменной на прочие переменные модели.

Использование векторных авторегрессий позволяет учитывать лаговую структуру мультипликативных процессов. И хотя в рамках данной модели не решается проблема оценки количества лагов, функции импульсного отклика позволяют получить первичное представление об их структуре. Анализ графиков полученных функций отклика позволяет выявить момент, когда эффект импульса становится незначимо отличным от нуля.

Благодаря указанным преимуществам векторные авторегрессии достаточно часто используются в исследованиях, посвященных оценке влияния мер государственной политики на макроэкономические показатели. При этом предпочтение отдается структурным VAR-моделям, учитывающим и одновременные эффекты, и балансовые уравнения.

#### 4.2.6.1.1.4 Имитационный анализ на базе DSGE – моделей

В последние годы в эмпирических работах, посвященных исследованию мультипликативных эффектов при выборе инструментария, произошло смещение предпочтений в сторону динамических стохастических моделей общего равновесия (DSGE – моделей). В теоретической же части DSGE базируются на новокейнсианской экономической теории и концепции реальных деловых циклов.

Первые работы в этом направлении появились в 80-х гг. в ответ на критические замечания Роберта Лукаса [155] относительно необходимости учитывать двунаправленное взаимное влияние экономической политики и действий экономических агентов. Современные DSGE представляют собой сложные детализированные модели, учитывающие микроэкономические



обоснования макроэкономических процессов, включающие элементы теории монополистической конкуренции и теории рациональных ожиданий.

Можно говорить, что использование DSGE при оценке мультипликаторов совмещает в себе особенности ССА и VAR подходов. С одной стороны, анализ базируется на структурной полностью параметризованной теоретической модели, с другой стороны данная модель представима в виде структурной VAR как система рациональных ожиданий, что позволяет получать функции отклика макропеременных в ответ на набор шоков макроэкономической динамики, связанных с реализацией ФЦП ГЛОНАСС. Учитывая широкие возможности данного метода при оценке инвестиционных шоков и увеличения расходов на реализацию программы в том числе и на прогнозном периоде (так как экономическая статистика о макроэкономических показателях доступна с лагом в 1-2 года, текущий период времени также является прогнозным), в данной работе используется именно этот подход.

В теоретической части модель предполагает наличие связей кейнсианского типа между основными переменными в краткосрочном и среднесрочном периодах (неполная занятость, наличие разрыва выпуска, наличие эффекта мультипликатора) и связей неоклассического типа в долгосрочном периоде (рациональные ожидания, возвращение выпуска к потенциальному уровню). Такое разделение связано с предположением о номинальной жесткости цен в коротком периоде, что означает невозможность быстрой адаптации предложения в ответ на изменения со стороны спроса. На долгосрочном горизонте, напротив, все цены предполагаются гибкими, и предложение быстро подстраивается под изменения спроса. В результате в долгосрочном периоде выполняется принцип классической дихотомии реального и номинального секторов экономики: номинальные переменные не оказывают влияния на реальные. В кратко- и среднесрочной перспективе из-за жесткости цен, наоборот, номинальные величины, в том числе инструменты денежно-кредитной политики, имеют прямое воздействие на реальные переменные.

Модель представляет собой малую открытую экономику с четырьмя экономическими агентами: домохозяйства, фирмы, государство и центральный банк. Поведение первых двух типов экономических агентов является результатом оптимизационной деятельности. Домохозяйства максимизируют свое благосостояние, а фирмы свою стоимость. Поведение Центрального банка и фискального сектора задается с помощью экзогенных правил политики.

Особенностью модели является многотоварная структура. В экономике различаются четыре типа товаров: отечественные торгуемые и неторгуемые товары, импортные товары и энергоносители.

Домашнее хозяйство максимизирует ожидаемую приведенную на бесконечном промежутке времени функцию полезности. Полезность зависит от потребления, реальных кассовых остатков и труда. Введение в функцию полезности реальных кассовых остатков позволяет получить функцию спроса на деньги, что позволяет получать прогнозы для некоторых показателей монетарной сферы.

Каждый момент времени домохозяйство принимает решение о потреблении, которое состоит как из импортных товаров, так и из товаров внутреннего производства. Также домашние

хозяйства имеют доступ к международным финансовым рынкам. Из-за несовершенства финансовых рынков, международные финансовые инструменты домохозяйству доступны с некоторой надбавкой (премией за риск) к международной процентной ставке. Данное предположение вводится как технически, для стационарности переменных, так и позволяет описывать более широкий спектр реакций переменных на различные шоки. Также в такую постановку простым способом можно ввести экзогенный шок премии за риск, который может характеризовать настроения инвесторов относительно вложений в данную страну, что важно при формировании сценарных прогнозов с учетом внешнеполитической обстановки.

Текущий доход домохозяйства формируется за счет зарплаты, доходностей по внутренним и иностранным облигациям, прибыли от фирм, кассовых остатков прошлого периода. Этот доход домохозяйство распределяет между потреблением, вложениями в иностранные и отечественные облигации, кассовыми остатками в текущем периоде.

Рынок труда моделируется следующим образом. Домохозяйства, действующие на рынке монополистической конкуренции, предлагают свой дифференцированный труд репрезентативной рекрутинговой компании. Рекрутинговое агентство, в свою очередь, агрегирует предложение домашних хозяйств. Домашние хозяйства устанавливают свои ставки заработной платы таким образом, чтобы максимизировать свою межвременную целевую функцию с учетом бюджетных ограничений и спроса на труд со стороны рекрутингового агентства.

Для моделирования спроса и предложения инвестиций в модели предполагается наличие на рынке капитальных благ репрезентативной фирмы, сдающей капитал в аренду производителям промежуточного блага. Такой способ позволяет считать фирмы собственниками капитала, в отличие от многих моделей, где собственниками капитала предполагаются домашние хозяйства.

Действующая на конкурентном рынке репрезентативная фирма принимает решение об объемах инвестиций в капитальные блага в текущем периоде. Предполагается, что существует технология производства единицы инвестиционного блага из промежуточных товаров национальных и иностранных производителей. В последующем инвестиционные блага направляются на увеличение капитала.

Производственный процесс фирм в каждой отрасли конечного производства описывается с помощью производственной функции Кобба-Дугласа. Не имея возможности повлиять на цены ресурсов, фирмы выбирают объемы факторов таким образом, чтобы минимизировать издержки производства.

Предполагается возможность установления фирмами производителями монопольной наценки над предельными издержками производства. Фирмы продают дифференцированный товар действующему на совершенно конкурентном рынке ретейлеру, который трансформирует их в однородный конечный продукт. Производители промежуточного продукта, действуют в рамках модели ценообразования Кальво и, следовательно, действуют в рамках ценового контракта. Таким образом, только часть фирм имеет возможность изменить цену в текущем периоде, фирмы, лишённые такой возможности, индексируют цены на уровень инфляции.

В модели также предполагается, что на продукцию внутреннего выпуска предъявляет спрос внешний сектор и доля товаров, произведенных внутри страны, экспортируется, при этом в данном случае экспорт нефтепродуктов учитывается отдельно. Ценообразование происходит в валюте производителя.

Задача импортера аналогична описанной выше за исключением только функции предельных издержек, которые предполагаются равными курсовой разнице.

В дополнение к несырьевому экспорту внешний сектор также предъявляет спрос на сырьевую продукцию сектора добычи нефти и углеводородов. Цена на нефть определяется экзогенно в иностранной валюте.

Общая схема взаимодействия блоков используемой модели представлена на рисунке 81.

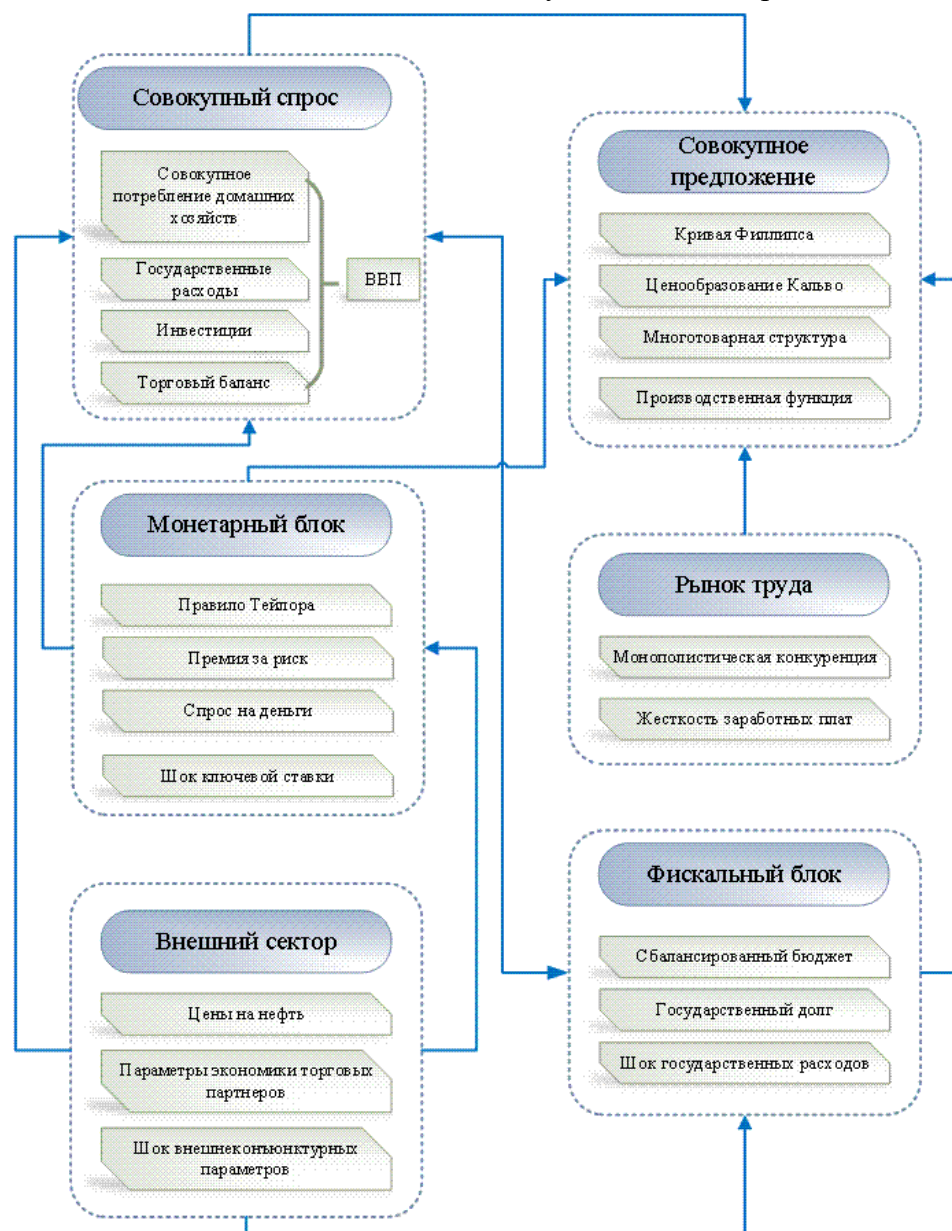


Рисунок 81 – Общая схема взаимодействия блоков используемой DSGE модели

Модель базируется на микроэкономических обоснованиях экономической динамики, что позволяет описывать экономическую систему набором лог-линеаризованных уравнений, являющихся решением оптимизационных задач различных экономических агентов. Поведение

каждого из агентов описывается оптимизационной задачей. Условия первого порядка, полученные в результате решения оптимизационных задач, задают траектории движения включенных в модель переменных. Полученная система уравнений дополняется уравнением платежного баланса, а также условием равновесия на товарном рынке, которое отражает равенство между произведенным продуктом и спросом на данный продукт. Полная линеаризованная система приведена ниже.

Сектор потребления описывается зависимостями (68), (69), (70), (71).

$$\hat{c}_t = \frac{h}{1+h} \hat{c}_{t-1} + \frac{1}{1+h} E \hat{c}_{t+1} - \sigma_c \frac{1-h}{(1+h)} (\hat{i}_t - E \pi_{C,t+1}) + \frac{1-h}{(1+h)} (1 - \rho_{u_{C,t}}) u_{C,t}, \quad (68)$$

где:

$\hat{c}_t$  - агрегированное потребление;

$\hat{i}_t$  - краткосрочная ставка по займам;

$\pi_{C,t}$  - инфляция ИПЦ;

$h$  - параметр предпочтений в потреблении;

$\sigma_c$  - межвременная эластичность замещения;

$u_{C,t}$  - шок потребления.

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^* + u_{\theta,t} + \rho \hat{b}_t^* + E \Delta \hat{e}_{t+1}, \quad (69)$$

где:

$\hat{i}_t^*$  - краткосрочная ставка по займам за рубежом;

$\hat{b}_t^*$  - чистые иностранные активы ( $\rho \hat{b}_t^*$  - премия за страновой риск);

$\Delta e_t$  - изменения номинального обменного курса.

$$\begin{aligned} [k_L + (1 + \beta)] \widehat{w}r_t &= k_L \left( \sigma_L \hat{l}_t + \frac{1}{1-h} \hat{c}_t - \frac{h}{1-h} \hat{c}_{t-1} \right) + \widehat{w}r_{t-1} + \beta E \widehat{w}r_{t+1} - \\ & (1 - \beta \gamma_L) \pi_{C,t} + \gamma_L \pi_{C,t-1} + \beta E \pi_{C,t+1}, \quad k_L = \frac{(1-\omega_w)(1-\omega_w\beta)}{\omega_w(1+\sigma_L\nu)}, \end{aligned} \quad (70)$$

где:

$\widehat{w}r_t$  - реальная заработная плата;

$\beta$  - межвременной дисконт;

$\omega_w$  - параметр ценообразования Кальво для заработных плат;

$\gamma_L$  - степень индексации заработных плат;

$\sigma_L$  - эластичность замещения труда по заработной плате (обратная величина);

$\nu$  - эластичность замещения.

$$\begin{aligned} \hat{c}_{H,t} &= \hat{c}_t - \eta_C \widehat{p}r_{HD,t} \\ \hat{c}_{F,t} &= \hat{c}_t - \eta_C \widehat{p}r_{F,t} \\ \alpha_C \widehat{p}r_{H,t} + (1 - \alpha_C) \widehat{p}r_{F,t} &= 0, \end{aligned} \quad (71)$$

где:

$\hat{c}_{H,t}$  - потребление отечественных товаров;

$\hat{c}_{F,t}$  - потребление импортных товаров;

$\widehat{p}r_{F,t}$  - относительные цены импортных товаров;

$\widehat{p}r_{HD,t}$  - относительные цены отечественных товаров на внутреннем рынке;

$\widehat{p}r_{H,t}$  - относительные цены отечественных товаров;

$\widehat{p}r_{F,t}$  - относительные цены импортных товаров;

$\alpha_C$  - доля потребления отечественных товаров;

$\eta_C$  - эластичность замещения между отечественными и иностранными товарами.

*Сектор инвестиций* описывается зависимостями (72), (73), (74), (75).

$$\begin{aligned}\widehat{inv}_{H,t} &= \widehat{inv}_t - \eta_I(\widehat{pr}_{HD,t} - \widehat{pr}_{I,t}) \\ \widehat{inv}_{F,t} &= \widehat{inv}_t - \eta_I(\widehat{pr}_{F,t} - \widehat{pr}_{I,t}) \\ \alpha_I \widehat{pr}_{H,t} + (1 - \alpha_I) \widehat{pr}_{F,t} &= \widehat{pr}_{I,t},\end{aligned}\quad (72)$$

где:

$\widehat{inv}_{H,t}$  - внутренние инвестиции;

$\widehat{inv}_{F,t}$  - иностранные инвестиции;

$\widehat{inv}_t$  - агрегированный уровень инвестиций;

$\widehat{pr}_{I,t}$  - относительные цены инвестиционных товаров к потребительским;

$\alpha_I$  - доля внутренних инвестиционных товаров;

$\eta_I$  - эластичность замещения между отечественными и иностранными инвестиционными товарами.

$$\widehat{inv}_t = \frac{1}{1+\beta} \widehat{inv}_{t-1} + \frac{\beta}{1+\beta} E \widehat{inv}_{t+1} - \frac{1}{(1+\beta)\phi} (\widehat{Q}_t - \widehat{pr}_{I,t}) + \frac{\beta}{(1+\beta)} (Eu'_{t+1} - u'_t), \quad (73)$$

где:

$\widehat{Q}$  - теневая цена капитала;

$\phi$  - параметр функции подстройки инвестиций.

$$\widehat{Q}_t = \beta(1 - \delta)E\widehat{Q}_{t+1} + \beta\hat{r}_{t+1}^k - (\hat{i}_t - E\pi_{C,t+1}), \quad (74)$$

где  $\hat{r}_{t+1}^k$  - ставка доходности по капиталу.

$$\hat{k}_t = (1 - \delta)\hat{k}_{t-1} + \delta\widehat{inv}_t, \quad (75)$$

*Сектор производителей (производство товаров на внутренний рынок)* определяется зависимостями (76), (77).

$$\begin{aligned}\widehat{mcr}_t &= \alpha\hat{r}_t^k + (1 - \alpha)\widehat{wr}_t - \hat{a}_t \\ \hat{a}_t &= \rho_a\hat{a}_{t-1} + \zeta_{a,t},\end{aligned}\quad (76)$$

где:

$\hat{a}_t$  - технологический уровень;

$u_{a,t}$  - шок общей производительности;

$\alpha$  - параметр производственной функции;

$\rho_a$  - авторегрессионный параметр технологии.

$$\pi_{H,t} = \frac{\beta}{1+\beta\gamma_{HD}} E\pi_{H,t+1} + \frac{\gamma_{HD}}{1+\beta\gamma_{HD}} E\pi_{H,t-1} + \frac{(1-\beta\omega_{HD})(1-\omega_{HD})}{\omega_{HD}(1+\beta\gamma_{HD})} (\widehat{mcr}_t - \widehat{pr}_{H,t}), \quad (77)$$

где:

$\pi_{H,t}$  - инфляция цен отечественных товаров, торгуемых на внутреннем рынке;

$\gamma_{HD}$  - степень индексации;

$\omega_{HD}$  - параметр Кальво.

*Производство несырьевых товаров на внешний рынок* определяется зависимостью (78).

$$\pi_{H,t}^* = \frac{\beta}{1+\beta\gamma_{HF}} E\pi_{H,t+1}^* + \frac{\gamma_{HF}}{1+\beta\gamma_{HF}} E\pi_{H,t-1}^* + \frac{(1-\beta\omega_{HF})(1-\omega_{HF})}{\omega_{HF}(1+\beta\gamma_{HF})} (\widehat{mcr}_t - \widehat{rer}_t - \widehat{pr}_{H,t}^*), \quad (78)$$

где:

$\pi_{H,t}^*$  - инфляция цен отечественных товаров, торгуемых на внешнем рынке;

$\widehat{rer}_t$  – реальный эффективный обменный курс;

$\widehat{pr}_{H,t}^*$  - относительные цены отечественных экспортных товаров (в иностранной валюте) (к зарубежному дефлятору потребления);

$\gamma_{HF}$  – степень индексации инфляции;

$\omega_{HF}$  – параметр Кальво.

*Сектор импортеров* определяется зависимостью (79).

$$\pi_{F,t} = \frac{\beta}{1+\beta\gamma_F} E\pi_{F,t+1} + \frac{\gamma_F}{1+\beta\gamma_F} E\pi_{H,t-1} + \frac{(1-\beta\omega_F)(1-\omega_F)}{\omega_F(1+\beta\gamma_F)} (\widehat{rer}_t + u_{f,t} - \widehat{pr}_{F,t}), \quad (79)$$

где:

$\pi_{F,t}$  – инфляция цен импортных товаров;

$u_{f,t}$  – шок относительных цен импорта и внешней;

$\gamma_F$  – степень индексации;

$\omega_F$  – параметр Кальво.

*Сектор добычи* определяется зависимостью (80).

$$\widehat{pr}_{o,t} = \widehat{rer}_t + \widehat{pr}_{o,t}^*, \quad (80)$$

где:

$\widehat{pr}_{o,t}$  – относительные цены сырьевых товаров внутри страны;

$\widehat{pr}_{o,t}^*$  - относительные цены сырьевых товаров на внешнем рынке.

*Сектор внешнего мира* определяется зависимостями (81), (82), (83).

$$\widehat{y}_{H,t}^* = \widehat{y}_t^* - \eta^* \widehat{pr}_{HF,t}, \quad (81)$$

где:

$\widehat{y}_t^*$  - совокупный выпуск за рубежом;

$\widehat{y}_{H,t}^*$  - выпуск экспортных товаров;

$\widehat{pr}_{HF,t}$  – относительные цены экспортных товаров к внешнему уровню цен.

$$\widehat{x}_t = \frac{\varepsilon P_o^* Y_0}{P_{XX}} \widehat{y}_{o,t} + \left(1 - \frac{\varepsilon P_o^* Y_0}{P_{XX}}\right) \widehat{y}_{H,t}^* \quad (82)$$

$$\widehat{pr}_{x,t} = \frac{\varepsilon P_o^* Y_0}{P_{XX}} \widehat{pr}_{o,t} + \left(1 - \frac{\varepsilon P_o^* Y_0}{P_{XX}}\right) (\widehat{pr}_{HF,t} + \widehat{rer}_t),$$

где:

$\widehat{x}_t$  - реальный экспорт;

$\widehat{pr}_{x,t}$  – дефлятор экспорта.

$$\widehat{m}_t = (1 - \alpha_C) \frac{P_C C}{P_m M} \widehat{c}_{F,t} + (1 - \alpha_I) \frac{P_I I}{P_m M} \widehat{mv}_{F,t} \quad (83)$$

$$\widehat{pr}_{m,t} = \widehat{rer}_t + u_{F,t},$$

где:

$\widehat{m}_t$  - реальный импорт;

$\widehat{pr}_{m,t}$  – дефлятор импорта.

Сектор государства определяется зависимостями (84) для инструментального правила ЦБ и правила Тейлора) и (85) для государственных расходов.

$$\begin{aligned} r_t &= \lambda_i r_{t-1} + (1 + \lambda_i)(\lambda_\pi \pi_{C,t} + \lambda_y \hat{y}_t + \lambda_e \Delta e_t) + u_{M,t} \\ r_t &= \hat{i}_t - E \pi_{C,t+1} \end{aligned} \quad (84)$$

$$\hat{g}_t = \rho_g \hat{g}_{t-1} + \zeta_{g,t} \quad (85)$$

Условия равновесия (балансовые уравнения модели) определяются зависимостями (86) для совокупного спроса на товары внутреннего производства, (87) для совокупного предложения, (88) для платежного баланса.

$$\frac{P_H Y_H}{P_Y Y} \hat{y}_{H,t} = \alpha_C \frac{P_C C}{P_Y Y} \hat{c}_t + \frac{P_H G}{P_Y Y} \hat{g}_t + \alpha_I \frac{P_I I}{P_Y Y} \widehat{inv}_t + \frac{P_H Y_H^*}{P_Y Y} \hat{y}_{H,t}^* \quad (86)$$

$$\hat{y}_{H,t} = \hat{a}_t + \alpha \hat{k}_t + (1 - \alpha) \hat{l}_t \quad (87)$$

$$\begin{aligned} \frac{(1 - \varrho) B^*}{(1 + i^*) \Theta} \hat{b}_t^* &= \frac{B^*}{(1 + i^*)} (\hat{i}_t^* + u_{\theta,t}) + \frac{\varepsilon P_o^* Y_o}{P_Y Y} (\widehat{pr}_{o,t} + \hat{y}_{o,t} + \widehat{pr}_{y,t} + \hat{y}_t) \\ &+ \frac{B^*}{(1 + \pi^*)} (\Delta e_t - \pi_{C,t} - \widehat{pr}_{y,t} + \widehat{pr}_{y,t+1} - \hat{y}_t + \hat{y}_{t-1} + \hat{b}_t^*) + \frac{P_H X}{P_Y Y} (\widehat{pr}_{x,t} \\ &+ \hat{x}_t - \widehat{pr}_{y,t} - \hat{y}_t) + \frac{P_H M}{P_Y Y} (\widehat{pr}_{m,t} + \hat{m}_t - \widehat{pr}_{y,t} - \hat{y}_t) \\ \hat{y}_t &= \frac{P_C C}{P_Y Y} \hat{c}_t + \frac{P_H G}{P_Y Y} \hat{g}_t + \frac{P_I I}{P_Y Y} \widehat{inv}_t + \frac{P_X X}{P_Y Y} \hat{x}_t - \frac{P_M M}{P_Y Y} \hat{m}_t \\ \pi_{H,t} &= \widehat{pr}_{H,t} - \widehat{pr}_{H,t-1} + \pi_{C,t} \\ \pi_{H,t}^* &= \widehat{pr}_{H,t}^* - \widehat{pr}_{H,t-1}^* + \pi_t^* \\ \pi_{F,t} &= \widehat{pr}_{F,t} - \widehat{pr}_{F,t-1} + \pi_{C,t} \\ \Delta \hat{e}_t &= \widehat{rer}_t - \widehat{rer}_{t-1} + \pi_{C,t} - \pi_t^*, \end{aligned} \quad (88)$$

где  $\pi_t^*$  - инфляция за рубежом.

Решение для линейной модели относительно рациональных ожиданий получено методом Бланшара-Кана с использованием программного обеспечения Dynare MatLab Toolbox. Оценка параметров полученной системы производится с применением байесовского подхода.

Для оценки модели использовались данные макроэкономической статистики за период с 1 квартала 2003 года по 4 квартал 2017. Источниками данных послужили Росстат, Центральный Банк Российской Федерации, а также, в части динамики внешних показателей, Международный валютный фонд. Перечень наблюдаемых переменных, используемых для оценки модели, приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Перечень наблюдаемых переменных, используемых для оценки модели

Наименование показателя	Единица измерения	Источник данных
ВВП	млрд. руб. (в фиксированных ценах 2015 года)	Данные Росстата

Наименование показателя	Единица измерения	Источник данных
Выпуск добывающего сектора	млрд. руб. (в фиксированных ценах 2015 года)	Данные Росстата
Объем совокупного потребления	млрд. руб. (в фиксированных ценах 2015 года)	Данные Росстата
Объем валового накопления основного капитала	млрд. руб. (в фиксированных ценах 2015 года)	Данные Росстата
Объем совокупного экспорта	млрд. руб.	Данные Росстата
Мировой уровень цен на нефть	Индекс (2015=100)	Данные МВФ (Commodity Prices)
Ключевая ставка (до 2011 г. ставка рефинансирования)	%	Данные ЦБ РФ
Изменение номинального эффективного обменного курса	Индекс (2015=100)	Данные ЦБ РФ
Уровень инфляции, квартал к предыдущему кварталу	% (квартал к предыдущему кварталу)	Данные ЦБ РФ
Темп роста выпуска основных торговых партнеров РФ	% (в фиксированных ценах 2015 года)	Данные МВФ (IFS)
Ставка денежного рынка основных торговых партнеров РФ	%	Данные МВФ (IFS)
Уровень инфляции основных торговых партнеров РФ	%	Данные МВФ (IFS)

Все переменные были очищены от сезонной компоненты с использованием алгоритма Х-12-ARIMA. Также все показатели были пересчитаны в отклонениях от долгосрочного тренда. Тренд в исследуемых рядах выделяется фильтром Ходрика-Прескотта. Исключение составляет уровень инфляции – целевой показатель определяется Центральным Банком России.

Динамика всех показателей корректируется на инфляцию и приводится в постоянных ценах (2015 г.), на завершительных этапах показатели пересчитываются в текущие цены, корректировкой на соответствующие дефляторы.

На базе динамической стохастической модели общего экономического равновесия, рассчитываются траектории следующих показателей:

- объем валового внутреннего продукта;
- динамика промышленного производства
- доля в промышленном производстве обрабатывающей промышленности;
- объем инвестиций;
- прогноз показателей внешней торговли;
- среднегодовая численность занятых в экономике;
- среднемесячная номинальная начисленная заработная плата;
- основные фонды в экономике по полной учетной стоимости;
- инвестиции в основной капитал;
- уровень инфляции;
- соответствующие дефляторы по компонентам ВВП.



#### 4.2.6.1.2 Применение модели DSGE для оценки макроэкономических эффектов

##### 4.2.6.1.2.1 Сравнение модельных сглаженных переменных и фактических данных

На рисунке 82 представлены графики сглаженных модельных переменных в сравнении с данными. В целом, модель достаточно хорошо согласуется с данными, о чем свидетельствуют высокие значения  $R^2$ . Для ряда ВВП коэффициент детерминации составляет 0.89, для инвестиций в основной капитал - 0.95, для индекса потребительских цен (ИПЦ) - 0.92, для индекса промышленного производства - 0.79. Из всех рассматриваемых рядов хуже всех согласуется с данными динамика индекса промышленного производства. Также модель не может объяснить такое падение выпуска в период кризиса 2008 года.

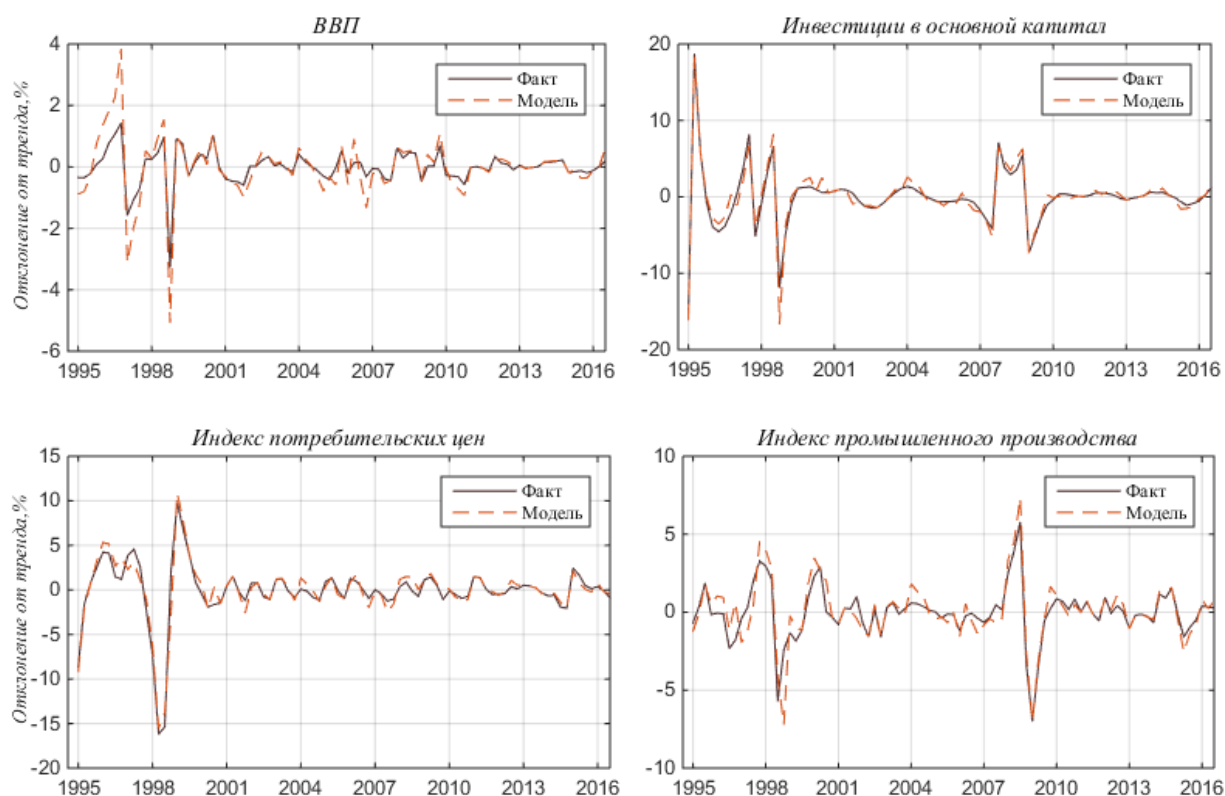


Рисунок 82 – Сравнение модельных сглаженных переменных и фактических данных

##### 4.2.6.1.2.2 Сравнение прогнозных и реализовавшихся траекторий основных переменных DSGE-модели

На рисунках 83, 84, 85, 86 приведены сравнения фактической реализовавшейся траектории и прогноза на 4 периода (вневыборочный безусловный прогноз), начиная с первого квартала 2003 г. для темпа роста следующих макроэкономических переменных: ВВП, инфляция (темпы роста индекса потребительских цен), инвестиции в основной капитал, индекс промышленного производства.

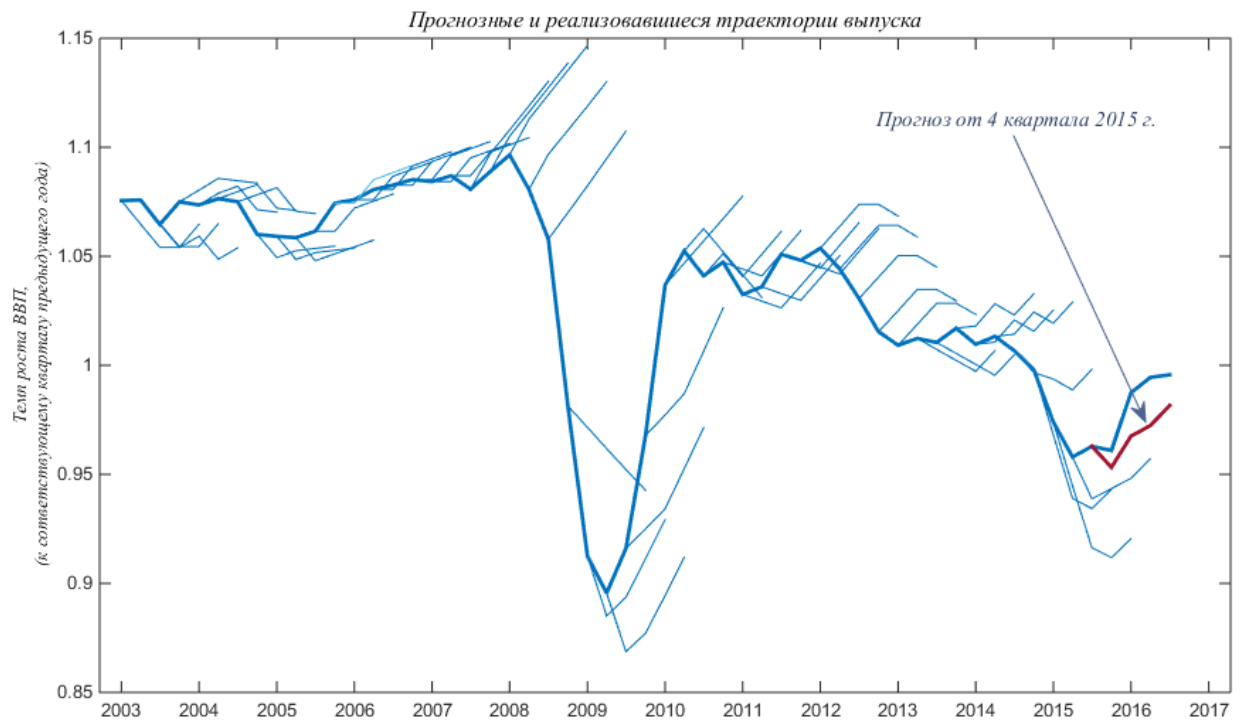


Рисунок 83 – Сравнение прогнозных и реализованных траекторий, ВВП

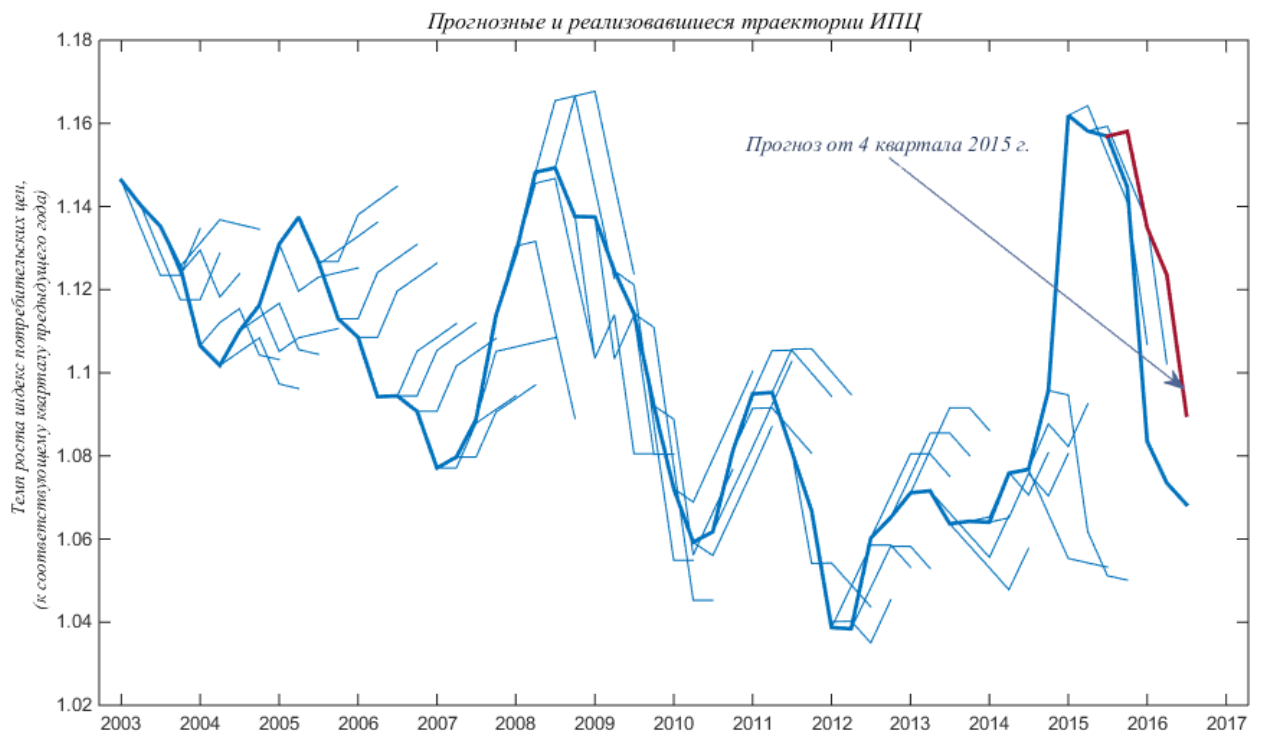


Рисунок 84 – Сравнение прогнозных и реализованных траекторий, ИПЦ



Рисунок 85 – Сравнение прогнозных и реализованных траекторий, инвестиции в основной капитал



Рисунок 86 – Сравнение прогнозных и реализованных траекторий, индекс промышленного производства

Средние абсолютные процентные ошибки прогнозирования (MAPE) приведены в таблице 14. Оценка проводилась для периода в 4 квартала (1- 4 квартал 2016 г.) и в 8 кварталов (1 квартал 2015 г. - 4 квартал 2016 г.).

Таблица 14 – Средняя абсолютная процентная ошибка прогнозирования (MAPE)

Показатель	Период	
	4 квартала	8 кварталов
Темп роста ВВП	1.79%	2.90%
Темп роста ИПЦ	1.53%	2.87%
Темп роста инвестиций в основной капитал	2.51%	3.92%
Темп роста индекса промышленного производства	1.74%	2.32%

Наиболее высокое значение ошибки наблюдается для темпов роста инвестиций в основной капитал. Для остальных переменных среднее отклонение прогнозного ряда от фактического не превышает 2% на интервале в 4 периода, и 3% на интервале в 8 периодов.

Таким образом, предложенная модель достаточно хорошо описывает динамику основных макроэкономических переменных с учетом изменения внешней конъюнктуры и различных шоков экономической политики и может быть использована для оценки влияния ФЦП ГЛОНАСС на индикаторы экономического развития Российской Федерации.

#### 4.2.6.2 Оценка отраслевого влияния навигационных систем (на примере системы ГЛОНАСС)

##### 4.2.6.2.1 Описание трансмиссионных механизмов влияния ФЦП ГЛОНАСС на основные макроэкономические параметры

Как уже было отмечено, реализация ФЦП ГЛОНАСС воздействует на экономическую динамику по двум основным каналам – рост государственных закупок и увеличение инвестиций в технологическую инфраструктуру.

В теории механизм влияния изменения уровня государственных расходов описывается следующим образом. Рост государственных расходов оказывает стимулирующее воздействие на выпуск и уровень занятости, что в свою очередь приводит к усилению инфляционного давления. Возросший уровень инфляции вынуждает Центральный Банк повышать ключевую ставку, что ведет к удорожанию займов на межбанковском рынке, и, следовательно, к повышению кредитных ставок. Более дорогие кредиты приводят к снижению инвестиционной активности предприятий и снижению расходов на конечное потребление со стороны населения, что приводит к сокращению выпуска. Таким образом, дополнительные расходы федерального бюджета на реализацию программы (в первую очередь расходы, связанные с прямыми государственными закупками – материалы, комплектующие, кадровые ресурсы) в первые периоды будут вести к увеличению объемов выпуска. Однако данный эффект носит краткосрочный характер и с затуханием шока происходит постепенное восстановление выпуска на уровне долгосрочного тренда.

Более пролонгированное действие на экономическую динамику оказывает рост капиталовложений для развития системы ГЛОНАСС. Положительный шок инвестиций

увеличивает производительность только с течением времени по мере накопления нового более производительного капитала и амортизации существующего менее производительного. Инвестиционный шок представляет собой технологическое изменение, которое увеличивает производительность вновь установленного капитала, оставляя без изменений производительность капитала, накопленного к моменту реализации шока. Рост эффективности инвестиций с течением времени по средствам накопления нового капитала увеличивает производительность факторов производства, что, в свою очередь, снижает предельные издержки у фирм. Понижение предельных издержек ведет к снижению цен и снижению инфляции цен относительно долгосрочного уровня.

#### 4.2.6.2.2 Описание модели DFM-SSM для оценки отраслевых эффектов системы ГЛОНАСС

Для оценки влияния ГЛОНАСС на развитие отраслевых рынков используется оригинальная математическая модель для описания динамики отечественных отраслевых рынков, основанная на динамических факторных моделях [156] (Dynamic Factor Models – DFM). Основная сложность при моделировании рыночной динамики состоит в необходимости одновременной увязки большого числа переменных, что критически влияет на требуемую длину временного ряда (проблема известна как «проклятье размерности»). DFM модели решают данную проблему путем выделения коинтегрированных временных рядов и замены исходных рядов на их линейные комбинации. В используемой модели для реализации данного процесса используется метод главных компонент.

Для моделирования динамики главных компонент используется аппарат state-space моделей [157] (один из переводов – «модели пространства состояний» – SSM). SSM является максимально гибким инструментом моделирования и поддерживает практически все популярные структуры и паттерны временных рядов (пояснения даны далее). DFM и SSM используются в связке для достижения максимального положительного эффекта.

В рамках настоящей диссертационной работы техническое описание модели не приводится в связи с его сложностью и громоздкостью (например, одна из версий SSM модели для имитации ARIMA процессов занимает 1,5 страницы формул).

В настоящее время в модели учитывается динамика 527 отраслей промышленности Российской Федерации, каждая из которых описывается 3 показателями (экспорт, импорт, объем производства в натуральном выражении) и 11 макроэкономических факторов (см. рисунок 87). Итого, одновременно моделируется около 1600 временных рядов. Модель не связана с DSGE напрямую в связи со структурными особенностями последней, но использует макроэкономические прогнозы для некоторых переменных как экзогенные данные.



Рисунок 87 – Структурная схема переменных DFM-SSM модели

DFM-SSM модель для проведения анализа использует месячные данные Росстата, ФТС, Минэкономразвития и Центрального банка России из официальных источников.

Модель работает следующим образом:

- на первом этапе из временного ряда, описывающего динамику показателя развития отрасли (выпуск, экспорт и импорт), выделяется сезонная компонента;

Сезонная компонента – это уникальный для каждого временного ряда профиль распределения динамики внутри одного года. Примером сезонных компонент является: повышение спроса на шампанское и конфеты перед новым годом, низкая отгрузка продукции в первом квартале и высокая в последнем, высокое потребление электро- и теплоэнергии в первом и последнем квартале года по сравнению с другими периодами.

Модель выявляет уникальные сезонные компоненты для каждой отрасли и каждого показателя. Для этого используются спектральный анализ, модель ARIMA-X11 [158], анализ средних. С вероятностью 99% алгоритм выделения сезонных компонент не совершает ошибок.

- на втором этапе проводится анализ на кросс-зависимость динамики показателей отраслей друг от друга;

Кросс-зависимость – это взаимодополняемость или взаимоисключаемость отдельных видов продукции. Спрос и предложение одних видов продукции зависят от аналогичных показателей других видов. Повышение спроса на один товар может приводить к снижению спроса на другой товар – это случай товаров-субститутов. В случае, когда повышение спроса на один товар приводит к увеличению спроса на другой товар возникает случай комплементарных

товаров. Например, повышение спроса на бумагу приводит к открытию новых производственных линий, что ведет к увеличению спроса на целлюлозно-бумажные станки.

Модель учитывает возможности дополнения или исключения среди всех 527 отраслей промышленности, включая отрасли, связанные с навигационными технологиями и услугами, выявляет все возможные случаи синхронной или асинхронной динамики отраслевых показателей и на основе этого строит факторную структуру экономики. Выделяется 30 совместных трендов, которые объясняют до 90% всего разнообразия динамики отраслевых показателей. В ходе анализа учитываются все корреляции между показателями отраслей, использование достаточно длинных временных рядов позволяет говорить о робастности (отсутствия изменений с течением времени) этих оценок.

Другими словами, если связи между отраслями, проявляющиеся в виде синхронной реакции на изменения разных показателей, существовали на протяжении 10 лет, то нет оснований полагать, что эти связи не будут существовать в будущем. Применяемый инструментарий – анализ главных компонент.

- *на третьем этапе* происходит построение прогнозной модели для каждого показателя каждой отрасли;

Прогнозная модель для каждого показателя каждой отрасли состоит из двух частей: общая динамика и уникальная динамика. Модель для прогнозирования общей динамики строится на основе выделенных синхронных трендов всех отраслей. Для каждого из 30 трендов подбирается набор математических моделей, наилучшим образом описывающих их динамику. Для описания каждого ряда используется до 15 систем уравнений, прогнозы которых сводятся в единый прогноз на основе качества предсказаний.

Уникальная динамика описывается отдельным набором моделей. Если общие тренды не могут достаточно хорошо описать динамику отраслевого показателя, для него строятся отдельный набор моделей для описания его уникального характера. Для описания каждого ряда используется до 3 систем уравнений, прогнозы которых сводятся в единый прогноз на основе качества предсказаний.

Таким образом, покрывается 100% дисперсии (динамических отклонений) временного ряда.

Гибкость математического аппарата для построения прогнозных моделей позволяет выявлять и моделировать:

- простые тренды: рост, снижение, нейтральный тренд (отсутствие изменений);
- бизнес-циклы: выделение цикличности в ряде, объясняемое особенностями производственного и сбытового процесса;

зависимость от внешних факторов: всего используется 11 макроэкономических факторов, которые могут влиять на отраслевую динамику: ИПЦ, ИЦП, ключевая ставка ЦБ РФ, цены на нефть, уровень безработицы, краткосрочные и долгосрочные ставки процентов частных банков, совокупный размер инвестиций, курс валюты, индекс промышленного производства, уровень доходов населения, средняя заработная плата.

Благодаря гибкости используемого математического аппарата прогнозная модель может учитывать структуры любой сложности: наслаивание нескольких бизнес-циклов, шоки, вызванные санкциями, разные режимы функционирования отраслей и сломы трендов и т.д.

При определении наличия зависимости от внешних факторов используется многоэтапная процедура проверки на причинность. Используется современный аппарат «ядерной причинности» [159], позволяющий с высокой точностью установить, является ли внешний фактор действительной причиной для динамики временного ряда или это ложная корреляция.

Все модели оцениваются лучшим из доступных на текущий период способом – кросс-валидацией прогнозных значений. Ряд из 60 наблюдений разбивается на 2 части: на одной (тестовая выборка) строится «скелет» модели, на второй проводится его апробация. Апробация заключается в том, что модель строит прогноз и анализирует, как сильно отклоняются ее предсказания от истинных значений, а затем изменяет себя для улучшения результатов прогнозирования. Другими словами, модель переоценивает свои компоненты для построения лучших прогнозов. Для построения прогнозов 527 отраслей используется около 6500 уравнений, которые описывают совместные и индивидуальные динамики показателей с точки зрения наилучшей прогнозной модели.

Ошибка прогноза на проверочной выборке (на которой модель не оценивалась) составляет менее 2%.

В сравнении с «наивным» прогнозом (при котором в следующем периоде используются тот же показатель, что и в предыдущем), модель показывает лучшие результаты до 60% (на основе сравнения средних ошибок – так называемый, U-критерий [160]).

- на четвертом этапе из построенных прогнозов восстанавливаются значения исходных временных рядов – отраслевых показателей.

Модель собирает ряд каждого отдельного отраслевого показателя из 4 компонент: уникальный профиль сезонности, прогноз на основе совместных трендов, прогноз на основе уникальных трендов, динамика на основе внешних факторов.

Прогнозная динамика внешних факторов (перечислены выше) берется напрямую из действующих прогнозов или сценарных условий Минэкономразвития. В случае, если потребный период превышает доступные прогнозы – проводится экстраполяция на основе имеющихся данных о прошлой динамике.

Таким образом, прогноз для каждого отраслевого показателя учитывает:

- уникальный характер сезонности;
- влияние динамики показателей остальных отраслей;
- уникальный характер динамики самого отраслевого показателя;
- влияние макроэкономических факторов, являющихся причиной изменения динамики отраслевого показателя;
- влияние заданных сценариев развития.

При этом для построения прогноза используются выявленные связи и корреляции между показателями, установившиеся за 5 лет непрерывных помесечных наблюдений.



Для оценки отраслевого влияния ГЛОНАСС на различные отрасли отечественной экономики DFM-SSM модель используется следующим образом.

Необходимо оценить влияние на следующие отраслевые показатели:

- оценка совокупного объема рынка;
- оценка размера основных фондов;
- оценка численности занятых в отрасли;
- оценка налоговых потоков.

Для оценки *совокупного объема рынка* или выручки, получаемой за счет влияния навигационных технологий (системы ГЛОНАСС) на отдельную отрасль отечественной экономики, напрямую используются оценки DFM-SSM модели. Из уравнений DFM-SSM путем бутстрапированной оценки функций отклика (компьютерная симуляция) выделяются средние оценки эластичности выручки в целевой отрасли при изменении выручки в отраслях, связанных с навигационными технологиями (системы ГЛОНАСС). Коэффициент эластичности показывает, насколько изменяется выручка в отрасли при изменении выручки в отраслях, связанных с навигационными технологиями, что, по сути, и означает влияние системы ГЛОНАСС на развитие отрасли. В статическом виде (за очередной год) оценку эластичности можно интерпретировать как вклад в добавленную стоимость. Полученная оценка эластичности усреднена за период в 5 лет, что позволяет использовать ее как среднюю оценку на 5-летней ретро перспективе. Для получения динамической оценки (изменяющейся во времени) требуется значительно больше данных, которые в настоящее время недоступны по объективным причинам (небольшой сводимый период опубликованной экономической статистики в Российской Федерации). Получение динамических оценок является предметом будущих исследований.

В таблице 15 приводится описание использования системы ГЛОНАСС в различных отраслях народного хозяйства Российской Федерации.

Таблица 15 – Использование системы ГЛОНАСС в различных отраслях народного хозяйства

Отрасль	Краткое описание применения ГЛОНАСС в настоящее время	Потенциал развития навигационных технологий в отрасли
Сельское хозяйство	основа для технологий роботизированного земледелия (применение беспилотной сельскохозяйственной техники, обработка полей дронами, составление карты полей и др.); основа для технологий точного земледелия (межевание полей, контроль урожайности, точечное внесение удобрений и пестицидов и т.д.); управление урожайностью (системы контроля состояния поля, планирование внесения удобрений, MRP системы и др.); контроль поголовья стада до каждого отдельного животного (основа для систем контроля болезней, проблем развития и др.)	Высокий. В условиях Российской Федерации ГЛОНАСС станет фундаментом будущего сельского хозяйства
Геодезическая и картографическая деятельность	виртуальное картирование местности, создание электронных карт и систем указателей (виртуальные буйки для судоходства по внутренним водным путям, компоненты СУДС, графы дорог, ИТС, ГИС и др.); создание электронных карт, управление развитием территорий, топография местности; городские и региональные земельные кадастры	Основа для информационного моделирования площадной и линейной инфраструктуры (позволяет сводить характеристики инфраструктуры с характеристиками местности в ходе строительства)
Коммерческие перевозки и транспорт	основа для ключевых логистических технологий (цифровые транспортно-логистические системы, мониторинг и сопровождение груза, контроль груза на территории транспортно-логистических центрах и др.); основа систем мониторинга пассажирского транспорта; основа для систем мультимодальных перевозок; основа для систем транзитных перевозок с контролем груза (через технологию цифровых навигационных пломб); фундаментальная основа для навигационных технологий авиации (не только борт воздушного судна, но и аэропорты, организация воздушного движения, работа сервисной техники на территории аэропорта, авиационные грузоперевозки (мониторинг контейнеров), и многое другое); фундаментальная основа для морских перевозок (системы ГОБС, СУДС, КОСПАС-САРСАТ, все навигационные технологии на море, портовая логистика и др.); фундаментальная основа для работы	Крайне высокий. В перспективе 10 лет спутниковая навигация (включая ГЛОНАСС) станет критической технологией, без которой транспортно-логистические операции будут невозможны в принципе

Отрасль	Краткое описание применения ГЛОНАСС в настоящее время	Потенциал развития навигационных технологий в отрасли
	высокоавтоматизированных транспортных средств, беспилотных воздушных судов, беспилотного судоходства; основа для работы интеллектуальных транспортных систем (элементы «умных» городов, цифровых двойников транспортной инфраструктуры)	
Телекоммуникационное оборудование и услуги	фундаментальная основа управлением сигналом в телекоммуникационных сетях (формирование сети вышек, маршрутизация, синхронизация сигнала и калибровка и др.)	
Программное обеспечение и ИТ-услуги	информационные системы и сервисы, основанные на спутниковой навигации (персональные навигаторы, трекеры активности, системы геомаркетинга, социальные сети; банковское программное обеспечение (временной контроль транзакций); биржевое программное обеспечение (временной контроль сделок); системы контроля генерации электричества (контроль распределения электричества по сетям ведется с применением высокоточных систем времени, технологии виртуализации электростанций); системы контроля транспортировки углеводородов (основная технология контроля экспорта для ТЭК), воды; сервисы персональной доставки, такси, каршеринга, аренды транспортных средств; PLM системы (производственно-логистические системы);	Высокий
Компьютерная и мобильная техника	навигационное оборудование и устройства на его основе (трекеры, навигаторы, мобильные телефоны, планшеты, ноутбуки, СКУД и многое другое); цифровые навигационные пломбы, навигационные маркеры, цифровые маркеры	Умеренный
Услуги по обеспечению безопасности	ЭРА-ГЛОНАСС, КОСПАС-САРСАТ и другие системы обеспечения безопасности; системы спутниковой сигнализации для имущества; персональные системы обеспечения безопасности («тревожные кнопки», навигационные маячки и др.)	Умеренный

Для семи основных отраслей, связанных с навигационной деятельностью (использующих навигационные технологии), были получены следующие оценки эластичности (см. таблицу 16).

Таблица 16 – Средние оценки коэффициентов эластичности выручки для отраслей отечественной экономики

№	Название отрасли	Оценка коэфф. эластичности (округление до сотых)	Набор ОКВЭД, описывающих отрасль
1	Сельское хозяйство	0,01	01
2	Геодезическая и картографическая деятельность	0,49	74.20.3
3	Коммерческие перевозки и транспорт	0,02	60, 61
4	Телекоммуникационное оборудование и услуги	0,02	32.9, 33.2, 33.5, 51.15.4, 51.43, 52.45, 64
5	Программное обеспечение и ИТ-услуги	0,03	51.84, 72.2, 72.4, 72.6, 92.4
6	Компьютерная и мобильная техника	0,04	30, 31, 32, 33.20, 33.3, 33.4, 51.85, 51.87.5, 52.45.1, 52.45.2, 52.45.3, 52.48.13, 52.48.14, 52.48.16, 52.61.2, 72.5
7	Услуги по обеспечению безопасности	0,03	74.6, 75.24, 75.29, 74.60.1

Так как наименования отраслей, связанных с навигационной деятельностью (использующих навигационные технологии), не привязаны ни к одному из используемых в Российской Федерации классификаторов (ОКПД, ОКВЭД, ТНВЭД) для определения размера валовой добавленной стоимости в отраслях были привязаны виды экономической деятельности в соответствии с ОКВЭД. Последняя колонка в таблице описывает перечень кодов ОКВЭД для каждой отрасли. Данные об общей выручке в отраслях с разбивкой по видам экономической деятельности получены из Росстата.

Оценки добавленной стоимости, генерируемой за счет использования навигационных технологий (системы ГЛОНАСС) приведены в соответствующих подразделах раздела 4.1 диссертационной работы.

Так как в DFM-SSM модели не определяются другие потребные переменные, для получения остальных оценок используется набор вспомогательных эконометрических моделей.

Так, оценка размера основных фондов соответствует размеру вклада в инвестиции в основной капитал за очередной год, генерируемого за счет навигационных технологий (системы ГЛОНАСС). Она определяется на основе робастного (устойчивого во времени) отношения инвестиций в основной капитал к выпуску по всем отраслям Российской Федерации и определяется по формуле:

$$\Delta I_t = \delta * \Delta V_t, \quad (89)$$

где:

$\Delta I_t$  – вклад в инвестиции в основной капитал отрасли в году t;

$V_t$  – вклад в выручку отрасли в году t;

$\delta$  – эластичность роста инвестиций за счет роста выручки.

Параметр  $\delta$  в применяемом научно-методическом аппарате рассчитан на основе модели DSGE и равен 0.181344 в 2016 году, 0,185350 в 2017 году, 0.188206 в 2018 году.

Оценка влияния на численность занятых в отрасли производилась на основе двух эконометрических моделей. Для построения эконометрической модели использовалась выборка предприятий Российской Федерации (2500 предприятий) за 2010-2016 гг. Для оценки коэффициентов использовались модели панельных данных со случайными эффектами как результат проведения статистических тестов нескольких классов моделей.

Изменение размеров выручки влияет на численность занятых не напрямую. Снижение размера выручки влияет на фонд оплаты труда (далее ФОТ), а изменение ФОТ, в свою очередь, с определенным лагом будет влиять на численность рабочих организации. В связи с наличием косвенной взаимосвязи строились две эконометрические модели: модель, выявляющая зависимость между размером ФОТ (с лагом в 1-2 года) и численностью занятых на предприятии, и модель, выявляющая зависимость между размером выручки и ФОТ.

В результате оценки первой модели была получена зависимость следующего вида:

$$\text{Log}(ChZ_{i,t}) = -3.54 + 0.82 * \text{Log}(FOT_{i,t-1}), \quad (90)$$

где:

$ChZ_{i,t}$  – численность занятых на предприятии  $i$  в году  $t$ ;

$FOT_{i,t}$  – фонд заработной платы на предприятии  $i$  в году  $t - 1$ ;

Полученная модель статистически значима, коэффициент детерминации составляет 75%, 95% доверительный интервал оценки при  $\text{Log}(FOT_{i,t-1})$  составляет от 0,8034 до 0,8480. Модель показывает, что при снижении размера ФОТ на 1% численность занятых на предприятии может снизиться в среднем на 0,82% в течение 1-2 лет.

В результате оценки второй модели была получена зависимость следующего вида:

$$\text{Log}(FOT_{i,t}) = 4.21 + 0.60 * \text{Log}(VYR_{i,t-1}), \quad (91)$$

где:

$VYR_{i,t-1}$  – выручка организации-исполнителя ГОЗ  $i$  в году  $t - 1$ ;

$FOT_{i,t}$  – фонд заработной платы на предприятии  $i$  в году  $t$ .

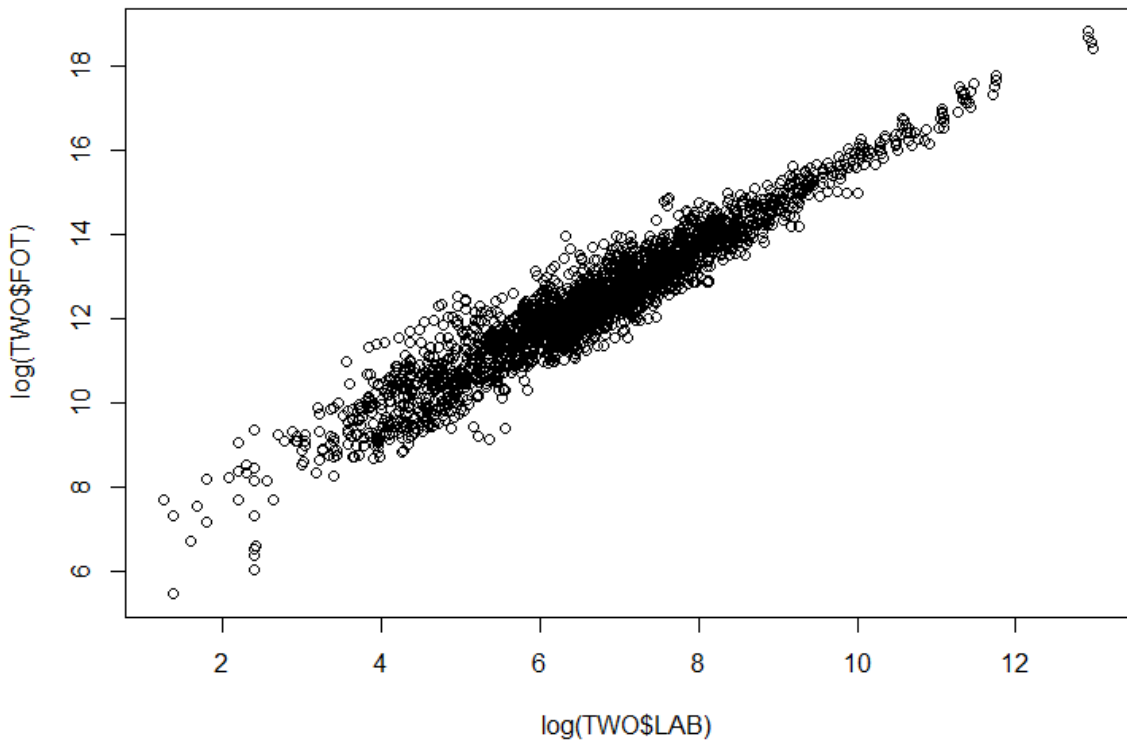


Рисунок 88 – График статистического рассеивания между параметрами и фондом заработной платы и численностью занятых на предприятиях российской промышленности

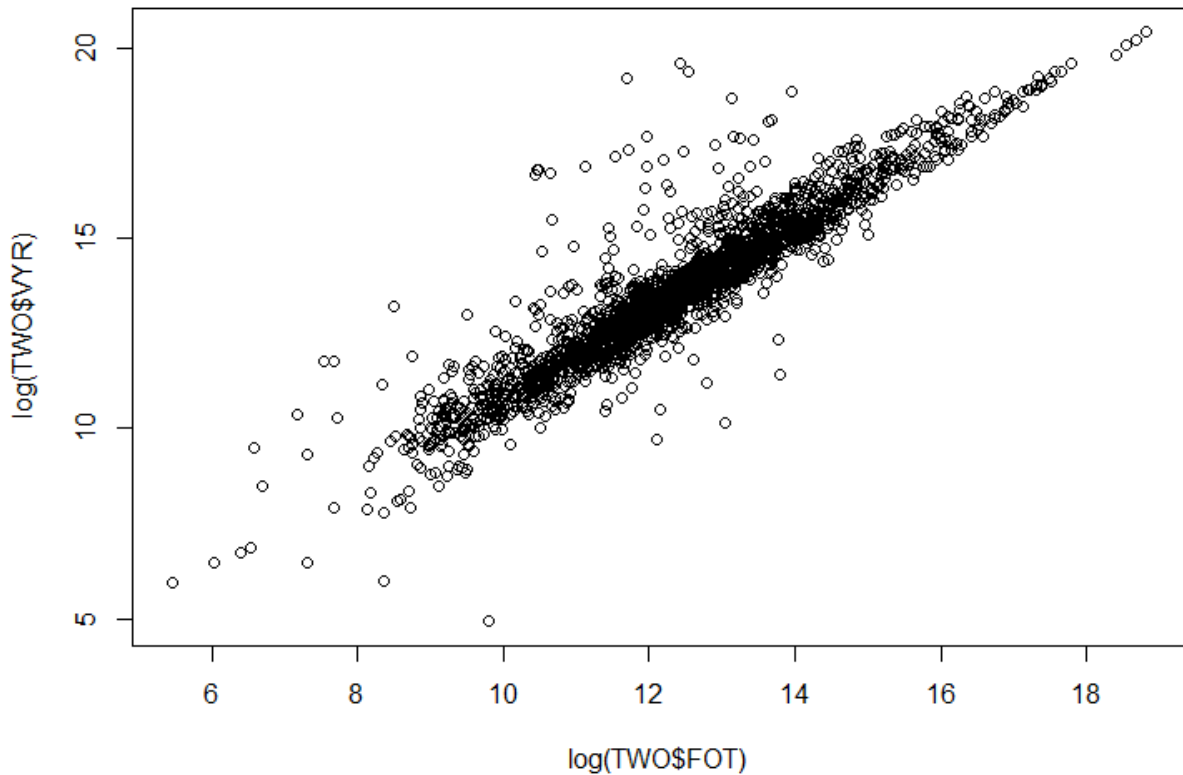


Рисунок 89 – График статистического рассеивания между параметрами выручки предприятий российской промышленности и фондом заработной платы

Графики статистического рассеивания для моделей (90) и (91) представлены на рисунках 88 и 89. Из рисунков видно, что между логарифмированными значениями переменных наблюдается сильная зависимость.

Полученная модель статистически значима, коэффициент детерминации составляет 69%, 95% доверительный интервал оценки при  $\text{Log}(VYR_{i,t-1})$  составляет от 0,5847 до 0,6307. Модель показывает, что при снижении размера выручки на 1% размер ФОТ на предприятии может снизиться в среднем на 0,60% в течение 1 года после снижения.

Статистическая свертка полученных моделей позволяет оценить величину снижения численности занятых на предприятии отраслей отечественной экономики при изменении объема их выручки. Величина изменения оценивается в среднем в 0,492% при снижении размера выручки на 1%.

Оценка налоговых потоков тоже привязывается к размеру выручки и производится на основе финансовых моделей. Для оценки изменения налоговых отчислений в бюджет при изменении выручки используется финансовая модель, в которой учитываются налоговые ставки по основным видам налоговых отчислений: НДС, налог на прибыль, отчисления на социальные нужды, НДФЛ. К прочим налоговым отчислениям относятся налог на имущество организации, транспортный налог, земельный налог. Основные налоговые поступления изменяются прямо пропорционально изменениям выручки, прочие налоги в среднем составляют до 1% от выручки и не коррелируют с ее изменениями.

Все ставки по налоговым отчислениям представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Используемые ставки налогов для оценки налогового потока

Наименование налога / страхового взноса	Ставка налога / страхового взноса	Базовый показатель для расчета отчислений в бюджет
НДС – налог на добавленную стоимость	18%	Выручка предприятия
НДФЛ – налог на доходы физических лиц	13%	Фонд оплаты труда
Страховой взнос в ПФР – обязательные взносы на обязательное пенсионное страхование	22%	Фонд оплаты труда
Страховой взнос в ФСС – Фонд социального страхования	2,9%	Фонд оплаты труда
Страховой взнос в ФФОМС – Федеральный фонд обязательного медицинского страхования	5,1%	Фонд оплаты труда
Налог на прибыль	20%	Прибыль организации

Для оценки совокупного налогового эффекта используется следующая формула:

$$\Delta SNE_t = \Delta V_t \{ p_{VAT} * \varphi * (t_{FOMC} + t_{FCC} + t_{PFR} + t_{INC}) + p_{VAT} * \theta * (t_{PROFIT} + t_{VAT}) \}, \quad (92)$$

где:

$p_{VAT}$  – коэффициент поправки итоговой выручки на размер НДС (приравнивается к  $\frac{100}{118}$ );

$\varphi$  – статистически значимая средняя доля ФОТ в выручке предприятий отечественной промышленности (расчетное значение равно 0,32 по выборке российских предприятий за 2010-2016 гг.);

$t_{FOMC}$  – ставка страхового взноса в ФОМС (равна 5,1%);

$t_{\text{FCC}}$  – ставка страхового взноса в ФСС (равна 2,9%);

$t_{\text{ПФР}}$  – ставка страхового взноса в ПФР (равна 22%);

$t_{\text{НДФЛ}}$  – ставка НДФЛ (равна 13%);

$\theta$  – статистически значимое среднее отношение прибыли к выручке предприятий отечественной промышленности (расчетное значение равно 0,10 по выборке российских предприятий за 2010-2016 гг.);

$t_{\text{PROFIT}}$  – ставка налога на прибыль (равна 20%);

$t_{\text{VAT}}$  – ставка НДС (равна 18%);

$\Delta V$  – изменение объема выпуска;

$\Delta SNE$  – совокупный налоговый эффект.

Консолидация переменных при  $\Delta V_t$  и приведение оценочных коэффициентов позволяет перейти от (92) к (93):

$$\Delta SNE_t = 0.3135 * \Delta V_t, \quad (93)$$

Для повышения качества анализа производится разделение налоговых потоков на полученные напрямую и полученные косвенно. Налоги, полученные напрямую, – это потоки, генерируемые экономикой ГЛОНАСС за счет реализации ФЦП ГЛОНАСС через предприятия ГК «Роскосмос» и другие предприятия, участвующие в реализации ФЦП. Налоги, полученные косвенно, – это налоги с отраслей промышленности, на которые влияет реализация ФЦП ГЛОНАСС и функционирование самой системы ГЛОНАСС.

Таким образом, используемый научно-методический аппарат оценки влияния ГЛОНАСС на экономику отраслей Российской Федерации позволяет в полном объеме учесть влияние на основные экономические показатели, учесть динамическую компоненту и получить разностороннюю картину экономических эффектов от реализации ФЦП ГЛОНАСС.

#### *4.2.6.3 Оценка влияния навигационных систем (на примере системы ГЛОНАСС) на мировую экономику*

В настоящем разделе приводится теоретическое описание перспективного метода оценки влияния системы ГЛОНАСС на мировую экономику. ГЛОНАСС, наряду с GPS, Galileo и BDS, является одной из глобальных навигационных спутниковых систем. С одной стороны, это позволяет использовать ее потребителям во всем мире, что повышает статус как самой системы, так и Российской Федерации. С другой – создается важный институциональный прецедент, так как фактически иностранные пользователи за использование системы не платят, а основные средства поступают от отечественных налогоплательщиков.

Тем не менее, политика Российской Федерации в области навигационной деятельности следует мировым тенденциям и сохраняют бесплатный статус отечественной ГНСС. И это значительно затрудняет проведение каких-либо экономических оценок в отношении ее влияния на мировую экономику. Главным мировым технологическим трендом в области навигации является комплексирование наибольшего числа возможных спутниковых систем. Производителями навигационной аппаратуры разрабатываются и успешно распространяются чипы, основанные на двух (GPS/ГЛОНАСС) и более (до 4 в настоящее время –



GPS/ГЛОНАСС/BDS/Galileo) спутниковых системах. Потребитель навигационных услуг не имеет представления, какой именно группировкой спутников он пользуется, решая свои хозяйственные задачи. В итоге это приводит к тому, что вопросы «разделения» эффектов от навигационных систем не ставятся в мировом масштабе, а оценка такой эффективности сводится к общим словам о высокой значимости спутниковых навигационных систем (как глобальных, так и региональных).

Тем не менее, оценка размеров мирового рынка навигационных услуг производится регулярно, интерес к ней растет, как растет и значимость данных рынков и степень их интеграции в мировую экономику. Таким образом, предлагается в очередной раз поднять вопрос о степени влияния ГЛОНАСС на мировые рынки навигационных услуг и о возможности количественной оценки данного влияния.

В рамках настоящего раздела предлагается рассмотреть следующие теоретические построения для получения оценки эффективности системы ГЛОНАСС в контексте мировой экономики. Прежде всего рассмотрим ряд предпосылок, на которых основана оценка.

Во-первых, ни одна из существующих ГНСС не является идеальной (например, не обеспечивает глобального покрытия для больших значений маскирующего угла места – то есть в условиях плотной городской застройки и др. наиболее интересных областях). Технические характеристики, условия работы и различные ограничения, как связанные, так и не связанные напрямую с системой, число спутников в группировке и многие другие факторы вносят вклад в снижение характеристик (в том числе, эксплуатационных) систем в различных точках Земли. Таким образом, можно (и нужно) говорить о взаимной дополняемости систем, а не об их взаимозаменяемости. Совместные решения по нескольким ГНСС, очевидно, в зависимости от различных факторов будут обладать повышенными характеристиками.

Во-вторых, как отмечалось выше спутниковые навигационные системы являются сильно связанными в части навигационной аппаратуры потребителя, что не позволяет обычному пользователю определить, какой системой в какой мере он сейчас пользуется. С точки зрения экономики, это приводит к тому, что рынок навигационных услуг является неразделимым по признаку используемой спутниковой системы. Для проведения оценки необходимо иметь дело с общими экономическими величинами, в которые включены все ГНСС (или их основная часть).

В-третьих, различные ГНСС принадлежат различным странам, что позволяет включить в анализ стратегическое поведение разных игроков и воспринимать различные ГНСС обособленно.

Общий подход к оценке состоит в следующем. На основе оценки функциональной эффективности определяется вклад спутниковой системы в обеспечение навигации на определенной территории (или во всем мире сразу). Затем полученные оценки вклада нормируются и приводятся к экономической оценке корректировкой на размер рынка навигационных услуг на данной территории (или во всем мире). Выделение территории при этом не является принципиальным моментом, это скорее преимущество предлагаемого подхода. Рассмотрим отдельные элементы подхода подробнее.

Основой предлагаемой оценки является математический аппарат вектора Шепли из теории кооперативных игр. Вектор Шепли позволяет определить справедливый дележ в

коалиционной игре с несколькими игроками. Пусть имеется игра  $\Gamma = \{N, v\}$ , в которой участвует некоторое множество игроков  $N$ , которые могут создавать друг с другом коалиции  $K$  (в том числе из одного игрока). Выигрыши игроков и коалиций описываются характеристической функцией кооперативной игры  $v(K)$ . Через  $v(K)$  обозначается выигрыш коалиции  $K$ , соответственно, через  $v(K/i)$  – выигрыш коалиции  $K$ , из которой исключен игрок  $i$ . Тогда вкладом игрока  $i$  в выигрыш коалиции  $K$  можно назвать величину  $v(K) - v(K/i)$ . Идея вектора Шепли состоит в том, чтобы рассчитать распределение, в котором выигрыш каждого игрока  $i$  будет равен его усредненному вкладу по всем возможным коалициям игры. Вектор Шепли определяется как  $\Phi(\Gamma) = (\varphi_1(v), \varphi_2(v) \dots \varphi_n(v))$ , а его компоненты могут быть рассчитаны по формуле (94):

$$\varphi_i(v) = \sum_{\{K/i \in K \subset N\}} \frac{(k-1)!(n-k)!}{n!} (v(K) - v(K/i)), \quad (94)$$

где  $k$  – число игроков в коалиции  $K$ , а остальные обозначения соответствуют приведенным выше.

Вектор Шепли является крайне мощным аппаратом теории игр, полученные на его основе оценки являются оптимальными, единственными, симметричными и эффективными.

В применении к решаемой проблеме предлагается ввести следующие интерпретации рассмотренного математического аппарата. Игроками  $N$  являются отдельные спутниковые системы (глобальные или региональные), их коалиции  $K$  – соответственно, навигационные спутниковые системы, доступные одновременно в разных регионах мира, выигрышем в игре  $v(K)$  предлагается считать получаемые пользователем функциональные (да, именно функциональные) характеристики навигационных спутниковых систем в случае использования различных навигационных спутниковых систем или их наборов.

Процедура получения оценки экономической эффективности, таким образом, будет состоять из двух этапов. На первом этапе на основе фактических или модельных характеристик функциональной эффективности рассчитывается вектор Шепли, который показывает справедливую оценку вклада каждой спутниковой системы в получаемые пользователем функциональные характеристики. Соответственно, характеристики определяются на основе данных о работе одной или нескольких (одновременно) спутниковых систем. Получение таких оценок реалистично. Полученные компоненты вектора нормируются.

На втором этапе определяется объем рынка навигационных услуг на выбранной территории (в виде отдельной величины) и умножается на вектор Шепли. Из компоненты вектора формируется величина, отвечающая за ГЛОНАСС и суммируется по всем территориям.

Предлагается выбирать набор отдельных территорий, для которых проводить отдельные расчеты вектора Шепли. Это повысит интересность полученных результатов, так как эксплуатационные характеристики навигационных спутниковых систем сильно зависят от географического положения, в различных точках планеты будут получаться разные результаты. Использование усредненных характеристик по всему миру допустимо, но делает проводимый анализ формальным. Идеальным вариантом является получение интегральной оценки по всему миру (по миллионам точек), но с учетом того, что вычисление вектора Шепли является комбинаторной процедурой повышается вероятность получения вычислительной сингулярности.

Исходными данными для описанного подхода являются:

- оценки функциональной эффективности по различным наборам исследуемых навигационных спутниковых систем;
- оценки рынка навигационных услуг в мире и в отдельных странах;
- территориальное разделение планеты с учетом доступности данных для первых двух пунктов.

В целом описанный подход представляется реалистичным и несет большой исследовательский интерес и практическую пользу. Прежде всего, подобных оценок не существовало ранее и не проводился подобный анализ. Следовательно, будет получен качественно новый результат. Также подобные оценки позволят по-новому взглянуть на значимость отечественной ГНСС в мире и степень ее влияния на мировую экономику. Также описанный аппарат позволяет установить важную методологическую связь между функциональной и экономической эффективностью ГНСС.

Проведение вычислений и апробации описанного теоретического подхода является задачей будущих исследований.

#### 4.3 Общие выводы по разделу 4

1. Проведен анализ проблемных вопросов в части оценки экономической эффективности навигационных систем и разработаны предложения по их решению.

2. Разработаны 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).

## 5 Применение разработанных научно-методологических основ

### 5.1 Создание инструментов, обеспечивающих возможность эффективного использования разработанной методологии

#### 5.1.1 Общие сведения о инструментах, обеспечивающих возможность эффективного использования разработанной методологии

Следует отметить, что рассмотренные в данном разделе программно-математические комплексы приведены в качестве примера (одного из вариантов) применения разработанной методологии. Конечные реализации данной методологии могут отличаться от рассмотренных в данной диссертационной работе. Однако, все представленные результаты (в том числе представленные в разделе 5, посвященном комплексному анализу отдельных проведенных оценок эффективности по различным областям проведения оценок и разработке предложений по различным вариантам их использования) получены именно с использованием данных программно-математических комплексов.

#### 5.1.2 Программно-математический комплекс для оценки эксплуатационных характеристик ГНСС

ПМК разработан как реализация методик расчета эксплуатационных характеристик навигационных систем, приведенных в разделе 2.2.5.

Реализованный в ПМК способ оценки эксплуатационных характеристик (например, для услуги абсолютной навигации систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo и др.) заключается в том, что исходные данные (значения эфемерид, апостериорные и штатные данные по шкале времени, полученные от глобальной сети станций сбора измерений, после обработки навигационного радиосигнала ГНСС, т.е. апостериорная высокоточная эфемеридно-временная информация, формируемая в ИАЦ КВНО АО «ЦНИИмаш» [152]), хранящиеся в аппаратно-программном комплексе оценки эксплуатационных характеристик ГНСС (АПКОЭХ) (рисунок 90), используются для расчета точности CSA SIS URE, точности CSA SIS URRE, точности CSA SIS URAE, точности CSA SIS UTCOE, вероятности основного отказа обслуживания (Probability of CSA Major Service Failure), непрерывности CSA SIS (CSA SIS Continuity), доступности орбитальной точки CSA SIS (CSA SIS Per-slot Availability), доступности орбитальной группировки (ОГ) CSA SIS (CSA SIS Constellation Availability), доступности навигационного поля CSA (CSA PDOP Availability), как средней по поверхности и минимальной по поверхности, точности местоопределения CSA (CSA Positioning error), доступности CSA (CSA Service Availability), точности передачи времени CSA (CSA Time transfer accuracy).

При этом исходные данные из системы хранения данных (СХД) АПКОЭХ направляются в блок расчета точности передачи времени АПКОЭХ, в котором производится оценку точности CSA SIS UTCOE (точность передачи поправок разницы системной шкалы времени и

используемой национальной шкалы), точности передачи системной шкалы времени, и на их основе оценивается точность передачи времени CSA Time transfer accuracy (погрешность передачи национальной шкалы времени).

Исходные данные из СХД АПКОЭХ направляются в блок оценки точности CSA SIS URE; URRE; URRAE АПКОЭХ, в котором производится оценка точности CSA SIS URE, рассчитывается глобальная средняя точность CSA SIS URE по каждому НКА и средняя по ОГ и точность CSA SIS URE в наихудшей точке конуса видимости НКА, и передается в СХД.

С использованием блока оценки точности CSA SIS URE; URRE; URRAE АПКОЭХ и на основании расчета глобальной средней точности CSA SIS URE по каждому НКА и средней по ОГ рассчитывается точность CSA SIS URRE и точность CSA SIS URAE и направляется в СХД.

Исходные данные из СХД АПКОЭХ направляются в блок оценки доступности АПКОЭХ, в котором производится расчет доступности орбитальной точки CSA SIS (CSA SIS Per-slot Availability) и доступности ОГ CSA SIS (CSA SIS Constellation Availability), на основании которых в блоке оценки доступности АПКОЭХ на основании расчетов CSA SIS Per-slot Availability и CSA SIS Constellation Availability определяется доступность необходимого количества пригодных для функционирования системы НКА и на ее основе рассчитывается доступность навигационного поля CSA (CSA PDOP Availability), как средняя по поверхности и минимальная по поверхности, и непрерывность CSA SIS (CSA SIS Continuity) и передаются в СХД. Расчеты точности CSA SIS URE в наихудшей точке конуса видимости НКА из СХД АПКОЭХ направляются в блок оценки вероятности основного отказа АПКОЭХ, в котором производится расчет вероятности основного отказа обслуживания (Probability of CSA Major Service Failure), и передается в СХД.

Точность местоопределения CSA (CSA Positioning error) и доступность CSA (CSA Service Availability) рассчитывается на основании данных точности глобальной средней точности CSA SIS URE, точности CSA SIS URE в наихудшей точке конуса видимости НКА и доступности навигационного поля CSA (CSA PDOP Availability), как средней по поверхности и минимальной по поверхности, полученных из СХД АПКОЭХ и переданных в блок расчета точности местоопределения и доступности CSA АПКОЭХ.

Полученные результаты расчетов эксплуатационных характеристик сравнивают со значениями, заданными в Стандартах эксплуатационных характеристиках различных услуг различных ГНСС.

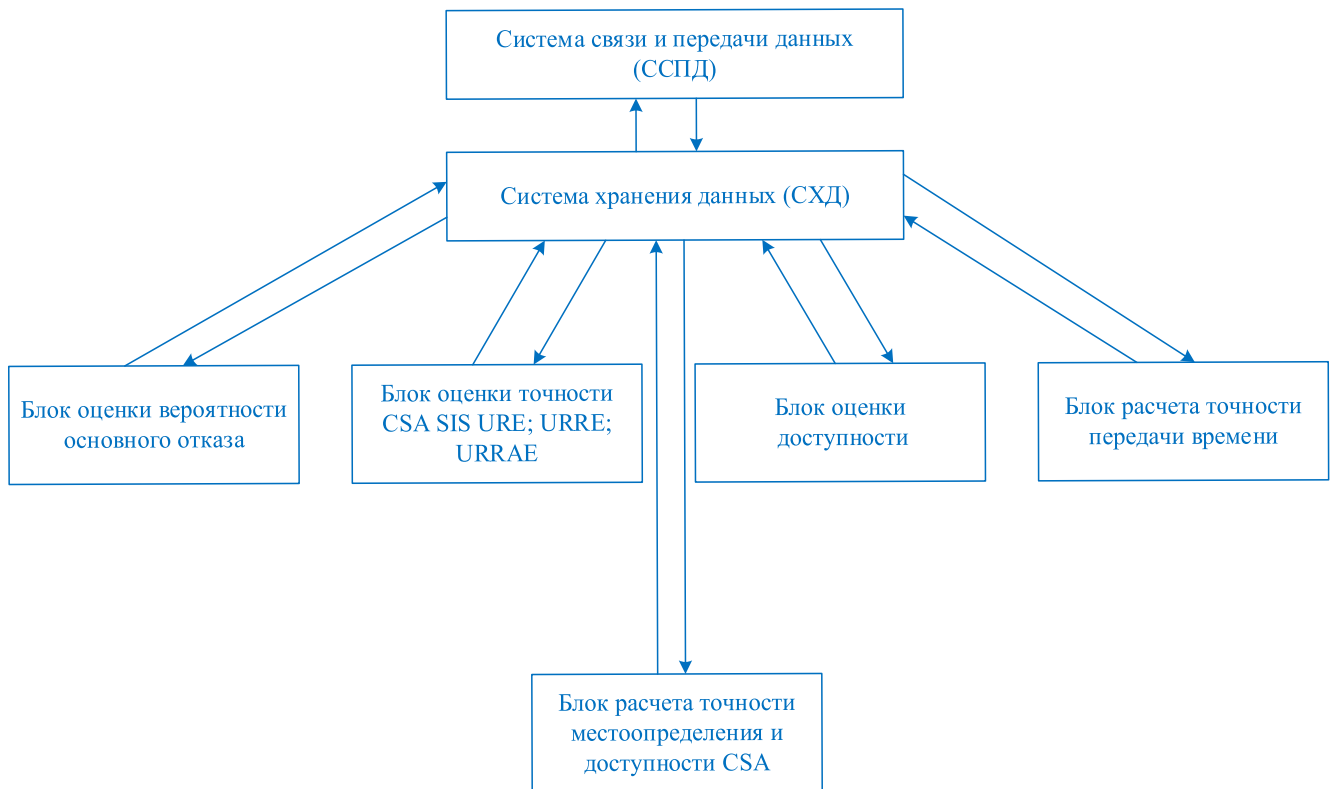


Рисунок 90 – Общая структура аппаратно-программного комплекса оценки эксплуатационных характеристик ГНСС

ПМК для оценки эксплуатационных характеристик ГНСС реализован на языках программирования высокого уровня С, С++.

Используется в проектах Международного комитета по ГНСС при ООН по международному мониторингу IGMA (для мониторинга характеристик систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BDS и проведения их сравнительного анализа), для подтверждения эксплуатационных характеристик ГЛОНАСС в ICAO, в системе сертификации услуг ГЛОНАСС для сертификации ее услуги абсолютной навигации. Результаты работы программно-математического комплекса приведены в разделах 2.2.5.7, 5.2.1.2, 5.2.1.3

Программно-математический комплекс является законченным продуктом, предназначенным для использования экспертами, доработки планируются только при необходимости уточнения методик.

### 5.1.3 Программно-математический комплекс анализа и оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности

ПМК анализа и оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности разработан с использованием основных понятий в сфере навигационной деятельности и базового терминологического стандарта, для задач классификации и кодирования в нем применен классификатор нормативно-правовых и нормативно-технических актов в сфере навигационной деятельности.

ПМК реализует следующий способ оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности (рисунок 91). Исходные данные (нормативно-правовые и нормативно-технические акты в сфере навигационной деятельности), хранящиеся в аппаратно-программном комплексе оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности (АПКОЭСНПТР), используются для расчета двух основных групп характеристик: характеристик мониторинга текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности; оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования с помощью экспертных характеристик; оценки эффективности международной деятельности (в соответствии с перечнем характеристик из раздела 3.2.2.).

При этом АПКОЭСНПТР реализует единую понятийно-терминологическую базу и классификатор нормативно-правовых и нормативно-технических актов в сфере навигационной деятельности при классификации, кодировании, обработке, хранении нормативно-правовых и нормативно-технических актов и при формировании различных запросов (соответствующим блоком АПКОЭСНПТР), связанных с расчетом характеристик соответствующим блоком АПКОЭСНПТР).

Блок формирования базы данных нормативно-правовых и нормативно-технических актов АПРОЭСНПТР обеспечивает перевод в необходимый формат нормативно-правовых и нормативно-технических актов в соответствии с требованиями, определяемыми блоком реализации единой понятийно-терминологической базы и классификатора нормативно-правовых и нормативно-технических актов; блок оценки экспертных характеристик АПКОЭСНПТР также реализует необходимые дополнительные математические модели СНПТР (в соответствии с разделом 3.2.4).

АПКОЭСНПТР также реализует методику оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности, состоящую из семи основных этапов (в соответствии с разделом 3.2.1.2).

Программно-математический комплекс реализован в виде базы данных MS ACCESS с элементами отдельных блоков, реализованных на MatLab и Visual Basic.

Используется как инструмент мониторинга текущего состояния, мониторинга правоприменения, оценки эффективности научно-исследовательских работ, оценки качества нормативного материала, оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования с помощью экспертных характеристик различными ФОИВ, государственной корпорацией по космической деятельности «Роскосмос» и различными экспертными организациями, в том числе в различных НИР.

Результаты работы программно-математического комплекса приведены в разделах 3.2.5, 5.2.2.

Внешний вид основного графического интерфейса комплекса представлен на рисунке 92.

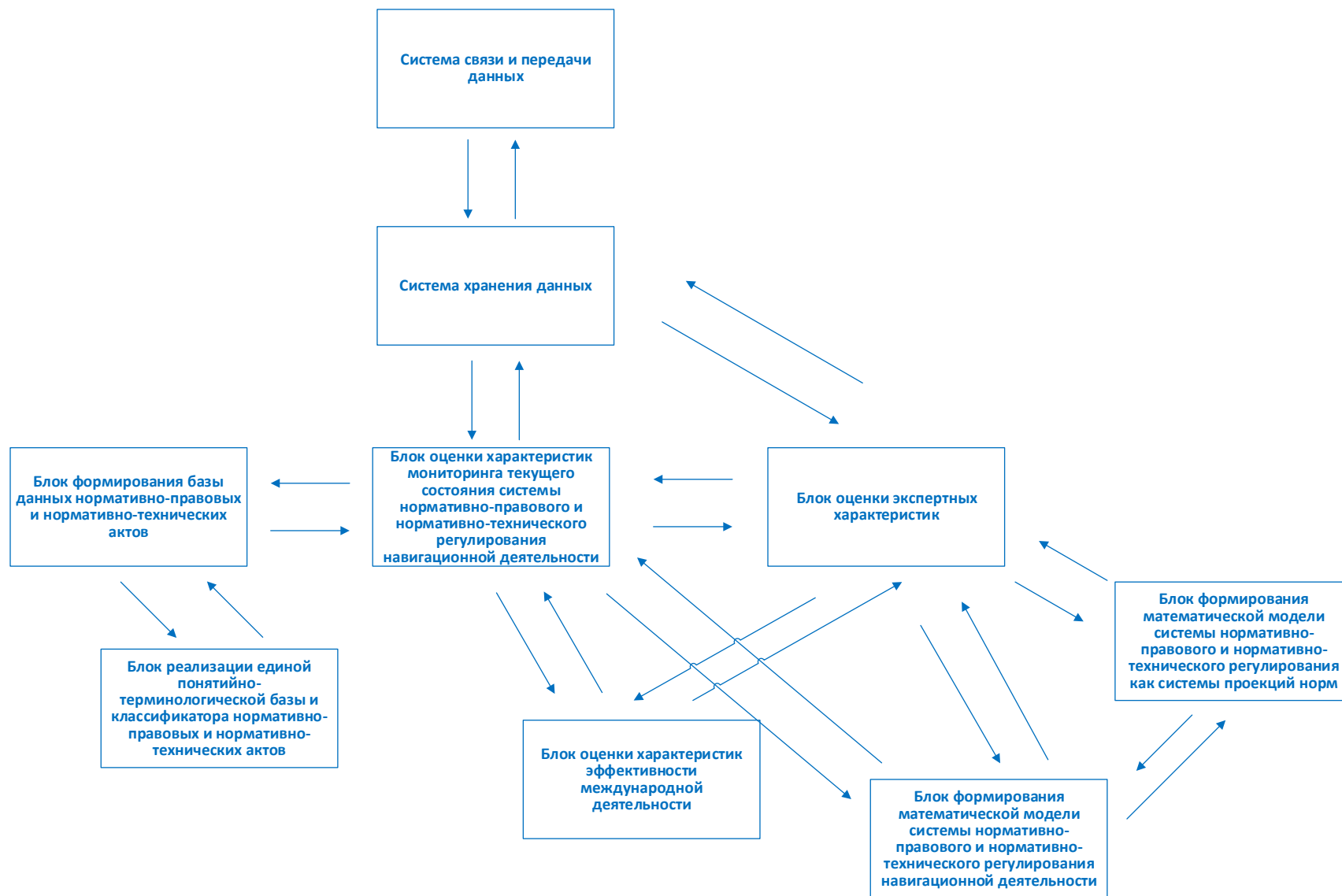


Рисунок 91 – Общая структура аппаратно-программного комплекса оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности



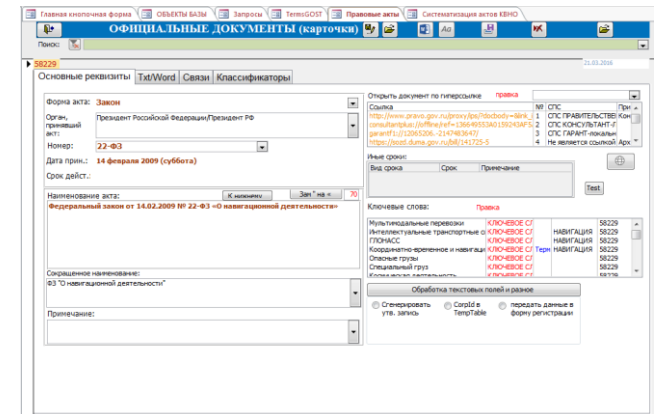
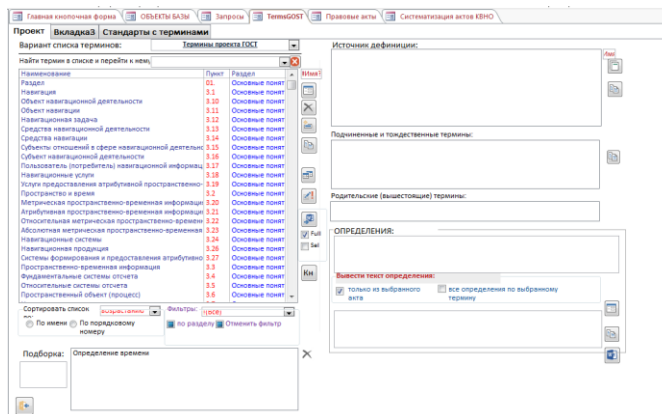
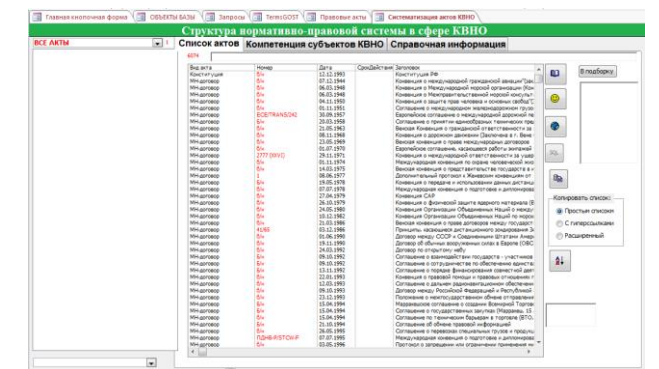
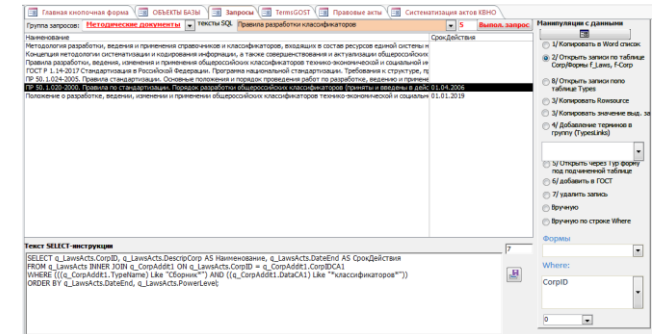
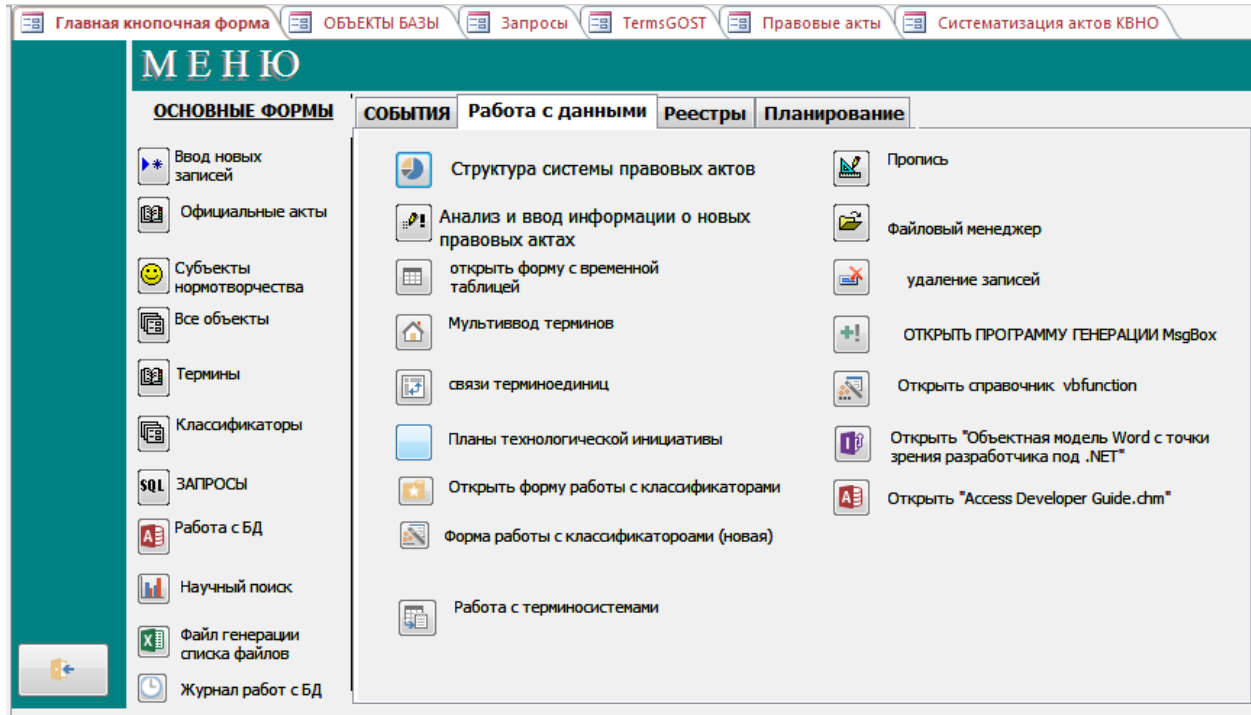


Рисунок 92 – Общий вид основного графического интерфейса программно-математического комплекса анализа и оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности

Учитывая сложность и неоднозначность стоящих перед данным ПМК задач, его функционал не является конечным. Основными направлениями доработки являются:

- обеспечение одновременной работы нескольких пользователей;
- реализация различных математических моделей СНПТР для получения экспертных оценок (расширенных и углубленных);
- разработка дополнительных блоков, основанных на нейроалгоритмах и системах машинного обучения, для решения задач предобработки нормативных актов для помещения в базу данных, построения «системы норм», формирования наборов актов для всех возможных комбинаций «Объект (комбинация объектов) – основные субъекты нормотворчества – вид деятельности – область применения – сфера деятельности – решаемая целевая задача – используемые в качестве средства или объекта (объектов) навигационные средства и системы, их комбинации – условия применения» для оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования.

#### 5.1.4 Программно-математический комплекс, реализующий модели VAR, DSGE и DFM-SSM с необходимыми для использования в области навигационной деятельности доработками, для оценки экономической эффективности

ПМК реализует следующий способ оценки экономической эффективности навигационных систем (рисунок 93).

Исходные данные (Системы национальных счетов, отчетности ФЦП, данные монетарной политики, отраслевой статистики, ОКВЭД, ОКПД, ТН ВЭД и др.), хранящиеся в аппаратно-программном комплексе оценки экономической эффективности навигационных систем (АПКОЭЭНС), с помощью реализуемых адаптированных для оценки навигационной деятельности экономических моделей, включающих: методы прямой оценки на основе величины затрат соответствующей ФЦП, модели DSGE и DFM-SSM, модель оценки налогового потока, метод вектора Шепли, вспомогательные эконометрические модели, используются для расчета потоковых величин: П1, П2, П3, П4; капитальных величин: К1, К2 (в соответствии с подходом, изложенным в разделе 4.1.4).

На основании расчетов данных величин рассчитывается бюджетная эффективность BE, внутривостановая экономическая эффективность EE и полная экономическая эффективность FEE (в соответствии с подходом, изложенным в разделе 4.1.4).

Для оценки величины П1 блок оценки затрат государства на реализацию ФЦП АПКОЭЭНС использует прямую оценку на основе величины затрат соответствующей ФЦП и формирует оценку в виде конечного показателя «размер затрат на реализацию ФЦП».

Для оценки величины П2 блок оценки платы потребителей навигационных товаров/ работ/ услуг их производителям АПКОЭЭНС использует: модель DSGE и модель DFM-SSM и формирует оценку в виде конечных показателей: «вклад ФЦП в ВВП в постоянных ценах», «вклад ФЦП в ВВП в текущих ценах», «вклад в выпуск отрасли».

Для оценки величины ПЗ блок оценки прямого и косвенного налогового потока АПКОЭЭНС использует: модель DFM-SSM, модель оценки налогового потока и формирует оценку в виде конечных показателей: «налоговые поступления от реализации мер», «налоговые поступления в Федеральный бюджет», «налоговые поступления в региональные и местные бюджеты», «налоговые поступления в Фонды».

Для оценки величины П4 блок оценки платы за услуги иностранных потребителей навигационных услуг иностранным производителям АПКОЭЭНС использует метод вектора Шепли и формирует оценку в виде конечного показателя «вклад системы ГЛОНАСС в мировой ВВП».

Для оценки величины К1 блок оценки физического капитала АПКОЭЭНС использует: прямую оценку на основе данных ФЦП, модель DSGE и модель DFM-SSM и формирует оценку в виде конечных показателей: «вклад ФЦП в индекс промышленного производства», «вклад ФЦП в совокупный размер инвестиций в экономику», «вклад в основные фонды отрасли».

Для оценки величины К2 блок оценки человеческого капитала АПКОЭЭНС использует: модель DFM-SSM, вспомогательные эконометрические модели и формирует оценку в виде конечных показателей: «вклад ФЦП в снижение безработицы», «вклад в численность занятых по отрасли».

Блок модели DFM-SSM АПКОЭЭНС реализует специально адаптированную для оценки навигационной деятельности динамическую факторную модель в форме пространства состояний. Блок модели DFM-SSM+ АПКОЭЭНС реализует расширение динамической факторной модели в форме пространства состояний для оценки отраслевых эффектов. Блок модели DSGE АПКОЭЭНС реализует специально адаптированную для оценки навигационной деятельности динамическую стохастическую модель общего равновесия.

Блок прямой оценки АПКОЭЭНС реализует прямую оценку на основе величины затрат соответствующей ФЦП. Блок модели оценки налогового потока АПКОЭЭНС реализует модель оценки налогового потока. Блок оценки вектора Шепли АПКОЭЭНС реализует метод вектора Шепли. Блок вспомогательных моделей АПКОЭЭНС реализует вспомогательные эконометрические модели.

Оценка бюджетной эффективности ВЕ рассчитывается соответствующим блоком АПКОЭЭНС и определяет соотношение между затратами на поддержание и развитие системы ГЛОНАСС и продуцируемым ею налоговым потоком на основе оценок величин П1 и П3.

Оценка внутристрановой экономической эффективности ЕЕ рассчитывается соответствующим блоком АПКОЭЭНС и определяет соотношение между затратами и получаемым общим экономическим эффектом внутри Российской Федерации на основе оценок величин П1, П2 и П3.

Оценка полной экономической эффективности FEE рассчитывается соответствующим блоком АПКОЭЭНС и определяет соотношение между затратами и получаемым общим экономическим эффектом как в стране, так и за ее пределами на основе оценок величин П1, П2, П3 и П4.

Блок оценки эффективности и реализуемости государственных программ АПКОЭЭНС использует блоки оценки П2 и П3 и рассчитывает показатели: «вклад ФЦП в индекс промышленного производства», «вклад ФЦП в совокупный размер инвестиций в экономику», «вклад в основные фонды отрасли», «налоговые поступления от реализации мер», «налоговые поступления в Федеральный бюджет», «налоговые поступления в региональные и местные бюджеты», «налоговые поступления в Фонды».

Блок оценки отраслевого влияния навигационных систем АПКОЭЭНС использует блоки оценки П1 и П2 и рассчитывает аналогичные показатели: «вклад ФЦП в индекс промышленного производства», «вклад ФЦП в совокупный размер инвестиций в экономику», «вклад в основные фонды отрасли», «налоговые поступления от реализации мер», «налоговые поступления в Федеральный бюджет», «налоговые поступления в региональные и местные бюджеты», «налоговые поступления в Фонды», но в разрезе отдельных отраслей.

Блок среднесрочного и долгосрочного стратегического планирования государственных программ с максимально достоверными и подтверждаемыми экономическими показателями АПКОЭЭНС использует дополнительные исходные данные: бюджетный прогноз Российской Федерации на период до 2036 года, долгосрочный прогноз социально-экономического развития Российской Федерации до 2036 года, варианты ресурсного обеспечения проекта ФЦП «Поддержание и развитие системы ГЛОНАСС на период 2021-2030 гг.» (в случае анализа вариантов новой ФЦП «ГЛОНАСС») для расчета показателей.

Программно-математический комплекс используется в настоящее время в том числе при разработке программных документов и при разработке документов стратегического планирования (при оценке соответствующих экономических показателей).

Основное направление доработки – постоянное итерационное уточнение используемых моделей.

В связи со стихийной реализацией отдельных математических методов, используемых в эконометрике и экономическом моделировании, в настоящее время отсутствует единый пакет или программная среда, где были бы реализованы все необходимые функции для эффективного построения моделей оценки эффективности системы ГЛОНАСС.

DSGE-модель реализована в пакете Dynare среды математической разработки Matlab. По факту, в настоящее время это единственный пакет, который позволяет полностью реализовывать разработку, калибровку, тестирование и использование моделей DSGE типа, который используется во всем мире. В других программных средах (в частности, в R) реализован только частичный функционал для работы с DSGE моделями. Это является проблемой в связи с тем, что MatLab – проприетарное программное обеспечение с закрытым исходным кодом, его использование в составе другого ПО (например, клиент-серверных приложений) затруднено. Данное обстоятельство накладывает определенные риски на продолжение разработки в среде MatLab и требует рефакторинга имеющегося кода на основе открытых программных средств (R, Python или аналогичные). Математический аппарат оценки DSGE моделей достаточно сложен, что сильно повышает трудоемкость выполнения данной задачи. Для работы с моделью используется консольный интерфейс, что исключает возможность приведения скриншотов.

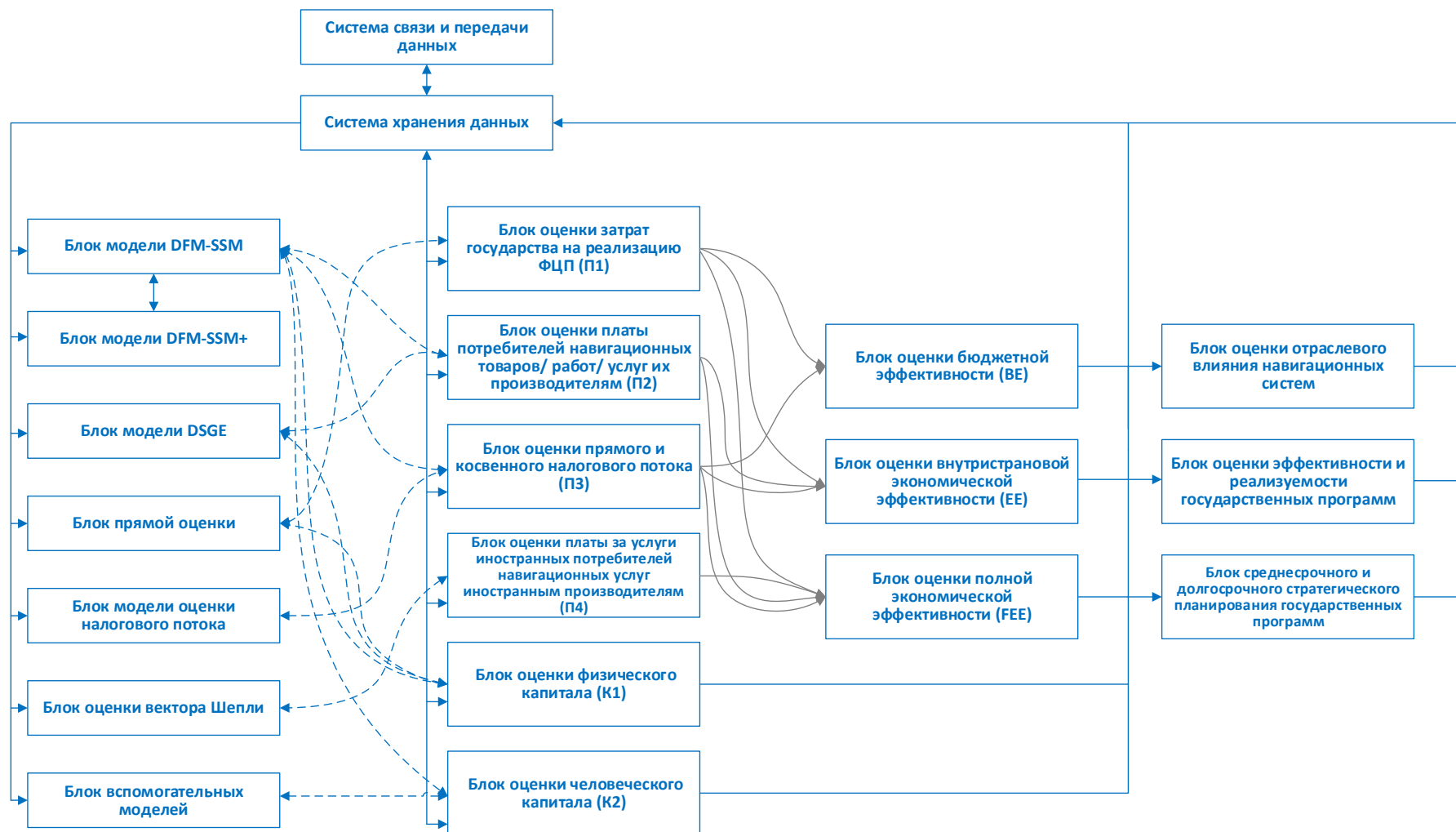


Рисунок 93 – – Общая структура аппаратно-программного комплекса оценки экономической эффективности навигационных систем

DFM-SSM модель реализована на языке R с применением профильных математических библиотек для оценки отдельных элементов. В настоящее время разрабатывается модульное клиент-серверное приложение, в функционал которого также будет входить оценка экономической эффективности системы ГЛОНАСС. DFM-SSM модель значительно проще интегрируется во внешние среды разработки, так как библиотеки для интеграции ядра R в интерпретаторы и компиляторы других языков программирования в настоящее время уже имеются. В то же время в связи с авторским подходом к моделированию DFM-SSM модель находится в стадии исследований и ее функционал сильно ограничен. В частности, затруднительно строить условные прогнозы (с использованием жестко заданных прогнозных значений параметров), сценарные прогнозы (с использованием шоков на компоненты) и т.д. DFM-SSM модель требует дальнейшей разработки и исследования. Для работы с моделью используется консольный интерфейс, что исключает возможность приведения скриншотов.

Полезным для конечного пользователя является возможность быстро разрабатывать экспресс-модели (слепок актуальных откликов на импульсы, прогнозами, ретро-данными и перечнем взаимодействий) для оценки экономической эффективности системы ГЛОНАСС в среде MS Excel. Это позволяет достичь ряда положительных результатов:

- сильно расширяет круг конечных пользователей результатов моделирования в связи с тем, что MS Excel или его аналоги установлены на огромном числе компьютеров;
- позволяет быстро составлять или изменять визуализацию полученных расчетов;
- сохраняется интерактивность моделей – сценарные условия можно менять прямо в среде MS Excel, глобальный пересчет требуется в среднем раз в год;
- значительно снижается трудоемкость и уровень вхождения для расчета дополнительных производных характеристик оценок эффективности.

Перспективной (и реализуемой в настоящее время) задачей разработки программно-математического обеспечения для оценки экономической эффективности системы ГЛОНАСС является разработка современного клиент-серверного веб-приложения с поддержкой кроссплатформенности. Задача оценки экономической эффективности является задачей государственной важности, находящейся под контролем отдельных министерств и ведомств. Это требует доступа к функциям хотя бы экспресс-модели с планшетов и мобильных телефонов. В связи с этим, необходима мобильная верстка и разработка «дружественного» пользовательского интерфейса.

### 5.1.5 Конструктор критериев

Конструктор критериев включает в себя матрицу областей проведения оценки, типов и подтипов оценки разного уровня, характеристик (индикаторов и показателей), им соответствующих. Для каждой такой характеристики определены типы методик расчета, типы связи с другими характеристиками, возможность расширения (расширенного использования), тип исходных данных, тип получаемых результатов оценки, потребители результатов оценки и

возможные применения результатов оценки (задачи, которые с их помощью можно решить или упростить).

Основной идеей использования такого конструктора критериев является возможность для его пользователя, устанавливая различные ограничения (например, на доступные ему исходные данные, требования к прослеживаемости и повторяемости результатов, требования использования официальных методик расчета и др.) или условия задачи (или группы задач), которую ему необходимо решить, получать характеристики, набор характеристик или типов характеристик, который ему в этом поможет. В случае отсутствия точно требуемых характеристик, можно установить, к какой области проведения оценки, типу (подтипу) оценки они относятся и на основе близких характеристик сформировать необходимую. Фактически, данный конструктор критериев и описанная матрица являются аналогом периодической таблицы, задающим общую структуру существующих и потенциально возможных характеристик. Вновь появляющиеся характеристики, типы и подтипы оценок разного уровня, могут дополнять имеющуюся матрицу. Использование данной матрицы фактически формирует поле всех возможных характеристик и позволяет далее использовать различные методы принятия решений и др. (метод уверенных суждений и др.). Отдельные проведенные оценки в разделе 5 ниже демонстрируют жизнеспособность предлагаемого подхода.

Текущая версия матрицы областей проведения оценки, типов и подтипов оценки разного уровня, характеристик (индикаторов и показателей), им соответствующих приведена в таблице 18.

Примечания (цифровые) к таблице 18 приведены ниже.

К типам методик (по качеству, статусу, возможности реализации) относятся:

- формализованные (1) (строгие методики (формулы, порядок получения и использования исходных данных, порядок проведения расчетов, порядок подтверждения результатов расчетов и др.)); неформализованные (2) (набор формул без конкретного места их применения, набор рекомендаций и др.); смешанного типа (3); суррогатные (4) (наборы экспертных документов, акты, протоколы и др. без проведения расчетов (в т. ч. только с помощью измерений));
- официально предоставленные (предназначенные) для ограниченного или неограниченного использования (5) (опубликованные с соответствующей записью, в соответствующем документе и др.); неофициальные (6) (общеизвестные, общепринятые, разработанные экспертным сообществом и др.); с неопределенным статусом (7);
- общедоступная (8); с ограничениями по исходным данным (9); с ограничениями по доступу к отдельным частям методик (10).

К типам связей с другими характеристиками относятся: формализованные (29) (строгие связи), неформализованные (30) (неявные связи), непрослеживаемые связи (31).

К типам исходных данных (по качеству, статусу, возможности использования (открытости)) относятся:

- официально предоставленные (предназначенные) для ограниченного или неограниченного использования (11) (опубликованные с соответствующей записью, в соответствующем документе и др.); неофициальные (12) (подготовленные экспертным сообществом и др.); с неопределенным статусом (13);
- формализованные (14) (полные, со строгой структурой, формой и др.); неформализованные (15) (частичные, плохо структурированные, требующие дополнительной обработки и др.); смешанного типа (16); суррогатные (17) (наборы экспертных документов, акты, протоколы и др.);
- общедоступные (18); ограниченного распространения (19); с ограничениями по доступу к отдельным частям исходных данных (20).

К типам результатов оценки характеристик относятся:

- прослеживаемые (21); непрослеживаемые (22);
- повторяемые (23); неповторяемые (24); частично повторяемые (25);
- достоверные (26); недостоверные (27); частично достоверные (28).

К потребителям результатов относятся:

- ФОИВ, государственные корпорации, министерства, ведомства, экспертные организации (37);
- международные организации (38);
- юридические и физические лица (39) (национальные и международные);
- разработчики навигационных систем и составных частей навигационных систем (40);
- провайдеры услуг навигационных систем (41);
- разработчики и производители навигационной аппаратуры потребителя (42);
- потребители услуг навигационных систем (43);
- научно-исследовательские и производственные организации (44).

К возможным применениям (задачам) на верхнем уровне иерархии (без детализации) относятся:

- мониторинг, контроль и подтверждение характеристик навигационных систем (с обязательным взаимным признанием результатов) (45);
- сертификация услуг навигационных систем, составных частей навигационных систем и навигационных систем в целом (46);
- оценка качества (эффективности) различных аспектов создания, развития, функционирования и использования навигационных систем, их составных частей, услуг (47);
- среднесрочное и долгосрочное планирование программ и мероприятий по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем (национальных, региональных, международных) (48);
- оценка рынков услуг навигационных систем (49);



- оценка эффективности и реализуемости программ и мероприятий по созданию, развитию, функционированию и использованию навигационных систем (национальных, региональных, международных) (50);
- оценка эффективности и сравнительный анализ различных вариантов создания, развития, функционирования и использования навигационных систем, их составных частей, услуг(51).

К другим примечаниям относятся:

- (32) - разработана автором (при участии автора);
- (33) - может использоваться (или использована) при формировании характеристик (группы характеристик) более высокого уровня иерархии относительно данной, с ее привлечением в качестве основной;
- (34) – может использоваться (или использована) для разработки характеристик (групп характеристик) более низкого уровня иерархии, на основе данной;
- (35) – возможно формирование характеристик (группы характеристик) более высокого уровня иерархии относительно данной, с ее привлечением в качестве дополнительной;
- (36) – возможна формализация нескольких характеристик на основе данной характеристики, но это требует разработки дополнительных методик под конкретные задачи.

Конструктор критериев также реализован в виде программно-математического комплекса комплексной оценки эффективности навигационных систем (АПККОЭНС) (рисунок 94). АПККОЭНС, фактически, реализует, способ комплексной оценки эффективности навигационных систем.

Блок расчета области проведения оценки «Функциональная эффективность» обеспечивает: оценку тактико-технических характеристик навигационных систем из различных документов (включая оценку тактико-технических характеристик навигационных систем из технических заданий; оценку тактико-технических характеристик навигационных систем из тактико-технических требований; оценку тактико-технических характеристик навигационных систем из интерфейсных контрольных документов); оценку по индикаторам и показателям федеральных целевых программ; оценку по модельным (номинальным) характеристикам навигационных систем; оценку непрямой эффективности; оценку с помощью эксплуатационных характеристик.

Блок расчета области проведения оценки «Эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности» обеспечивает расчет характеристик для: мониторинга текущего состояния, мониторинг правоприменения, оценка эффективности научно-исследовательских работ, оценка качества нормативного материала; для оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности с помощью экспертных характеристик (общих экспертных оценок (включая оценку полноты (достаточности) актов нормативно-правового и нормативно-технического

регулирования навигационной деятельности (НПТР); оценку используемости (применимости) актов нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности; оценку наличия проблемных вопросов нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности; оценку избыточности актов нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности); расширенных экспертных оценок (предусматривающих оценку соответствия решаемой объектом нормопользования задачи (степени решения целевой задачи) с использованием различных математических моделей системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования); расширенных углубленных экспертных оценок (предусматривающих оценку соответствия решаемой объектом нормопользования задачи (степени решения целевой задачи) с использованием различных математических моделей системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования с учетом того, что нормативные документы в реальности содержат не нормы, а их проекции)).

Блок расчета области проведения оценки «экономическая эффективность» обеспечивает расчет характеристик для: оценки деятельности конечных потребителей навигационных услуг; оценки рынков навигационных услуг/технологий; оценки мероприятий (программ) как инвестиционных проектов; оценки стоимости/затрат в форме технико-экономических обоснований на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы; оценки по индикаторам и показателям федеральных целевых программ; оценка потоковых и капитальных величин с помощью макро- и микро- экономических моделей (включая оценку бюджетной и коммерческой эффективности; оценку отраслевого влияния навигационных систем).

Блоки решения задач «Мониторинг, контроль и подтверждение характеристик НС (с обязательным взаимным признанием результатов)», «Сертификация услуг НС», «Оценка качества (эффективности) различных аспектов СРФИ НС, их СЧ, услуг», «Среднесрочное и долгосрочное планирование программ и мероприятий по СРФИ НС (национальных, региональных, международных)», «Оценка рынков услуг НС», «Оценка эффективности и реализуемости программ и мероприятий по СРФИ НС (национальных, региональных, международных)», «Оценка эффективности и сравнительный анализ различных вариантов СРФИ НС, их СЧ, услуг» обеспечивают выбор блоков (оценки характеристик из различных документов (ТТХ, ТЗ, ТТТ и др.), оценки по индикаторам и показателям федеральных целевых программ, оценки по модельным (номинальным) характеристикам навигационных систем, оценки непрямой эффективности, оценки с помощью эксплуатационных характеристик, мониторинга текущего состояния, оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности с помощью экспертных характеристик, оценки деятельности конечных потребителей навигационных услуг, оценки рынков навигационных услуг/технологий, оценки мероприятий (программ) как инвестиционных проектов, оценки стоимости/затрат в форме ТЭО на НИОКР, оценки по индикаторам и показателям федеральных целевых программ, оценки потоковых и капитальных величин с помощью макро- и микро- экономических моделей) в соответствии с определенными условиями и ограничениями задач и расчет соответствующих характеристик.

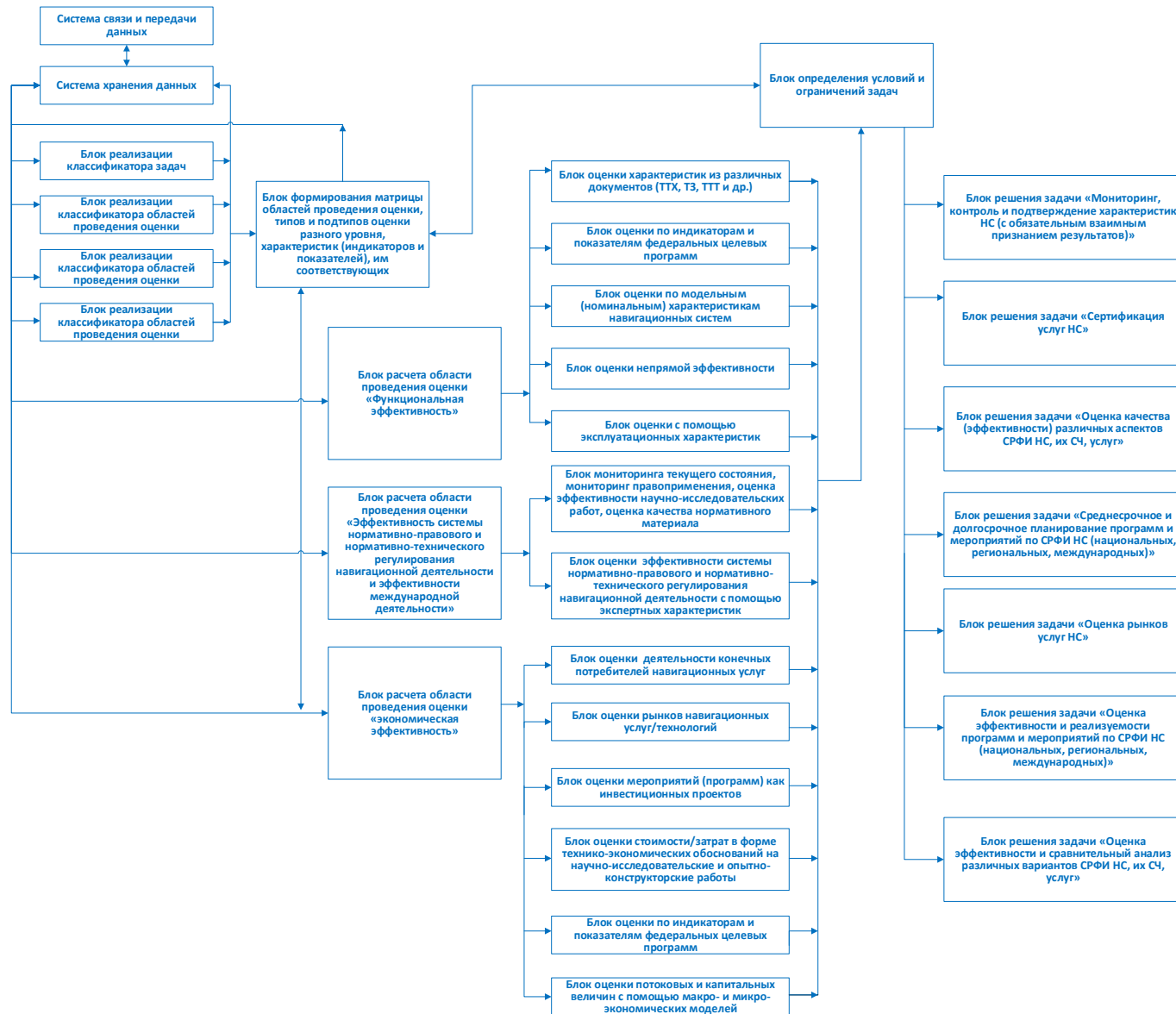


Рисунок 94 – – Общая структура аппаратно-программного комплекса комплексной оценки эффективности навигационных систем

Таблица 18 – Матрица областей проведения оценки, типов и подтипов оценки разного уровня, характеристик (индикаторов и показателей), им соответствующих

№ ОП О	Область проведения оценки	№ Т О	Тип оценки	№ П Т- 1	Подтип оценки 1 уровня	№ П Т- 2	Подтип оценки 2 уровня	№ Х	Наименовани е характеристи к и (индикатора, показателя)	Тип мето дики расче та	Тип связи с другим и характ еристи ками	Возможно сть расширен ия (расширен ного использов ания)	Тип ИД	Тип результ атов оценк и	Потребии тели результ атов	Возмож ные примен ения (задачи )
--------------	------------------------------	-------------	------------	-------------------	------------------------------	-------------------	------------------------------	--------	---	------------------------------------	---	--	-----------	--------------------------------------	-------------------------------------	---

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Функциональная эффективность		Оценка ТТХ НС из ТЗ, ТТТ и др. подобных документов		Оценка ТТХ систем из ИКД (для ГНСС)		Энергетическ е и спектральные характеристи к и		Мощность радиосигналов, принимаемых потребителем	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	34, 35, 36	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	21, 23, 24, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 51
								Мощность нежелательных излучений	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	34, 35, 36	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	21, 23, 24, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 51	
									Мощность внутрисистемных радиопомех	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	34, 35, 36	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	21, 23, 24, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 51
									Ширина занимаемой сигналом полосы частот	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	34, 35, 36	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	21, 23, 24, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 51
									Корреляционные потери	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	34, 35, 36	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	21, 23, 24, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 51
									Фазовые шумы несущей частоты для навигационного сигнала	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	34, 35, 36	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	21, 23, 24, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 51
									Групповая задержка навигационного	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	34, 35, 36	11, 12, 13, 14,	21, 23, 24, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
									радиосигнала в бортовой аппаратуре НКА				15, 16, 17, 18, 19							
							Другие возможные типы оценки характеристик и из ИКД 2 уровня		Другие возможные характеристики из ИКД данного типа	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	34, 35, 36	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	21, 23, 24, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 51				
				Оценка ГТХ систем из ГТТ		Базовая услуга с открытым доступом (одночастотный режим)		Точность местоопределения	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51					
										Доступность РНП	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51			
										Время доведения информации о нарушении целостности	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51			
										Базовая услуга с открытым доступом (многочастотный режим)		Точность местоопределения	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51	
												Доступность РНП	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51	
												Время доведения информации о нарушении целостности	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51	
								Услуга повышенной надежности и точности (сертифицированная услуга SBAS (CAT I))		Доступность РНП	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51			
										Время доведения информации о нарушении целостности	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
							Услуга повышенной надежности и точности (сертифицированная услуга GBAS (CAT I/II))	Доступность РНП	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51	
								Время доведения информации о нарушении целостности	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51	
						Услуга относительной навигации	Точность местоопределения	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51		
								Время доведения информации о нарушении целостности	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51	
						Услуга высокой точности	Точность местоопределения	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51		
								Доступность РНП	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51	
								Время доведения информации о нарушении целостности	2, 3, 6, 7, 9, 10	29, 30	34, 35, 36	12, 13, 15, 16, 19, 20	21, 23, 25, 26, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51	
					Оценка ГТХ систем из ТЗ			Выбираются из ТЗ в зависимости от задачи	4, 6, 7, 9, 10	30, 31	-	12, 13	21, 23, 25, 28	37, 38, 39, 40, 41, 42, 44	46	
			Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ					Доступность навигации на открытой местности в любой точке на поверхности Земли	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			(функциональн м)	-	-	-	-		Количество космических аппаратов в системе	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-	-		Погрешность определения местоположен ия в реальном времени в государственн ой геоцентрическ ой системе координат за счет космического сегмента без использования систем функциональн ых дополнений		Среднее значение пространственн ого геометрического фактора	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-	-				Составляющая эквивалентной погрешности измерений псевдодальност и за счет погрешности бортовой эфemerидно- временной информации	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-	-		Погрешность определения местоположен ия в государственн ой геоцентрическ ой системе координат за счет космического сегмента с использование м систем функциональн ых дополнений		В оперативном режиме	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-	-				В оперативном режиме с начальной инициализацией	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-	-				В апостериорном режиме	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				-					Время предупреждения потребителей о нарушении целостности навигационного обеспечения	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-					Погрешность определения времени потребителя в системной шкале времени за счет космического сегмента	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-					Среднее значение временного геометрического фактора определения времени потребителя в системной шкале времени за счет космического сегмента	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-					Погрешность согласования системной шкалы времени с национальной шкалой времени UTC (SU)	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-					Погрешность согласования национальной шкалы времени	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									UTC (SU) с международной шкалой времени UTC							
							Погрешность определения параметров вращения Земли		Погрешность определения координат полюса в оперативном режиме	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Погрешность определения координат полюса в апостериорном режиме	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Погрешность определения Всемирного времени в оперативном режиме отечественными средствами	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Погрешность определения Всемирного времени в апостериорном режиме	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Погрешность определения параметров прецессии и нутации	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Относительная погрешность определения эфемерид тел	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									Солнечной системы							
							Погрешность государственной геоцентрической системы координат		Погрешность привязки ГГСК к центру масс Земли и разворотов относительно Международной земной системы координат	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Погрешность ГГСК, реализуемой системой ГЛОНАСС	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Погрешность относительной привязки постоянно действующих пунктов фундаментальной астрономо-геодезической сети	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Погрешность определения высот квазигеоида	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
					Другие возможные подтипы оценки 1 уровня функциональных характеристик из федеральных		Другие возможные подтипы оценки 2 уровня функциональных характеристик из федеральных		Другие возможные характеристики из федеральных программ	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					х целевых программ		целевых программ									
		Оценка по модельным (номинальным) характеристикам НС			-		-		Вертикальная (горизонтальная, др.) составляющая СКО	1, 5, 6, 32	29	34, 35, 36	11, 12	21, 23, 26	37, 40, 44	47, 51
					-		-		Доступность решения при соответствующей СКО	1, 5, 6, 32	29	34, 35, 36	11, 12	21, 23, 26	37, 40, 44	47, 51
					Другие возможные подтипы оценки 1 уровня по модельным (номинальным) характеристикам НС		Другие возможные подтипы оценки 2 уровня по модельным (номинальным) характеристикам НС		Другие возможные характеристики по модельным (номинальным) характеристикам НС	1, 5, 6	29	34, 35, 36	11, 12	21, 23, 26	37, 40, 44	47, 51
		Оценка непрямо́й эффективности		Подтипы оценки целевой эффективности 1 уровня различных транспортных, связанных и др. систем, использующих НС		Подтипы оценки целевой эффективности 2 уровня различных транспортных, связанных и др. систем, использующих НС		Характеристики целевой эффективности различных транспортных, связанных и др. систем, использующих НС	1-7, 9, 10	30, 31	35, 36	11, 12, 13	21-28	37	47, 51	
					-		Оценка обеспечивающих функций		Оценка обратной совместимости НАП	1-7, 9, 10	30, 31	35, 36	11, 12, 13	21-28	37	47, 51
								Вероятность реализации проекта по СРФИ НС, СЧ	1-7, 9, 10	30, 31	35, 36	11, 12, 13	21-28	37	47, 51	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									НС, их услуг в заданный срок							
									Другие характеристики обеспечивающих функций	1-7, 9, 10	30, 31	35, 36	11, 12, 13	21-28	37	47, 51
					Другие подтипы оценки непрямои эффективности 1 уровня		Другие подтипы оценки непрямои эффективности 2 уровня		Другие характеристики оценки непрямои эффективности	1-7, 9, 10	30, 31	35, 36	11, 12, 13	21-28	37	47, 51
			Оценка с помощью эксплуатационных характеристик		-		Точность CSA SIS		Точность определения дальности (погрешность псевдодальности и за счет космического сегмента — точность CSA SIS URE)	1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51
									Точность CSA SIS URRE	1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51
									Точность CSA SIS URAE	1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51
									Точность CSA SIS UTCOE	1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51
									Вероятность основного отказа обслуживания (Probability of CSA Major Service Failure)	1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51
									Непрерывность CSA SIS (CSA SIS Continuity)	1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51
								Доступность CSA SIS	Доступность орбитальной	1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
								точки CSA SIS (CSA SIS Per-slot Availability)								
								Доступность OG CSA SIS (CSA SIS Constellation Availability)	1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51	
							Характеристик и местоопределения и определения времени CSA	Доступность навигационного поля CSA (CSA PDOP Availability)	1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51	
						Точность местоопределения CSA (CSA Positioning error)		1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51		
						Доступность CSA (CSA Service Availability)		1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51		
						Точность передачи времени CSA (CSA Time transfer accuracy)		1, 5, 8, 32	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51		
					Другие подтипы оценки с помощью эксплуатационных характеристик 1 уровня		Другие подтипы оценки с помощью эксплуатационных характеристик 2 уровня	Другие эксплуатационные характеристики	1, 5, 8	29	33-36	11, 14, 18, 20	21, 23, 26	37-44	45-47, 51	
	Эффективность системы нормативно-		Мониторинг текущего состояния, мониторинг правоприменения, оценка				Мониторинг текущего состояния	Количество отмененных актов	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51	
								Количество укрупненных актов	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			Эффективности НИР, оценка качества нормативного материала						Количество обжалованных актов в судебном порядке	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
									Количество отмененных актов судами	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
									Количество обжалованных актов в административн ом порядке	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
									Количество отмененных актов в административн ом порядке	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
									Количество изменений, внесенных в акты (степень «стабильности» нормативной системы)	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
									Количество отмененных актов с заменой их на аналогичные с тем же предметом регулирования	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
									Количество мероприятий по мониторингу текущего состояния системы нормативно-	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									правового и нормативно-технического регулирования							
									Другие характеристики, относящиеся к мониторингу текущего состояния	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
								Мониторинг правоприменения	Количество мероприятий по мониторингу правоприменительной практики	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
									Другие характеристики, относящиеся к мониторингу правоприменения	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
								Оценка эффективности и научно-исследовательских работ	Количество НИР, по результатам которых разработаны проекты нормативных актов	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
									Другие характеристики, относящиеся к оценке эффективности научно-исследовательских работ	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
			Оценка эффективности		Характеристики для базовой				Доля участия российских делегаций в	1, 4, 5, 8, 9	29	33, 35	11, 14, 18, 19	21, 23, 26	37-44	47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			международной деятельности		оценки эффективности международной деятельности				мероприятиях международных организаций, компетентных в принятии нормативных документов в сфере навигационной деятельности							
									Количество представителей Российской Федерации в органах управления международных организаций, компетентных в принятии нормативных документов в сфере навигационной деятельности	1, 4, 5, 8, 9	29	33, 35	11, 14, 18, 19	21, 23, 26	37-44	47
									Другие характеристики, относящиеся к базовой оценке эффективности международной деятельности	1, 4, 5, 8, 9	29	33, 35	11, 14, 18, 19	21, 23, 26	37-44	47
					Характеристики для расширенной оценки эффективности международной деятельности		Оценка функциональной эффективности международной деятельности		Различные характеристики данного подтипа	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					ной деятельност и		Оценка общеобеспечи вающей эффективност и международно й деятельности		Различные характеристики данного подтипа	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47
							Оценка эффективност и международно й деятельности по представлени ю навигационны х систем в профильных международны х организациях		Различные характеристики данного подтипа	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47
							Оценка нормативно- методической эффективност и международно й деятельности		Различные характеристики данного подтипа	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47
							Оценка технической эффективност и международно й деятельности		Различные характеристики данного подтипа	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47
							Оценка экономической эффективност и международно й деятельности		Различные характеристики данного подтипа	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
							Оценка затрат на функциональную, техническую, нормативно-методическую и организационную эффективность международной деятельности		Различные характеристики данного подтипа	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47
							Оценка организационной эффективности международной деятельности		Различные характеристики данного подтипа	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47
							Другие подтипы оценки 2 уровня, относящиеся к расширенной оценке эффективности международной деятельности		Другие характеристики, относящиеся к базовой оценке эффективности международной деятельности	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47
							Другие типы оценки эффективности международной деятельности 1 уровня		Другие характеристики, относящиеся к оценке эффективности международной деятельности	2-4, 6, 7, 8-10	30, 31	33-36	11-20	21-28	37-39, 31, 33	47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
			Оценка эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности с помощью экспертных характеристик		Общие экспертные оценки		Оценка полноты (достаточности)		Различные характеристики для оценки полноты системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51	
								Оценка используемости (применимости)		Различные характеристики для оценки используемости системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
								Оценка наличия проблемных вопросов		Различные характеристики для оценки наличия проблемных вопросов в системе нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
							Оценка избыточности		Различные характеристики для оценки избыточности в системе нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
					Расширенные экспертные оценки (математические модели СНПТР)		Характеристики и устойчивости системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования		Характеристики точек бифуркации исследуемых уравнений, описывающих модель	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51
								Другие характеристики, относящиеся к устойчивости системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51	
							Типы характеристик для оценки удовлетворенности нормопользователей системой нормативно-правового и нормативно-	Характеристики для оценки удовлетворенности нормопользователей системой нормативно-правового и нормативно-технического регулирования	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
							технического регулирования 2 уровня									
					Расширенные углубленные экспертные оценки (система норм)		Характеристики и устойчивости системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования	Характеристики точек бифуркации исследуемых уравнений, описывающих модель	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51	
								Другие характеристики, относящиеся к устойчивости системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51	
							Типы характеристик для оценки удовлетворенности нормопользователей системой нормативно-правового и нормативно-технического регулирования 2 уровня	Характеристики для оценки удовлетворенности нормопользователей системой нормативно-правового и нормативно-технического регулирования	1, 3, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11-20	21-28	37-44	46, 47, 51	
	Экономическая эффективность		Оценка деятельности конечных потребителей навигационных услуг		Оценка деятельности государственных потребителей		Оценка по показателям финансовой отчетности	Характеристики для оценки деятельности государственных потребителей навигационных	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	30, 31	33-35	11, 12, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25	37, 39, 44	47, 50	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				й навигационн ых услуг					услуг на муниципальном, региональном и федеральном уровне							
						Оценка деятельности государственн ых потребителей навигационны х услуг по другим показателям			Характеристики для оценки деятельности государственны х потребителей навигационных услуг на муниципальном, региональном и федеральном уровне	2, 3, 4, 5, 6, 7 8, 9, 10	30, 31	33-35	12, 13, 16, 17, 19, 20	22, 24, 25, 28	37, 38, 39, 44	47, 50
				Оценка деятельност и других потребителе й навигационн ых услуг (национальн ых и международ ных)		Различные типы оценки деятельности других потребителей навигационны х услуг 2 уровня			Различные характеристики оценки деятельности национальных негосударственн ых и международных потребителей навигационных услуг	2, 3, 4, 5, 6, 7 8, 9, 10	30, 31	33-35	12, 13, 16, 17, 19, 20	22, 24, 25, 28	37, 38, 39, 44	47
			Оценка рынков навигационных услуг/технологий			Оценка импорта НАП на рынок Российской Федерации			Объем поставок НАП в количественном и стоимостном выражении	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
									Долевая оценка типов НАП	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
									Количество поставленной НАП	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
									Оценка долей НАП по	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									различным применениям							
									Стоимостные оценки НАП по различным применениям	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
							Оценка российского импорта НАП в зарубежные страны		Объем экспортируемой НАП в количественном и стоимостном выражении	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
									Долевая оценка типов НАП	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
									Количество поставленной НАП	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
									Оценка долей НАП по различным применениям	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
									Стоимостные оценки НАП по различным применениям	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
							Оценка объема рынка НАП Российской Федерации		Объем производства НАП в количественном и стоимостном выражении	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
									Другие характеристики оценки объема рынка НАП Российской Федерации	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
							Оценка наиболее перспективны		Оценка объемов производства и использования	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
							х сегментов рынка НАП Российской Федерации		НАП по наиболее перспективных сегментов рынка НАП Российской Федерации							
									Другие характеристики наиболее перспективных сегментов рынка НАП Российской Федерации	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
					Другие типы оценки рынков навигационных услуг/технологий 1 уровня		Другие типы оценки рынков навигационных услуг/технологий 2 уровня		Другие характеристики, относящиеся к оценке рынков навигационных услуг/технологий	3-10	30, 31	35	11-20	21-28	37-44	47, 49, 51
			Оценка мероприятий (программ) как инвестиционных проектов		-		-		Чистый дисконтированный доход	1, 5, 6	29	33, 35	11-20	21, 23, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51
								Внутренняя норма доходности	1, 5, 6	29	33, 35	11-20	21, 23, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51	
								Срок окупаемости	1, 5, 6	29	33, 35	11-20	21, 23, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51	
					Другие типы оценки мероприятий (программ) как инвестиционных		Другие типы оценки мероприятий (программ) как инвестиционных проектов 2 уровня		Другие характеристики, относящиеся к оценке мероприятий (программ) как инвестиционных проектов	-	-	-	-	-	-	-



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					проектов 1 уровня											
			Оценка стоимости/затрат на мероприятие (Программу мероприятий) в форме ТЭО на НИОКР		-		Оценка стоимости результатов НИОКР		Трудоёмкость выполнения работ по НИОКР (по результатам и в целом)	1, 4, 5	29	33, 35	11, 14-19	21, 23, 26, 28	37, 40, 41, 42, 43, 44	47, 50, 51
						Стоимость результатов НИОКР и НИОКР в целом		1, 4, 5	29	33, 35	11, 14-19	21, 23, 26, 28	37, 40, 41, 42, 43, 44	47, 50, 51		
						Другие характеристики оценки стоимости результатов НИОКР		1, 4, 5	29	33, 35	11, 14-19	21, 23, 26, 28	37, 40, 41, 42, 43, 44	47, 50, 51		
					Другие типы оценки стоимости/затрат на мероприятие (Программу мероприятий) в форме ТЭО на НИОКР 1 уровня		Другие типы оценки стоимости/затрат на мероприятие (Программу мероприятий) в форме ТЭО на НИОКР 2 уровня		Другие характеристики, относящиеся к оценке стоимости/затрат на мероприятие (Программу мероприятий) в форме ТЭО на НИОКР	1, 4, 5	29	33, 35	11, 14-19	21, 23, 26, 28	37, 40, 41, 42, 43, 44	47, 50, 51
			Оценка по индикаторам и показателям федеральных целевых программ (экономическим)		-				Степень картографического обеспечения гражданских потребителей	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
						-	Количество разработанных чипсетов,		Чипсеты	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
							модулей, аппаратно-программных средств и средств испытаний гражданского назначения		Модули	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Аппаратно – программные средства	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Средства испытаний	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Количество образцов средств, расширяющих сферу применения и использования системы ГЛОНАСС (ассистирующих систем)	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Уровень соответствия разработанных образцов чипсетов, модулей, аппаратно-программных средств и ассистирующих систем гражданского назначения иностранным аналогам	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Количество разработанных по заказу Минобороны России образцов	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									навигационных средств (базовых модулей, навигационной аппаратуры потребителей, навигационно-информационных систем, средств обеспечения испытаний)							
				-					Количество опытных образцов навигационных средств, разработанных в интересах МВД России, ФСИН России, ФСКН России	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
				-			Уровень использования системы ГЛОНАСС МЧС России		Количество оснащенных воздушных судов в рамках создания системы мониторинга авиации МЧС России	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Развертывание многоуровневой навигационно-информационной системы мониторинга транспортных средств МЧС	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									России на базе технологий системы ГЛОНАСС в составе диспетчерских центров округов							
									Развертывание многоуровневой навигационно-информационной системы мониторинга транспортных средств МЧС России на базе технологий системы ГЛОНАСС в составе диспетчерских пунктов субъектов Российской Федерации	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Развертывание многоуровневой навигационно-информационной системы мониторинга транспортных средств МЧС России на базе технологий системы ГЛОНАСС в составе автоматизированных рабочих	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
								мест подразделений								
							Уровень использования системы ГЛОНАСС на транспорте	Количество средств функциональны х дополнений системы ГЛОНАСС наземного базирования в аэропортах гражданской авиации, введенных в эксплуатацию	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50	
								Количество установленных контрольно- корректирующи х станций и комплексов оборудования контрольно- корректирующе й станции, совмещенной с базовой станцией автоматической идентификацион ной системы, работающих с использованием системы ГЛОНАСС	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50	
								Степень внедрения технологий, функционирую щих с	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									использованием системы ГЛОНАСС, на автомобильном транспорте							
									Количество диспетчерских пунктов автоматизированных систем контроля деформаций и смещений искусственных сооружений на автомобильных дорогах, введенных в эксплуатацию и работающих с использованием технологий системы ГЛОНАСС	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Количество систем управления движением железнодорожных транспортных средств, работающих с использованием технологий системы ГЛОНАСС	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50
									Количество территориальных органов	1, 4, 5, 8, 9	29, 30	35	11, 14, 17, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37	47, 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									Ространснадзора, оснащенных системами мониторинга транспортных средств, функционирующими с использованием технологий системы ГЛОНАСС							
		Оценка потоковых и капитальных величин с помощью макро- и микро-экономических моделей	Оценка бюджетной и коммерческой эффективности навигационных систем					Бюджетная эффективность	Прямые бюджетные эффекты	1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51
	Бюджетный эффект от предоставления государственных услуг								1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51	
	Бюджетный эффект от коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности и опытно-конструкторских разработок								1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51	
	Другие характеристики оценки бюджетной эффективности								1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51	
								Коммерческая эффективность	Влияние затрат на навигационные системы на ВВП страны	1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									Влияние на навигационные системы на объемы инвестиций	1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51
									Другие характеристики оценки коммерческой эффективности	1, 5, 6, 8, 9	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51
					Оценка отраслевого влияния навигационных систем		Оценка отраслевых эффектов системы ГЛОНАСС с помощью модели DFM-SSM		Оценка совокупного объема рынка или выручки, получаемой за счет влияния системы ГЛОНАСС на отдельную отрасль отечественной экономики (для семи основных отраслей)	1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51
									Оценка размера основных фондов (вклада в инвестиции в основную капитал за очередной год, генерируемого за счет навигационных технологий)	1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51
									Оценка численности занятых в отрасли	1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
									Оценка налоговых потоков	1, 5, 6, 8, 9, 32	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51
									Другие характеристики, которые могут быть оценены с помощью модели DFM-SSM	1, 5, 6, 8, 9	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51
							Другие типы оценки отраслевого влияния навигационных систем 2 уровня		Различные характеристики оценки отраслевого влияния навигационных систем	1, 5, 6, 8, 9	29, 30	33-36	11, 14, 18, 19	21, 23, 25, 26, 28	37-44	47, 48, 50, 51

### 5.1.6 Общие выводы по разделу 5.1

1. Разработаны специализированные средства в виде соответствующих аппаратно-программных комплексов, реализующих разработанную методологию комплексной оценки эффективности навигационных систем.

2. Данные средства могут быть использованы в качестве основных и вспомогательных инструментов для решения задач, требующих проведения различных оценок эффективности.

3. Данные средства являются адаптируемыми и обладают значительным модернизационным потенциалом.

## 5.2 Комплексный анализ и оценка возможности использования результатов оценки

### 5.2.1 Оценка функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик

Предлагаемая методология дает возможность получать оценки значительного количества эксплуатационных характеристик с использованием различных методик расчета, исходных данных, подходов и др., в том числе, например, следующие (для ГНСС):

- оценки эксплуатационных характеристик для системы ГЛОНАСС на длительном (многолетнем) интервале времени;
- оценки эксплуатационных характеристик систем ГЛОНАСС и GPS на длительном интервале времени;
- оценки эксплуатационных характеристик систем ГЛОНАСС, GPS, BDS и Galileo на единых эталонных исходных данных на коротком интервале времени).

В разделах ниже приводятся конкретные примеры использования данных оценок для конкретных задач.

#### 5.2.1.1 *Сертификация услуг навигационных систем в интересах международных потребителей*

В данном разделе рассмотрим процесс сертификации услуг навигационных систем на примере сертификации базовой навигационной услуги системы ГЛОНАСС. Для решения данного вопроса проводилась отдельная НИР [171], потом ОКР [172], поскольку вопрос оказался нетривиальным.

##### 5.2.1.1.1 Сертификация услуг навигационных систем

Сертификация услуг навигационных систем является формой подтверждения характеристик услуги, предоставляемой системой. Фактически, только после данного процесса можно говорить о возможности реального использования данной услуги потребителями,

поскольку она является наиболее очевидной формой гарантий от провайдера услуг навигационной системы.

Ситуация несколько различна для провайдеров базовых услуг ГНСС (поскольку они представляются безвозмездно) и для провайдеров услуг второго уровня (поскольку часть из них является коммерческими, т.е. фактически товарами, к которым потребители могут применять значительно более жесткие требования, а провайдеры обязаны нести за них все бремя ответственности, в том числе материальной, уголовной и др.).

На минимальном уровне в качестве гарантий провайдеров базовых услуг (применительно к ГНСС) используются соответствующие, официально утвержденные, стандарты эксплуатационных характеристик и интерфейсные контрольные документы. Однако, в настоящее время, с учетом растущих требований потребителей (причем не в части повышения характеристик, а в части гарантий о соответствии характеристик заданным).

Для услуг потребительских систем (например, для системы GBAS ЛККС-А-2000 [173], которая является характерной системой второго уровня, и первой в мире сертифицированной системой GBAS) процедура сертификации более проработана, существует определенный порядок и организации (например, для упомянутой системы GBAS на момент проведения сертификации – Межгосударственный авиационный комитет – МАК), обеспечивающие выполнение данных процедур.

Следует отметить, что данная процедура, несмотря на отработанность, является крайне сложной для провайдера, поскольку участие сертифицирующей организации требуется на всех этапах жизненного цикла, причем с глубиной погружения вплоть до элементов используемого программного кода, и начинается с процесса разработки технического задания на данную систему). Например, европейская система SBAS (рисунок 5, в разделе 1.1.1.1), предоставляющая услуги второго уровня, - EGNOS, такую сертификацию в полном объеме до сих пор не прошла.

#### 5.2.1.1.2 Общий подход к сертификации услуг ГНСС и основные проблемные вопросы

Для провайдеров ГНСС и предоставляемых ими услуг, если рассматривать более расширенные гарантии помимо просто наличия стандартов эксплуатационных характеристик и интерфейсных контрольных документов (в которых закреплены основные эксплуатационные характеристики услуг, а также их значения) необходимо обязательное участие специальных средств, систем, организаций (с наличием определенного комплекса аппаратно-программных и технических средств и систем, соответствующей нормативно-правовой и нормативно-технической базой, регламентирующих их деятельность), способных проводить процедуры сертификации, т.е. проводить процедуры подтверждения заявленных характеристик в соответствии с существующими нормами.

Однако для того, чтобы такие процедуры провести нельзя ограничиваться только услугами, сертификацию должны проходить также и аппаратно-программные и технические средства, участвующие в формировании и предоставлении услуг.

Отсутствие нормативно-правовой и нормативно-технической базы проведения таких процедур также усложняет процесс сертификации.

### 5.2.1.1.3 Текущий вариант организации процесса сертификации услуг системы ГЛОНАСС

Для иллюстрации всех реальных сложностей и принятых на текущих момент решений по их преодолению, рассмотрим текущий вариант организации процесса сертификации базовой услуги системы ГЛОНАСС (более подробно данный вариант рассмотрен в [18]).

### 5.2.1.1.4 Общий подход к сертификации услуг ГЛОНАСС

Система ГЛОНАСС является сложной системой и для создания гарантированной системы навигационных услуг необходимо проведение двухуровневого процесса сертификации:

- сертификация аппаратно-программных и технических средств, входящих в состав системы ГЛОНАСС;
- сертификация услуг, предоставляемых системой ГЛОНАСС.

Аппаратно-программные и технические средства, подлежащие сертификации определяются на основе схемы деления ГЛОНАСС как составные части системы ГЛОНАСС [174]:

- космический ракетный комплекс (КРК), то есть средства выведения;
- наземный сегмент космического комплекса (НС КК), то есть наземный комплекс управления;
- подсистема навигационных космических аппаратов;
- комплекс средств фундаментального и метрологического обеспечения (КСФО) системы ГЛОНАСС;
- комплекс аппаратуры спутниковой навигации (КАСН), используемой для государственных нужд (государственного назначения);
- комплекс функциональных дополнений системы ГЛОНАСС, в том числе глобальные (глобальная система высокоточного определения навигационной и эфемеридно-временной информации - СВО ЭВИ), широкозонные (системы дифференциальных коррекций и мониторинга - СДКМ-КФД) и локальные (Ground-based Augmentation System - GBAS).

К услугам, предоставляемым системой ГЛОНАСС, подлежащим сертификации, относятся:

- базовая услуга (услуга абсолютной навигации), т.е. услуга предоставления радионавигационного поля системы ГЛОНАСС, формируемого радиосигналами навигационных спутников и определяемая основными эксплуатационными характеристиками (характеристиками Signal-in-Space – сигнала в пространстве);
- услуга повышения надежности и точности (услуга дифференциальной навигации), т.е. услуга предоставления дифференциальных поправок системы широкозонного функционального дополнения (СДКМ-КФД) к сигналам ГЛОНАСС;
- услуга относительной навигации, т.е. услуга предоставления поправок к сигналам ГЛОНАСС относительно базовой станции (станций);

- услуга высокой точности (услуга абсолютной высокоточной навигации), т.е. услуга предоставления поправок системы высокоточной навигации (СВО ЭВИ) к сигналам ГЛОНАСС.

Сертификационные процедуры для составных частей ГЛОНАСС и услуг системы ГЛОНАСС могут быть двух типов:

- проведение полной сертификации (с созданием и аккредитацией органов по сертификации (ОС), испытательных лабораторий (ИЛ), проведением сертификационных испытаний, оформлением сертификатов на составные части и услуги системы ГЛОНАСС);
- организация взаимодействия с существующими (и создаваемыми) средствами и системами сертификации или подтверждения соответствия характеристик составных частей ГЛОНАСС и услуг системы ГЛОНАСС (в рамках ФСС КТ, системы оценки соответствия и других систем).

Для сертификации услуг, в соответствии с международными и национальными требованиями, необходимо наличие соответствующего нормативно-технического документа на оценку соответствия характеристикам которого и проводятся испытания аппаратно-программными и техническими средствами ИЛ.

В части услуги абсолютной навигации в качестве такого документа используется СТЭХОС ГЛОНАСС, а процесс сертификации именно базовой услуги подробно рассмотрен в [24].

Для сертификации же услуг дифференциальной, абсолютной высокоточной и относительной навигации существуют следующие варианты:

- разработка соответствующих дополнений (приложений к СТЭХОС ГЛОНАСС);
- разработка отдельных стандартов эксплуатационных характеристик для услуг;

#### 5.2.1.1.5 Архитектура и этапность создания системы сертификации

Таким образом, учитывая проведенные исследования по существующим системам сертификации, ОС, ИЛ (либо испытательные центры) и другим организациям, а также различным регламентирующим нормативно-правовым и нормативно-техническим документам общая структура системы сертификации ГЛОНАСС на текущем этапе исследований в соответствии с [172] имеет вид, представленный на рисунке 95.

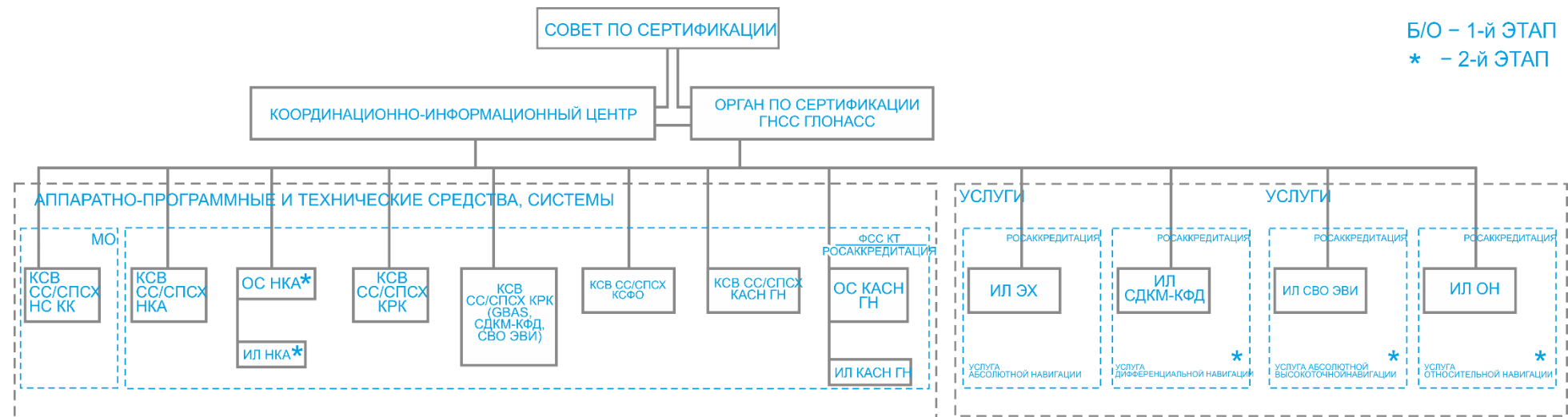


Рисунок 95 – Общая структура системы сертификации ГЛОНАСС на текущем этапе исследований

Основными структурными элементами системы сертификации системы ГЛОНАСС являются:

- координационно-информационный центр сертификации системы ГЛОНАСС (КИЦ системы сертификации ГЛОНАСС), координирующий работы по организации сертификации системы ГЛОНАСС и обеспечивающий информационное взаимодействие составных частей системы сертификации системы ГЛОНАСС;
- ОС системы ГЛОНАСС (ОС системы сертификации ГЛОНАСС), оформляющий итоговый сертификат на систему ГЛОНАСС;
- комплексы средств взаимодействия с существующими (и создаваемыми) средствами и системами сертификации или подтверждения соответствия характеристик (КСВ СС/СПСХ) СЧ ГЛОНАСС и услуг системы ГЛОНАСС;
- соответствующим образом аккредитованные органы по сертификации и испытательные лаборатории по проведению испытаний и сертификации составных частей системы ГЛОНАСС и услуг, предоставляемых системой ГЛОНАСС.

Учитывая сложность создания системы сертификации ГЛОНАСС, а также переход на перспективный НКА «Глонасс-К2» начиная с 202X годов целесообразно предложить вести работы по созданию системы в два этапа (в две очереди: 2017–2020 и 2021–2030 годы). В рамках первого этапа разрабатываются комплексы средств взаимодействия с существующими (и создаваемыми) средствами и системами сертификации или подтверждения соответствия характеристик КРК и СЧ КРК; НС КК и СЧ НС КК; НКА «Глонасс-М» и «Глонасс-К1»; КСФО (в том числе с системой обеспечения единства измерений); КАСН ГН; ФД с целью предоставления актуальных документов (сертификатов, актов и протоколов испытаний, технических заданий, тактико-технических заданий, тактико-технических требований, актов о вводе в эксплуатацию и других документов) в КИЦ и ОС ГЛОНАСС, а также создаются средства сертификации отдельных типов АСН для отдельных групп потребителей (перечень типов НАП и групп потребителей должен быть определен дополнительно, например, на этапе ЭП).

На втором этапе создаются средства сертификации перспективного НКА «Глонасс-К2» и ключевых СЧ перспективного НКА «Глонасс-К2» (в том числе БИНК, БСУ, АФУ, конструкции НКА, спектральных, энергетических и временных характеристик сигналов НКА) на этапах НЭО, ЛИ и в процессе эксплуатации.

В части услуг системы ГЛОНАСС можно отметить, что на первом этапе необходимо создать необходимые аппаратно-программные и технические средства, которые позволят провести сертификацию услуги абсолютной навигации, на втором – услуг дифференциальной, абсолютной высокоточной и относительной навигации.

Исходя из ряда технико-экономических, нормативно-технических и организационных моментов, создание ОС для каждой СЧ системы ГЛОНАСС нецелесообразно (возможно использование сертификатов, актов и протоколов испытаний, ТЗ, ТТЗ, ТТТ, актов о вводе в

эксплуатацию и других документов от соответствующих комплексов взаимодействия в качестве подтверждающей документации).

Сертификацию услуг предлагается проводить в ОС системы ГЛОНАСС непосредственно, используя доказательную документацию, полученную из соответствующих созданных ИЛ.

#### 5.2.1.1.6 Методика сертификации

Таким образом, методику получения итогового сертификата на систему ГЛОНАСС можно представить в виде, приведенном на рисунке 96.

В общем случае для получения итогового общего сертификата на систему ГЛОНАСС, который будет выдаваться непосредственно ОС ГЛОНАСС, необходимо собрать:

- набор сертификатов, актов и протоколов испытаний, ТЗ, ТТЗ, ТТТ, актов о вводе в эксплуатацию и других документов на аппаратно-программные и технические средства (системы);
- набор актов и протоколов испытаний на услуги ГЛОНАСС и результаты экспертизы (заключения).

В набор доказательной документации для сертификации аппаратно-программных и технических средств (систем) (учитывая два этапа создания системы) входят сертификаты, акты и протоколы испытаний, ТЗ, ТТЗ, ТТТ, акты о вводе в эксплуатацию и другие документы на:

- средства НС КК;
- НКА (для НКА «Глонасс-М», «Глонасс-К1» и перспективного «Глонасс-К2»);
- КРК (средства выведения);
- технические средства и услуги КФД;
- КАСН ГН;
- КСФО;
- комплектующие изделия межотраслевого применения (КИМП), электронная компонентная база (ЭКБ).

В набор доказательной документации для сертификации услуг ГЛОНАСС входят:

- результаты экспертизы (заключения);
- акты и протоколы испытаний услуги абсолютной навигации (эксплуатационных характеристик ГЛОНАСС);
- акты и протоколы испытаний услуги дифференциальной навигации (СДКМ-КФД);
- акты и протоколы испытаний услуги абсолютной высокоточной навигации (СВО ЭВИ);
- акты и протоколы испытаний услуги относительной навигации.



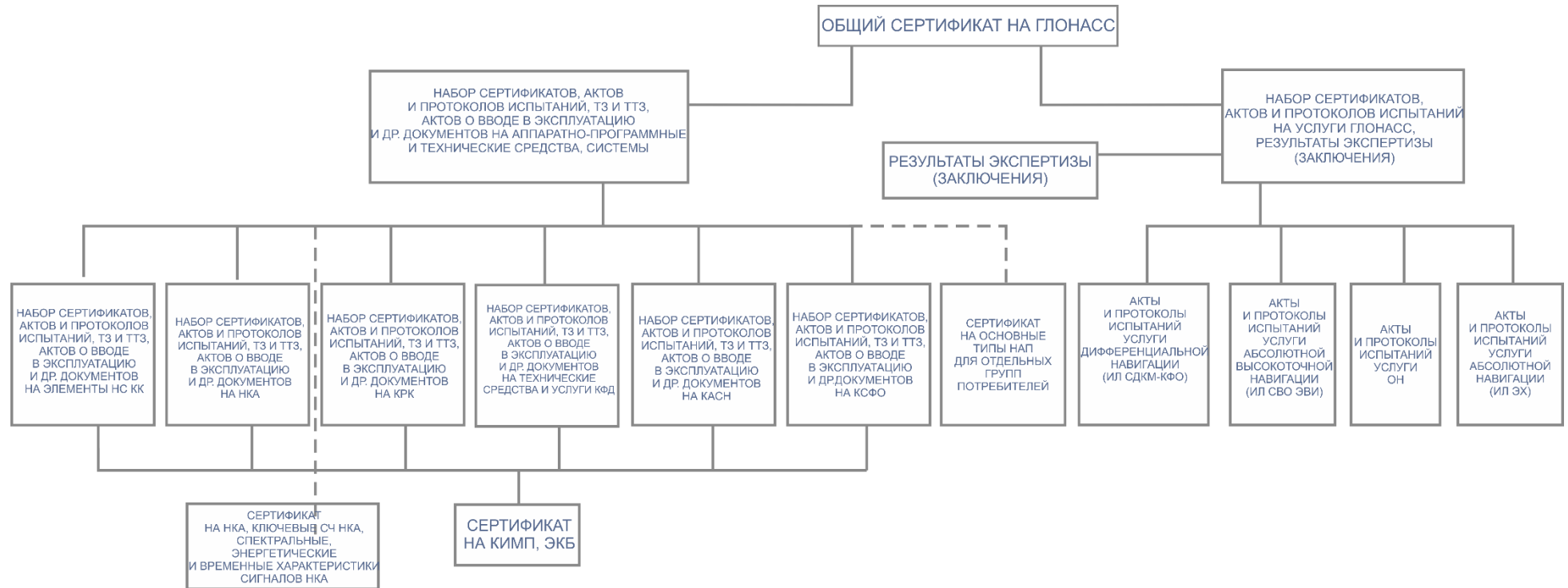


Рисунок 96 – Общая схема методики получения сертификата на систему ГЛОНАСС

#### 5.2.1.1.7 Основные текущие результаты

В настоящее время работы по сертификации системы ГЛОНАСС ведутся, несмотря на большое количество проблемных вопросов, которые будут решаться в рамках соответствующих ОКР.

В настоящее время работы ведутся по пяти основным группам мероприятий, необходимым для создания системы сертификации и непосредственно для проведения самой сертификации системы ГЛОНАСС:

- нормативно-правовое обеспечение сертификации ГЛОНАСС;
- нормативно-техническое обеспечение сертификации ГЛОНАСС;
- обеспечение взаимодействия между различными участниками сертификации ГЛОНАСС;
- разработка и создание системы сертификации ГЛОНАСС;
- сертификация системы ГЛОНАСС.

Основным для темы настоящей книги направлениями, прямо связанными с задачей оценки функциональной эффективности, являются второе и пятое, именно в рамках которых проводится комплекс работ по оценке и подтверждению характеристик СТЭХОС для задачи сертификации.

Примеры результатов оценок эксплуатационных характеристик ГЛОНАСС и их сравнения с заданным уровнем (с гарантированными значениями из СТЭХОС ГЛОНАСС) приведены на рисунках 23 - 42 и в разделе 2.2.5.

Таким образом, в настоящее время процесс сертификации ГЛОНАСС идет и эксплуатационные характеристики и СТЭХОС ГЛОНАСС являются его ключевым элементом.

Следует отметить, что составляющая сертификации АПТС (не только применительно к ГЛОНАСС, но к другим НС) скорее всего из-за различных ограничений будет проводиться в полузакрытом режиме (например, в ОКР по созданию НС), а основной упор будет сделан именно на сертификацию услуг.

#### 5.2.1.1.8 Общие выводы

Процесс сертификации услуг навигационных систем, на примере идущей в настоящее время сертификации системы ГЛОНАСС, иллюстрирует, что без стандарта эксплуатационных характеристик в целом и без использования эксплуатационных характеристик услуг сертификацию услуг в принципе невозможно провести на уровне, который удовлетворял бы требованиям потребителей. При этом при использовании эксплуатационных характеристик процесс сертификации становится достаточно прозрачным, что является критичным для многих групп потребителей.

Подход, используемый для системы ГЛОНАСС, применим также и к другим навигационным системам, за исключением того, что: другие навигационные системы ввиду национальной принадлежности могут относиться к другим системам, средствам и органам по сертификации; могут оперировать иными стандартами эксплуатационных характеристик.

### *5.2.1.2 Проведение мониторинга, контроля и подтверждения характеристик ГНСС в международных организациях с обязательным взаимным признанием результатов*

В данном разделе рассмотрим проведение процедур мониторинга, контроля и подтверждения характеристик ГНСС в международных организациях с обязательным взаимным признанием результатов с использованием эксплуатационных характеристик.

В настоящее время процесс мониторинга, контроля и подтверждения характеристик тесно связан с процессом разработки (новых или новых редакций старых) стандартов эксплуатационных характеристик, или аналогичных международных документов, в которых формализуется часть данных необходимых для проведения мониторинга, контроля и подтверждения характеристик (в том числе в части перечня характеристик и методик их расчета).

На международном уровне данными вопросами помимо Провайдеров услуг ГНСС (в части разработки стандартов эксплуатационных характеристик, мониторинга, контроля и подтверждения характеристик), занимаются международные организации:

- ИКАО и ИМО (в части подтверждения (обновления в случае обоснованной необходимости) характеристик различных ГНСС в документах ИКАО – SARPs, ИМО – SOLAS на основании соответствующих стандартов эксплуатационных характеристик и подтвержденных представителями Провайдера результатов мониторинга);
- IGS (в части мониторинга, контроля и подтверждения характеристик всех ГНСС);
- МКГ по ГНСС при ООН (в части организации совместных работ Провайдеров по разработке стандартов эксплуатационных характеристик, мониторинга, контроля и подтверждения характеристик всех ГНСС).

В МКГ по ГНСС при ООН с привлечением специалистов IGS, представителей Провайдеров и представителей ИКАО организованы две рабочих группы:

- Подгруппа по разработке стандартов эксплуатационных характеристик (Performance Standards Dream Team – PS DT) – организывает и координирует работы по разработке унифицированных шаблонов СЭХ и сопутствующих документов;
- Подгруппа по мониторингу, контролю и подтверждению характеристик ГНСС (International GNSS Monitoring and Assessment Taskforce – IGMA TF) – организывает и координирует совместный с IGS Тестовый проект по международному мониторингу, контролю и подтверждению характеристик ГНСС (IGMA-IGS Joint Trial Project).

Работы ведутся скоординировано, поскольку результаты работы первой подгруппы в части характеристик и методик их расчета сразу используются второй.

При этом если говорить в терминах оценки функциональной эффективности, первая группа занимается определением перечня оцениваемых характеристик, формализацией (разработкой, гармонизацией) определений, формализацией (разработкой, гармонизацией) методик расчета на уровне Провайдеров услуг ГНСС, а вторая группа отвечает за проведение

непосредственно процедур оценки характеристик, т.е. ограничивает количество оцениваемых характеристик, уточняет методики расчета для их реализации в виде программно-математических комплексов, определяет состав, порядок и форму предоставления исходных данных для расчетов, порядок использования и состав используемых аппаратно-программных и технических средств, организует и проводит расчет, организует и проводит процедуры подтверждения результатов.

#### 5.2.1.2.1 Гармонизация стандартов эксплуатационных характеристик

План работ подгруппы по разработке стандартов эксплуатационных характеристик представлен на рисунке 97. В целом, он повторяет процесс создания методологической базы для оценки функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик и как отмечалось выше является крайне сложным с точки зрения гармонизации.

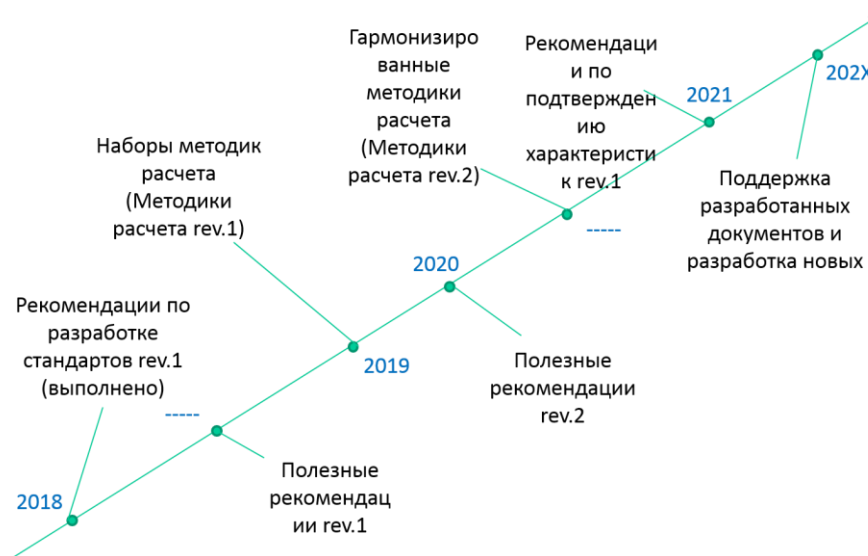


Рисунок 97 – План работ подгруппы по разработке стандартов эксплуатационных характеристик (Performance Standards Dream Team – PS DT)

В настоящее время подгруппой разработаны:

- проект Шаблона Стандарта эксплуатационных характеристик для всех ГНСС (в форме структуры рекомендаций к стандартам эксплуатационных характеристик, подготовлен и представлен в 2012 - DDST-2012);
- методики расчета характеристик, применимые с DDST-2012 (2015);
- минимальный набор характеристик стандартов эксплуатационных характеристик (2017);
- документ «Рекомендации по разработке стандартов эксплуатационных характеристик [26] (2019).

В настоящее время идет разработка:

- документа с определениями эксплуатационных характеристик всех ГНСС;
- документа, содержащий перечни используемых в Стандартах провайдеров методик расчета;

- документа, содержащий полезные рекомендации по разработке (доработке) Стандартов, расчету и подтверждению характеристик;
- документа, содержащий гармонизированные методики расчета характеристик;
- документа, содержащий рекомендации по подтверждению результатов.

#### 5.2.1.2.2 Тестовый проект по международному мониторингу, контролю и подтверждению характеристик ГНСС (IGMA-IGS Joint Trial Project)

Тестовый проект по международному мониторингу, контролю и подтверждению характеристик ГНСС (IGMA-IGS Joint Trial Project) является фактически первой попыткой воплотить в реальности процедуру оценки характеристик ГНСС, результаты которой будут взаимно признаваемыми.

IGMA-IGS Joint Trial Project использует характеристики, определения, методики расчета, разработанные (гармонизированные) в рамках работ PS DT, однако идет дальше в части практической их реализации.

IGMA-IGS Joint Trial Project определяет количество оцениваемых характеристик, уточняет методики расчета для их реализации в виде программно-математического комплекса, определяет состав, порядок и форму предоставления исходных данных для расчетов, порядок использования и состав используемых аппаратно-программных и технических средств, порядок организации и проведения расчетов, порядок организации и проведения процедур подтверждения результатов в документе ICG-IGS Trial Project Terms of Reference (Положение о Тестовом проекте по международному мониторингу, контролю и подтверждению характеристик ГНСС [182]).

Методики, доработанные для IGMA-IGS Joint Trial Project являются более ориентированными на их непосредственное использование в программно-математических комплексах участников проекта.

Помимо использования гармонизированного перечня контролируемых характеристик планируется использование:

- единых детальных методик расчета;
- открытых программно-математических комплексов;
- единых исходных данных, полученных с помощью определенных аппаратно-программных и технических средств, включая определенный перечень наземных станций сбора измерений;
- формализованных и согласованных аппаратно-программных и технических средств;
- формализованной организации и порядка проведения расчетов;
- формализованной организации и порядка подтверждения результатов.

На текущем этапе оценки проводятся на заранее выбранном интервале времени (недельный, с 03.07.2017 по 09.07.2017), с исходными данными, предоставленными одним из

участников (IGS), с максимально гармонизированными методиками расчета, по перечню характеристик в соответствии с ToR.

Характеристики на текущем этапе ограничены четырьмя основными:

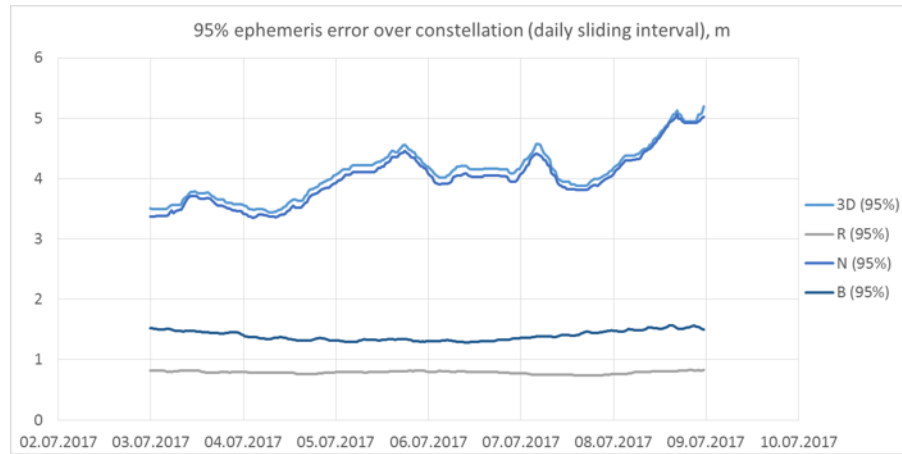
- точность передаваемых эфемерид (две составляющие: параметры орбиты и параметры шкалы времени), т.е. разница между передаваемыми в составе навигационного сообщения значениями и опорными значениями, полученными IGS и провайдерами в результате постобработки);
- точность определения дальности (погрешность псевдодальности за счет космического сегмента — точность CSA SIS URE, см. раздел 2.2.5.7 для более подробной информации);
- точность CSA SIS UTCOE (см. раздел 2.2.5.7);
- пространственным геометрическим фактором (Positioning Dilution of Precision - PDOP).

Методики расчета характеристик и их определения незначительно отличаются от описанных в разделе 2.2.5.7 из-за того, что они являются результатами многоступенчатой гармонизации).

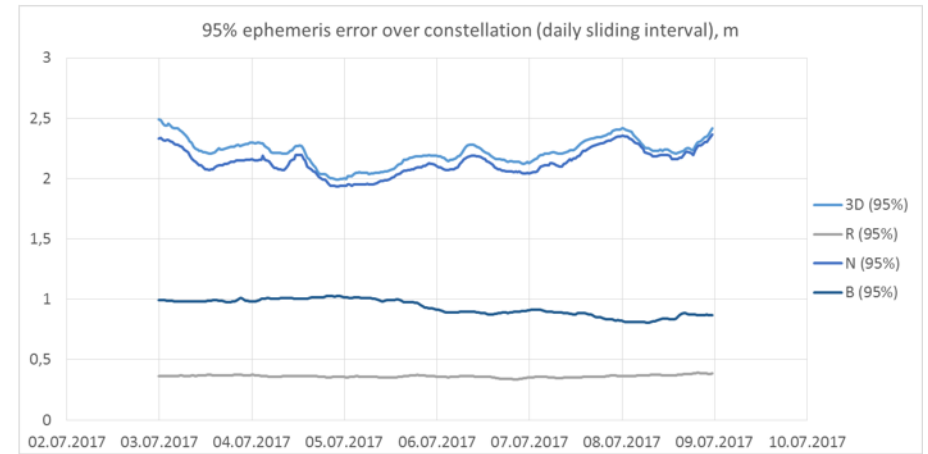
Оценка характеристик по всем ГНСС, для которых были необходимые исходные данные для расчетов приведены на рисунках 98 (точность передаваемых эфемерид по всей ОГ (параметры орбит, 95% на суточном скользящем интервале)), 99 (точность передаваемых эфемерид по всей ОГ (параметры орбит, RMS на суточном скользящем интервале)), 100 (точность передаваемых эфемерид по всей ОГ (параметры шкалы времени, для 95% и RMS на суточном скользящем интервале)), 101 (точность CSA SIS URE по всей ОГ для 95% и RMS на суточном скользящем интервале), 102 (точность CSA SIS UTCOE (RMS)), 103 (PDOP (глобальный средний, на суточном скользящем интервале)), 104 (точность передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры орбит, 95%, 3D на суточном скользящем интервале)), 105 (точность передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры орбит, 95%, вдоль радиуса на суточном скользящем интервале)), 106 (точность передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры орбит, 95%, в направлении движения на суточном скользящем интервале)), 107 (точности передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры орбит, 95%, боковой на суточном скользящем интервале)), 108 (точность передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры шкалы времени, для 95% на суточном скользящем интервале)), 109 (точности CSA SIS URE по каждому НКА (для 95% на суточном скользящем интервале)). Более детальные оценки по данному периоду доступны в [65].

Даже на текущем этапе данные результаты являются прослеживаемыми и обладают повторяемостью.

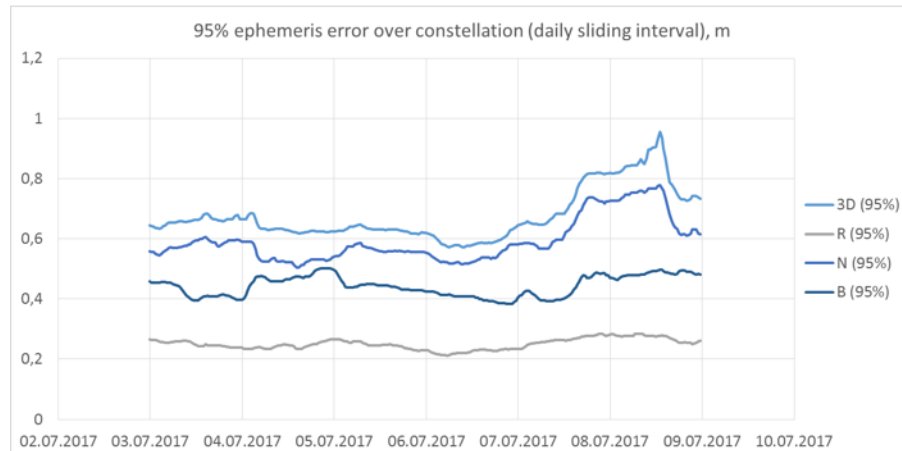
ГЛОНАСС



GPS



Galileo



BDS

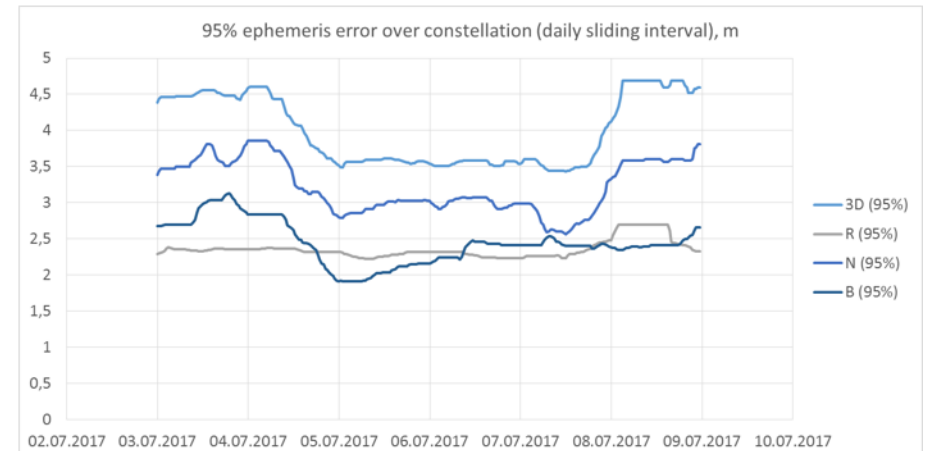
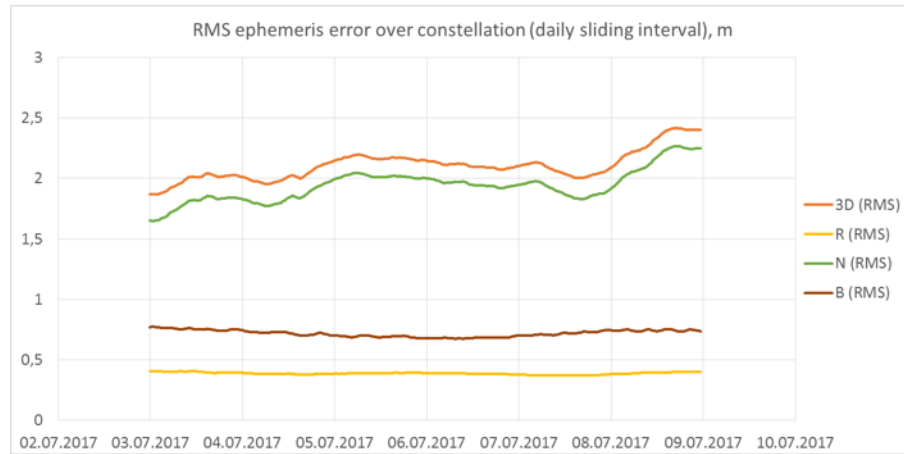
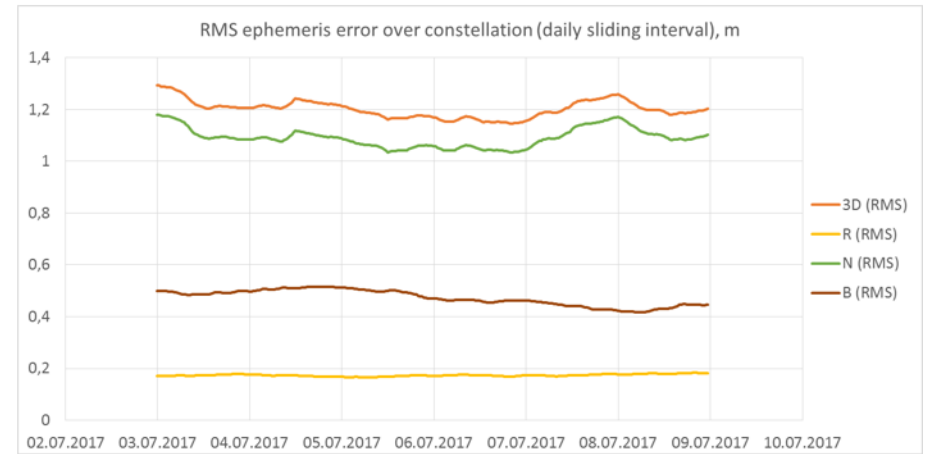


Рисунок 98 – Оценка точности передаваемых эфемерид по всей ОГ (параметры орбит, 95% на суточном скользящем интервале)

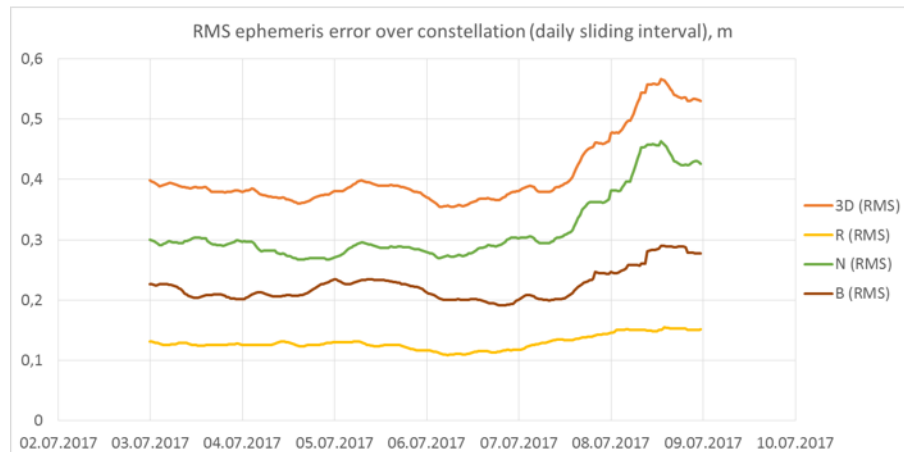
## ГЛОНАСС



## GPS



## Galileo



## BDS

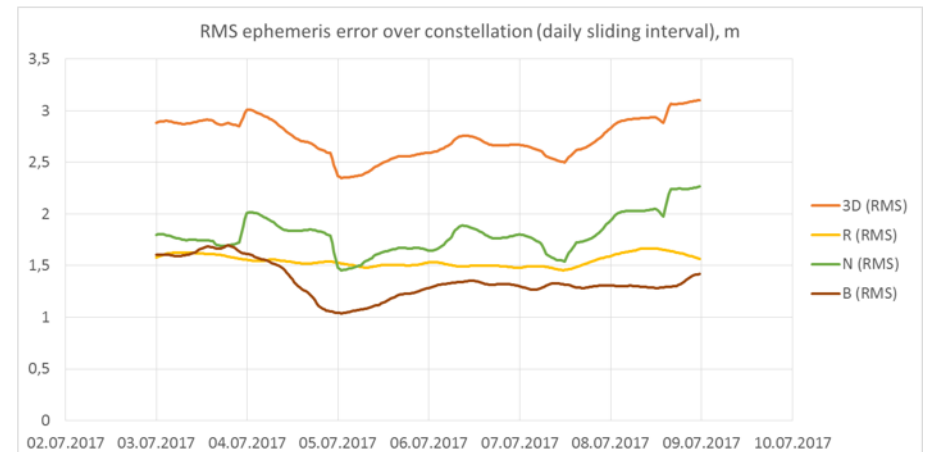
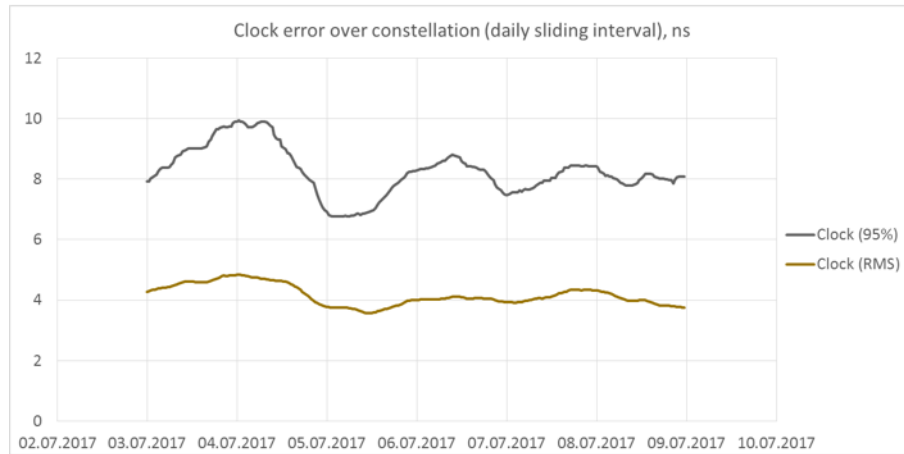


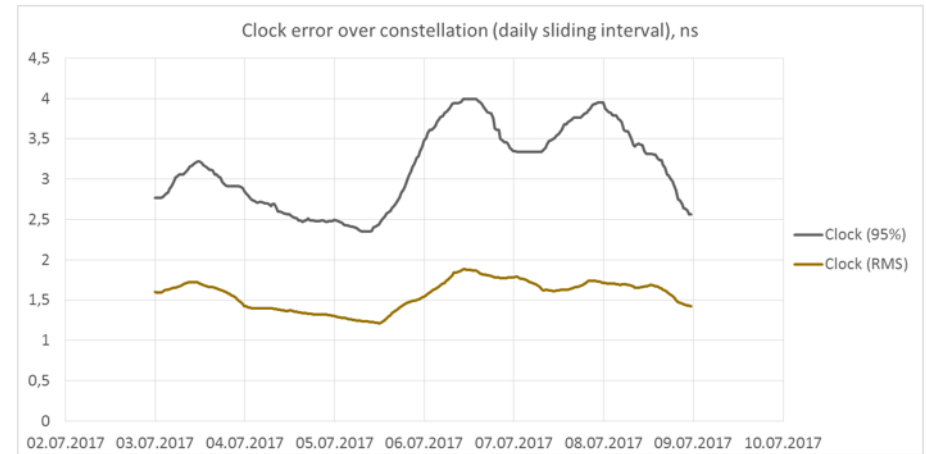
Рисунок 99 – Оценка точности передаваемых эфемерид по всей ОГ (параметры орбит, RMS на суточном скользящем интервале)



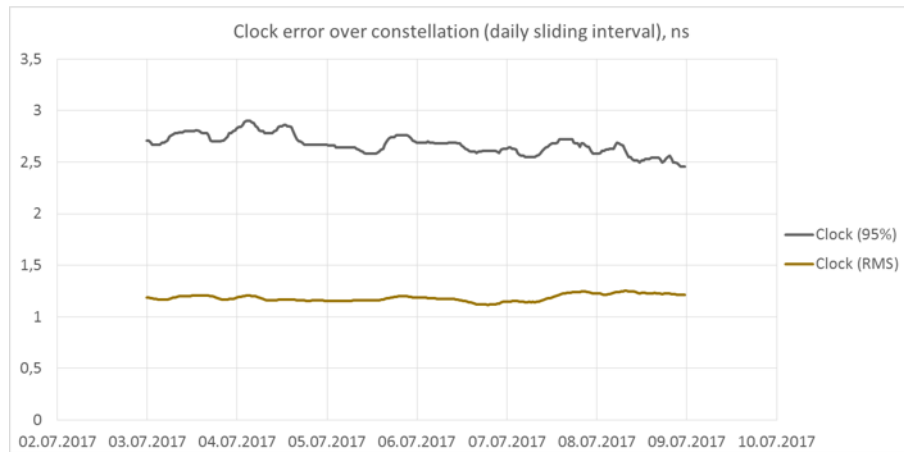
## ГЛОНАСС



## GPS



## Galileo



## BDS

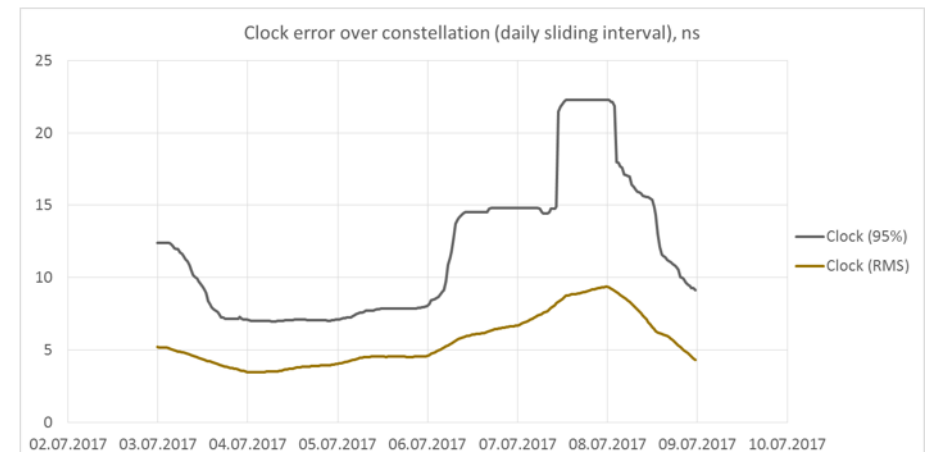
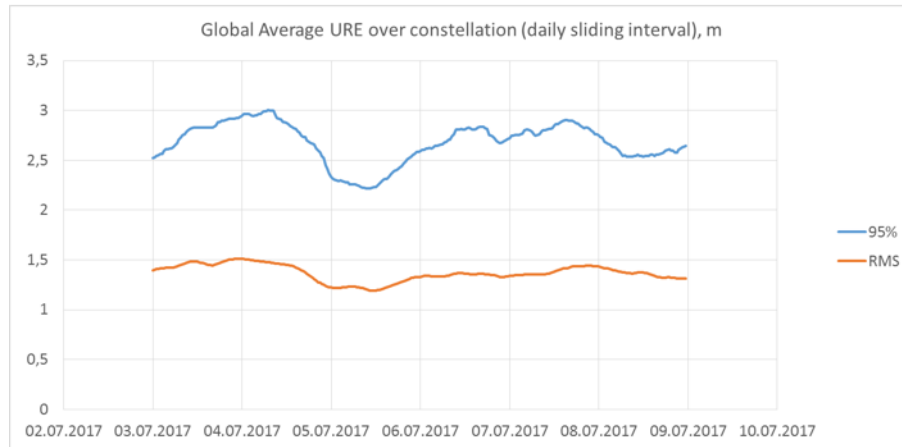
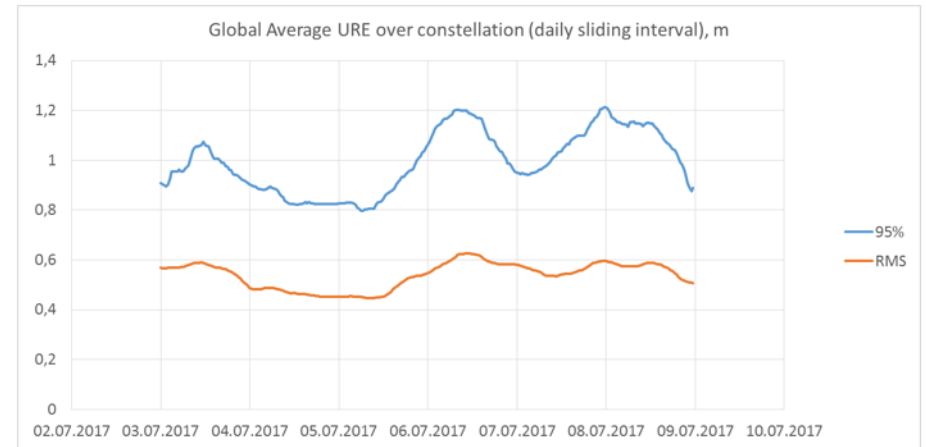


Рисунок 100 – Оценка точности передаваемых эфемерид по всей ОГ (параметры шкалы времени, для 95% и RMS на суточном скользящем интервале)

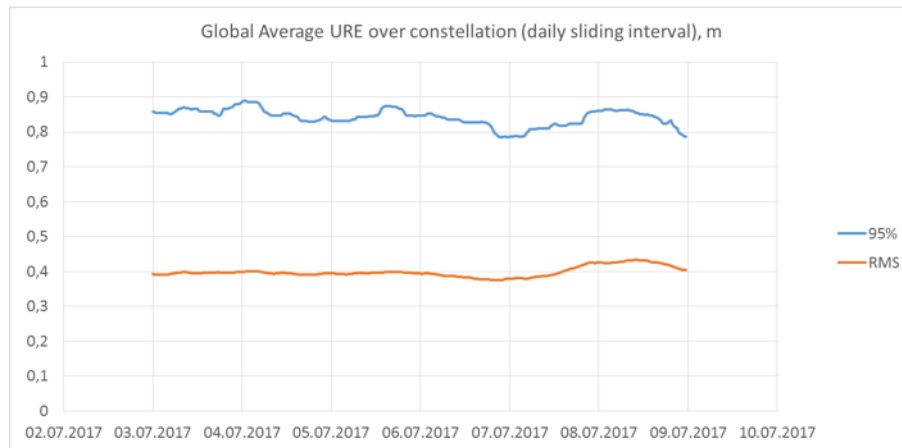
## ГЛОНАСС



## GPS



## Galileo



## BDS

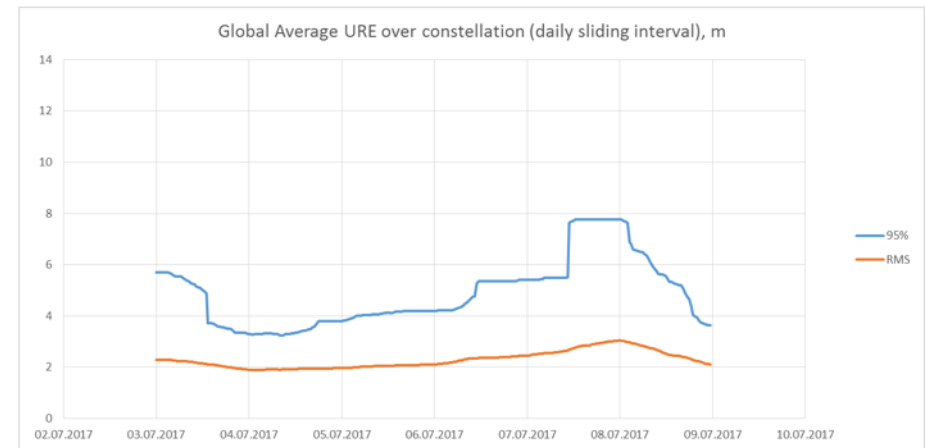
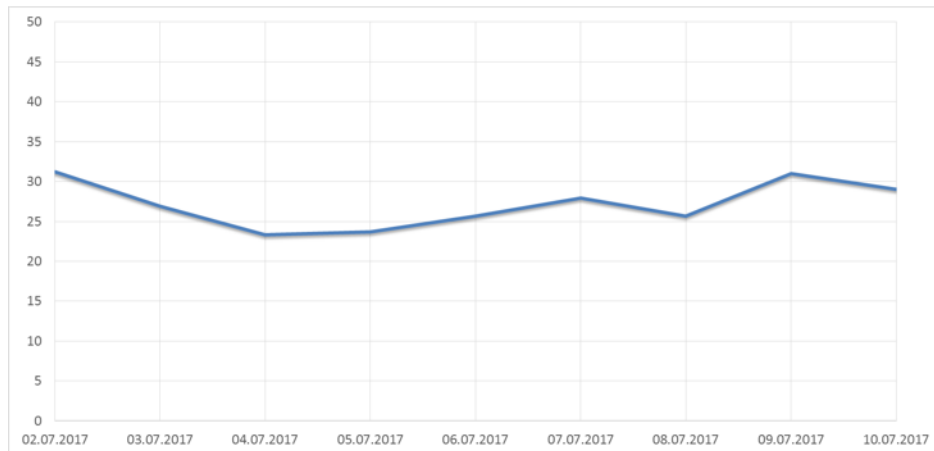
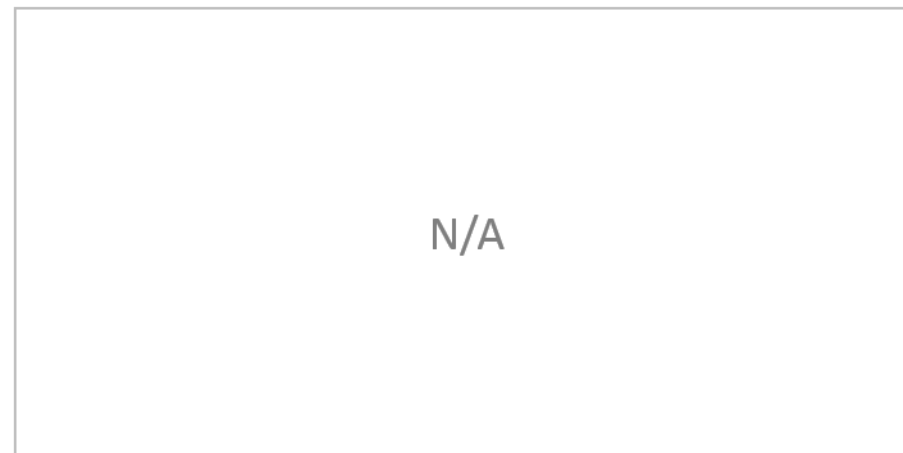


Рисунок 101 – Оценка точности CSA SIS URE по всей ОГ (для 95% и RMS на суточном скользящем интервале)

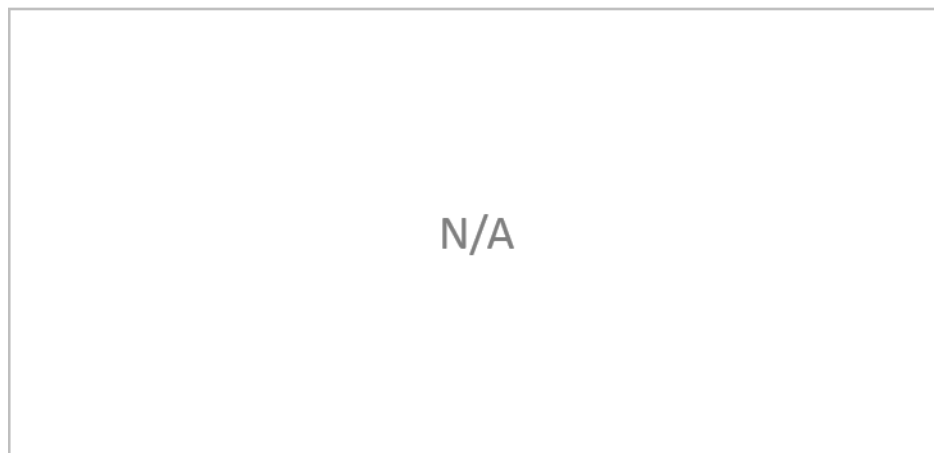
ГЛОНАСС



GPS



Galileo



BDS

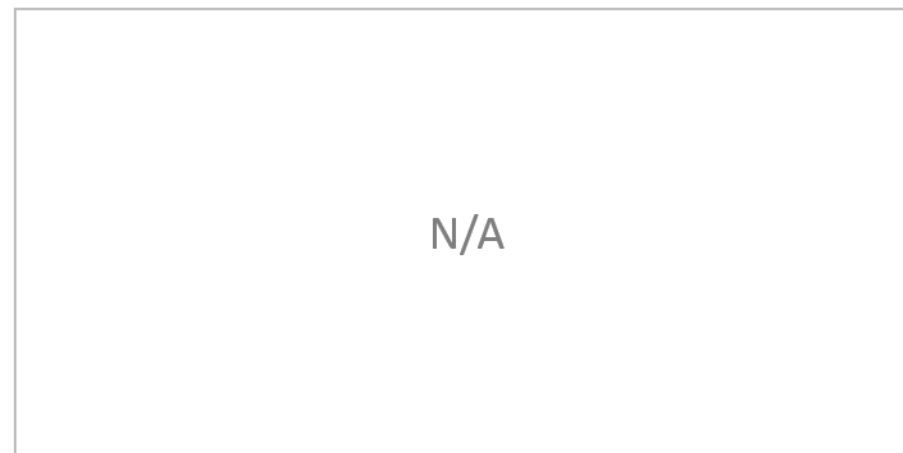
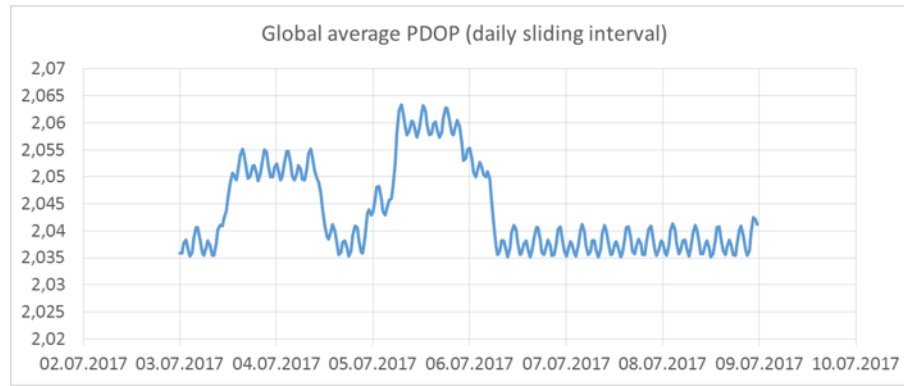
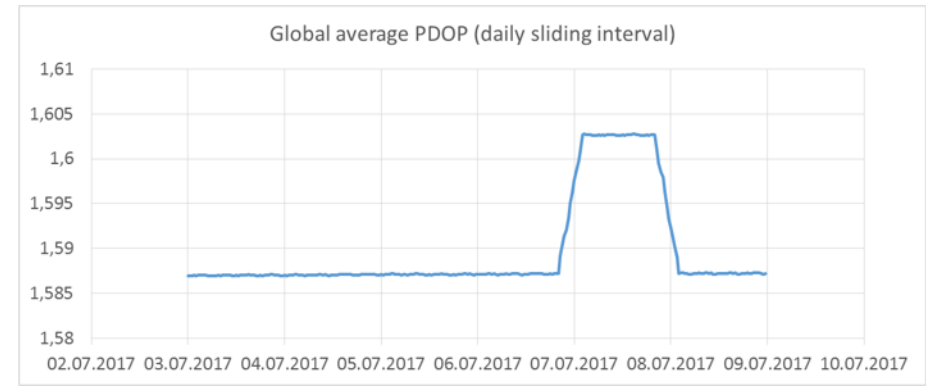


Рисунок 102 – Оценка точности CSA SIS UTCOE (RMS)

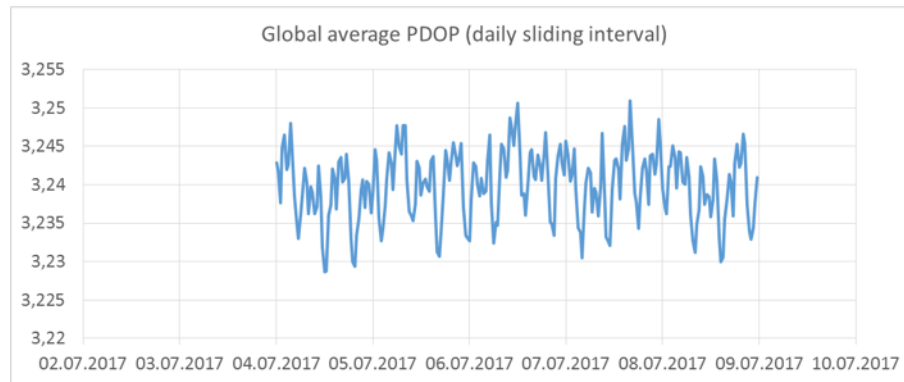
## ГЛОНАСС



## GPS



## Galileo



## BDS

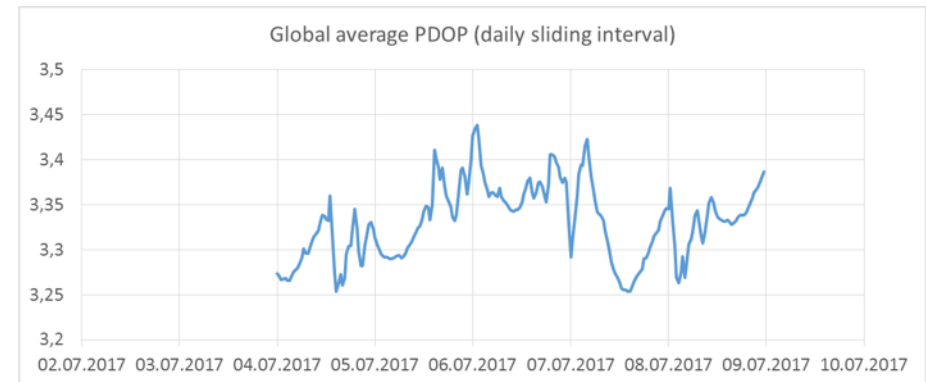
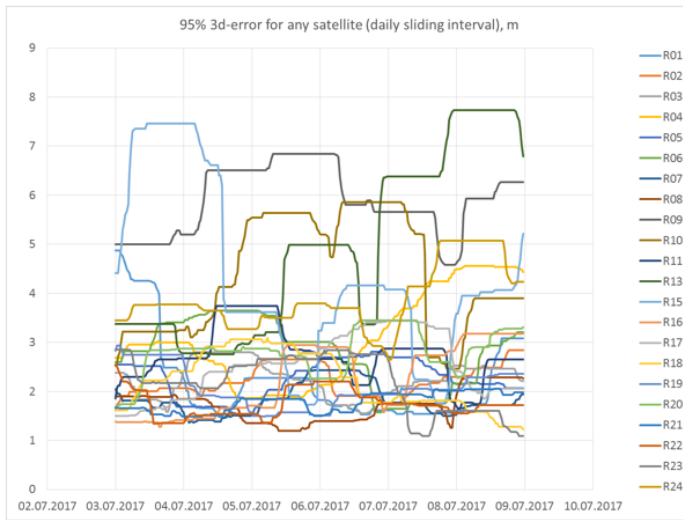
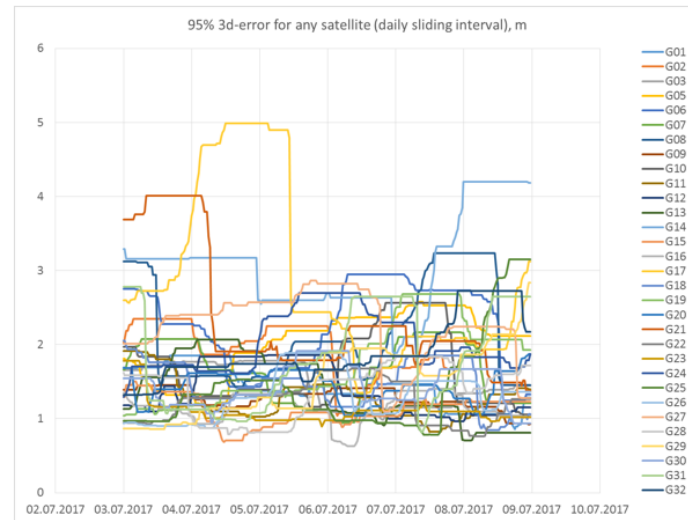


Рисунок 103 – Оценка PDOP (глобальный средний, на суточном скользящем интервале)

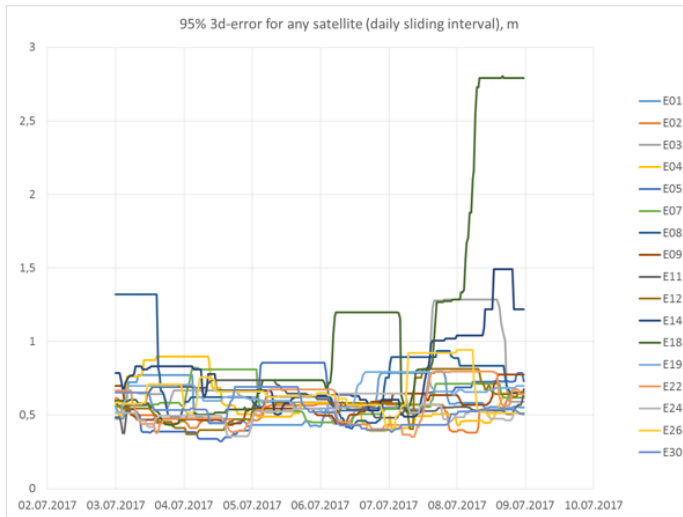
### ГЛОНАСС



### GPS



### Galileo



### BDS

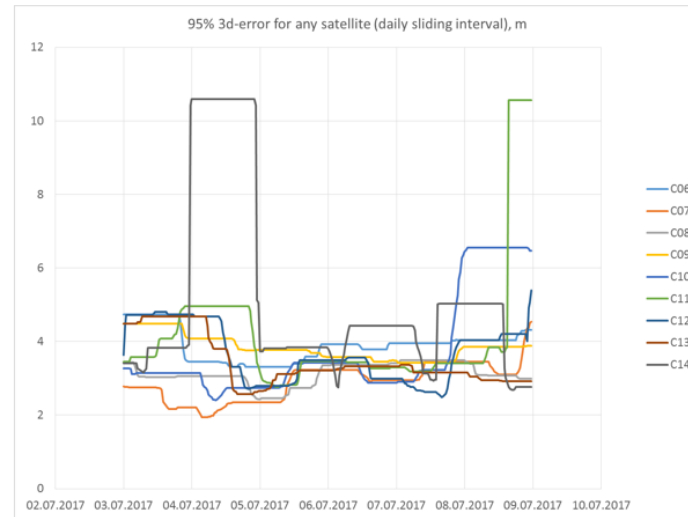


Рисунок 104 – Оценка точности передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры орбит, 95%, 3D на суточном скользящем интервале)

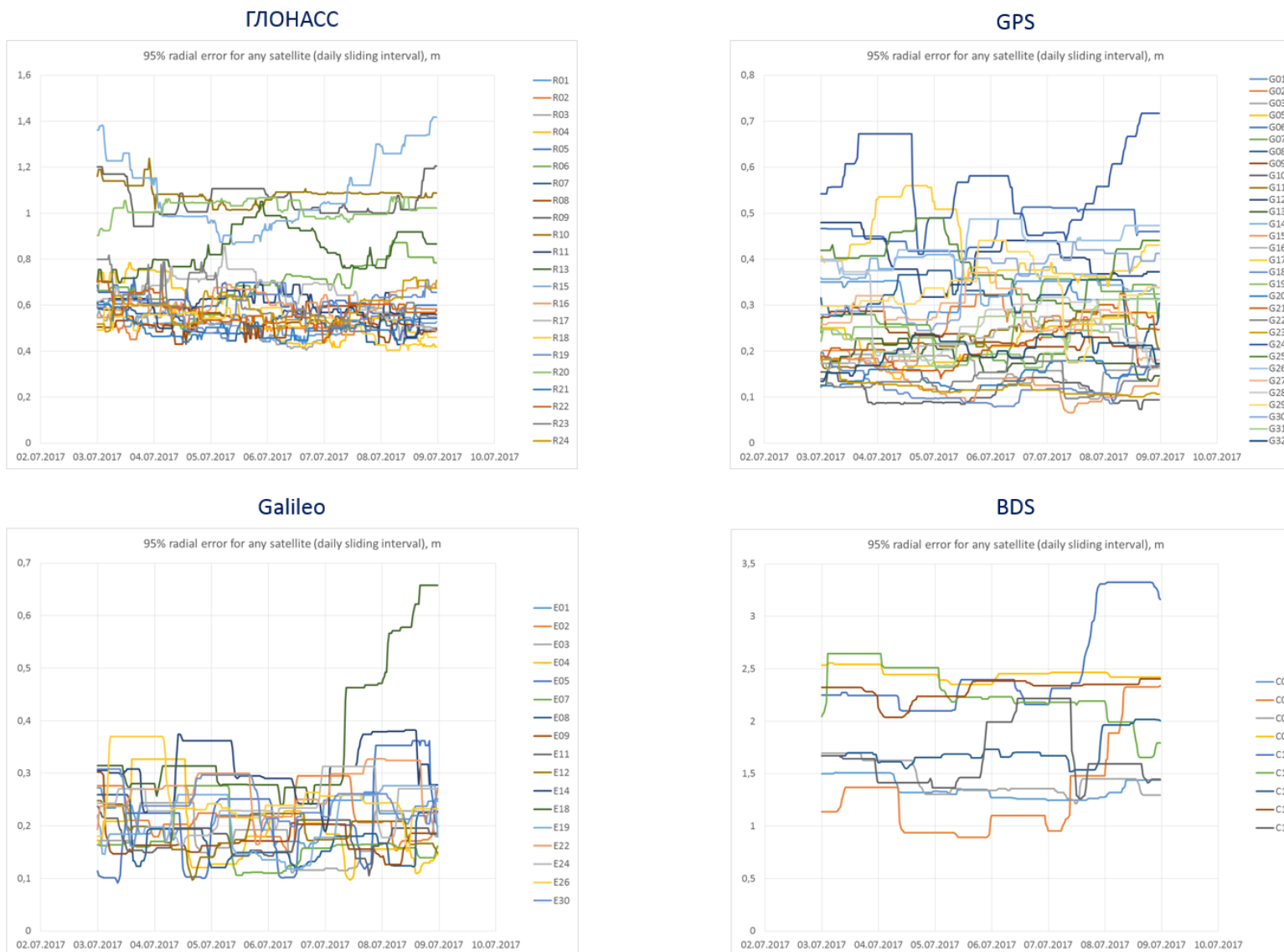


Рисунок 105 – Оценка точности передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры орбит, 95%, вдоль радиуса на суточном скользящем интервале)

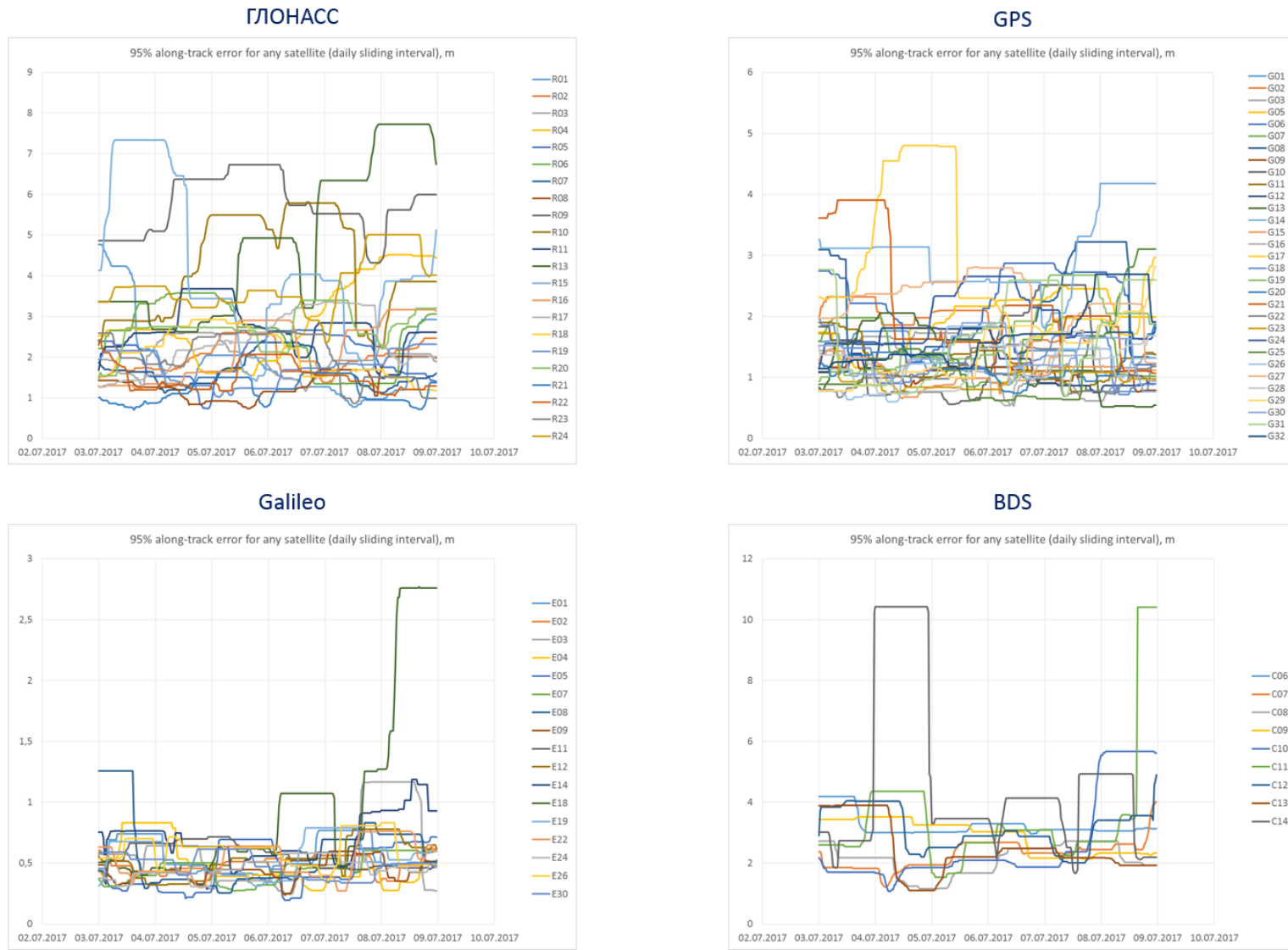


Рисунок 106 – Оценка точности передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры орбит, 95%, в направлении движения на суточном скользящем интервале)

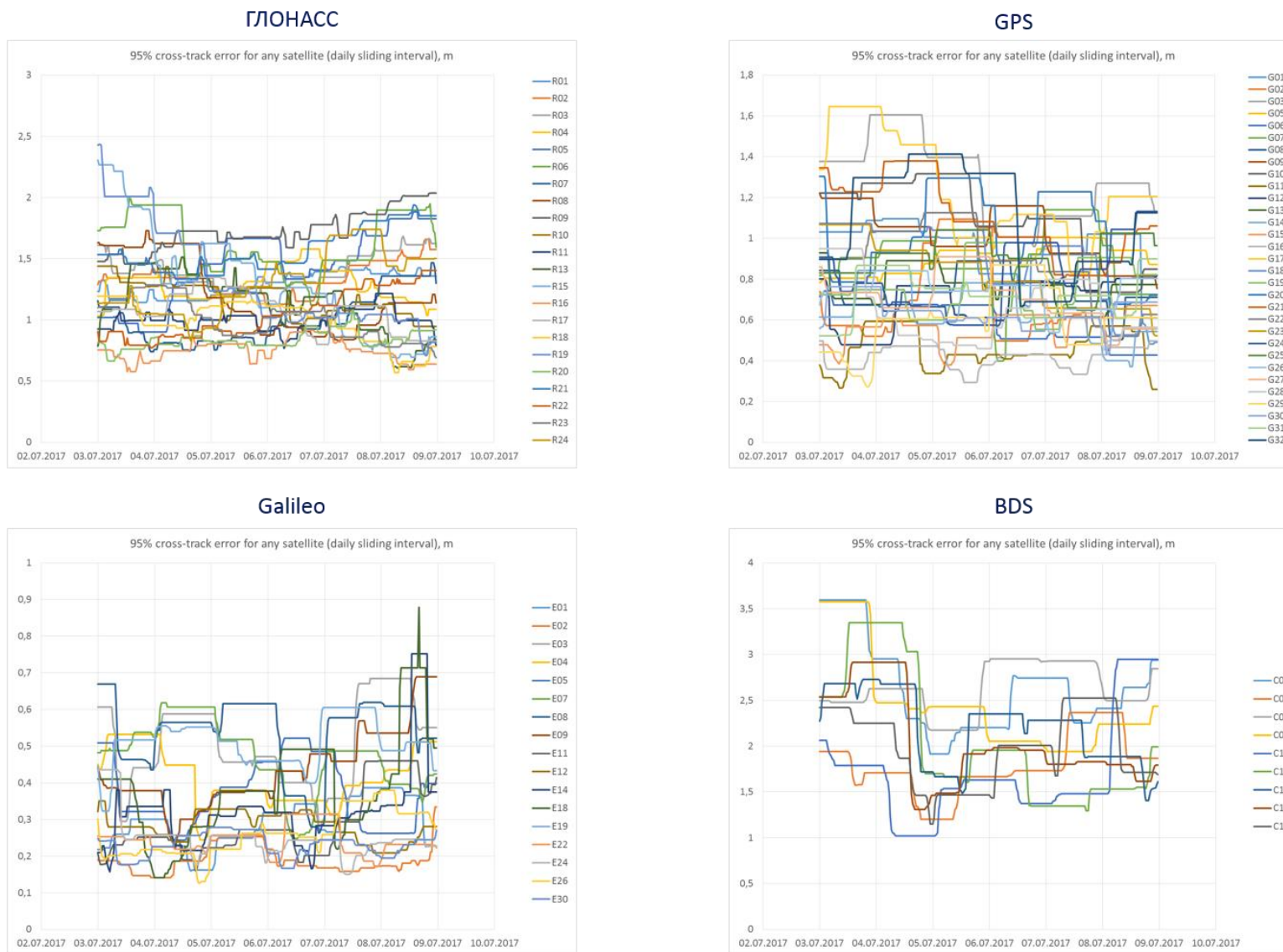




Рисунок 107 – Оценка точности передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры орбит, 95%, боковой на суточном скользящем интервале)

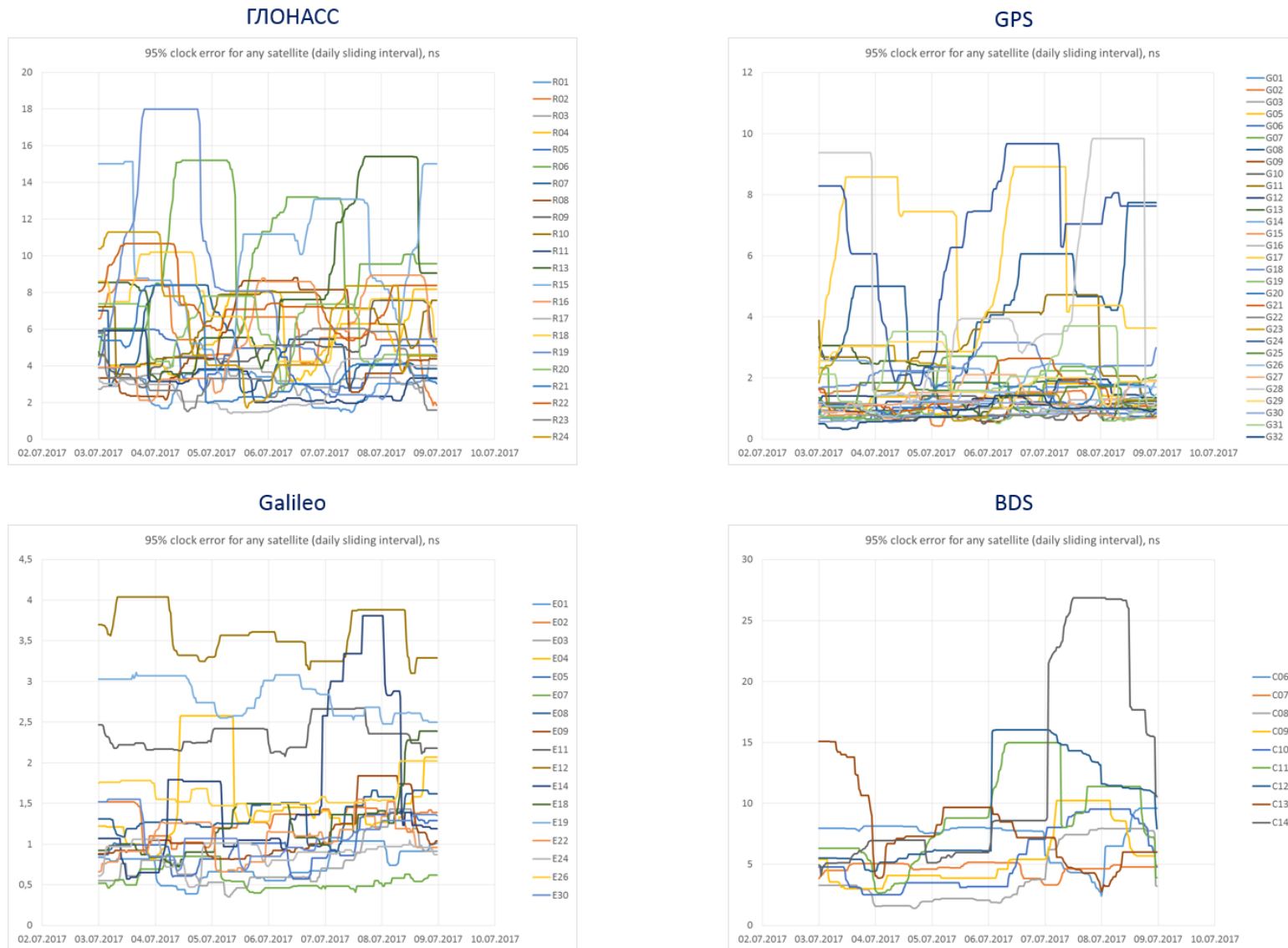


Рисунок 108 – Оценка точности передаваемых эфемерид по каждому НКА (параметры шкалы времени, для 95% на суточном скользящем интервале)

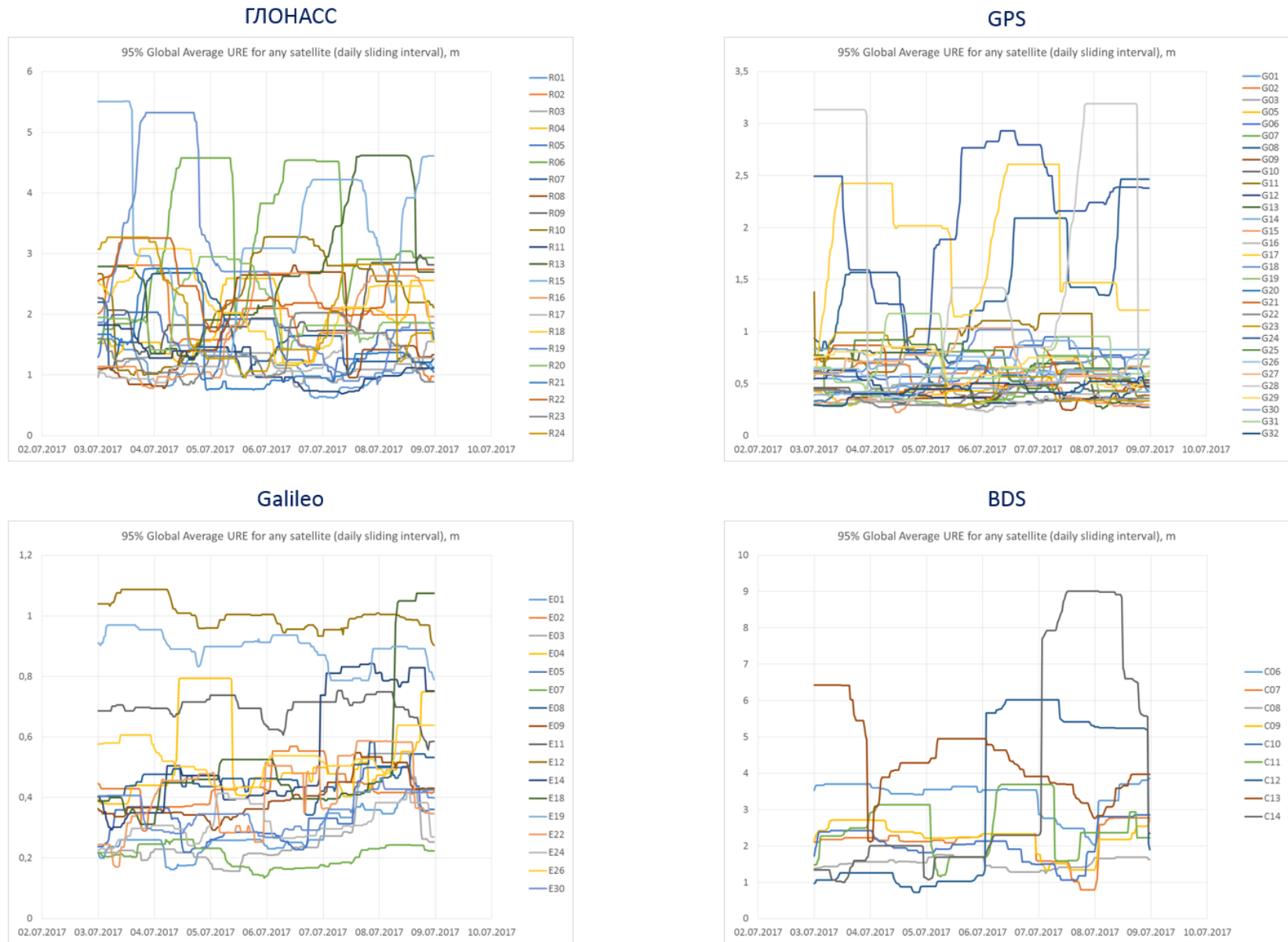


Рисунок 109 – Оценка точности CSA SIS URE по каждому НКА (для 95% на суточном скользящем интервале)

На последующих этапах планируется использование уточненных методик расчета и исходных данных, полученных с единой сети станций сбора измерений.

Результаты Тестового проекта реально позволяют (позволят) проводить сравнительные оценки характеристик различные ГНСС, обеспечивая при этом взаимное признание результатов.

Это является крайне важным, когда фокусом являются реальные, а не модельные характеристики.

#### 5.2.1.2.3 Подтверждение характеристик ГНСС в международных потребительских организациях

Данный процесс рассмотрим на примере подтверждения характеристик ГЛОНАСС в ИКАО, поскольку он аналогичен подобным процессам ГНСС GPS, Galileo, BDS и др.

В документах ИКАО используются только эксплуатационные характеристики. Процесс подтверждения двухступенчатый и заключается в обосновании перечня характеристик и их гарантированных значений (необходимо наличие статистически подтвержденных характеристик, оцениваемых на длительном интервале и утвержденных провайдером Стандартом эксплуатационных характеристик) и в ежегодном предоставлении официальных подтверждающих статистических материалов о соответствии характеристик установленным значениям.

#### 5.2.1.2.4 Общие выводы

При проведении процедур международного мониторинга, контроля и подтверждения характеристик в настоящее время в основном используют эксплуатационные характеристики.

Грамотное определение (формализация, гармонизация) перечня контролируемых характеристик, их определений, методик расчета, исходных данных, используемых АПТС позволяет эффективно проводить данные процедуры в рамках различных международных и национальных организаций и конкретных проектов, несмотря на повышенную сложность формализации и гармонизации даже на уровне перечня характеристик – их определений, не говоря уже о методиках и т.д. Сказанное выше в основном относится к ГНСС и РНСС. Оценка других навигационных систем, в том числе потребительских, несмотря на ряд особенностей почти в каждом отдельном случае, гораздо проще.

#### 5.2.1.3 *Проведение сравнительного анализа различных ГНСС с взаимным признанием, прослеживаемостью и повторяемостью результатов*

Данный процесс рассмотрим на примере оценки эксплуатационных характеристик (в соответствии с перечнем характеристик из СТЭХОС и Стандарта эксплуатационных характеристик GPS (GPS SPS PS [175], характеристики из обновленной редакции GPS SPS PS [176] в основном сходны с характеристиками предыдущей редакцией [175], характеристики которой использовались для проведения оценок) для систем ГЛОНАСС и GPS.

В соответствии с предыдущими разделами об использовании и оценке эксплуатационных характеристик из Стандартов эксплуатационных характеристик проведены и текущие оценки.

### 5.2.1.3.1 Источники характеристик и ИД

В качестве базовых документов для проведения расчетов использовались:

- для определения перечней оцениваемых характеристик – СТЭХОС ГЛОНАСС, GPS SPS PS, проект Шаблона Стандартов эксплуатационных характеристик ГНСС DDST-2012 (см. раздел 5.2.1.2);
- для определения методик расчета характеристик – СТЭХОС ГЛОНАСС, GPS SPS PS, методики расчета характеристик, применимые с DDST-2012 (см. раздел 5.2.1.2)
- единые исходные данные формировались на основе измерений международной сети станций IGS.

Учитывая процесс разработки документа Шаблон Стандартов эксплуатационных характеристик ГНСС DDST-2012 можно считать его фактически гармонизацией характеристик документов СТЭХОС ГЛОНАСС и GPS SPS PS, а методики расчета характеристик, применимые с DDST-2012 могут быть использованы для расчета характеристик как СТЭХОС ГЛОНАСС, так и GPS SPS, что является крайне удобным и повышает качество получаемых результатов.

При этом, если бы было необходимо провести сравнение других систем, появились бы дополнительные значительные сложности (примеры приведены в разделе 5.2.1.2) с гармонизацией на всех уровнях (начиная с уровня перечней характеристик, заканчивая методиками их расчета и др.).

### 5.2.1.3.2 Результаты оценок

Перечень оцениваемых характеристик в данном случае шире, чем рассматриваемый в разделе 5.2.1.2 и фактически совпадает с количеством характеристик в соответствующих документах.

Примеры оценок характеристик для систем ГЛОНАСС и GPS (слева и справа соответственно) приведены на рисунках 110 (точность CSA SIS URE по каждому НКА (для 95% на суточном скользящем интервале)), 111 (точность CSA SIS URE по каждому НКА (для 95% на месячном скользящем интервале) для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)), 112 (точность CSA SIS URE по всей ОГ (для 95% на суточном скользящем интервале)), 113 (точность CSA SIS URE по всей ОГ (для RMS (СКП) на суточном скользящем интервале)), 114 (точность CSA SIS URE по каждому НКА (для 99,37% RMS (СКП) на суточном скользящем интервале), для ГЛОНАСС при расчете исключены суточные интервалы, на которых количество эпох оценки не превышает 98%), 115 (точность CSA SIS URE по каждому НКА (для 99,14% RMS (СКП) в наихудшей точке конуса видимости НКА на суточном скользящем интервале), для ГЛОНАСС при расчете исключены суточные интервалы, на которых количество эпох оценки не превышает 98%), 116 (глобальная средняя надежность по каждому НКА на годовом интервале с посуточным осреднением), 117 (надежность в наихудшей точке по каждому НКА на годовом интервале с посуточным осреднением), 118 (точность CSA SIS URRE по каждому НКА (для 95% на 23-суточном скользящем интервале)), 119 (точность CSA SIS URAE по каждому НКА (для 95% на

23-суточном скользящем интервале)), 120 (вероятность основного отказа обслуживания), 121 (непрерывность CSA SIS), 122 (доступность орбитальной точки CSA SIS), 123 (доступность ОГ CSA SIS), 124 (доступность необходимого количества пригодных для функционирования системы НКА), 125 (средняя по поверхности доступность навигационного поля CSA), 126 (минимальная по поверхности доступность навигационного поля CSA), 127 (глобальная средняя точность местоопределения CSA), 128 (максимальная по поверхности точность местоопределения CSA), 129 (точность передачи системной шкалы времени).

#### 5.2.1.3.3 Анализ и общие выводы

Как отмечалось выше, полученные результаты обладают высокой достоверностью, прослеживаемостью и повторяемостью, поэтому могут быть использованы для решения широкого круга задач, а если их дополнить, например, данными по оценке частоты отказов по каждому НКА систем за тот же период (см. рисунок 130 для системы ГЛОНАСС и рисунок 131 для системы GPS), становится возможным проведение детального анализа зависимостей поведения различных характеристик от состояния аппаратно-программных и технических систем НКА.

#### 5.2.1.4 Общие выводы по разделу 5.2.1

1. Подтверждена возможность использования разработанных специализированных средств, методов и методик оценки функциональной эффективности с использованием эксплуатационных характеристик и разработанного программно-математического комплекса.
2. С помощью разработанных специализированных средств решены:
  - задача сертификации услуг системы ГЛОНАСС в интересах международных потребителей (на примере сертификации базовой услуги);
  - задача проведения мониторинга, контроля и подтверждения характеристик глобальных навигационных спутниковых систем в международных организациях с обязательным взаимным признанием результатов;
  - задача проведения сравнительного анализа характеристик различных глобальных навигационных спутниковых систем с взаимным признанием, прослеживаемостью и повторяемостью результатов.

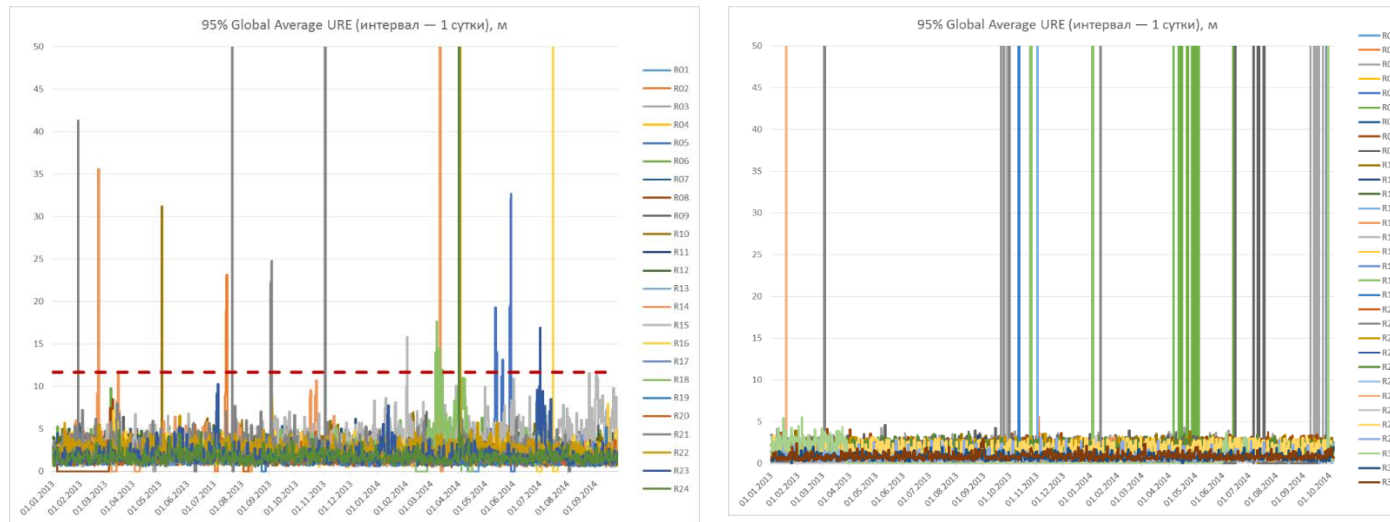


Рисунок 110 – Оценка точности CSA SIS URE по каждому НКА (для 95% на суточном скользящем интервале) для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

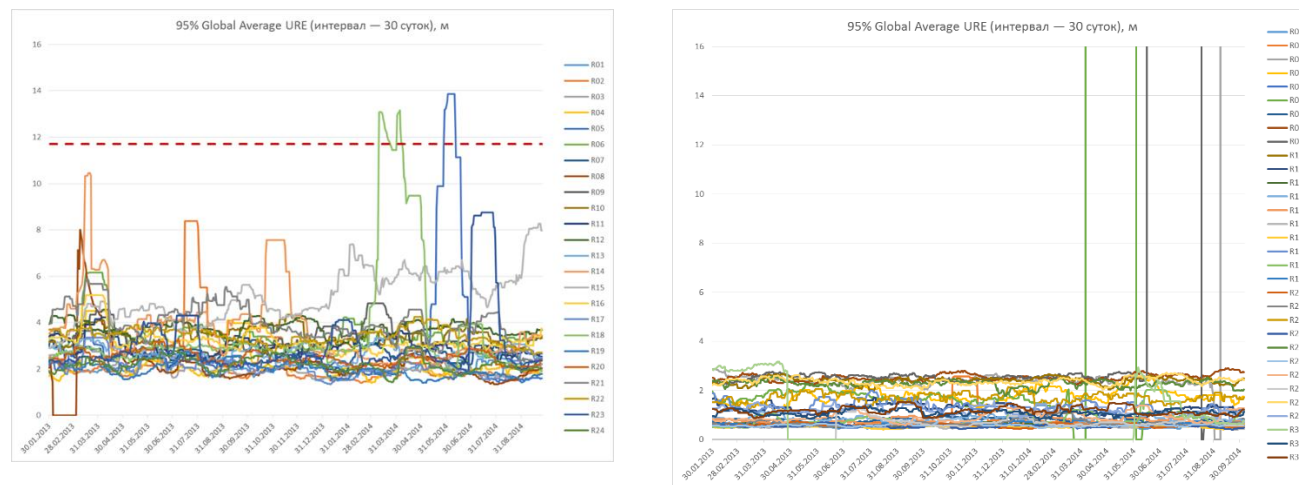


Рисунок 111 – Оценка точности CSA SIS URE по каждому НКА (для 95% на месячном скользящем интервале) для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

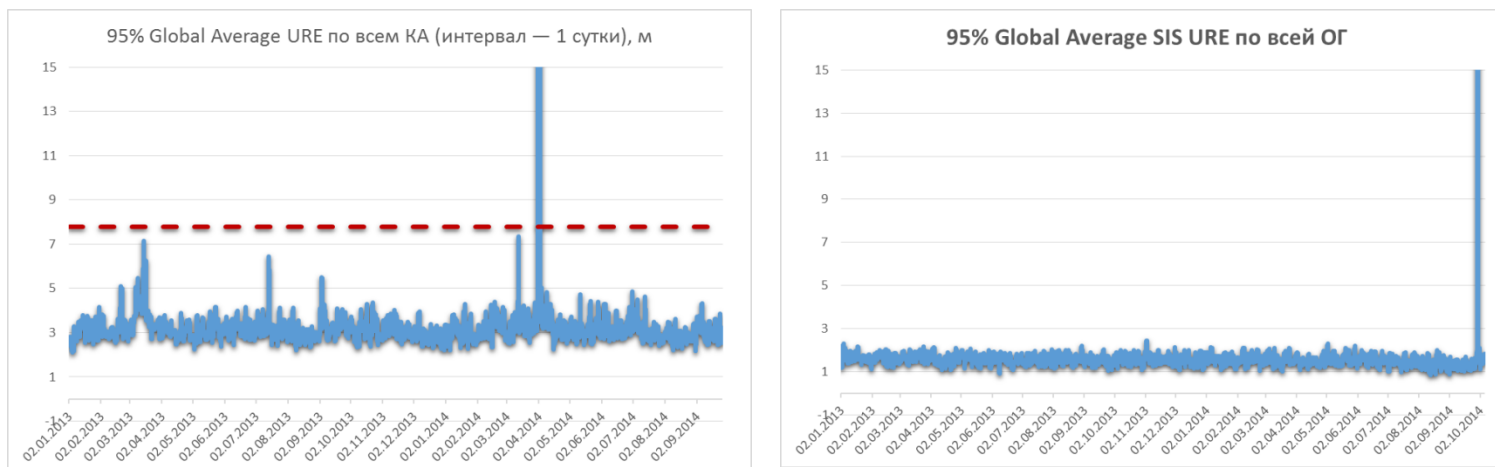


Рисунок 112 – Оценка точности CSA SIS URE по всей ОГ (для 95% на суточном скользящем интервале) для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

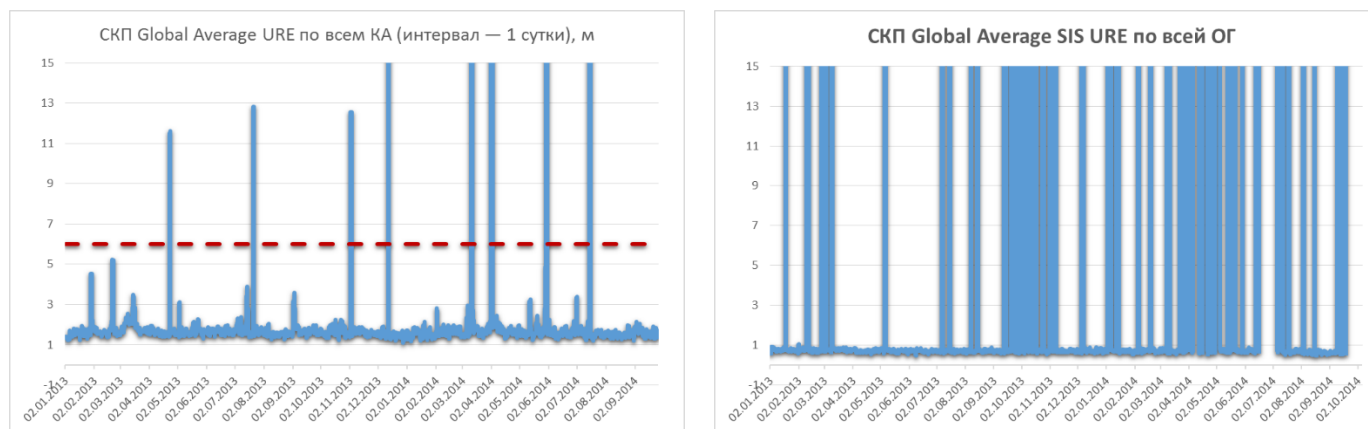


Рисунок 113 – Оценка точности CSA SIS URE по всей ОГ (для RMS (СКП) на суточном скользящем интервале) для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)



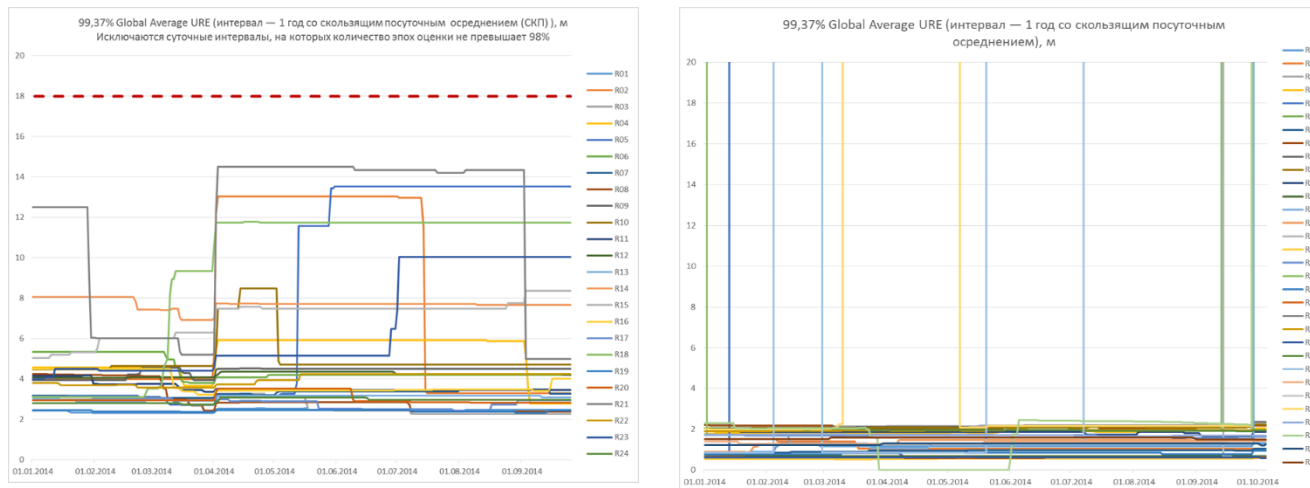


Рисунок 114 – Оценка точности CSA SIS URE по каждому НКА (для 99,37% RMS (СКП) на суточном скользящем интервале) для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

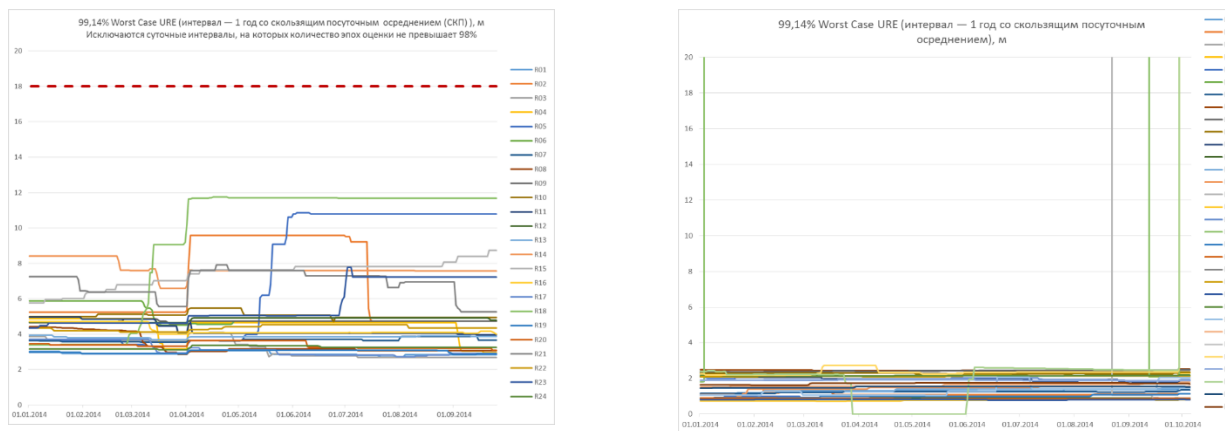


Рисунок 115 – Оценка точности CSA SIS URE по каждому НКА (для 99,14% RMS (СКП) в наихудшей точке конуса видимости НКА на суточном скользящем интервале) для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)



Рисунок 116 – Оценка глобальной средней надежности по каждому НКА на годовом интервале с посуточным осреднением для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

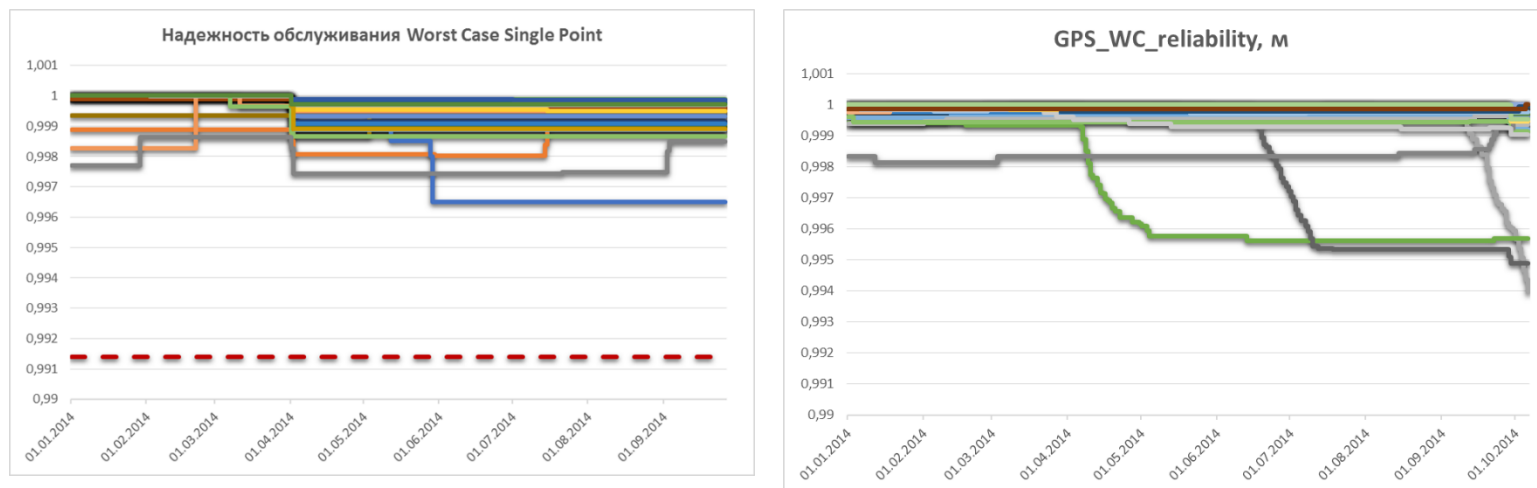


Рисунок 117 – Оценка надежности в наихудшей точке по каждому НКА на годовом интервале с посуточным осреднением для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

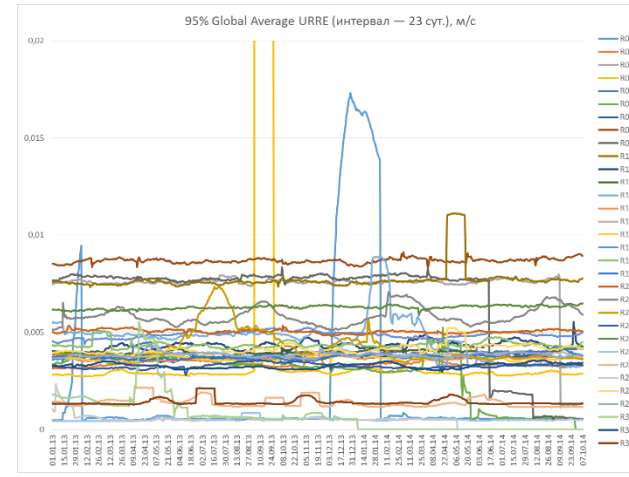
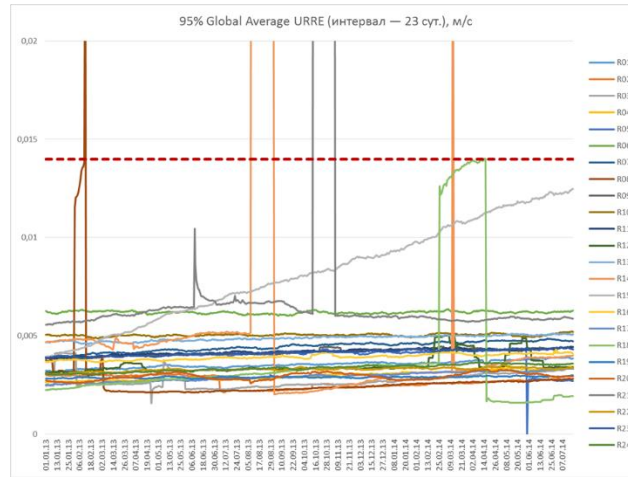


Рисунок 118 – Оценка точности CSA SIS URRE по каждому НКК (для 95% на 23-суточном скользящем интервале) для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

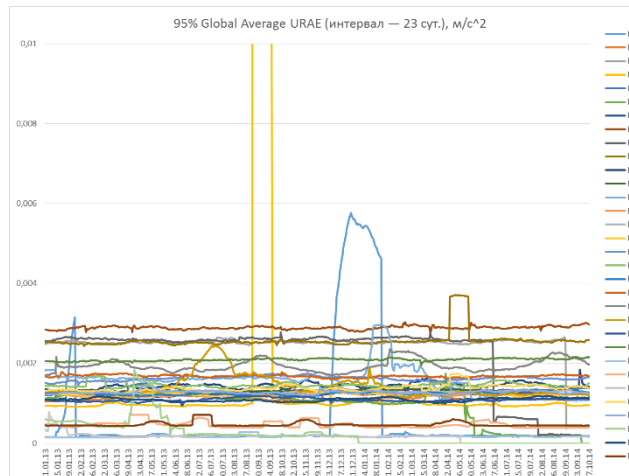
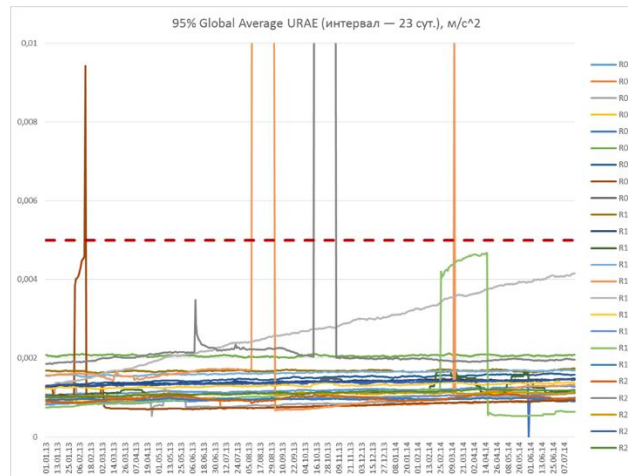


Рисунок 119 – Оценка точности CSA SIS URAE по каждому НКК (для 95% на 23-суточном скользящем интервале) для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

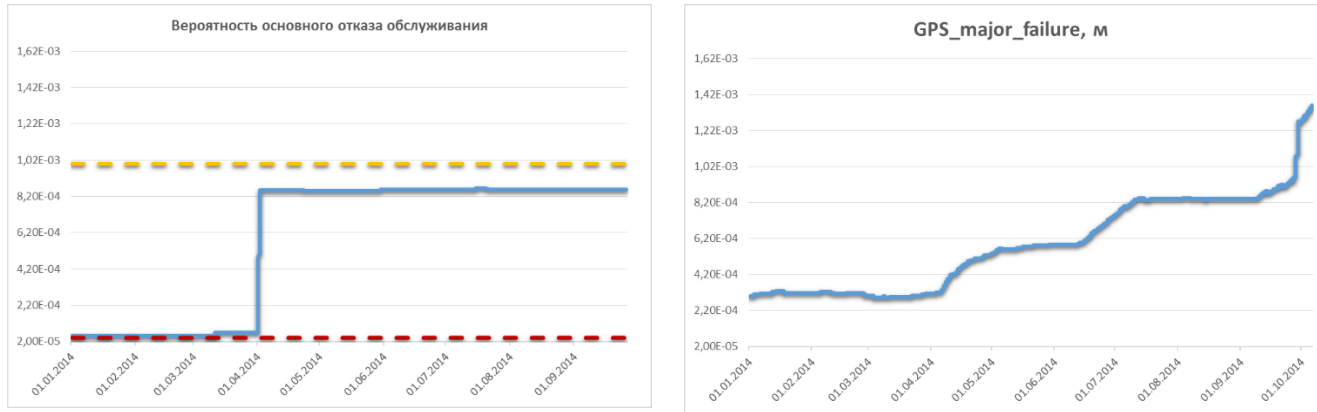


Рисунок 120 – Оценка вероятности основного отказа обслуживания для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

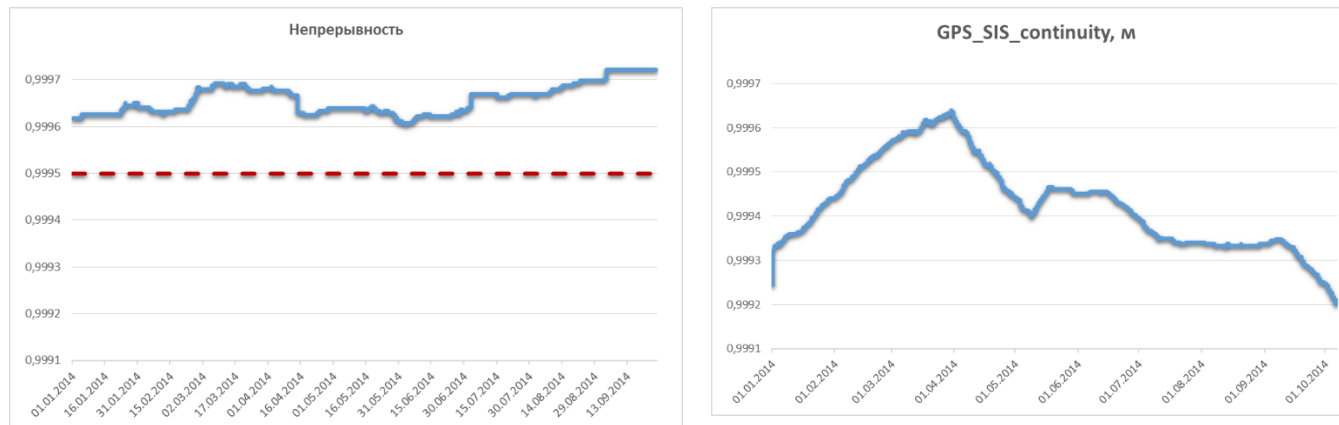


Рисунок 121 – Оценка непрерывности CSA SIS для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

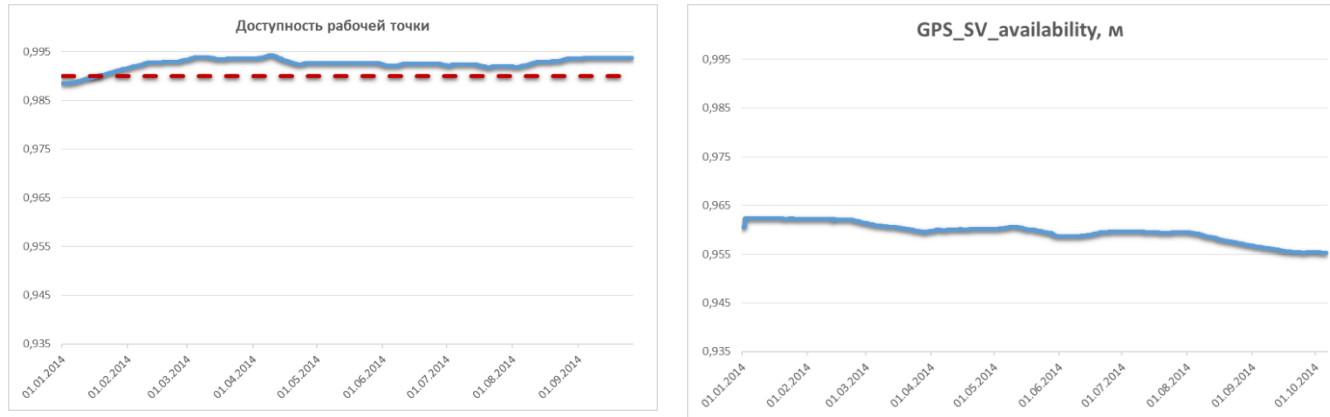


Рисунок 122 – Оценка доступности орбитальной точки CSA SIS для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

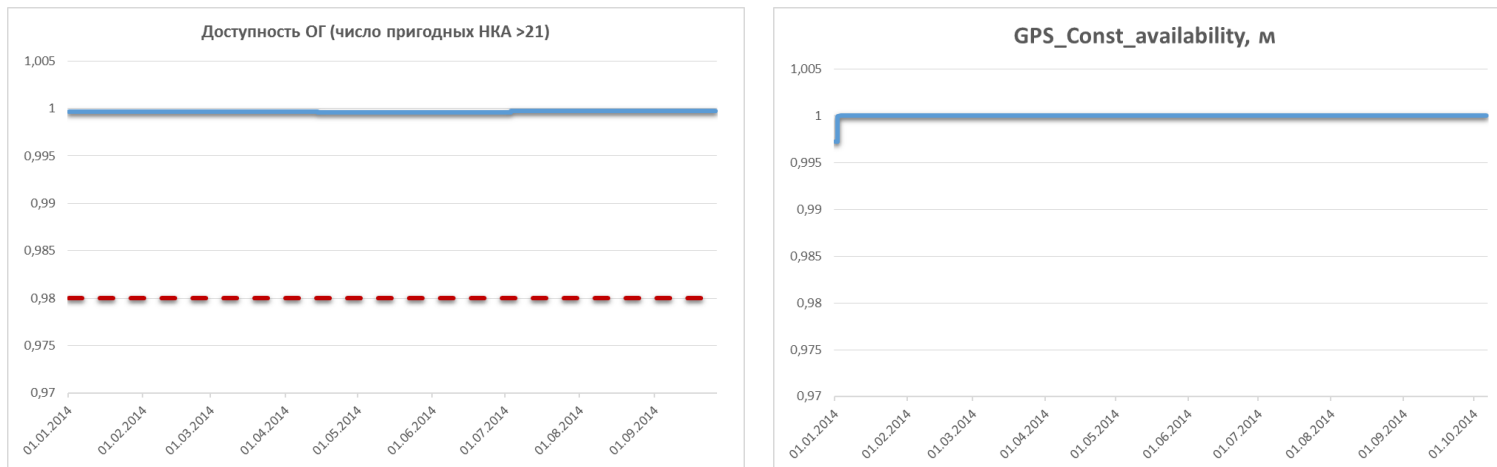


Рисунок 123 – Оценка доступности ОГ CSA SIS для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

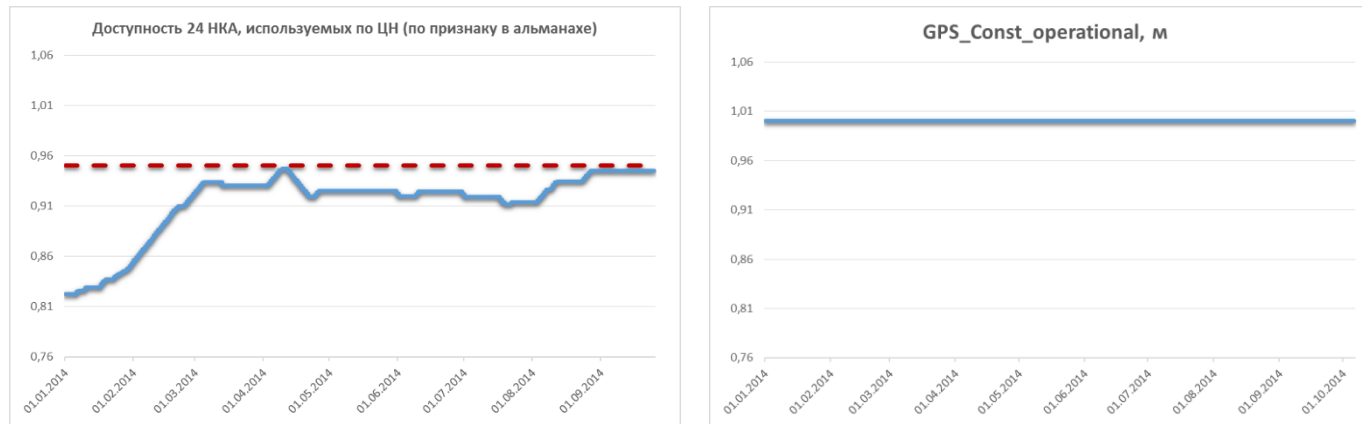


Рисунок 124 – Оценка доступности необходимого количества пригодных для функционирования системы НКА для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

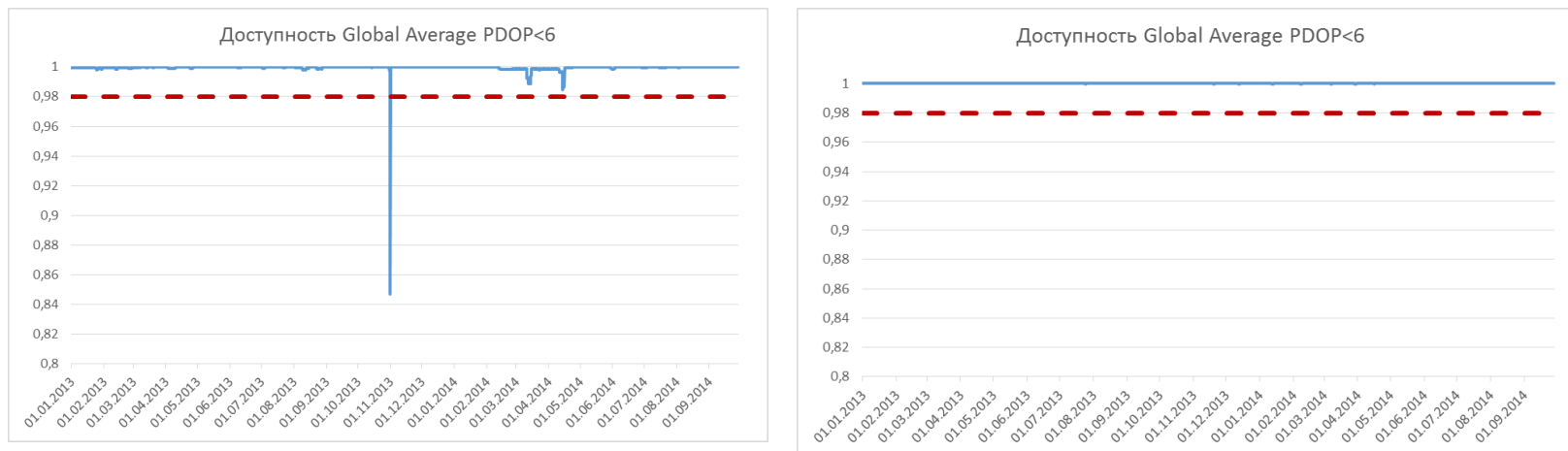


Рисунок 125 – Оценка средней по поверхности доступности навигационного поля CSA для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)



Рисунок 126 – Оценка минимальной по поверхности доступности навигационного поля CSA для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)

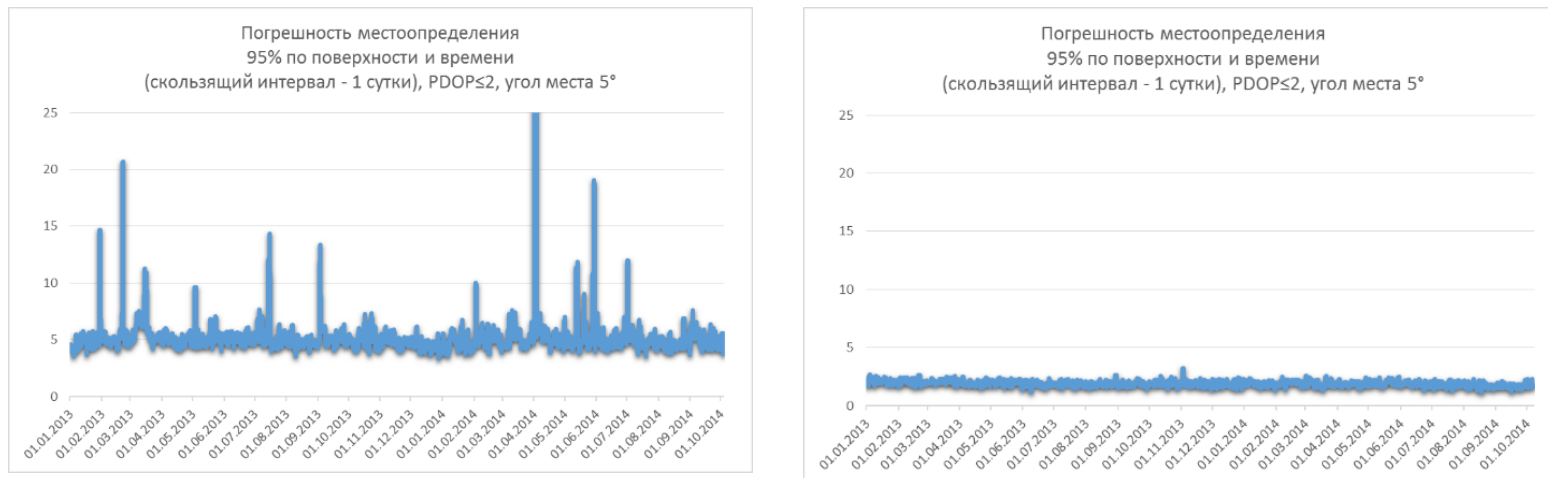


Рисунок 127 – Оценка глобальной средней точности местоопределения CSA для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)



Рисунок 128 – Оценка максимальной по поверхности точности местоопределения CSA для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)



Рисунок 129 – Оценка точности передачи системной шкалы времени для систем ГЛОНАСС (слева) и GPS (справа)



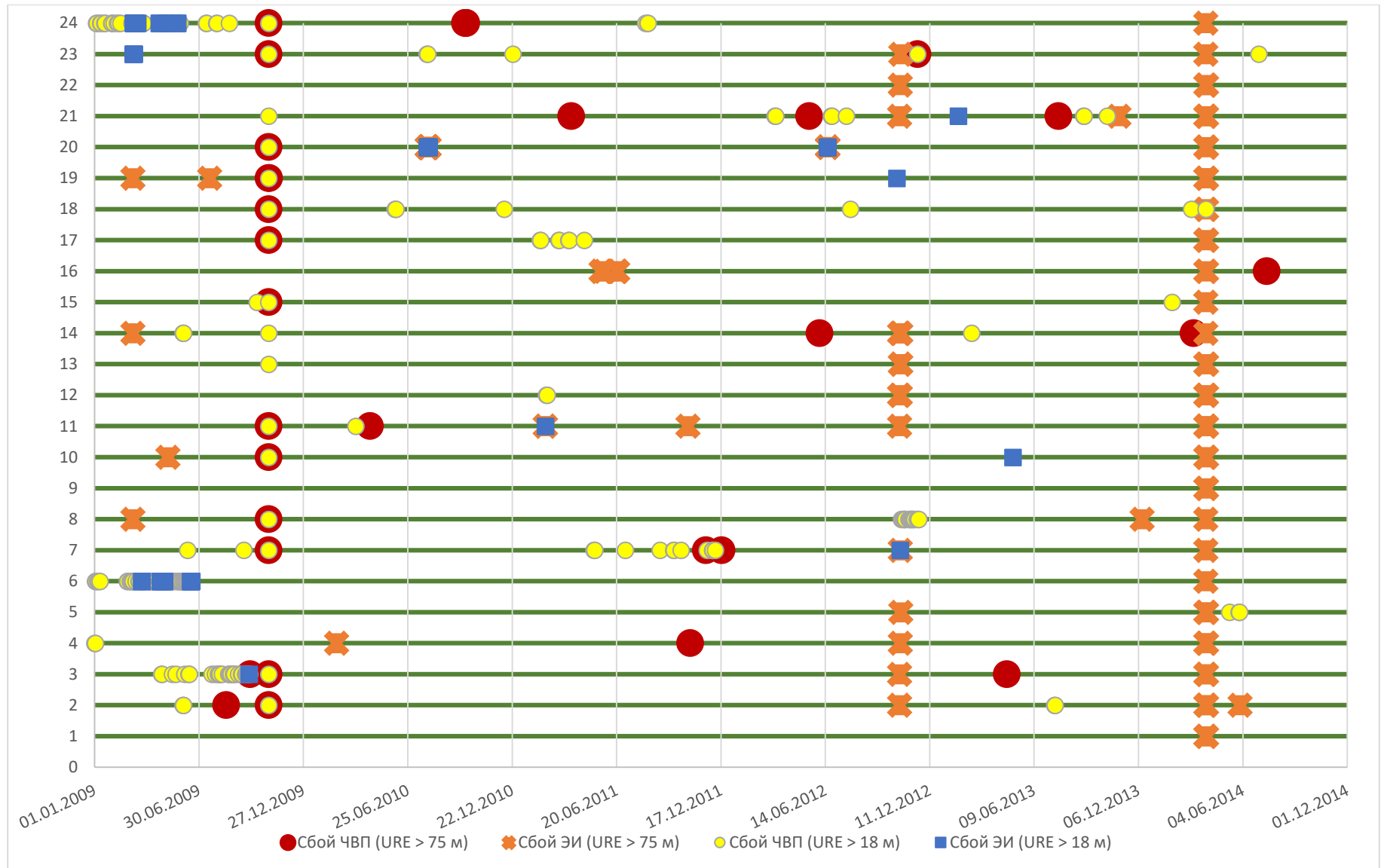


Рисунок 130 – Оценка частоты отказов по каждому НКА для системы ГЛОНАСС

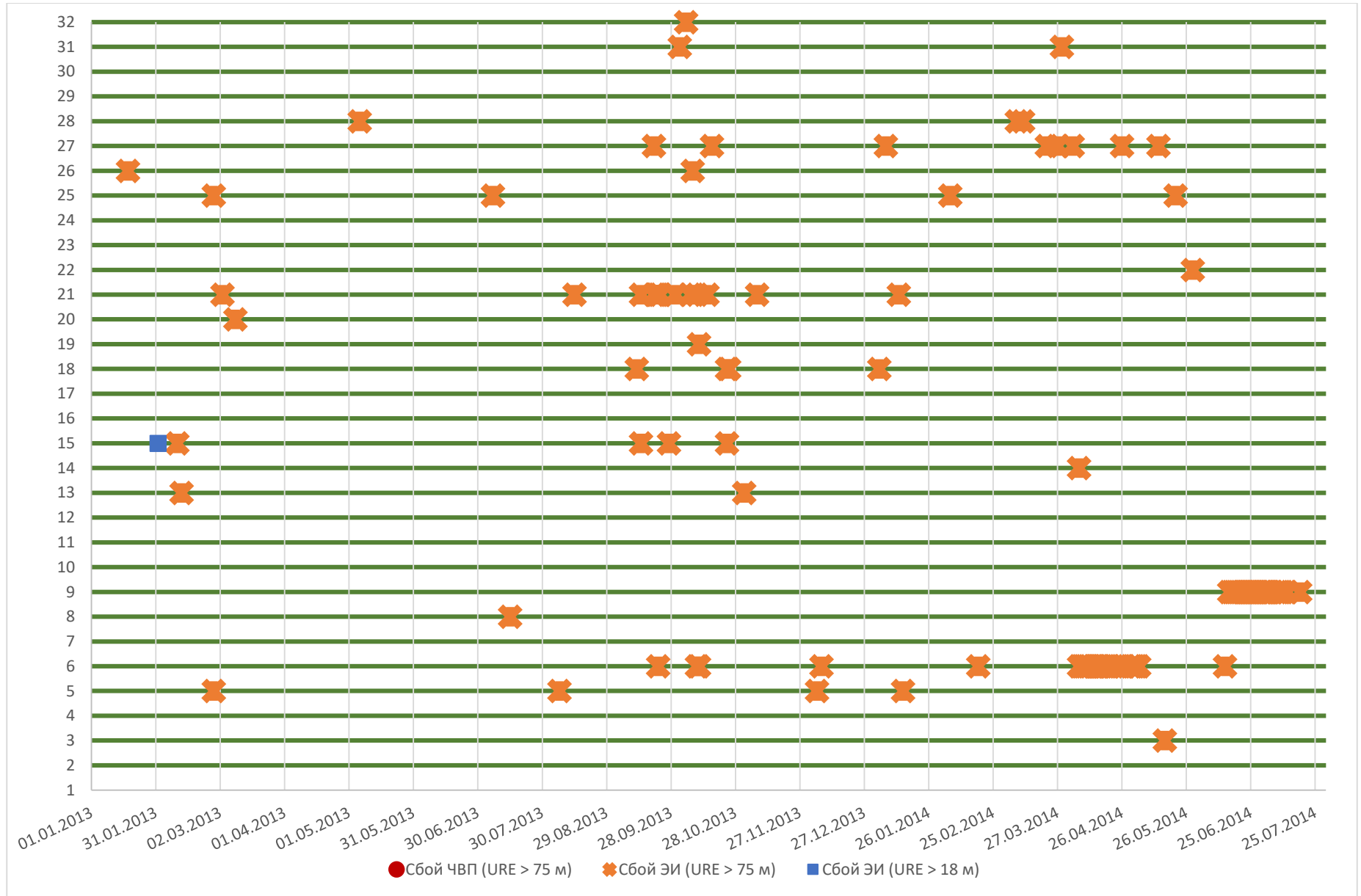


Рисунок 131 – Оценка частоты отказов по каждому НКА для системы GPS

## 5.2.2 Оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности

### 5.2.2.1 Проведение мониторинга текущего состояния системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности

Результаты мониторинга (оценок характеристик, используемых для мониторинга) по основным оцениваемым характеристикам приведены в разделе 3.2.5.

Следует отметить, что несмотря на значительное количество существующих средств и систем, которые могут быть использованы для подобного мониторинга, только использование предложенного терминологического базиса, логико-информационной модели СНПТР и программно-математического комплекса на их основе позволяет говорить о достоверном выявлении проблемных вопросов в рассматриваемой области (касающихся в данном случае системы ГЛОНАСС), таких как:

- наличие диспропорций в системе нормативного регулирования, выражающееся в том, что многие сегменты не регламентированы в достаточной степени, особенно в сравнении со сферой транспорта;
- основная нагрузка лежит на подзаконных актах, а не федеральных законах;
- недостаточное обеспечение системных связей между нормативными документами о ГЛОНАСС и актами о других сегментах, таких как геодезия, картография, гражданская авиация, измерение времени, связь и информационные технологии;
- отсутствие эффективной координации нормотворческой деятельности в сфере навигационной деятельности на всех уровнях власти и, в первую очередь, между федеральными органами исполнительной власти;
- несоблюдение некоторых требований законодательства о техническом регулировании и об обеспечении единства измерений при принятии нормативно-правовых и нормативно-технических актов;
- отсутствуют единые технические требования к навигационной аппаратуре потребителя различных навигационных услуг системы ГЛОНАСС.

Соответственно, использование предлагаемой методологии в части нормативно-правового и нормативно-технического регулирования является оправданным.

Для задач мониторинга могут применяться не только характеристики, указанные в разделе 3.2.2, но и различные варианты их комбинаций.

В качестве примера такой комбинации можно привести сравнительную оценку динамики (изменения количества) действующих, принятых и отмененных нормативных актов двух основных участников навигационной деятельности - Министерства транспорта Российской Федерации и государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» (включая акты, принятые и отмененные организациями-предшественниками) за определенный период (2007-2020 гг.) с разбивкой по их типам (рисунки 132 и 133) и на текущий момент (рисунки 134 и 135).

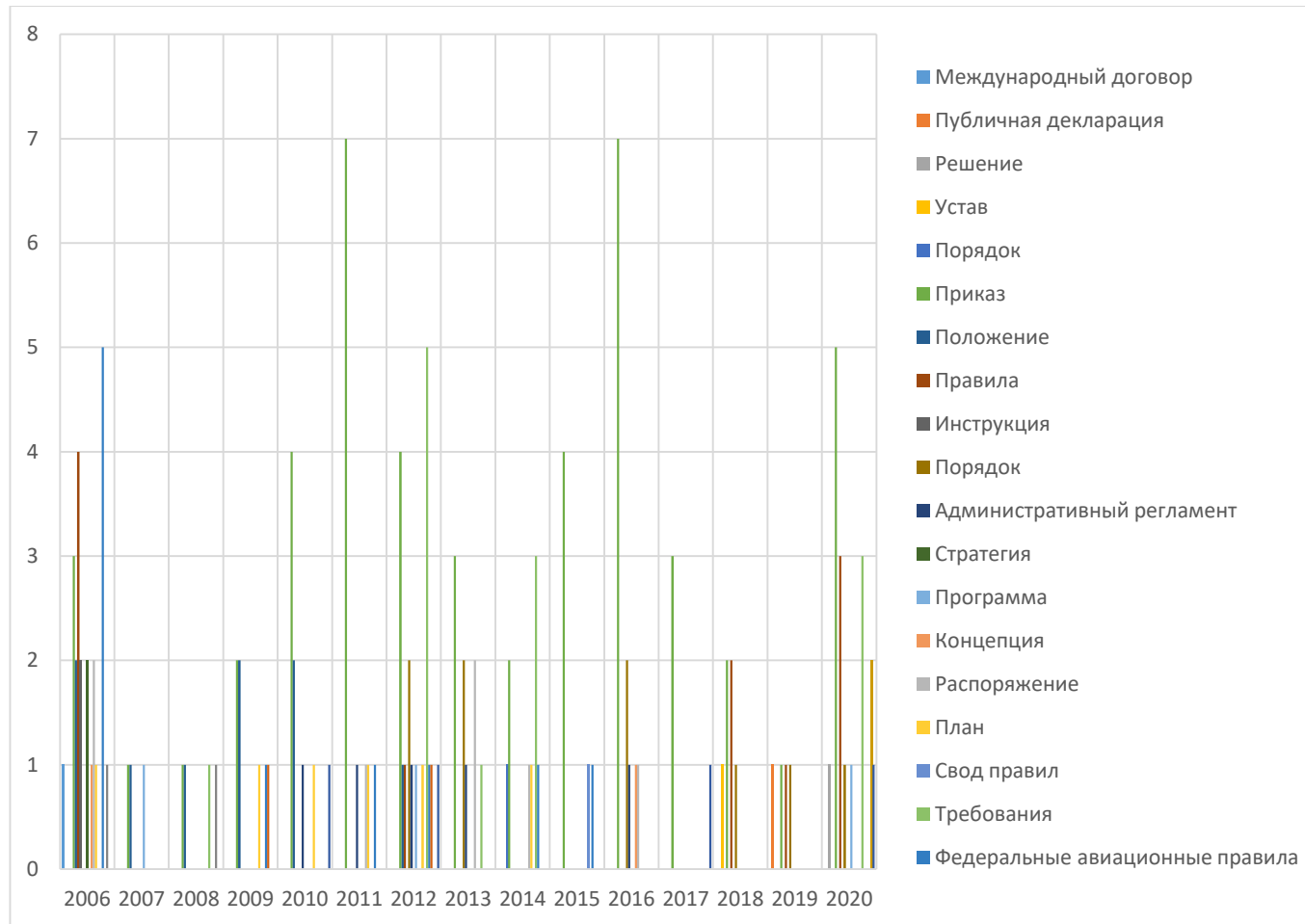


Рисунок 132 – Оценка динамики действующих, принятых и отмененных нормативных актов Министерства транспорта Российской Федерации за период 2007-2020 гг. с разбивкой по их типам

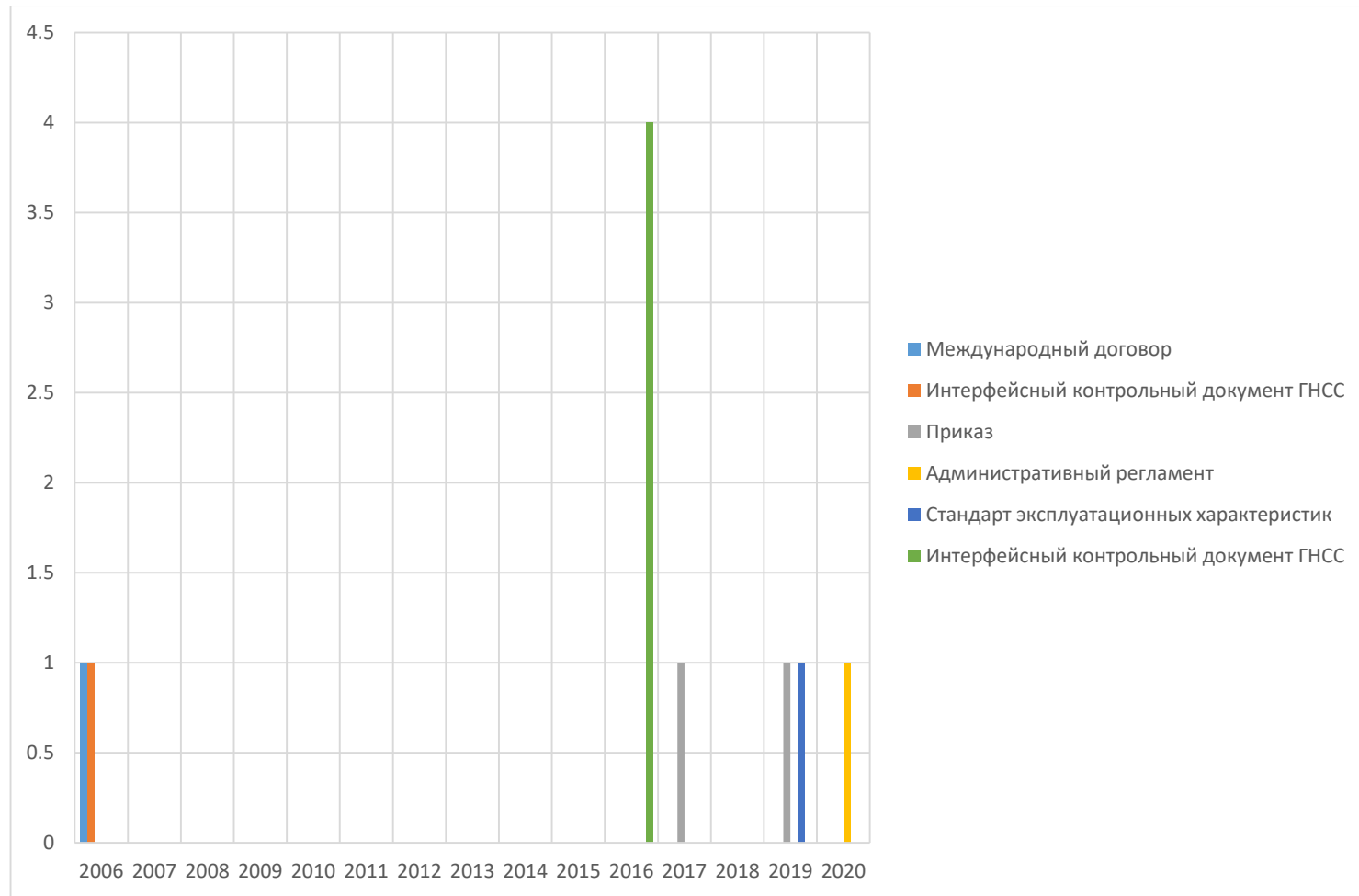


Рисунок 133 – Оценка динамики действующих, принятых и отмененных нормативных актов государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» за период 2007-2020 гг. с разбивкой по их типам

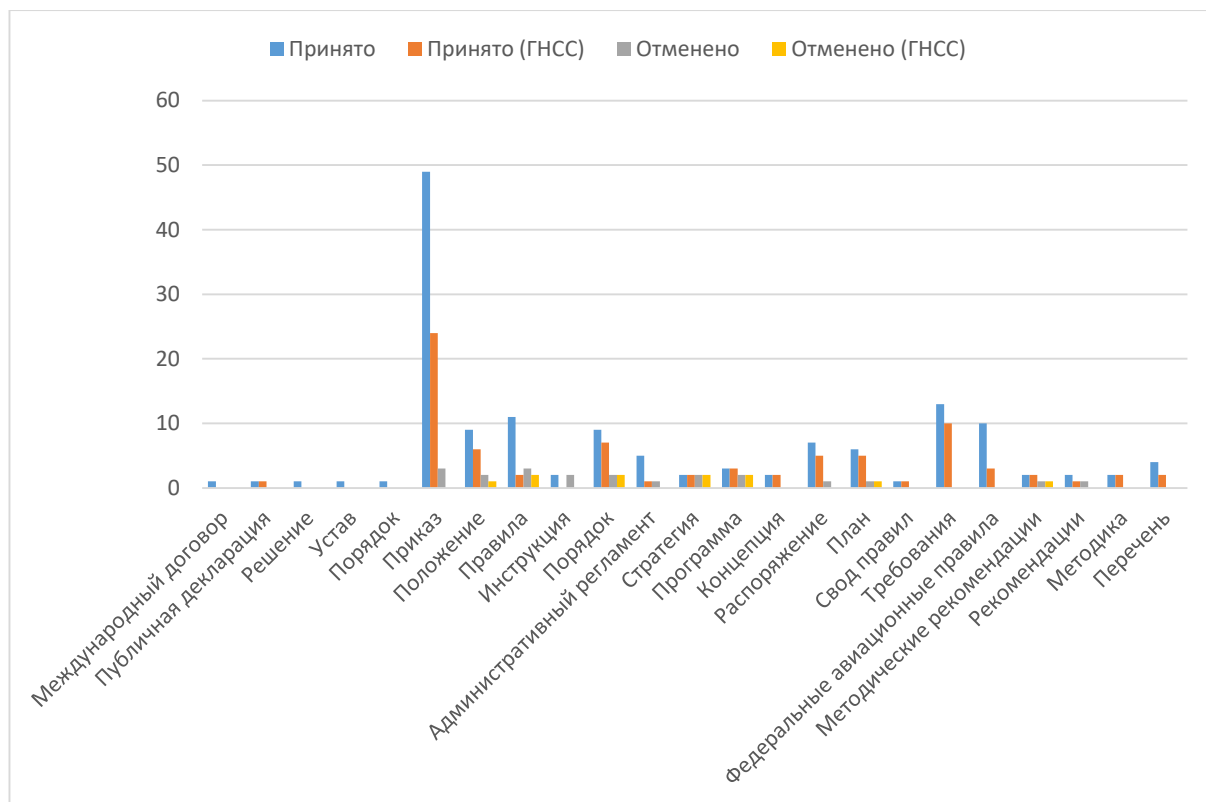


Рисунок 134 – Оценка текущего состояния нормативных актов Министерства транспорта Российской Федерации за период 2007-2020 гг. с разбивкой по их типам

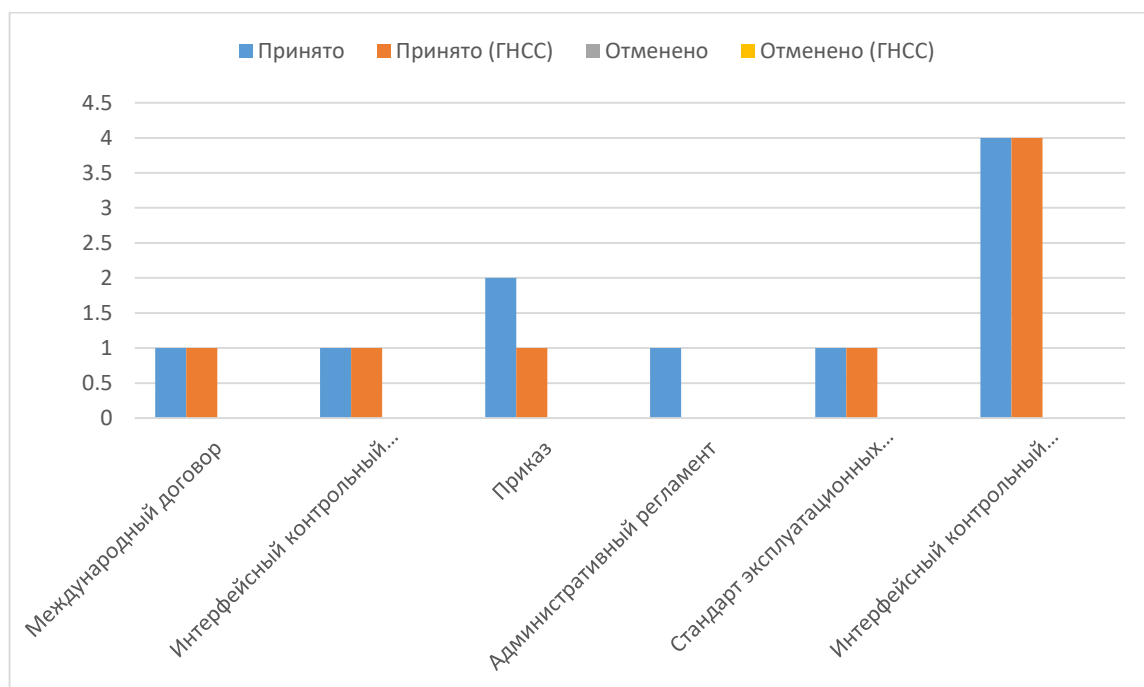


Рисунок 135 – Оценка текущего состояния нормативных актов государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» за период 2007-2020 гг. с разбивкой по их типам

Основным результатов проведения подобного мониторинга в общем служат различные аналитические материалы, справки по текущему состоянию нормативно-правового и

нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности, которые в дальнейшем могут использоваться федеральными органами исполнительной власти, экспертными организациями и др. заинтересованными лицами.

#### *5.2.2.2 Проведение сравнительного анализа различных систем (и вариантов построения) нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности*

Использование существующих средств и систем, которые в каком-либо виде могут быть использованы для задачи оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в общем, для сравнительного анализа различных систем (и вариантов построения) нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности, например, Российской Федерации и Европейского Союза невозможно.

Это объясняется значительной разницей в формировании данных систем. Однако, использование предложенного подхода к математическому описанию системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования как системы проекций норм открывает фактическую возможность решения такого класса задач, т.к. в части навигационной деятельности в данные системы заложены сходные (практически одинаковые) нормы.

На текущий момент возможно проведение сравнительного анализа только достаточно близких систем, например, для стран-участников Содружества независимых государств (СНГ).

Вполне ожидаемо, что сравнительный анализ нормативных систем государств-участников СНГ в сфере навигационной деятельности показывает наибольшую развитость таковой в Российской Федерации. За нею следуют белорусская и казахстанская. В остальных государствах СНГ данная отрасль нормативной системы практически отсутствует. Там, как правило, навигационное законодательство ограничивается законами о геодезии и картографии, а также отдельными подзаконными актами, вроде авиационных правил.

В открытых источниках пока удалось найти в сумме только 28 актов Беларуси и Казахстана по навигационной тематике (см. таблицу 19).

Таблица 19 – нормативные акты по навигационной тематике Беларуси и Казахстана

Наименование органа	Год	Вид акта	Принято	Акты о ГНСС
Президент Республики Беларусь	2011	Положение	1	0
Палата представителей Национального Собрания Республики Беларусь	2000	Закон	1	0
Палата представителей Национального Собрания Республики Беларусь	2008	Закон	1	0
Совет Министров Республики Беларусь	2012	Положение	1	0
Совет Министров Республики Беларусь	2015	Перечень	1	1
Совет Министров Республики Беларусь	2013	Перечень	1	1
Совет Министров Республики Беларусь	2013	Постановление	1	0
Совет Министров Республики Беларусь	2012	Положение	1	0
Совет Министров Республики Беларусь	2012	Положение	1	1
Совет Министров Республики Беларусь	2011	Концепция	1	0

Наименование органа	Год	Вид акта	Принято	Акты о ГНСС
Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь	2014	Требования	1	0
Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь	2015	Инструкция	1	0
Парламент Республики Казахстан	2002	Закон	1	0
Парламент Республики Казахстан	2014	Закон	1	0
Парламент Республики Казахстан	2012	Закон	1	0
Парламент Республики Казахстан	2014	Закон	1	1
Парламент Республики Казахстан	2003	Закон	1	1
Правительство Республики Казахстан	2014	Перечень	1	1
Правительство Республики Казахстан	2012	Постановление	1	1
Правительство Республики Казахстан	2010	Стратегия	1	1
Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан	2015	Правила	1	1
Министр энергетики Республики Казахстан	2015	Правила	1	1
Министр транспорта и коммуникаций Республики Казахстан	2011	Правила	1	1
Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан	2015	Правила	1	1
Министерство окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан	2014	Правила	1	1
Министр сельского хозяйства Республики Казахстан	2016	Приказ	1	0
Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан	2015	Приказ	1	1
Агентство Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства	2012	Руководящий документ по строительству	1	0

Таблица 20 содержит основные законодательные акты 3-х государств – Российской Федерации, Беларуси и Казахстана, куда включены акты и космической деятельности, поскольку они имеют отношение к спутниковой навигации и к навигационной деятельности в целом.

Таблица 20 – Основные законодательные акты Российской Федерации, Беларуси и Казахстана

Тематика	Россия	Беларусь	Казахстан
Общие вопросы навигационной деятельности	ФЗ от 14.02.2009 № 22-ФЗ	Указ Президента РБ от 21.06.2011 № 260	нет
Навигационные системы	ФЗ от 28.12.2013 № 395-ФЗ Об «ЭРА-ГЛОНАСС»	Нет (регламентируется подзаконными актами)	нет
Космическая деятельность	Закон РФ от 20.08.1993 № 5663-1	нет	Закон от 06.01.2012 № 528-IV
Геодезия и картография	ФЗ от 30.12.2015 № 431-ФЗ	Закон от 14.07.2008 № 396-3	Закон от 03.07.2002 № 332
Исчисление времени	от 03.06.2011 № 107-ФЗ	нет	нет

Таблица 21 содержит сравнение тематики подзаконных актов Российской Федерации, Беларуси и Казахстана.



Таблица 21 – Сравнение тематики подзаконных актов Российской Федерации, Беларуси и Казахстана

Тематика	Российская Федерация	Беларусь	Казахстан
Полномочия органов власти в сфере КВНО	Положение о полномочиях ФОИВ по поддержанию, развитию и использованию ... ГЛОНАСС ... (утв. Пост. Правительства РФ № 323 от 30.04.2008)	Положение о полномочиях государственных органов и организаций в области создания, развития и использования навигационных ресурсов ... (утв. Пост. Совмина РБ № 234 от 16.03.2012)	Нет аналога
Системны навигационного обеспечения	Концепция единой системы навигационно-временного обеспечения Российской Федерации (одобрена Правительством РФ 28.11.2004)	Концепция создания Единой системы навигационно-временного обеспечения Республики Беларусь (утв. Постановлением СМ РБ от 04.07.2011 № 902); Положение о ЕС навигационно-временного обеспечения Республики Беларусь (утв. Постановлением СМ РБ № 440 от 15.05.2012); Требования к ЕС навигационно-временного обеспечения Республики Беларусь (утв. Постановлением Гос. военно-промышленного комитета РБ № 2 от 20.01.2014)	Нет аналогов
Деятельность операторов в сфере навигационной деятельности	ФЗ от 28.12.2013 № 395-ФЗ «Об «ЭРА-ГЛОНАСС»	Пост. Совмина РБ от 10.01.2013 № 22 «О сетевом операторе в сфере навигационной деятельности»	Пост. Правительства РК от 31.05.2012 № 721 «Об определении нац. операторов космических систем, а также их задач и функций»
Порядок оснащения объектов навигации средствами КВНО	Пост. Правительства РФ от 25.08.2008 № 641 «Об оснащении транспортных средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS»	Положение о порядке оснащения средствами навигации объектов навигационной деятельности (утв. Пост. Совмина РБ № 234 от 16.03.2012)	Нет аналогов

Тематика	Российская Федерация	Беларусь	Казахстан
Применение навигационной аппаратуры в сфере исполнения наказаний	Перечень аудиовизуальных, электронных и иных тех. средств надзора и контроля, используемых уголовно-исполнительными инспекциями для обеспечения надзора за осужденными к наказанию в виде ограничения свободы (утв. Пост. Правительства РФ от 31.03.2010 № 198)	Перечень электронных средств контроля (утв. Пост. СМ РБ № 298 от 13.04.2015)	Перечень электронных средств слежения, используемых службой пробации уголовно-исполнительной системы и сотрудниками полиции органов внутренних дел Респ. Казахстан (утв. Пост. Правительства РК № 1180 от 07.11.2014)
Регистрация навигационных ресурсов	Нет аналога	Инструкция о порядке регистрации навигационных ресурсов (утв. Приказом Гос. ВПК РБ № 180 от 07.08.2015)	Нет аналога
Оказание навигационных услуг	Нет аналога	Нет аналога	Правила организации и предоставления спутниковых навигационных услуг нац. оператором системы высокоточной спутниковой навигации (утв. Приказом Министра по инвестициям и развитию РК № 496 от 28.04.2015)

Заслуживает внимание опыт Республики Беларусь и Республики Казахстан, где по некоторым направлениям они опережают российское законодательство. Так, если в Российской Федерации еще только теоретически ставится вопрос о создании Единой системы КВНО, то в Беларуси, по крайней мере на законодательном уровне, этот вопрос уже решен. Правда там, речь идет о «Навигационно-временном обеспечении» и его единой системе. Также в законодательстве Беларуси имеется как положение о ЕС НВО, так и утвержденные требования к этой системе (см. сравнительную таблицу подзаконных актов). Российские ФЦП «ГЛОНАСС» и закон о навигационной деятельности устанавливают, что услуги в сфере навигационной деятельности должны оказываться в соответствии со стандартами государственных услуг. Однако в Российской Федерации соответствующих административных регламентов еще нет, за исключением отдельных попыток их выработки на уровне местных органов власти. В Казахстане же уже имеются Правила организации и предоставления спутниковых навигационных услуг.

Интересным возможным вариантом предлагаемой методологии может быть также сравнительный анализ нормативных систем разных стран, построенный на оценке совместных проектов, требующих использования нормативной базы двух или более стран, например, проектов по созданию и использованию транспортных коридоров Российской Федерации и Китая, на всей продолжительности их реализации.

### *5.2.2.3 Совершенствование национальной системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности в целом и различных вариантов ее возможного построения*

На текущем этапе исследований без проработанных математических моделей системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (в том числе как системы проекций норм) сложно оценить в общем влияние отдельного нормативного акта или группы актов (при его или их изменении, внесении нового или новых и др.) на систему в целом, однако использование предлагаемого подхода позволяет уже сейчас решать два класса задач, являющихся крайне актуальными: анализ отдельных критических нормативных актов; анализ эффективности нормативно-правовой и нормативно-технической деятельности федеральных органов исполнительной власти и др. ведомств и организаций

#### 5.2.2.3.1 Анализ отдельных критических нормативных актов

Возможно также проведение оценки эффективности отдельных актов. Например, для ключевого ФЗ «О навигационной деятельности» необходимо проводить анализ: количества изменений и критических замечаний по этим изменениям; числа подзаконных актов, выпущенных во исполнение этих изменений различными ФОИВ; роста объема полномочий ФОИВ в привязке к этим изменениям; количества эффективно внедренных навигационных (транспортных и иных) средств, систем и технологий в тот же период (по системам «ЭРА ГЛОНАСС», Платон, Умный город и др.; внедрения в муниципальных, региональных и федеральных организациях; количества региональных навигационно-информационных систем и др.

Соответственно, можно получать обоснованные выводы о его полноте (достаточности) (отсутствии «пробелов» в акте); используемости (применимости) норм акта (отсутствии «мертвых» норм); наличии проблемных вопросов в нормативном акте (в том числе отсутствие коррупциогенных факторов), т.е. фактически проводить его оценку эффективности.

#### 5.2.2.3.2 Анализ эффективности нормативно-правовой и нормативно-технической деятельности федеральных органов исполнительной власти и др. ведомств и организаций

Рассмотрим вариант такого анализа на примере Минтранса России. На рисунке 136 представлена зависимость количества рассмотренных судебных и административных дел в отношении актов данного ФОИВ в сравнении с общим количеством принятых ведомством актов.

В таблице 22 приведены даты принятия отдельных актов Минтранса России совместно со сроками, за которые они были разработаны, согласованы и приняты с момента принятия акта-основания (акта, в соответствии с которым принят рассматриваемый). В случае отсутствия даты принятия акта-основания, он является ненавигационным.

Таблица 22 – Оценка сроков принятия актов Минтранса России

Год	Вид акта	Дата принятия	Интервал (мес)	Примечание
2007	Программа	13.08.2007	7	
2008	Положение	22.07.2008	112	
2009	Приказ	03.11.2009	20	
	Положение	21.09.2009	63	
	Положение	27.11.2009	65	
	План	21.09.2009	63	
	Методические рекомендации	16.07.2009	16	
2010	Приказ	01.02.2010	19	
	Приказ	16.12.2010	5	
	Приказ	31.03.2010	6	
	Приказ	09.11.2010	9	
	Положение	18.11.2010	77	
	Перечень	09.03.2010	20	Обжалован в судебном порядке, удовлетворении жалобы отказано
2011	Приказ	31.03.2011	6	
	План	01.03.2011	81	
	Федеральные авиационные правила	25.11.2011	21	
2012	Приказ	13.02.2012	43	
	Положение	05.03.2012	7	
	Порядок	19.10.2012	38	
	Порядок	26.01.2012	29	Обжалован в судебном порядке, отменен
	Программа	11.09.2012	5	
	План	19.01.2012	18	
	Требования	31.07.2012	52	

Год	Вид акта	Дата принятия	Интервал (мес)	Примечание
	Требования	21.12.2012	3	
	Требования	31.07.2012	6	
	Требования	31.07.2012	6	
	Требования	31.07.2012	6	
	Федеральные авиационные правила	25.09.2012	187	
	Методические рекомендации	10.01.2012	56	
	Перечень	11.01.2012	42	
2013	Приказ	01.02.2013	3	
	Порядок	21.08.2013	10	Обжалован в судебном порядке, удовлетворении жалобы отказано
	Административный регламент	29.04.2013	7	
	Распоряжение	27.12.2013	1	
	Распоряжение	18.04.2013	7	
	Требования	13.02.2013	4	Обжалован в судебном порядке, удовлетворении жалобы отказано
2014	Приказ	14.05.2014	27	
	Распоряжение	29.12.2014	13	
	План	07.04.2014	118	
	Требования	03.06.2014	7	
	Требования	24.12.2014	13	
	Федеральные авиационные правила	20.10.2014	212	
2015	Приказ	04.08.2015	21	
	Приказ	01.10.2015	11	
	Свод правил	17.06.2015	7	
2016	Приказ	09.03.2016	28	
	Приказ	04.03.2016	4	
	Приказ	22.11.2016	24	
	Приказ	19.04.2016	15	
	Приказ	23.06.2016	144	
	Приказ	21.09.2016	147	
	Положение	31.10.2016	148	
	Порядок	11.03.2016	16	
	Концепция	31.03.2016	8	
	Распоряжение	06.05.2016	30	
2017	Административный регламент	28.12.2017	6	
	Приказ	06.03.2017	16	
2018	Порядок	08.08.2018	121	
2019	Порядок	18.04.2019	6	
	Публичная декларация	03.04.2019	178	
2020	Приказ	10.07.2020	144	
	Приказ	07.10.2020	147	
	Порядок	14.01.2020	2	
	Программа	16.06.2020	31	

Год	Вид акта	Дата принятия	Интервал (мес)	Примечание
	Требования	14.01.2020	2	
	Требования	14.01.2020	2	
	Методика	17.06.2020	7	
	Методика	25.03.2020	7	

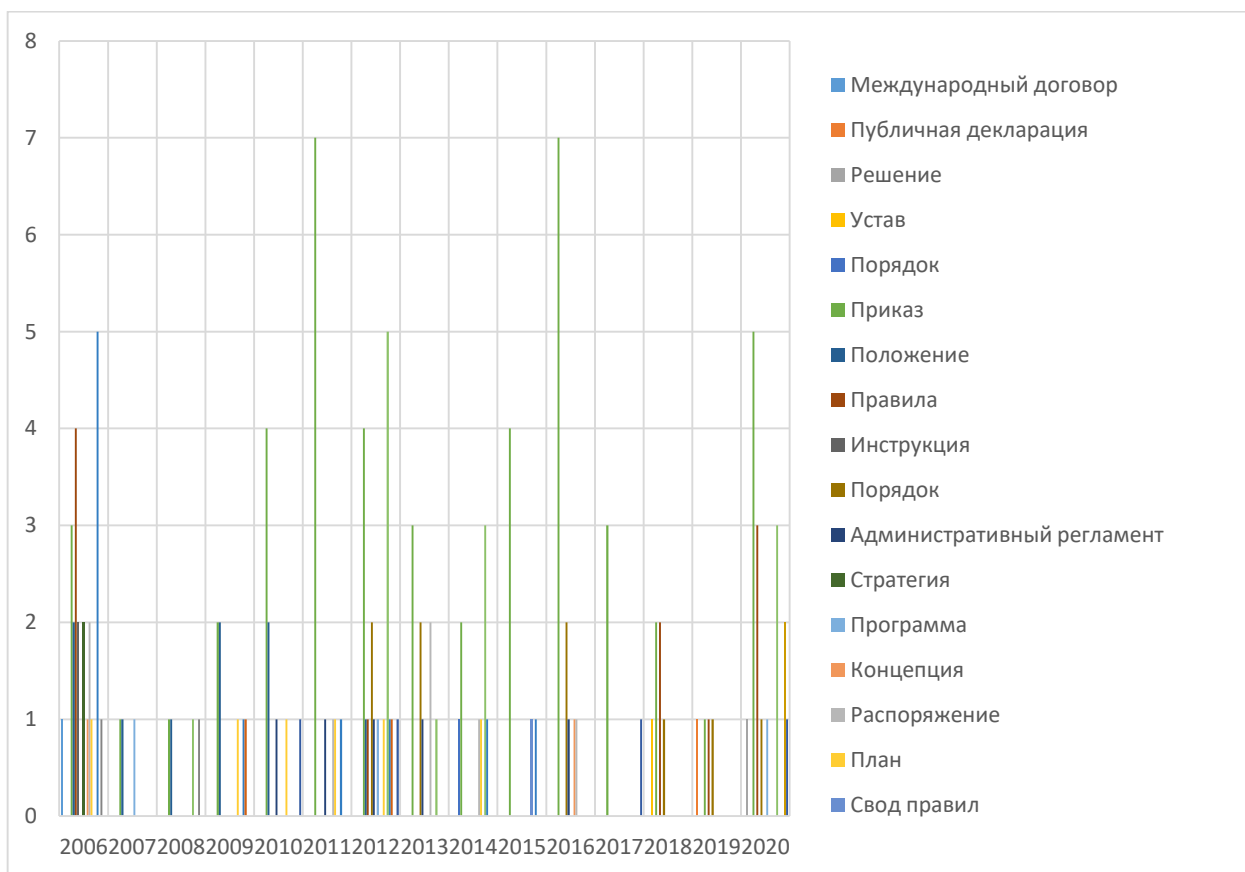
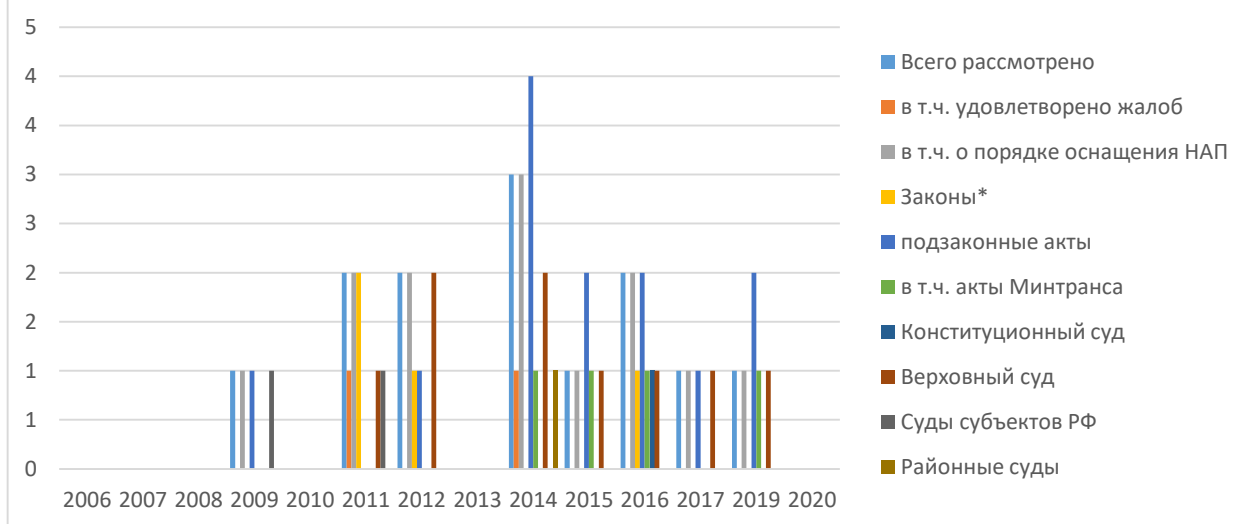


Рисунок 136 – Оценка зависимости количества рассмотренных судебных и административных дел в отношении актов Минтранса России в сравнении с общим количеством принятых ведомством актов

В данном случае можно сделать вывод о том, что Минтранс обладает высокой оперативностью нормотворческой деятельности (полномочия по нормативно-техническому и нормативно-правовому регулированию реализуются с хорошей скоростью); однако в целом

принимается, как представляется, избыточное число нормативных актов, к качеству которых возникает немало вопросов. «Инфляционная» составляющая нормотворчества данного ведомства может создавать существенные неудобства для адресатов установленных им норм в практике их применения.

#### 5.2.2.4 Общие выводы по разделу 5.2.2

1. Подтверждена возможность использования разработанных специализированных средств, методов и методик 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.

2. С помощью разработанных специализированных средств 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;

### 5.2.3 Оценка экономической эффективности

#### 5.2.3.1 Оценка эффективности и реализуемости государственных программ

Решение задачи оценки эффективности и реализуемости государственных программ показано на примере системы ГЛОНАСС и ФЦП ГЛОНАСС.

Результаты оценки влияния вложений в развитие системы ГЛОНАСС на основные макроэкономические показатели за период 2014-2020 гг. представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Вклад системы ГЛОНАСС в динамику основных макроэкономических переменных

Макроэкономические индикаторы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Среднее значение за период реализации ФЦП ГЛОНАСС
Темпы роста ВВП, б.п.	1,74	3,13	3,60	2,77	2,39	2,33	2,5	2,70
Темпы роста инвестиционной активности, б.п.	0,97	0,65	1,20	3,52	6,18	8,63	10,18	4,42

Макроэкономические индикаторы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Среднее значение за период реализации ФЦП ГЛОНАСС
Темпы роста промышленного производства, б.п.	2,84	4,77	5,72	4,83	4,23	3,98	4,06	4,43
Уровень занятости, б.п.	5,03	8,59	10,52	9,15	8,09	7,45	7,32	8,16
Уровень инфляции, б.п.	0,11	0,21	0,26	0,21	0,19	0,01	0,03	0,16

*\*Прогнозное значение, рассчитанное на основе DSGE-модели*

В период 2014-2020 годов среднегодовой вклад ФЦП ГЛОНАСС в темпы роста ВВП составил 2,70 базисных пункта. Несколько более существенно реализация программы повлияла на стимулирование темпов роста промышленного производства – в среднем за рассматриваемый период реализация мероприятий ФЦП ГЛОНАСС позволила увеличить индекс промышленного производства на 4,42 базисных пункта. Наиболее существенный вклад в темпы роста промышленного производства, как видно из таблицы 23, наблюдался в 2016-2017 годах.

Система ГЛОНАСС оказала также влияние на темпы роста инвестиций в основной капитал. При этом вклад мероприятий программы в уровень инвестиционной активности поступательно увеличивался на рассматриваемом периоде: если в 2014 году вклад ФЦП ГЛОНАСС в темпы роста инвестиционной активности не превышал 1 базисного пункта, то к 2020 году показатель увеличился более чем в 6 раз. Вклад реализации мероприятий ФЦП ГЛОНАСС в 2020 году предварительно оценивается на уровне 10,18 базисных пунктов. Рост позитивных эффектов для инвестиционной динамики может быть объяснен накоплением основного капитала, и, как следствие, расширением влияния и повышением качества работы системы.

За период реализации ФЦП ГЛОНАСС программа оказывала устойчивую поддержку уровню занятости – среднегодовой вклад в уровень занятости в период 2012-2020 годов составил 7,32 базисных пункта. При этом стоит отметить, что несмотря на высокий вес прямых государственных закупок в структуре расходов ФЦП, ее влияние на уровень инфляции было минимальным.

Относительно соотношения эффекта увеличения государственных расходов и увеличения инвестиций стоит отметить, что рост прямых закупок по ФЦП вносил больший вклад в стимулирование экономического роста, что в основном было обусловлено структурой финансирования. Доля капиталовложений в общем объеме финансирования ФЦП в среднем за период составляла около 7%. При этом если шок государственных расходов носит краткосрочный характер, эффект от стимулирования инвестиционной деятельности сохранится и в дальнейшем периоде.

Результаты оценки вклада ФЦП ГЛОНАСС в прирост ВВП за счет увеличения госрасходов и капитальных вложений представлены на рисунке 137. Если говорить о финансовой оценке, то в абсолютном выражении вклад ФЦП ГЛОНАСС в ВВП в постоянных ценах 2016 года составил:

- 73,2 млрд. руб. в 2016 году;



- 98,3 млрд. руб. в 2017 году;
- 121,4 млрд. руб. в 2018 году;
- 148,87 млрд. руб. в 2019 году.

По предварительной оценке (поскольку реальные данные предоставляются с некоторым опозданием), на базе описанной в данной диссертационной работе DSGE модели, в 2020 году вклад ФЦП ГЛОНАСС в объем совокупного выпуска составит 174,39 млрд. руб.

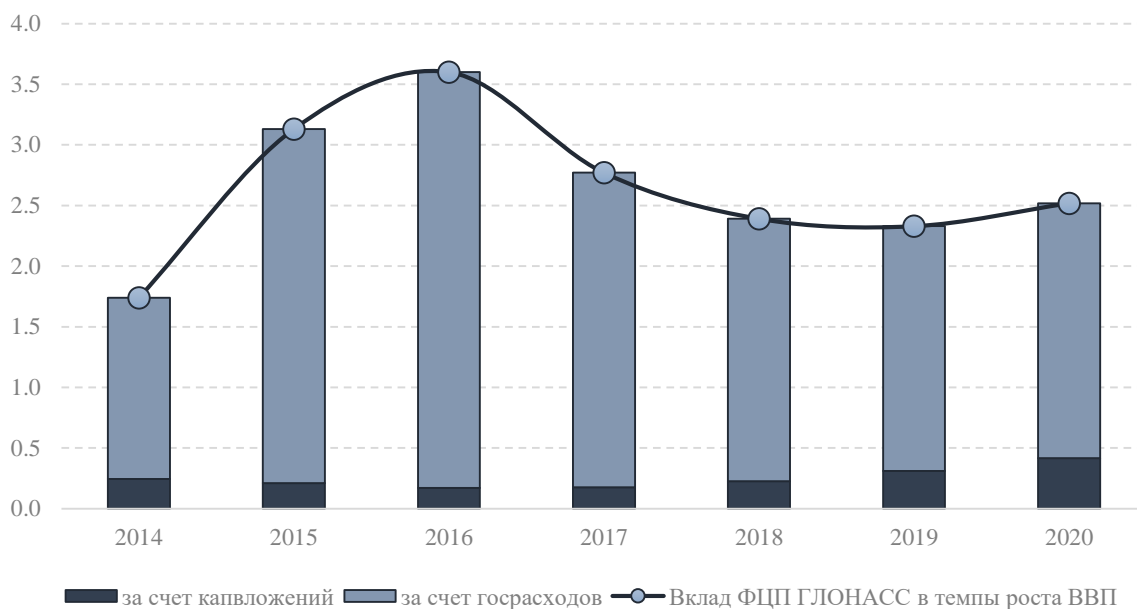


Рисунок 137 – Вклад ФЦП ГЛОНАСС в темпы роста ВВП (б.п.), учитывая влияние инвестиционных расходов и прямых государственных закупок

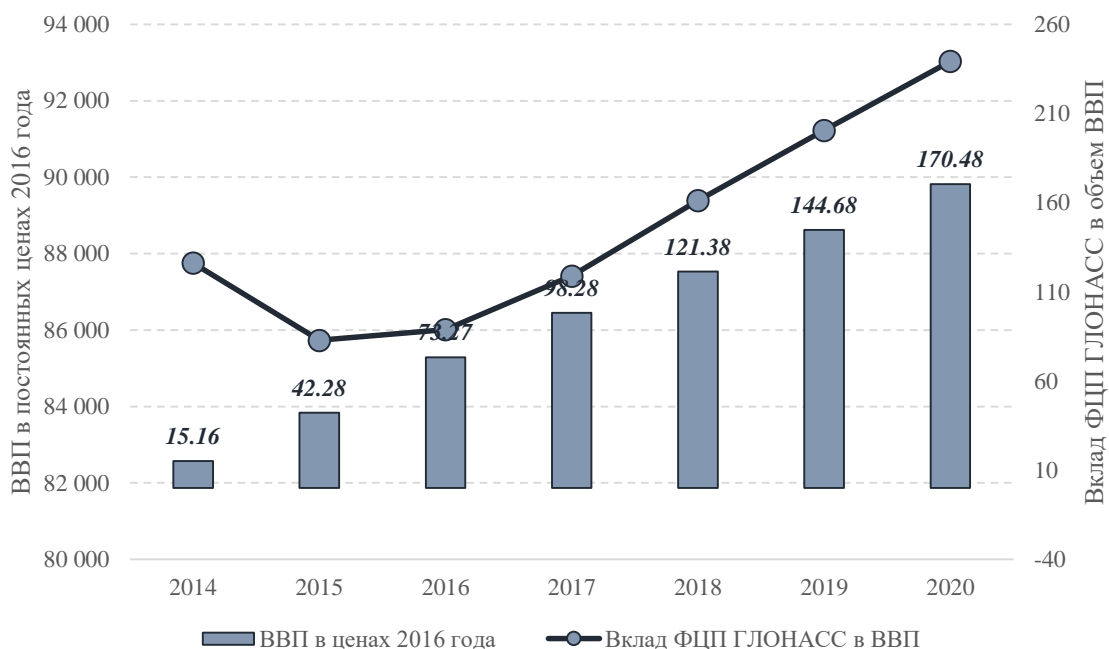


Рисунок 138 – Вклад ФЦП ГЛОНАСС в динамику ВВП (в постоянных ценах 2016 года), млрд. руб.

Вклад ФЦП ГЛОНАСС в инвестиции в основной капитал в постоянных ценах 2016 года составил:

- 5,7 млрд. руб. в 2016 году;
- 7,8 млрд. руб. в 2017 году;
- 10,0 млрд. руб. в 2018 году;
- 12,3 млрд. руб. в 2019 году.

По предварительной оценке (поскольку реальные данные предоставляются с некоторым опозданием), в 2020 году вклад ФЦП ГЛОНАСС в объем инвестиций в основной капитал составит 14,7 млрд. руб.

В относительном выражении на инвестиционную динамику развитие системы ГЛОНАСС оказывает наиболее существенное влияние, что связано не только с прямыми вложениями в развитие системы, но и с ростом эффективности инвестиций в экономике в целом. Более широкое применение системы ГЛОНАСС в области телекоммуникаций, транспортной логистике, сельском хозяйстве делает эти области более привлекательными для инвесторов. Результаты оценки вклада ФЦП ГЛОНАСС в увеличение инвестиционной активности представлены на рисунке 139.

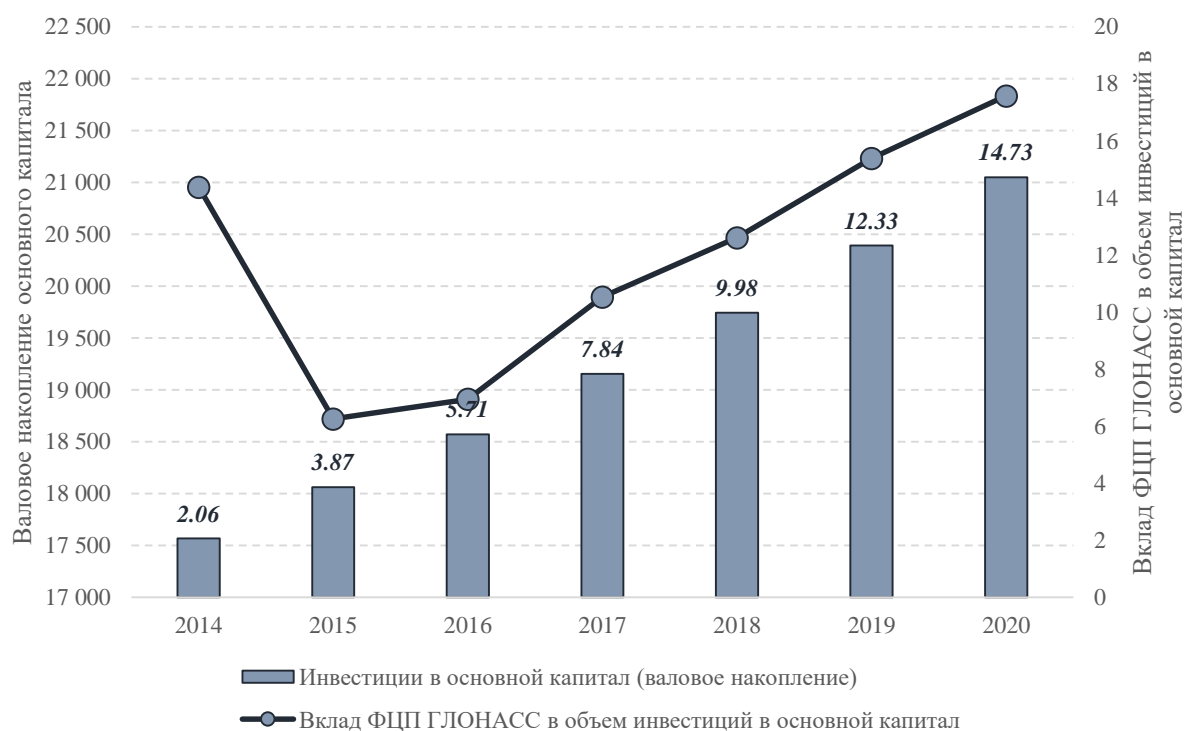


Рисунок 139 – Вклад ФЦП ГЛОНАСС в динамику инвестиций в основной капитал (в постоянных ценах 2016 года), млрд. руб.

Реализация ФЦП ГЛОНАСС также оказывает позитивное влияние на динамику промышленного производства (рисунок 140).

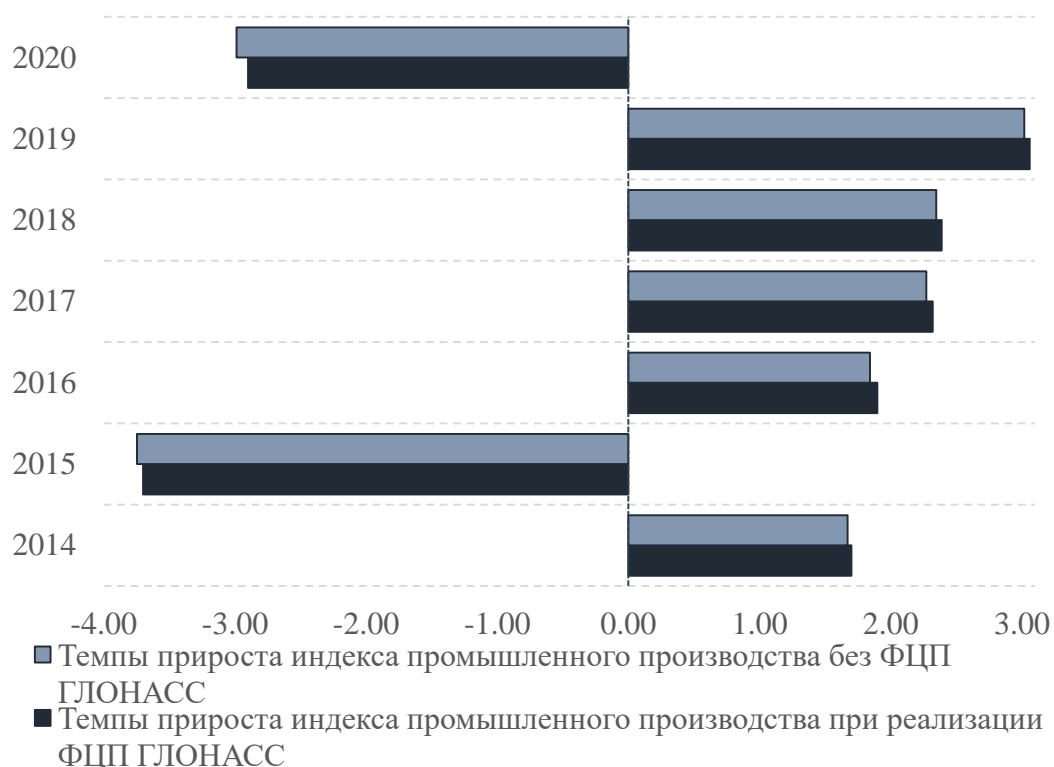


Рисунок 140 – Влияние системы ГЛОНАСС на индекс промышленного производства, %

Реализация мероприятий ФЦП ГЛОНАСС позволила, как несколько снизить уровень падения промышленного производства в 2015 году, так и увеличить темпы восстановительного роста в последующие годы. По предварительной оценке (поскольку реальные данные предоставляются с некоторым опозданием), в 2020 году вклад программы в индекс промышленного производства несколько снизится и составит около 4 базисных пунктов. Сокращение показателя связано преимущественно со снижением объемов финансирования программы. На ранних этапах реализации программы вклад в промышленное производство обеспечивается в основном за счет спроса на продукцию отраслей, выпускающих комплектующие и материалы, необходимые для развития системы. Адаптация и масштабное внедрение системы в отрасли промышленности для повышения качества услуг и снижения издержек производства продукции представляется более длительным процессом. Таким образом, в долгосрочной перспективе возможно увеличение вклада ФЦП ГЛОНАСС в промышленное производство за счет масштабного использования системы в таких отраслях, как сельское хозяйство, телекоммуникации, транспорт и т. д.



Рисунок 141 – Влияние системы ГЛОНАСС на уровень безработицы, %

Как уже отмечалось, система ГЛОНАСС вносит вклад в стабильность уровня занятости, так при реализации программы уровень безработицы ниже на всем рассматриваемом периоде (рисунок 141). Расхождение между значениями в среднем за рассматриваемый период составляет около 8 базисных пунктов. При этом стоит отметить, что инфляционное давление, связанное с финансированием мероприятий ФЦП ГЛОНАСС, минимально (показатель не превышает 3 процентных пунктов).

Увеличение объемов промышленного производства вследствие реализации ФЦП ГЛОНАСС ведет к росту налогооблагаемой базы налога на прибыль и НДС, а более высокий уровень занятости обеспечивает более высокий уровень социальных отчислений. Таким образом, ФЦП ГЛОНАСС генерирует доходный поток для бюджетов различных уровней. Наиболее существенный объем сборов приходится на долю федерального бюджета – около 61,12% от общего налогового эффекта реализации ФЦП ГЛОНАСС. Взносы на социальное страхование, направляемые в соответствующие фонды, занимают в структуре генерируемого Программой налогового потока 24,1%, а отчисления в региональные бюджеты – 14,7%.

Оценка генерируемых системой ГЛОНАСС налоговых поступлений в бюджеты различных уровней приведена на рисунке 142.

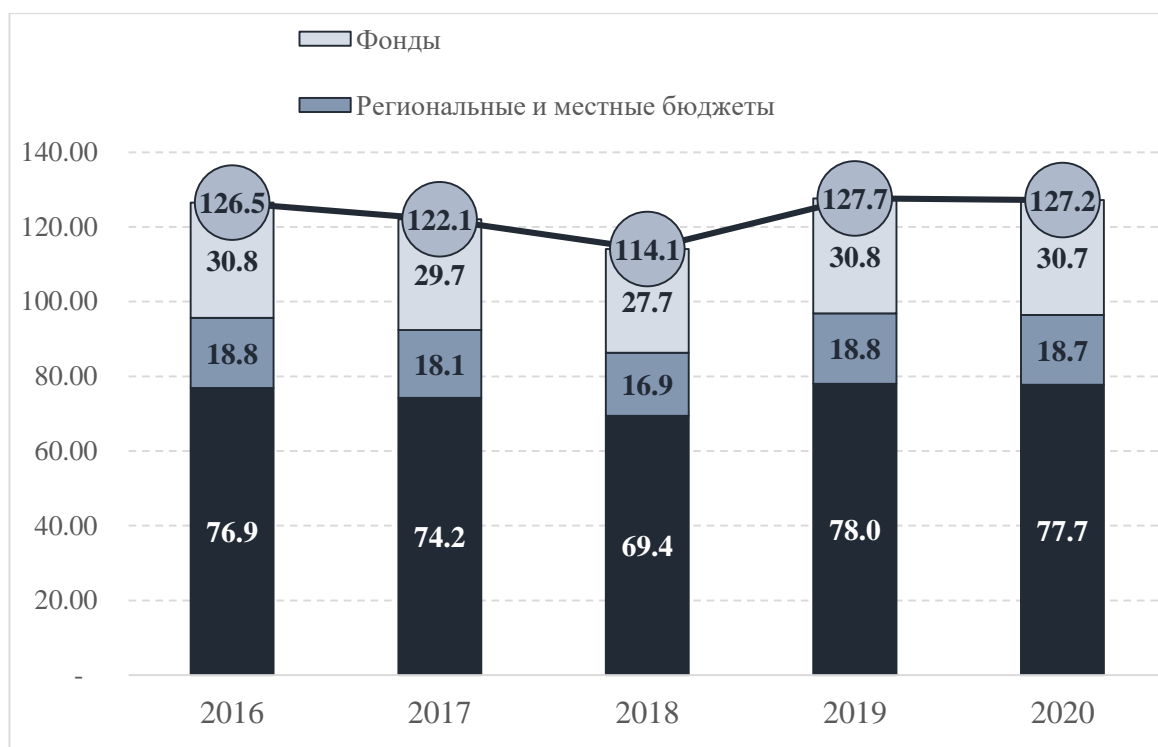


Рисунок 142 – Оценка генерируемых системой ГЛОНАСС налоговых поступлений в бюджеты различных уровней (без учета налоговых поступлений от отраслей экономики, на которые оказывает влияние ФЦП ГЛОНАСС)

Общий объем налоговых поступлений от реализации ФЦП ГЛОНАСС (включая налоговые поступления от отраслей экономики, на развитие которых оказывает влияние развитие системы ГЛОНАСС) в 2020 году оценивается в 127,2 млрд. руб. Из них в федеральный бюджет зачисляется 77,7 млрд. руб., в региональные бюджеты – 18,7 млрд. рублей, взносы на социальное страхование составляют 30,7 млрд. руб.

Таким образом, реализация ФЦП ГЛОНАСС оказывает стимулирующее воздействие на темпы экономического роста, динамику промышленного производства и инвестиционную активность, а также позволяет добиться устойчивого увеличения уровня занятости. Рост экономики и улучшение показателей рынка труда, в свою очередь, ведут к формированию устойчивого доходного потока в бюджеты различного уровня и фонды социального страхования.

### 5.2.3.2 Оценка отраслевого влияния навигационных систем (на примере системы ГЛОНАСС)

#### 5.2.3.2.1 Сельское хозяйство

Оценка количественного влияния системы ГЛОНАСС на отрасль сельского хозяйства проводится в период 2016-2020 гг. В табличном виде результаты количественной оценки представлены в таблице 24. В графическом виде результаты количественной оценки представлены на рисунках 143, 144, 145, 146. ГЛОНАСС не является для отрасли критической технологией, оценка критичности – низкая.

Таблица 24 – Количественная оценка влияния системы ГЛОНАСС на отрасль сельского хозяйства

Сельское хозяйство	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Вклад в выпуск, млрд. руб.</b>	16.95	19.59	22.07	23.30	24,19
<b>Вклад в основные фонды, млрд. руб.</b>	3.07	3.63	4.15	4.49	4,71
<b>Вклад в численность занятых, чел</b>	20 770.62	22 556.14	25 442.42	26 955.87	28 065,06
<b>Размер налогового потока, млрд. руб.</b>	5.31	6.14	6.92	7.72	8,01

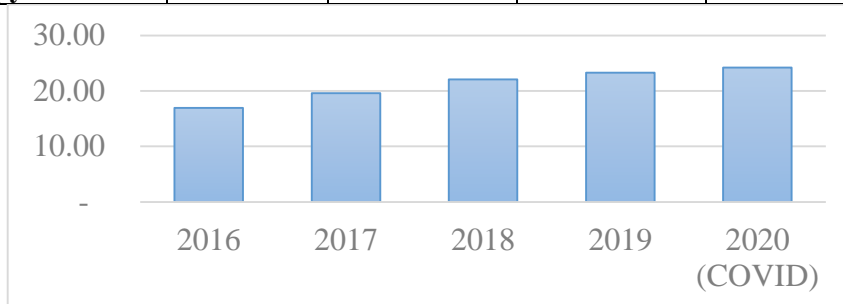


Рисунок 143 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер выпуска отрасли сельского хозяйства, млрд. руб.



Рисунок 144 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер основных фондов отрасли сельского хозяйства, млрд. руб.

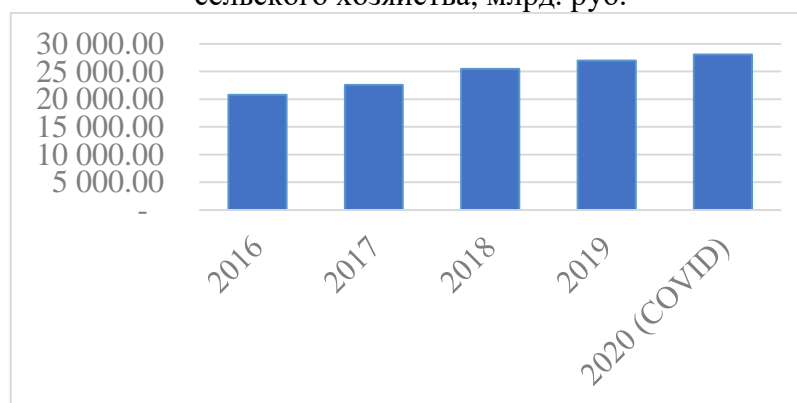


Рисунок 145 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в численность занятых отрасли сельского хозяйства, чел.

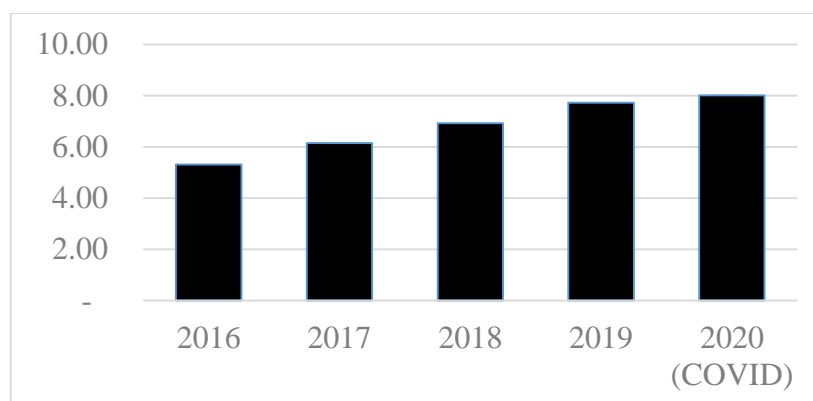


Рисунок 146 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер совокупного налогового потока отрасли сельского хозяйства, млрд. руб.

ГЛОНАСС вносит значительный вклад в развитие сельского хозяйства. В 2020 году вклад в выпуск отрасли (вклад в добавленную стоимость) оценивается в 24.19 млрд. рублей. При этом обеспечивается вклад в инвестиции (основные фонды) в размере до 4.71 млрд. рублей, обеспечение занятости оценивается в 28.0 тысяч рабочих мест. За счет вклада ГЛОНАСС в отрасли формируется до 8.01 млрд. рублей налоговых потоков.

#### 5.2.3.2.2 Геодезическая и картографическая деятельность

Оценка количественного влияния системы ГЛОНАСС на отрасль геодезической и картографической деятельности проводится в период 2016-2020 гг. В табличном виде результаты количественной оценки представлены в таблице 25. В графическом виде результаты количественной оценки представлены на рисунках 147, 148, 149, 150. ГЛОНАСС является для отрасли критической технологией, оценка критичности – высокая.

Таблица 25 – Количественная оценка влияния системы ГЛОНАСС на отрасль геодезической и картографической деятельности

Геодезическая и картографическая деятельность	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Вклад в выпуск, млрд. руб.</b>	11.91	12.19	12.48	12.86	11,98
<b>Вклад в основные фонды, млрд. руб.</b>	2.16	2.26	2.35	2.48	2,33
<b>Вклад в численность занятых, чел</b>	7 749.69	7 449.72	7 634.94	7 898.28	7 380,28
<b>Размер налогового потока, млрд. руб.</b>	3.73	3.82	3.91	4.26	3,97

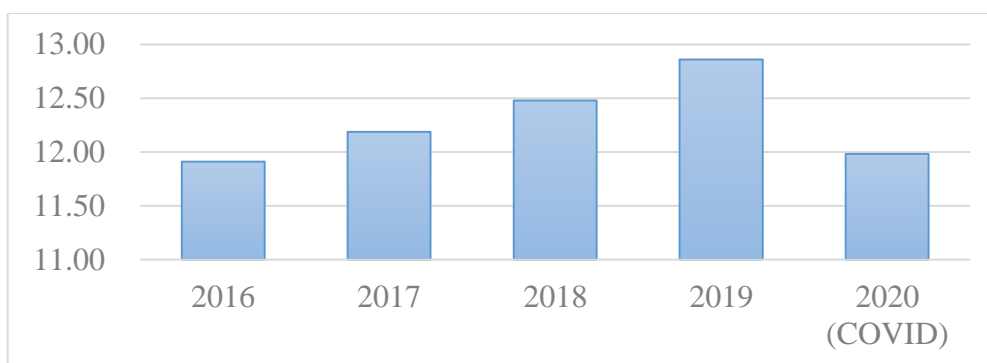


Рисунок 147 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер выпуска отрасли геодезической и картографической деятельности, млрд. руб.

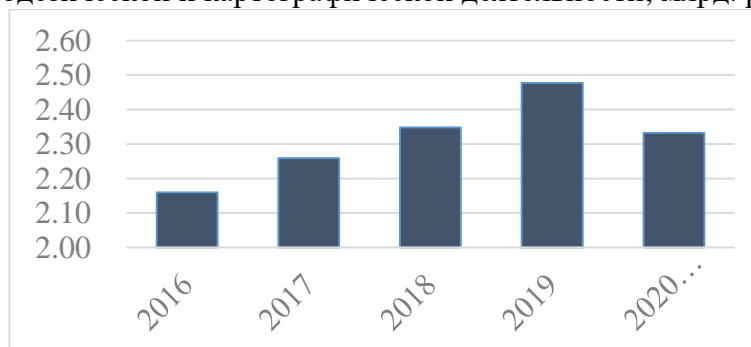


Рисунок 148 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер основных фондов отрасли геодезической и картографической деятельности, млрд. руб.



Рисунок 149 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в численность занятых отрасли геодезической и картографической деятельности, чел.



Рисунок 150 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер совокупного налогового потока отрасли геодезической и картографической деятельности, млрд. руб.

ГЛОНАСС вносит серьезный вклад в развитие геодезической и картографической деятельности. В 2020 году вклад в выпуск отрасли (вклад в добавленную стоимость) оценивается



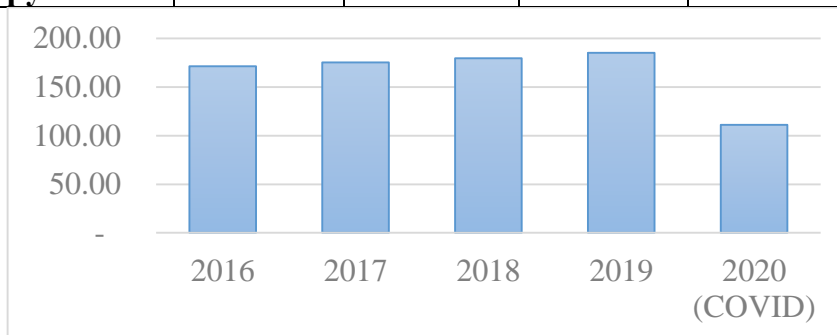
в 11.98 млрд. рублей. При этом обеспечивается вклад в инвестиции (основные фонды) в размере до 2.48 млрд. рублей, обеспечение занятости оценивается в 7.3 тысяч рабочих мест. За счет вклада ГЛОНАСС в отрасли формируется до 3.97 млрд. рублей налоговых потоков.

### 5.2.3.2.3 Коммерческие перевозки и транспорт

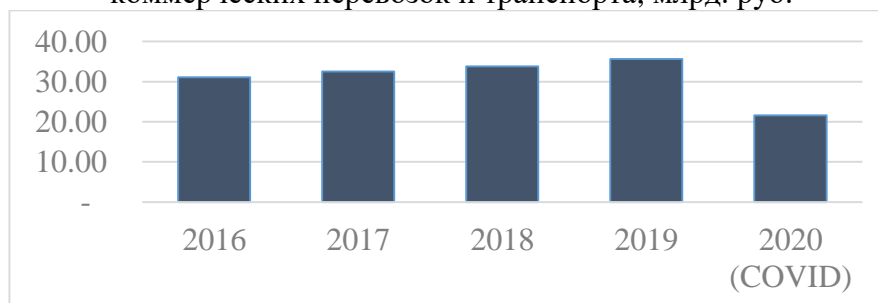
Оценка количественного влияния системы ГЛОНАСС на отрасль коммерческих перевозок и транспорта проводится за период 2016-2019 гг. В табличном виде результаты количественной оценки представлены в таблице 26. В графическом виде результаты количественной оценки представлены на рисунках 151, 152, 153, 154. ГЛОНАСС является для отрасли критической технологией, оценка критичности – средняя.

Таблица 26 – Количественная оценка влияния системы ГЛОНАСС на отрасль коммерческих перевозок и транспорта

<b>Коммерческие перевозки и транспорт</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Вклад в выпуск, млрд. руб.</b>	171.49	175.47	179.66	185.16	111,18
<b>Вклад в основные фонды, млрд. руб.</b>	31.10	32.52	33.81	35.67	21,64
<b>Вклад в численность занятых, чел</b>	67, 30	64,70	66,31	68,59	41,30
<b>Размер налогового потока, млрд. руб.</b>	53.77	55.02	56.34	61.35	36,84



Рисунки 151 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер выпуска отрасли коммерческих перевозок и транспорта, млрд. руб.



Рисунки 152 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер основных фондов отрасли коммерческих перевозок и транспорта, млрд. руб.

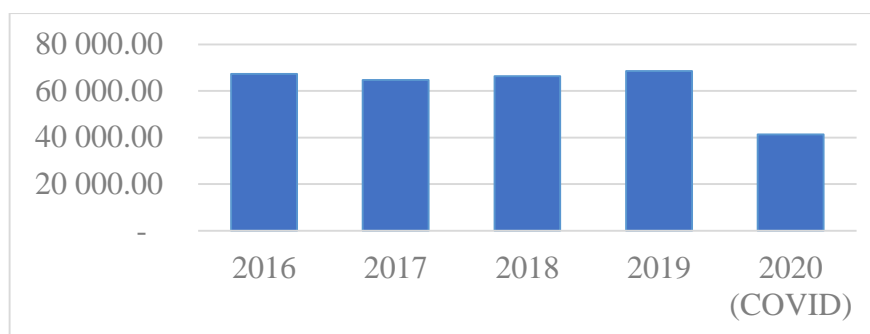


Рисунок 153 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в численность занятых отрасли коммерческих перевозок и транспорта, чел.

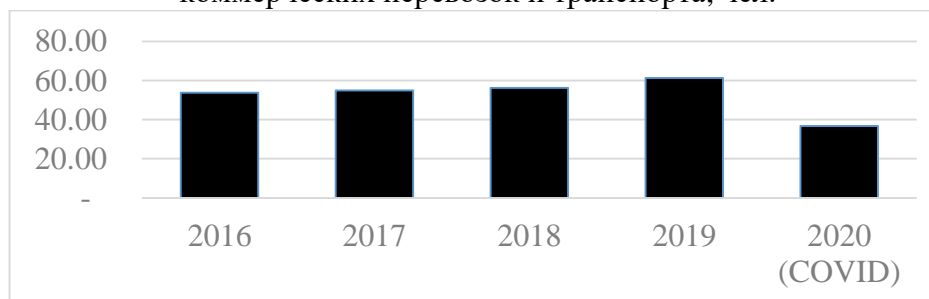


Рисунок 154 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер совокупного налогового потока отрасли коммерческих перевозок и транспорта, млрд. руб.

ГЛОНАСС вносит серьезный вклад в развитие отрасли коммерческих перевозок и транспорта. В 2020 году вклад в выпуск отрасли (вклад в добавленную стоимость) оценивается в 185.16 млрд. рублей. При этом обеспечивается вклад в инвестиции (основные фонды) в размере до 35.67 млрд. рублей, обеспечение занятости оценивается в 68.5 тысяч рабочих мест. За счет вклада ГЛОНАСС в отрасли формируется до 61.35 млрд. рублей налоговых потоков.

#### 5.2.3.2.4 Телекоммуникационное оборудование и услуги

Оценка количественного влияния системы ГЛОНАСС на отрасль телекоммуникационного оборудования и услуг проводится за период 2016-2020 гг. В табличном виде результаты количественной оценки представлены в таблице 27. В графическом виде результаты количественной оценки представлены на рисунках 155, 156, 157, 158. ГЛОНАСС является критической технологией для телекоммуникаций, оценка критичности – высокая.

Таблица 27 – Количественная оценка влияния системы ГЛОНАСС на отрасль телекоммуникационного оборудования и услуг

Телекоммуникационное оборудование и услуги	2016	2017	2018	2019	2020
Вклад в выпуск, млрд. руб.	57.81	49.81	46.08	55.95	48,92
Вклад в основные фонды, млрд. руб.	10.48	9.23	8.67	10.78	9,70
Вклад в численность занятых, чел	34 457.21	27 895.32	25 827.43	31 480.67	28,11
Размер налогового потока, млрд. руб.	18.13	15.62	14.45	18.54	16,51

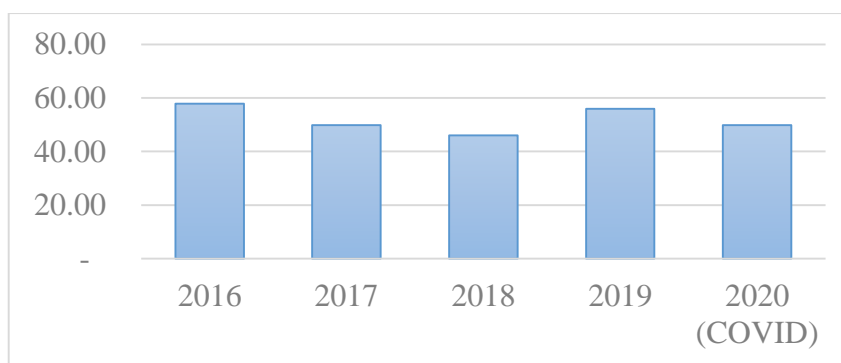


Рисунок 155 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер выпуска отрасли телекоммуникационного оборудования и услуг, млрд. руб.



Рисунок 156 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер основных фондов отрасли телекоммуникационного оборудования и услуг, млрд. руб.



Рисунок 157 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в численность занятых отрасли телекоммуникационного оборудования и услуг, чел.

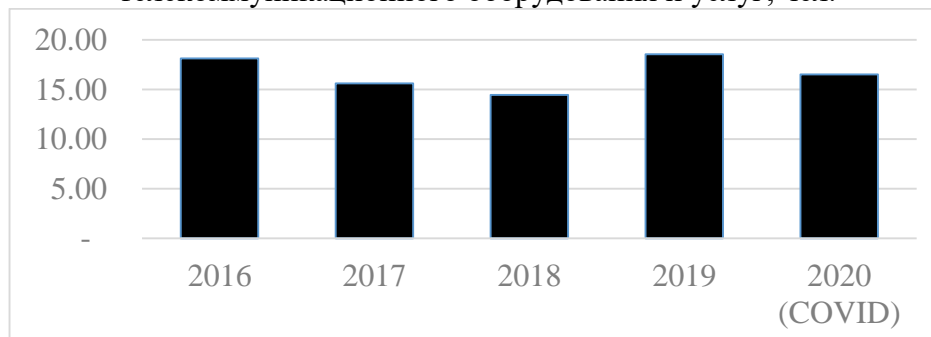


Рисунок 158 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер совокупного налогового потока отрасли телекоммуникационного оборудования и услуг, млрд. руб.

ГЛОНАСС вносит серьезный вклад в развитие отрасли телекоммуникационного оборудования и услуг. В 2020 году вклад в выпуск отрасли (вклад в добавленную стоимость)

оценивается в 48,92 млрд. рублей. При этом обеспечивается вклад в инвестиции (основные фонды) в размере до 9,70 млрд. рублей, обеспечение занятости оценивается в 28,11 тысяч рабочих мест. За счет вклада ГЛОНАСС в отрасли формируется до 16,51 млрд. рублей налоговых потоков.

#### 5.2.3.2.5 Программное обеспечение и ИТ-услуги

Оценка количественного влияния системы ГЛОНАСС на отрасль программного обеспечения и ИТ-услуг проводится за период 2016-2020 гг. В табличном виде результаты количественной оценки представлены в таблице 28. В графическом виде результаты количественной оценки представлены на рисунках 159, 160, 161, 162. ГЛОНАСС не является критической технологией для производства программного обеспечения, оценка критичности – низкая.

Таблица 28 – Количественная оценка влияния системы ГЛОНАСС на отрасль программного обеспечения и ИТ-услуг

<b>Программное обеспечение и ИТ-услуги</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Вклад в выпуск, млрд. руб.</b>	93.25	89.97	66.59	72.33	70,13
<b>Вклад в основные фонды, млрд. руб.</b>	16.91	16.68	12.53	13.93	13,65
<b>Вклад в численность занятых, тыс. чел</b>	33,11	30, 01	22, 23	24,24	23 572,28
<b>Размер налогового потока, млрд. руб.</b>	29.24	28.21	20.88	23.97	23,24

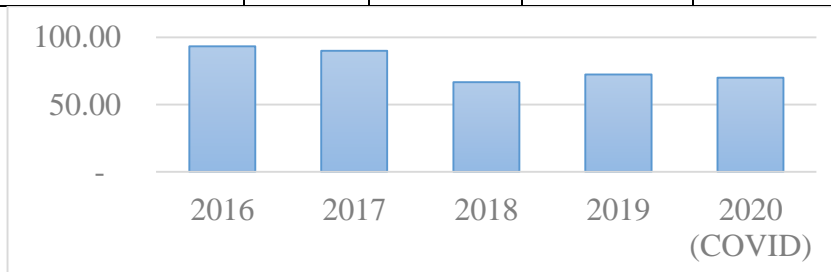


Рисунок 159 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер выпуска отрасли программного обеспечения и ИТ-услуг, млрд. руб.



Рисунок 160 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер основных фондов отрасли программного обеспечения и ИТ-услуг, млрд. руб.

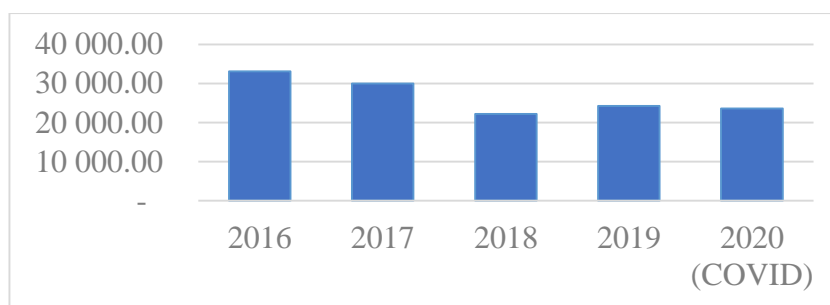


Рисунок 161 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в численность занятых отрасли программного обеспечения и ИТ-услуг, чел.

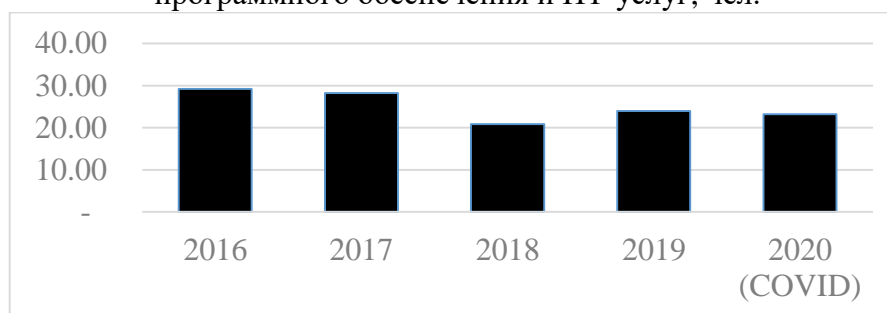


Рисунок 162 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер совокупного налогового потока отрасли программного обеспечения и ИТ-услуг, млрд. руб.

ГЛОНАСС играет определенную роль в развитии отрасли программного обеспечения и ИТ-услуг. В 2020 году вклад в выпуск отрасли (вклад в добавленную стоимость) оценивается в 72,33 млрд. рублей. При этом обеспечивается вклад в инвестиции (основные фонды) в размере до 13,93 млрд. рублей, обеспечение занятости оценивается в 24,2 тысяч рабочих мест. За счет вклада ГЛОНАСС в отрасли формируется до 23,97 млрд. рублей налоговых потоков.

#### 5.2.3.2.6 Компьютерная и мобильная техника

Оценка количественного влияния системы ГЛОНАСС на отрасль компьютерной и мобильной техники проводится за период 2016-2020 гг. В табличном виде результаты количественной оценки представлены в таблице 29. В графическом виде результаты количественной оценки представлены на рисунках 163, 164, 165, 166. ГЛОНАСС не является критической технологией для производства компьютеров и мобильной техники, оценка критичности – низкая.

Таблица 29 – Количественная оценка влияния системы ГЛОНАСС на отрасль компьютерной и мобильной техники

<b>Компьютерная и мобильная техника</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Вклад в выпуск, млрд. руб.</b>	4.21	4.07	3.01	3.27	3,17
<b>Вклад в основные фонды, млрд. руб.</b>	0.76	0.75	0.57	0.63	0,62
<b>Вклад в численность занятых, чел</b>	1,9	1,81	1,34	1,46	1,42
<b>Размер налогового потока, млрд. руб.</b>	1.32	1.28	0.94	1.08	1,05

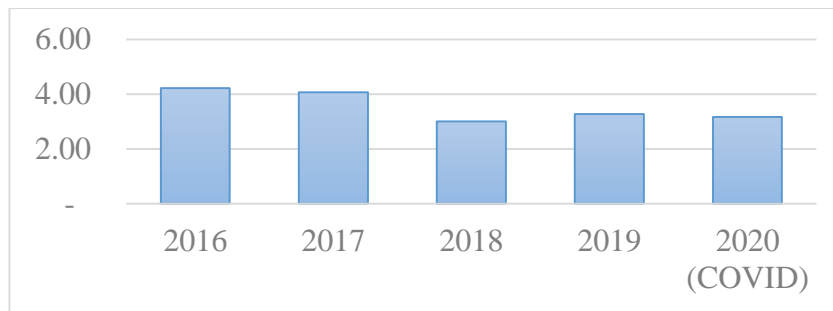


Рисунок 163 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер выпуска отрасли компьютерной и мобильной техники, млрд. руб.

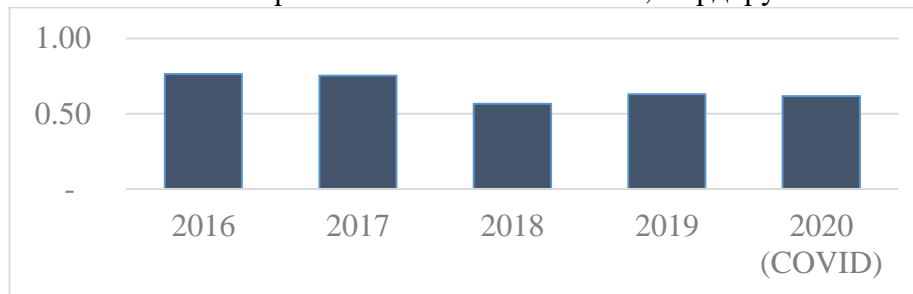


Рисунок 164 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер основных фондов отрасли компьютерной и мобильной техники, млрд. руб.

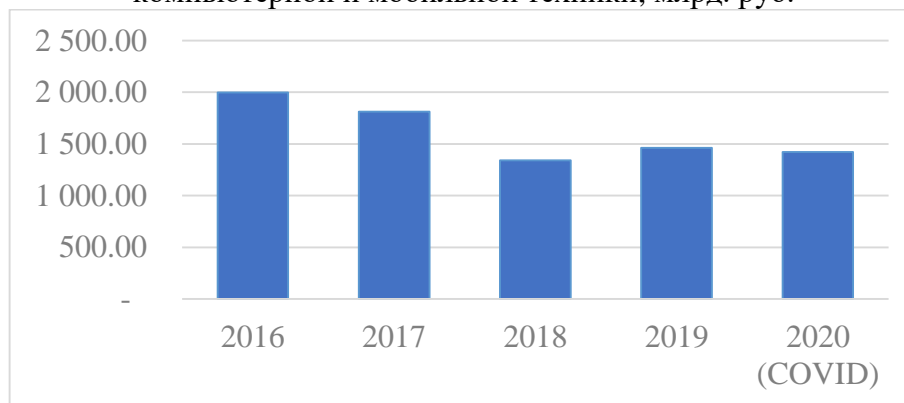


Рисунок 165 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в численность занятых отрасли компьютерной и мобильной техники, чел.

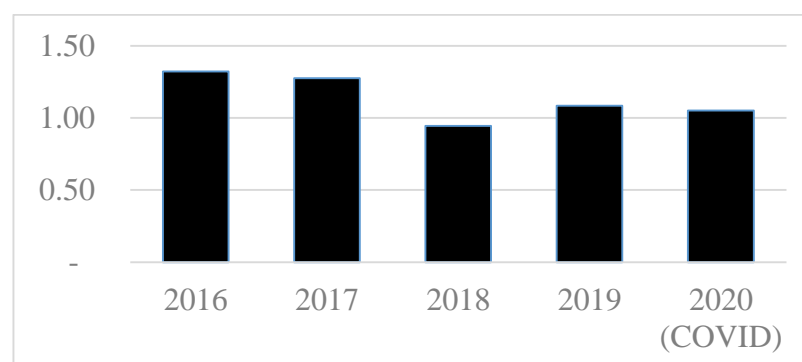


Рисунок 166 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер совокупного налогового потока отрасли компьютерной и мобильной техники, млрд. руб.

ГЛОНАСС играет определенную роль в развитии отрасли компьютерной и мобильной техники. В 2020 году вклад в выпуск отрасли (вклад в добавленную стоимость) оценивается в 3,17 млрд. рублей. При этом обеспечивается вклад в инвестиции (основные фонды) в размере до

0,62 млрд. рублей, обеспечение занятости оценивается в 1,4 тысяч рабочих мест. За счет вклада ГЛОНАСС в отрасли формируется до 1,05 млрд. рублей налоговых потоков.

#### 5.2.3.2.7 Услуги по обеспечению безопасности

Оценка количественного влияния системы ГЛОНАСС на отрасль услуг по обеспечению безопасности проводится за период 2016-2020 гг. В табличном виде результаты количественной оценки представлены в таблице 30. В графическом виде результаты количественной оценки представлены на рисунках 167, 168, 169, 170. ГЛОНАСС не является критической технологией для оказания услуг по обеспечению безопасности, оценка критичности – низкая.

Таблица 30 – Количественная оценка влияния системы ГЛОНАСС на отрасль услуг по обеспечению безопасности

Услуги по обеспечению безопасности	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Вклад в выпуск, млрд. руб.</b>	6,79	5,85	5,41	6,57	6,16
<b>Вклад в основные фонды, млрд. руб.</b>	1,23	1,08	1,02	1,27	1,20
<b>Вклад в численность занятых, чел</b>	5,92	4,79	4,44	5,41	5,09
<b>Размер налогового потока, млрд. руб.</b>	2,13	1,83	1,70	2,18	2,04

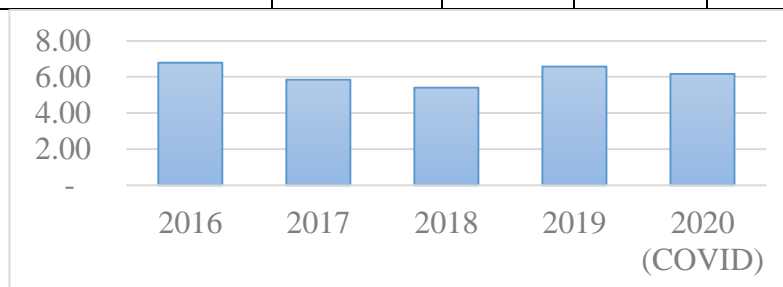


Рисунок 167 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер выпуска отрасли услуг по обеспечению безопасности, млрд. руб.

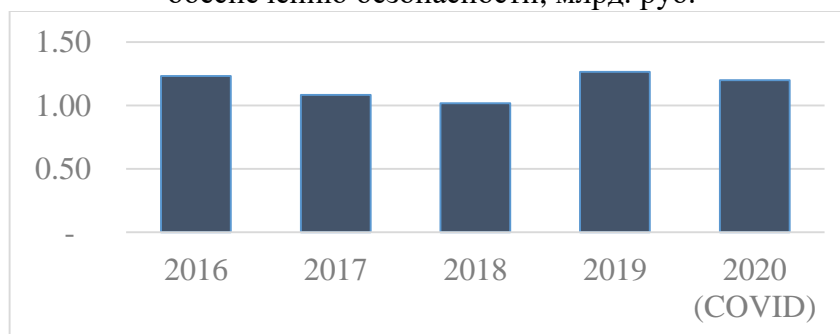


Рисунок 168 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер основных фондов отрасли услуг по обеспечению безопасности, млрд. руб.

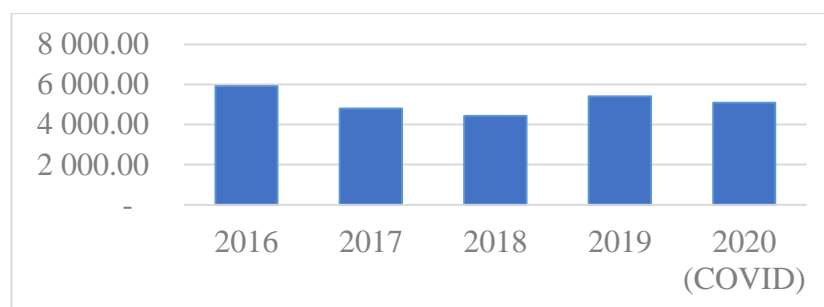


Рисунок 169 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в численность занятых отрасли услуг по обеспечению безопасности, чел.

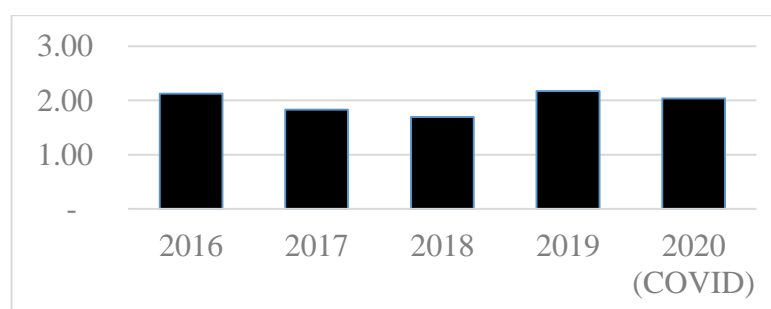


Рисунок 170 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в размер совокупного налогового потока отрасли услуг по обеспечению безопасности, млрд. руб.

ГЛОНАСС играет определенную роль в развитии отрасли услуг по обеспечению безопасности. В 2020 году вклад в выпуск отрасли (вклад в добавленную стоимость) оценивается в 6,16 млрд. рублей. При этом обеспечивается вклад в инвестиции (основные фонды) в размере до 1,20 млрд. рублей, обеспечение занятости оценивается в 5,08 тысяч рабочих мест. За счет вклада ГЛОНАСС в отрасли формируется до 2,04 млрд. рублей налоговых потоков.

### *5.2.3.3 Среднесрочное и долгосрочное стратегическое планирование государственных программ с максимально достоверными и подтверждаемыми экономическими показателями*

Решение задачи среднесрочного и долгосрочного стратегического планирования государственных программ, с использованием максимально достоверных и подтверждаемых экономических показателей, показано на примере выбора сценария ресурсного обеспечения ФЦП для системы ГЛОНАСС (ФЦП «Поддержание и развитие системы ГЛОНАСС на период 2021-2030 гг.» или соответствующего подраздела Государственной программы по космической деятельности).

Здесь следует отметить, что на момент проведения исследований по отдельным направлениям не было принято окончательного решения о форме дальнейшего государственного финансирования по системе ГЛОНАСС. Рассматривались два варианта: отдельная федеральная целевая программа (ФЦП «Поддержание и развитие системы ГЛОНАСС на период 2021-2030 гг.» - ФПЦ 2030) или подпрограмма в государственной программе по космической деятельности Российской Федерации. В настоящее время такое решение принято и дальнейшее государственное финансирование ведется в рамках Подпрограммы «Поддержание, развитие и



использование системы ГЛОНАСС» на период 2021-2030 годы государственной программы «Космическая деятельность России». На результаты проведенных исследований данное решение влияния не оказывает.

Проведение оценки экономической эффективности в данном случае требует использования дополнительных исходных данных о состоянии экономики Российской Федерации на прогнозный период. В качестве дополнительных исходных данных используются:

- бюджетный прогноз Российской Федерации на период до 2036 года (БП);
- долгосрочный прогноз социально-экономического развития Российской Федерации до 2036 года (ПСЭ);
- варианты ресурсного обеспечения проекта ФЦП «Поддержание и развитие системы ГЛОНАСС на период 2021-2030 гг.».

Рассматриваются три сценария показателей бюджета России: базовый сценарий (соответствует базовому сценарию БП), консервативный сценарий (соответствует консервативному сценарию БП) и критический сценарий (соответствует актуальным конъюнктурным условиям развития и стрессовому сценарию ЦБ РФ).

Использование критического сценария требует пояснений. В начале 2020 года вследствие пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 и геополитической нестабильности наблюдалась сильная волатильность цен на нефть, которые опустились ниже 20 долл. за баррель для марки Brent. В БП и ПСЭ рассматривались более оптимистичные условия для ценовых корректировок. Таким образом, в целях соответствия оценки ЭЭ актуальным условиям конъюнктуры в сценарные условия Минэкономразвития России были внесены следующие изменения. Долгосрочный уровень цен на нефть принят в коридоре 45-50 долл. за баррель в период 2023-2035 гг. В период 2020-2022 использовался стрессовый сценарий Центрального банка России с ценой на нефть в 30 долл. за баррель.

Рассматривается несколько сценариев возможного финансирования системы ГЛОНАСС на период до 2030 года: инерционный, базовый и форсированный. Следует отметить, что в данном случае, в отличие от процедуры выбора сценариев развития системы ГЛОНАСС, рассмотренной в разделе 5.2.4, разница в рассматриваемых сценариях состоит только в возможных объемах выделяемого финансирования. В общем случае такая разница обусловлена различными техническими, технологическими, организационно-техническими особенностями и ограничениями сценариев. Финансовое обеспечение вариантов приводится в таблице 31 и на рисунке 171.

Расчеты макроэкономических и налоговых параметров приведены в таблицах 32, 33, 34, 35 и на рисунках 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181. В соответствии с полученными результатами ресурсное обеспечение системы ГЛОНАСС окупает себя в период до 2030 года на уровне налогового потока (в совокупности от РКП и отраслей воздействия) по базовому сценарию – в 3,24 раз, по форсированному – в 2,995 раз. При этом высокий уровень бюджетной эффективности достигается еще на уровне федерального бюджета Российской Федерации – основного источника расходов на реализацию ФЦП. Соответствующая бюджетная эффективность равна по базовому сценарию – 1,98 раз, по форсированному – 1,83 раза.

Приведенные в таблицах расчеты используют текущие цены – так же, как оценка затрат на систему ГЛОНАСС. Однако, даже в достаточно нелогичном соотношении затрат в текущих ценах – выгоды в постоянных (даже 2016 года) соотношении остается положительным на уровне бюджетной системы и равно примерно 1,9.

Оценка «Затраты – Потенциальный ущерб» проводится параллельно с использованием результатов двух моделей на уровне отраслей и на уровне макроэкономики. Оценка отраслевого вклада системы ГЛОНАСС приведена в таблицах 36, 37, 38 и на рисунках 182, 183, 184, 185. Итоговая оценка приведена в таблице 39. По линии отраслевого влияния потенциальный ущерб в случае неэффективного развития системы ГЛОНАСС может составить до 10,6 трлн. рублей до 2030 года, что в 10 раз больше затрат на финансирование развития системы ГЛОНАСС. По линии влияния на макроэкономику прямой ущерб ВВП страны может составить до 12,2 трлн. рублей, что в 11 раз больше затрат на ГЛОНАСС.

Таблица 31 – Потребные объемы финансирования ФЦП ГЛОНАСС на период 2021-2030 гг. по вариантам финансирования

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Финансирование ФЦП ГЛОНАСС, млн. руб.						
<i>базовый (актуальный)</i>	56857.33	74308.33	121159.28	143631.60	125905.45	145285.79
<i>инерционный</i>	76811.43	74 238.57	75 714.29	72 890.00	68 972.86	66 590.00
<i>форсированный</i>	62118.46	81184.25	132370.42	156922.15	137555.76	158729.41

Годы	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
Финансирование ФЦП ГЛОНАСС, млн. руб.					
<i>базовый (актуальный)</i>	122586.72	101684.45	87896.26	59189.63	1038504.85
<i>инерционный</i>	77211.43	52394.29	31452.86	27417.14	623692.86
<i>форсированный</i>	133929.94	111093.54	96029.50	64666.58	1134600.00

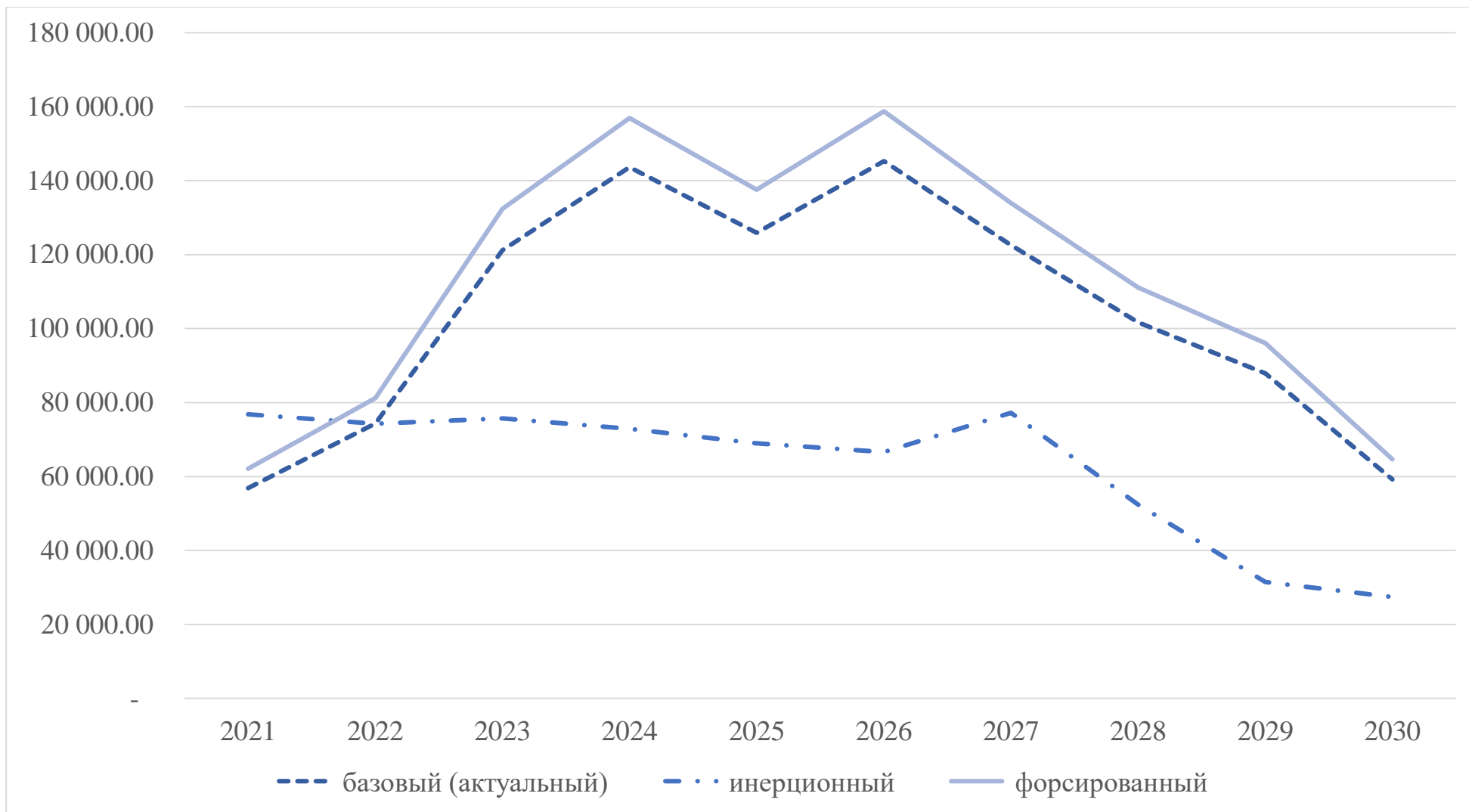


Рисунок 171 – Потребные объемы финансирования ФЦП ГЛОНАСС на период 2021-2030 гг. по сценариям, млн. руб.

Таблица 32 – Оценка экономического влияния системы ГЛОНАСС на макроэкономические и налоговые показатели Российской Федерации (базовый сценарий)

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
<i>1. Влияние на макроэкономические показатели</i>											
Вклад ФЦП в ВВП в постоянных ценах (2016 года), %	0.180%	0.241%	0.336%	0.449%	0.547%	0.657%	0.754%	0.835%	0.908%	0.964%	
Вклад ФЦП в ВВП в постоянных ценах (2016 года), млрд. руб.	83.48	113.87	162.10	220.68	273.93	334.93	390.58	439.95	486.96	525.63	3 032.11
Вклад ФЦП в ВВП в текущих ценах, %	0.187%	0.249%	0.347%	0.464%	0.568%	0.683%	0.785%	0.871%	0.948%	1.008%	
Вклад ФЦП в ВВП в текущих ценах, млрд. руб.	239.23	342.44	511.54	728.60	949.37	1 217.63	1 483.80	1 752.39	2 028.42	2 285.72	11 539.13
Вклад ФЦП в темпы роста ВВП, п.п.	0.09	0.12	0.18	0.20	0.17	0.18	0.16	0.13	0.12	0.09	
Вклад ФЦП в индекс промышленного производства, п.п.	0.19	0.15	0.31	0.38	0.34	0.37	0.32	0.26	0.22	0.15	
Вклад ФЦП в снижение безработицы, п.п.	0.28	0.29	0.30	0.33	0.34	0.38	0.39	0.41	0.46	0.51	
Вклад ФЦП в совокупный размер инвестиций в экономику, млрд. руб.	17.28	19.97	22.81	25.80	28.95	32.26	35.75	39.43	43.29	47.35	312.89
<i>2. Оценка размера производимого налогового потока</i>											
Прямые налоги от реализации ФЦП ГЛОНАСС											
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	18.84	24.62	40.14	47.59	41.72	48.14	40.62	33.69	29.12	19.61	344.09
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	11.51	15.05	24.53	29.09	25.50	29.42	24.82	20.59	17.80	11.99	210.30
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	2.78	3.63	5.92	7.01	6.15	7.09	5.99	4.97	4.29	2.89	50.71
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	4.55	5.94	9.69	11.49	10.07	11.62	9.81	8.13	7.03	4.74	83.08
Косвенные налоги от отраслей экономики, на которые влияет ФЦП ГЛОНАСС											
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	159.66	171.33	186.87	210.68	221.17	253.44	269.04	297.58	336.44	381.36	2 979.33

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	97.58	104.71	114.21	128.76	135.17	154.89	164.43	181.87	205.62	233.08	1 820.87
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	23.53	25.25	27.54	31.05	32.60	37.35	39.65	43.86	49.59	56.21	439.11
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	38.55	41.37	45.12	50.87	53.40	61.19	64.96	71.85	81.23	92.08	719.36
<b>ИТОГО</b>											
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	178.50	195.95	227.02	258.27	262.88	301.58	309.66	331.27	365.57	400.97	3 366.31
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	109.09	119.76	138.74	157.84	160.66	184.31	189.25	202.46	223.42	245.06	2 056.72
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	26.31	28.88	33.46	38.06	38.74	44.45	45.64	48.82	53.88	59.10	496.39
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	43.10	47.31	54.81	62.36	63.47	72.82	74.77	79.99	88.27	96.81	813.20

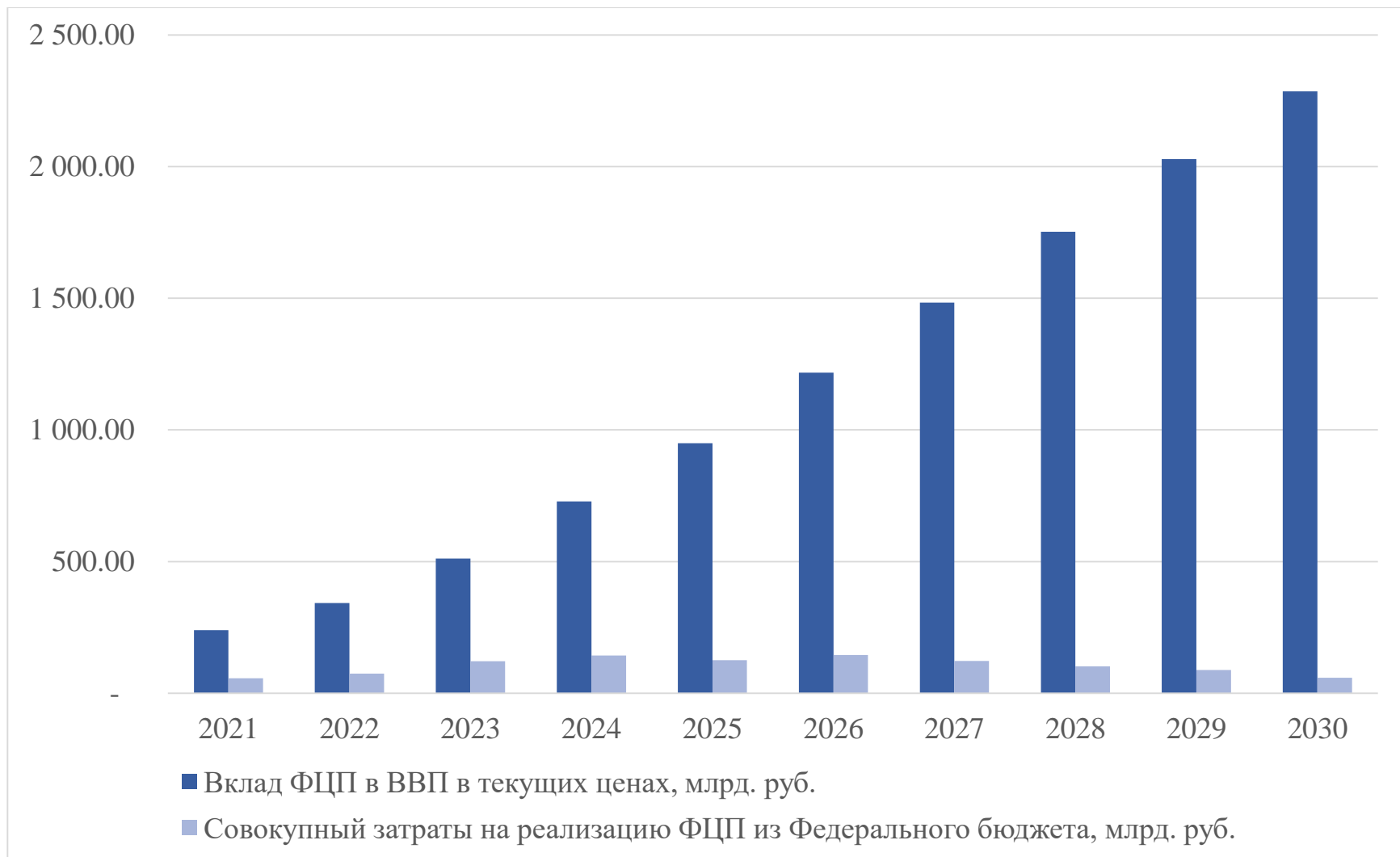


Рисунок 172 – Сравнение затрат на реализацию ФЦП 2030 и потенциального вклада в ВВП страны (базовый сценарий)

Таблица 33 – Оценка экономического влияния системы ГЛОНАСС на макроэкономические и налоговые показатели Российской Федерации (инерционный сценарий)

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
<i>1. Влияние на макроэкономические показатели</i>											
Вклад ФЦП в ВВП в постоянных ценах (2016 года), %	0.195%	0.256%	0.316%	0.376%	0.435%	0.494%	0.562%	0.612%	0.647%	0.679%	
Вклад ФЦП в ВВП в постоянных ценах (2016 года), млрд. руб.	90.26	120.97	152.48	184.79	217.79	251.53	290.89	322.69	346.71	370.49	2 348.61
Вклад ФЦП в ВВП в текущих ценах, %	0.201%	0.265%	0.328%	0.391%	0.453%	0.514%	0.584%	0.638%	0.674%	0.708%	
Вклад ФЦП в ВВП в текущих ценах, млрд. руб.	258.05	363.81	482.93	612.88	757.01	916.60	1 104.99	1 283.97	1 442.07	1 606.48	8 828.78
Вклад ФЦП в темпы роста ВВП, п.п.	0.11	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.11	0.08	0.05	0.05	
Вклад ФЦП в индекс промышленного производства, п.п.	0.24	0.16	0.21	0.21	0.20	0.19	0.21	0.15	0.10	0.08	
Вклад ФЦП в снижение безработицы, п.п.	0.28	0.29	0.30	0.33	0.34	0.38	0.39	0.41	0.46	0.51	
Вклад ФЦП в совокупный размер инвестиций в экономику, млрд. руб.	17.28	19.97	22.81	25.80	28.95	32.26	35.75	39.43	43.29	47.35	312.89
<i>2. Оценка размера продуцируемого налогового потока</i>											
Прямые налоги от реализации ФЦП ГЛОНАСС											
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	25.45	24.60	25.09	24.15	22.85	22.06	25.58	17.36	10.42	9.08	206.65
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	15.55	15.03	15.33	14.76	13.97	13.48	15.64	10.61	6.37	5.55	126.30
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	3.75	3.63	3.70	3.56	3.37	3.25	3.77	2.56	1.54	1.34	30.46
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	6.14	5.94	6.06	5.83	5.52	5.33	6.18	4.19	2.52	2.19	49.90
Косвенные налоги от отраслей экономики, на которые влияет ФЦП ГЛОНАСС											

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	159.66	171.33	186.87	210.68	221.17	253.44	269.04	297.58	336.44	381.36	2 979.33
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	97.58	104.71	114.21	128.76	135.17	154.89	164.43	181.87	205.62	233.08	1 820.87
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	23.53	25.25	27.54	31.05	32.60	37.35	39.65	43.86	49.59	56.21	439.11
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	38.55	41.37	45.12	50.87	53.40	61.19	64.96	71.85	81.23	92.08	719.36
<b>ИТОГО</b>											
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	185.11	195.92	211.96	234.83	244.02	275.50	294.62	314.94	346.87	390.45	3 228.87
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	113.13	119.74	129.54	143.52	149.14	168.38	180.06	192.48	211.99	238.63	1 972.72
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	27.28	28.88	31.24	34.61	35.96	40.60	43.42	46.42	51.12	57.55	476.13
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	44.70	47.31	51.18	56.70	58.92	66.52	71.14	76.04	83.75	94.27	780.01



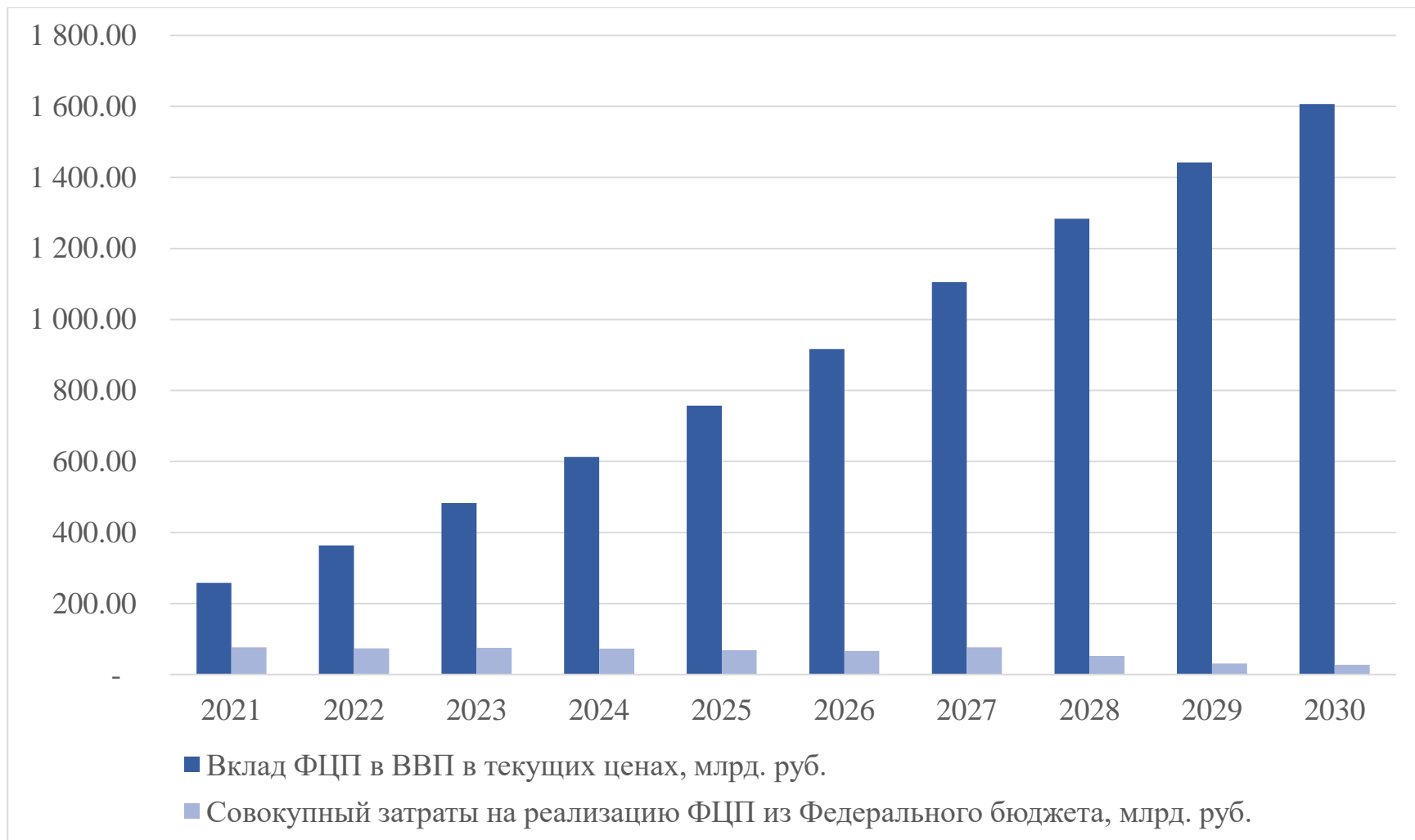


Рисунок 173 – Сравнение затрат на реализацию ФЦП 2030 и потенциального вклада в ВВП страны (инерционный сценарий)

Таблица 34 – Оценка экономического влияния системы ГЛОНАСС на макроэкономические и налоговые показатели Российской Федерации (форсированный сценарий)

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
<i>1. Влияние на макроэкономические показатели</i>											
Вклад ФЦП в ВВП в постоянных ценах (2016 года), %	0.184%	0.250%	0.353%	0.475%	0.581%	0.700%	0.804%	0.892%	0.971%	1.031%	
Вклад ФЦП в ВВП в постоянных ценах (2016 года), млрд. руб.	85.27	118.13	170.27	233.56	290.93	356.74	416.71	469.83	520.42	561.96	3 223.80
Вклад ФЦП в ВВП в текущих ценах, %	0.191%	0.259%	0.365%	0.491%	0.603%	0.727%	0.837%	0.930%	1.014%	1.078%	-
Вклад ФЦП в ВВП в текущих ценах, млрд. руб.	244.19	355.04	537.04	770.93	1 008.26	1 297.07	1 583.48	1 872.16	2 168.86	2 445.10	12 282.14
Вклад ФЦП в темпы роста ВВП, п.п.	0.09	0.13	0.20	0.22	0.18	0.20	0.17	0.14	0.13	0.09	-
Вклад ФЦП в индекс промышленного производства, п.п.	0.20	0.16	0.34	0.41	0.37	0.40	0.34	0.28	0.23	0.16	-
Вклад ФЦП в снижение безработицы, п.п.	0.28	0.29	0.30	0.33	0.34	0.38	0.39	0.41	0.46	0.51	-
Вклад ФЦП в совокупный размер инвестиций в экономику, млрд. руб.	17.28	19.97	22.81	25.80	28.95	32.26	35.75	39.43	43.29	47.35	312.89
<i>2. Оценка размера продуцируемого налогового потока</i>											
Прямые налоги от реализации ФЦП ГЛОНАСС											
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	20.58	26.90	43.86	51.99	45.58	52.59	44.38	36.81	31.82	21.43	375.93
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	12.58	16.44	26.81	31.78	27.86	32.14	27.12	22.50	19.45	13.09	229.76
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	3.03	3.96	6.46	7.66	6.72	7.75	6.54	5.43	4.69	3.16	55.41
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	4.97	6.49	10.59	12.55	11.00	12.70	10.71	8.89	7.68	5.17	90.77
Косвенные налоги от отраслей экономики, на которые влияет ФЦП ГЛОНАСС											

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	159.66	171.33	186.87	210.68	221.17	253.44	269.04	297.58	336.44	381.36	2 979.33
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	97.58	104.71	114.21	128.76	135.17	154.89	164.43	181.87	205.62	233.08	1 820.87
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	23.53	25.25	27.54	31.05	32.60	37.35	39.65	43.86	49.59	56.21	439.11
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	38.55	41.37	45.12	50.87	53.40	61.19	64.96	71.85	81.23	92.08	719.36
<b>ИТОГО</b>											
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	180.24	198.23	230.73	262.67	266.74	306.03	313.41	334.39	368.26	402.79	3 398.15
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	110.16	121.15	141.01	160.54	163.02	187.04	191.55	204.37	225.07	246.17	2 076.18
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	26.57	29.22	34.01	38.71	39.31	45.10	46.19	49.28	54.28	59.36	501.08
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	43.52	47.86	55.71	63.42	64.40	73.89	75.67	80.74	88.92	97.25	820.88

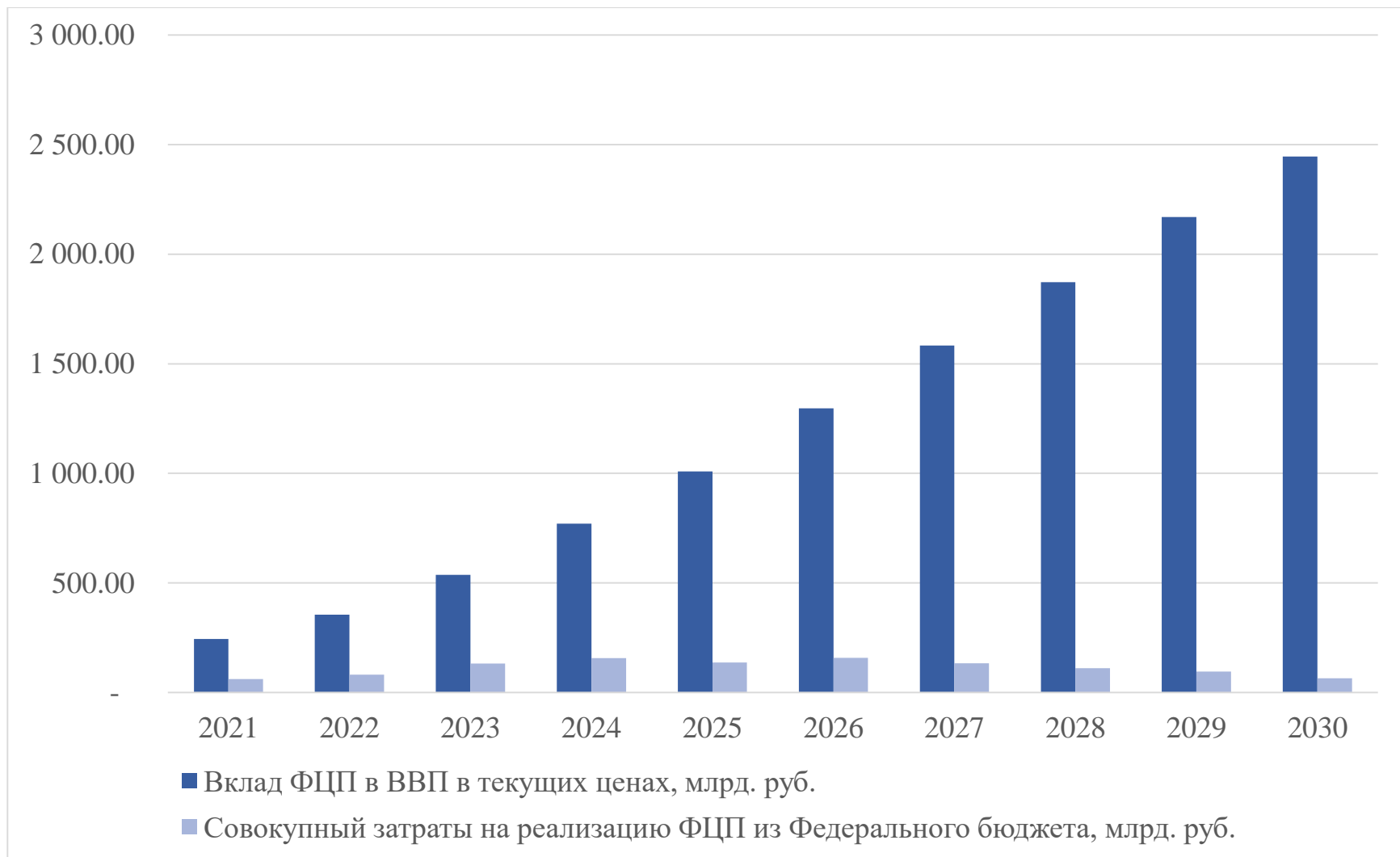


Рисунок 174 – Сравнение затрат на реализацию ФЦП 2030 и потенциального вклада в ВВП страны (форсированный сценарий)

Таблица 35 – Оценка бюджетной эффективности системы ГЛОНАСС по различным сценариям

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
<b>1. Базовый сценарий финансирования ГЛОНАСС</b>											
<i>Совокупный затраты на реализацию ФЦП из Федерального бюджета, млрд. руб.</i>	56.86	74.31	121.16	143.63	125.91	145.29	122.59	101.68	87.90	59.19	1 038.50
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	178.50	195.95	227.02	258.27	262.88	301.58	309.66	331.27	365.57	400.97	3 366.31
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	109.09	119.76	138.74	157.84	160.66	184.31	189.25	202.46	223.42	245.06	2 056.72
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	26.31	28.88	33.46	38.06	38.74	44.45	45.64	48.82	53.88	59.10	496.39
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	43.10	47.31	54.81	62.36	63.47	72.82	74.77	79.99	88.27	96.81	813.20
<b>2. Инерционный сценарий финансирования ГЛОНАСС</b>											
<i>Совокупный затраты на реализацию ФЦП из Федерального бюджета, млрд. руб.</i>	76.81	74.24	75.71	72.89	68.97	66.59	77.21	52.39	31.45	27.42	623.69
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	185.11	195.92	211.96	234.83	244.02	275.50	294.62	314.94	346.87	390.45	3 228.87
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	113.13	119.74	129.54	143.52	149.14	168.38	180.06	192.48	211.99	238.63	1 972.72
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	27.28	28.88	31.24	34.61	35.96	40.60	43.42	46.42	51.12	57.55	476.13
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	44.70	47.31	51.18	56.70	58.92	66.52	71.14	76.04	83.75	94.27	780.01
<b>3. Форсированный сценарий финансирования ГЛОНАСС</b>											
<i>Совокупный затраты на реализацию ФЦП из Федерального бюджета, млрд. руб.</i>	62.12	81.18	132.37	156.92	137.56	158.73	133.93	111.09	96.03	64.67	1 134.60
<i>Налоговые поступления от реализации мер, всего, млрд. руб.</i>	180.24	198.23	230.73	262.67	266.74	306.03	313.41	334.39	368.26	402.79	3 398.15
<i>Федеральный бюджет, млрд. руб.</i>	110.16	121.15	141.01	160.54	163.02	187.04	191.55	204.37	225.07	246.17	2 076.18
<i>Региональные и местные бюджеты, млрд. руб.</i>	26.57	29.22	34.01	38.71	39.31	45.10	46.19	49.28	54.28	59.36	501.08
<i>Фонды, млрд. руб.</i>	43.52	47.86	55.71	63.42	64.40	73.89	75.67	80.74	88.92	97.25	820.88

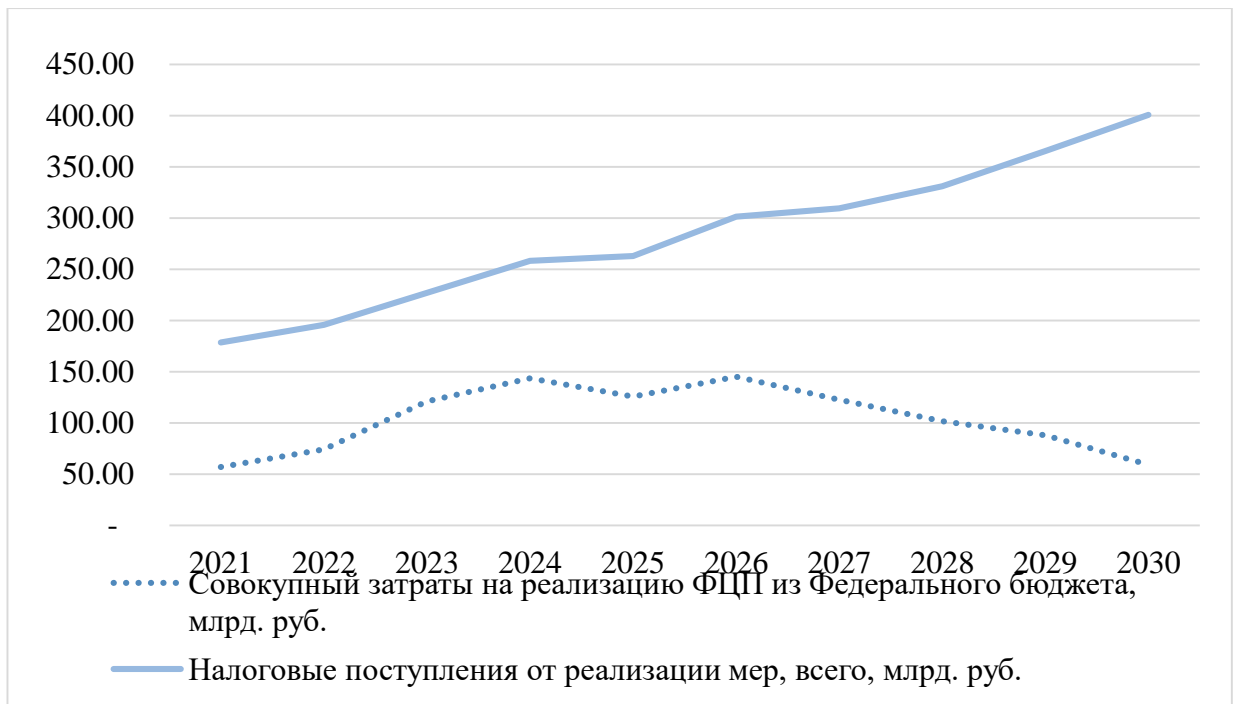


Рисунок 175 – Сравнение налоговых потоков в бюджетную систему России и затрат на поддержку и развитие системы ГЛОНАСС до 2030 года (базовый сценарий)

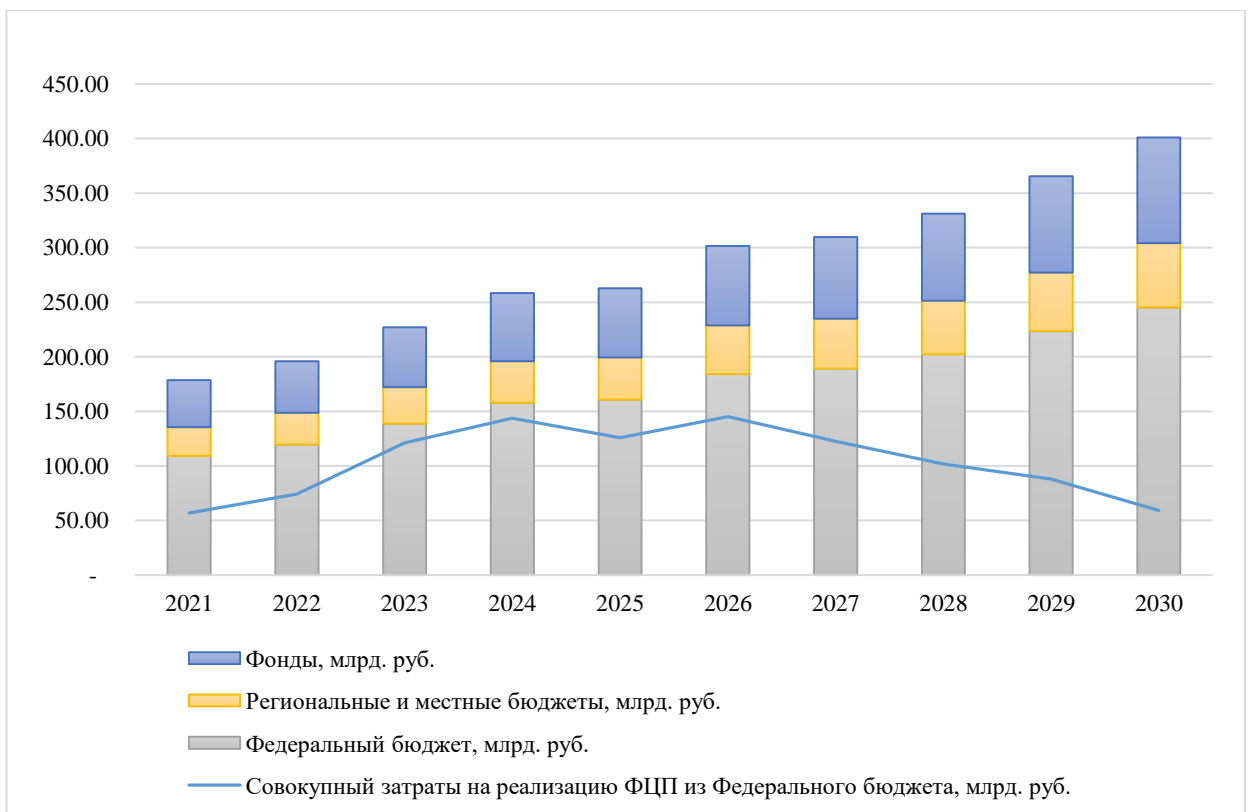


Рисунок 176 – Сравнение налоговых потоков в различные сегменты бюджетной системы России и затрат на поддержку и развитие системы ГЛОНАСС до 2030 года (базовый сценарий)

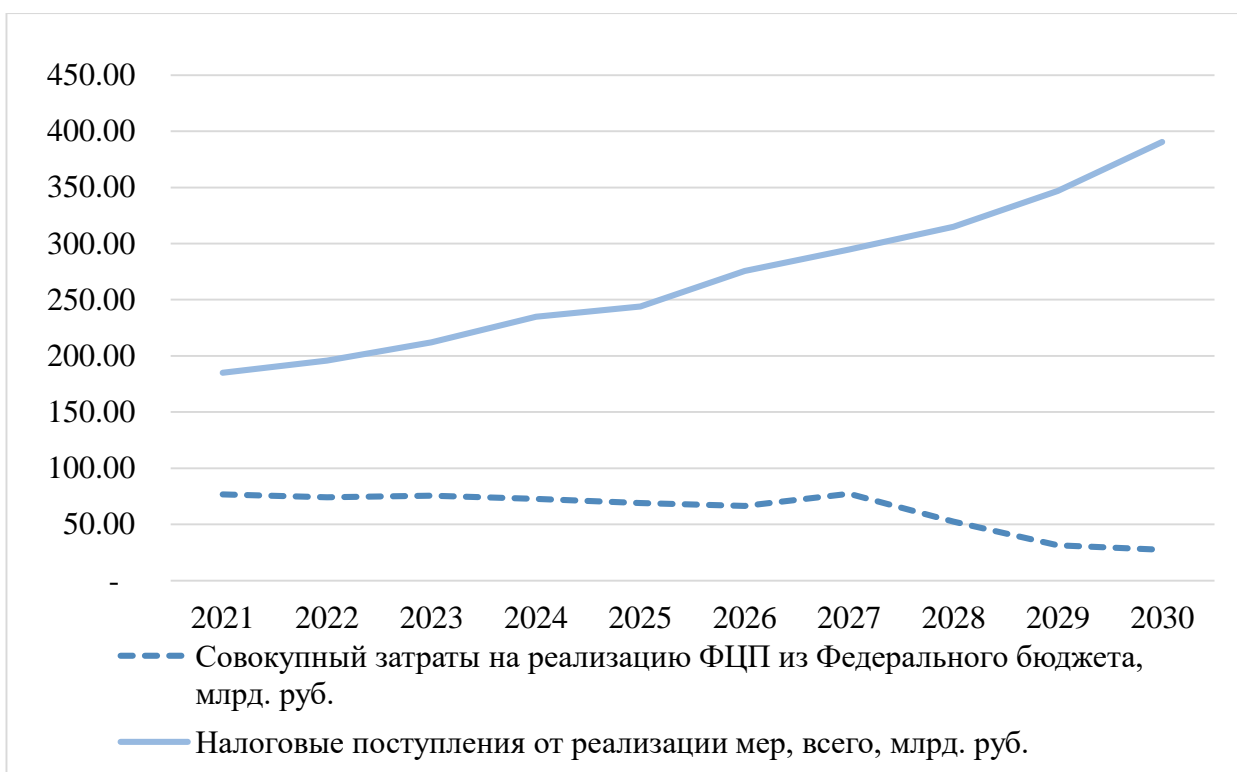


Рисунок 177 – Сравнение налоговых потоков в бюджетную систему России и затрат на поддержку и развитие системы ГЛОНАСС до 2030 года (инерционный сценарий)

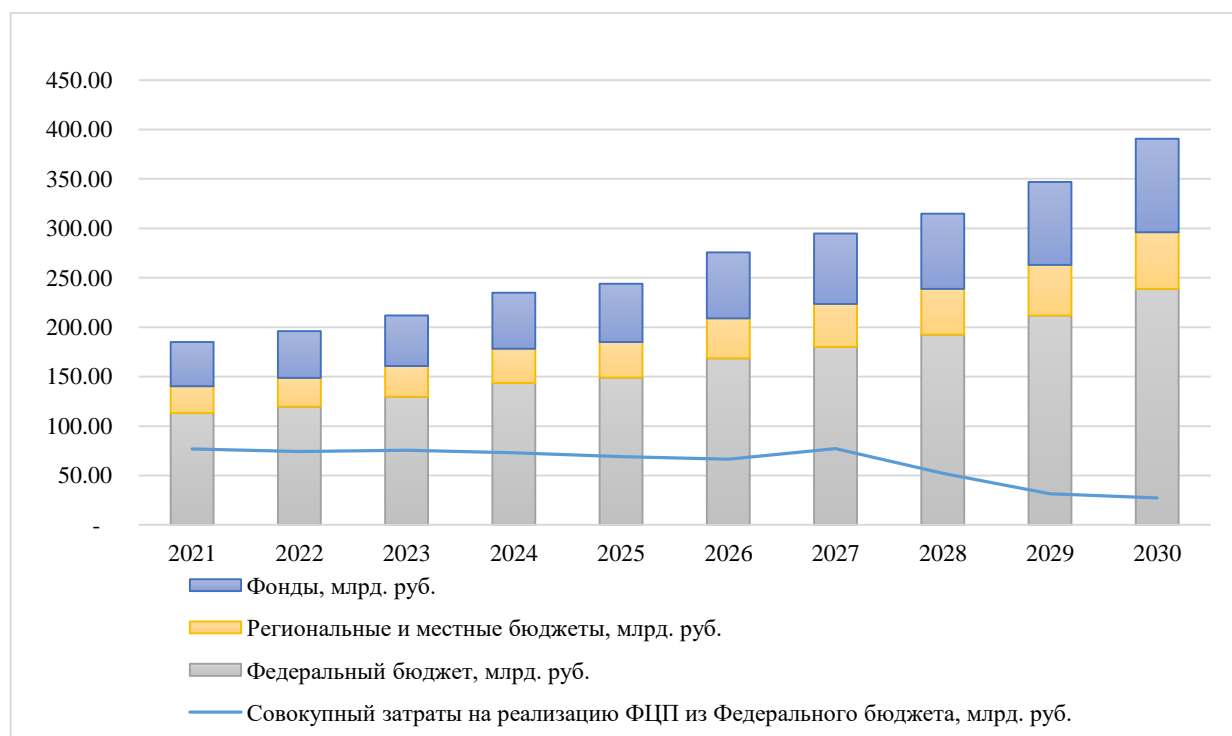


Рисунок 178 – Сравнение налоговых потоков в различные сегменты бюджетной системы России и затрат на поддержку и развитие системы ГЛОНАСС до 2030 года (инерционный сценарий)

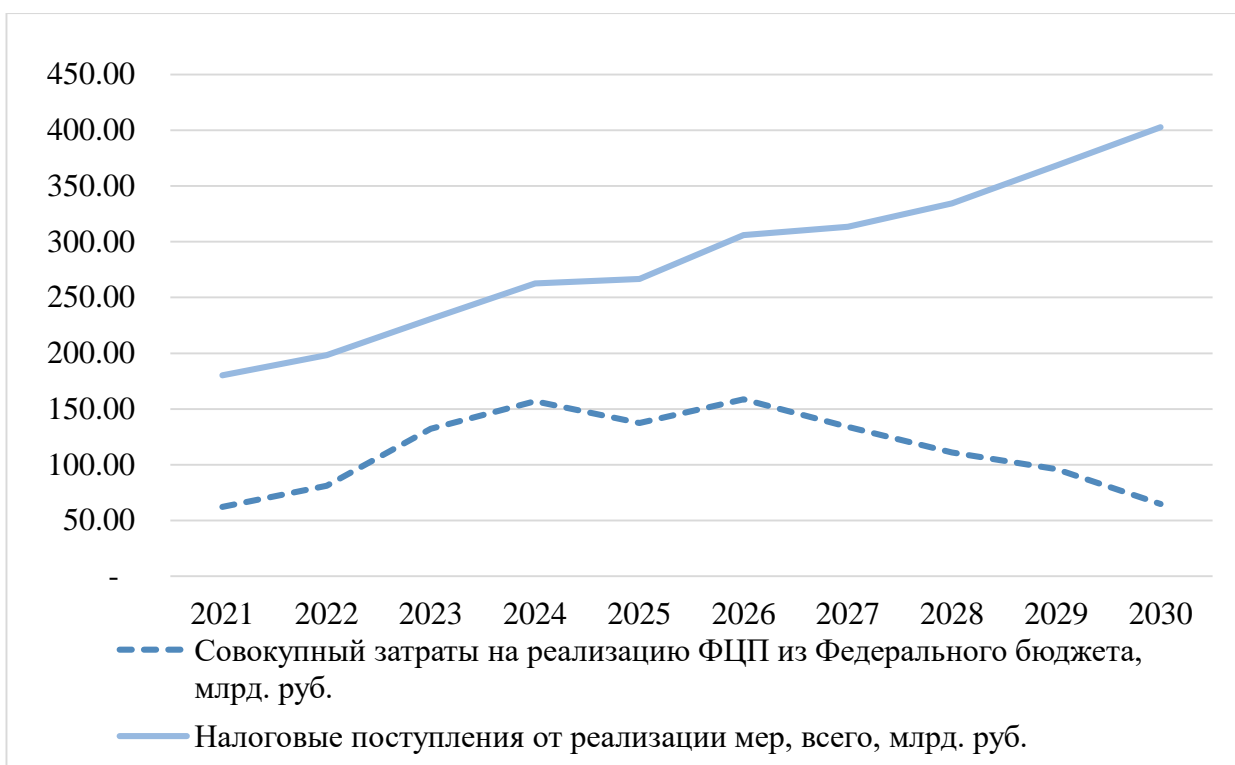


Рисунок 179 – Сравнение налоговых потоков в бюджетную систему России и затрат на поддержку и развитие системы ГЛОНАСС до 2030 года (форсированный сценарий)

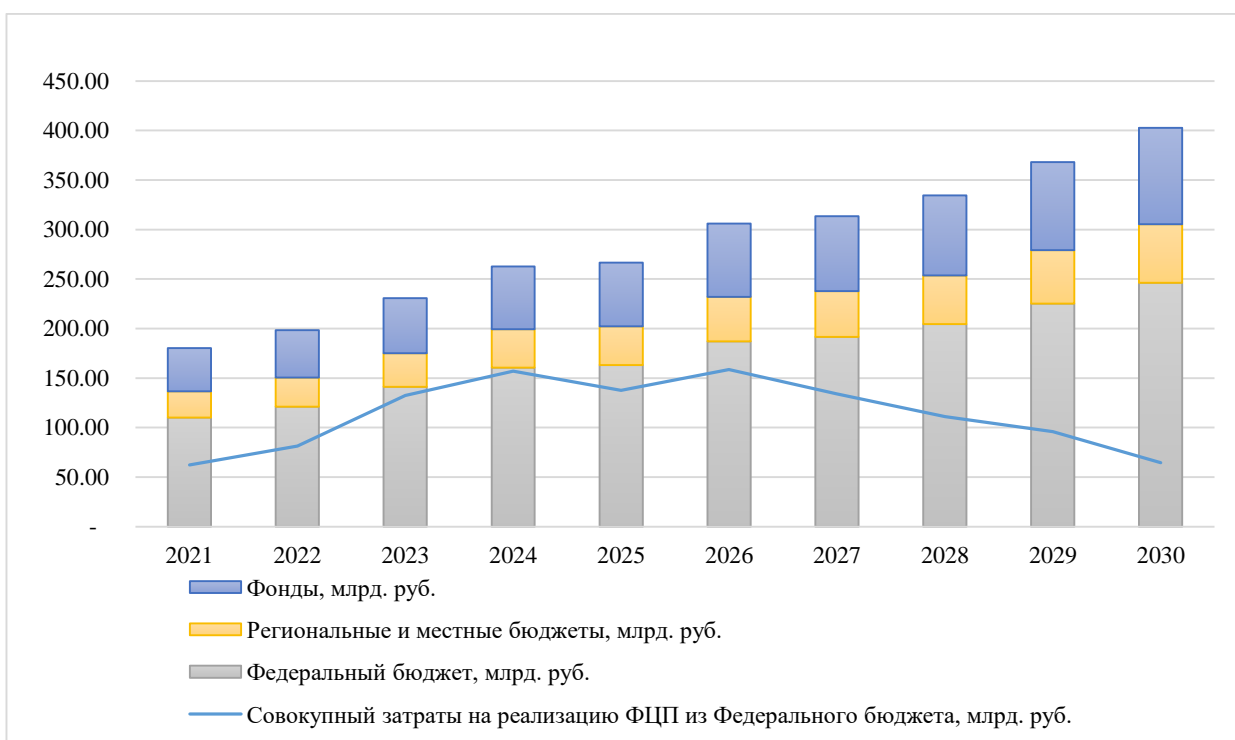


Рисунок 180 – Сравнение налоговых потоков в различные сегменты бюджетной системы России и затрат на поддержку и развитие системы ГЛОНАСС до 2030 года (форсированный сценарий)



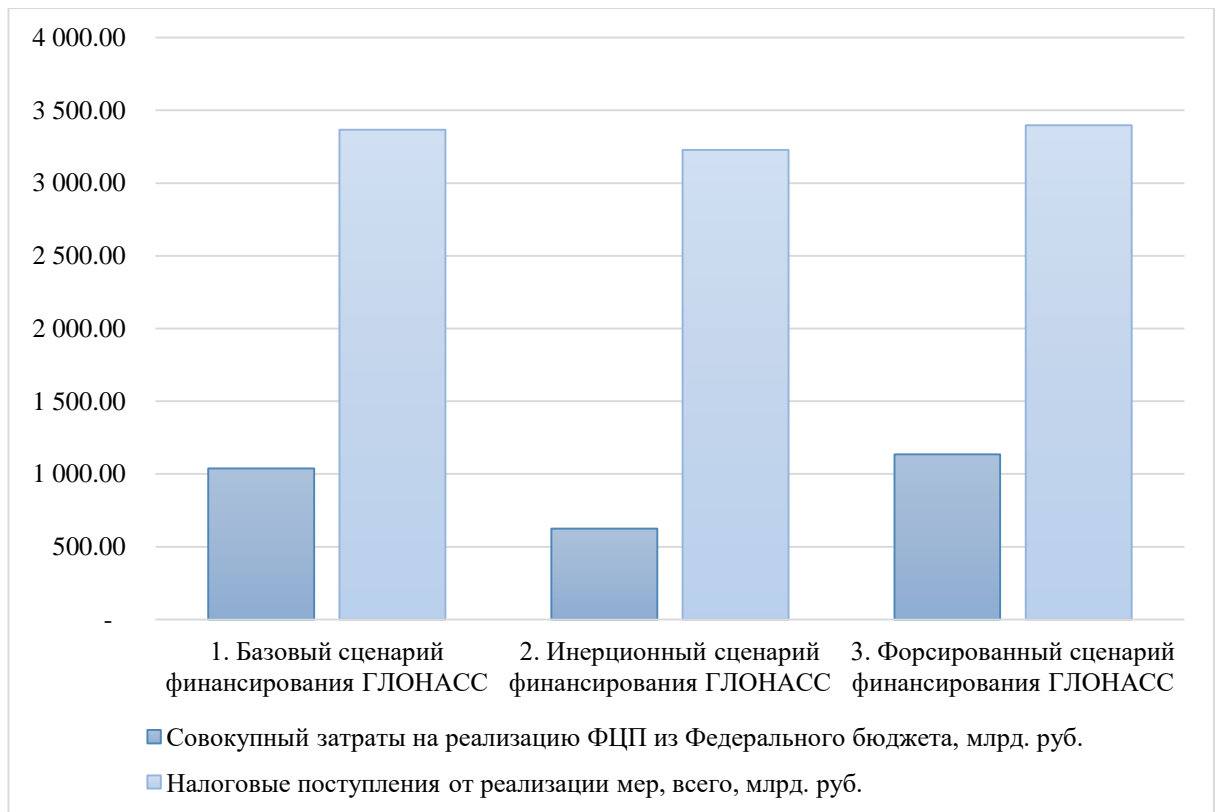


Рисунок 181 – Сравнение налоговых потоков в федеральный бюджет Российской Федерации и затрат на поддержку и развитие системы ГЛОНАСС до 2030 года

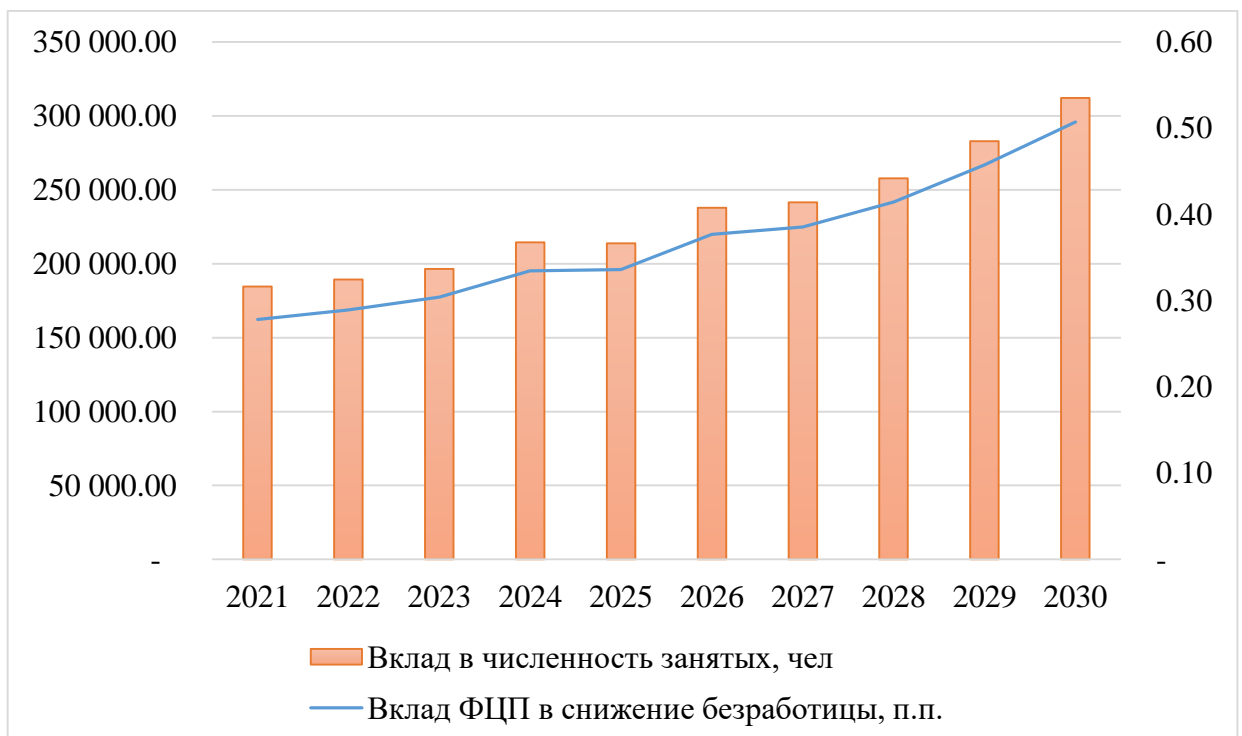


Рисунок 182 – Оценка социальной значимости системы ГЛОНАСС до 2030 года

Таблица 36 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в выпуск отраслей до 2030 года, млрд. руб.

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
Сельское хозяйство	31.69	34.32	37.14	40.24	43.14	46.88	50.20	54.10	58.47	63.07	557.34
Геодезическая и картографическая деятельность	17.47	18.92	20.70	22.53	24.53	26.71	28.90	31.35	33.88	36.49	317.27
Коммерческие перевозки и транспорт	251.59	272.39	298.14	324.45	353.26	384.58	416.19	451.38	487.83	525.40	4 568.47
Телекоммуникационное оборудование и услуги	83.16	90.68	99.31	128.63	124.76	171.03	175.46	211.19	269.69	343.78	1 921.95
Программное обеспечение и ИТ-услуги	93.73	96.42	104.01	114.81	116.54	129.83	135.13	143.62	158.40	174.38	1 592.58
Компьютерная и мобильная техника	4.24	4.36	4.70	5.19	5.27	5.87	6.11	6.49	7.16	7.88	71.98
Услуги по обеспечению безопасности	9.76	10.65	11.66	15.10	14.65	20.08	20.60	24.80	31.67	40.37	225.69

Таблица 37 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в инвестиции отраслей до 2030 года, млрд. руб.

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	С 2021 по 2030 год
Сельское хозяйство	5.86	5.80	6.01	6.34	6.52	6.89	7.18	7.47	7.85	8.22	85.95
Геодезическая и картографическая деятельность	3.23	3.20	3.35	3.55	3.71	3.93	4.14	4.33	4.55	4.76	48.86
Коммерческие перевозки и транспорт	46.51	46.06	48.24	51.09	53.39	56.52	59.57	62.33	65.47	68.48	703.61
Телекоммуникационное оборудование и услуги	15.37	15.33	16.07	20.25	18.86	25.14	25.11	29.16	36.19	44.81	287.04
Программное обеспечение и ИТ-услуги	17.33	16.31	16.83	18.08	17.61	19.08	19.34	19.83	21.26	22.73	247.68
Компьютерная и мобильная техника	0.78	0.74	0.76	0.82	0.80	0.86	0.87	0.90	0.96	1.03	11.19
Услуги по обеспечению безопасности	1.81	1.80	1.89	2.38	2.21	2.95	2.95	3.42	4.25	5.26	33.71

Таблица 38 – Оценка вклада системы ГЛОНАСС в численность занятых в отраслях экономики до 2030 года, чел.

Годы	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Сельское хозяйство	29 585.89	30 528.97	31 447.25	32 604.18	33 412.04	34 684.78	35 638.11	36 721.15	38 020.85	39 366.57
Геодезическая и картографическая деятельность	8 658.69	8 932.95	9 306.27	9 691.49	10 087.81	10 489.24	10 893.01	11 295.99	11 695.80	12 089.87
Коммерческие перевозки и транспорт	75 201.81	77 583.87	80 826.20	84 171.88	87 613.93	91 100.42	94 607.25	98 107.18	101 579.57	105 002.09
Телекоммуникационное оборудование и услуги	37 749.89	39 225.33	40 888.17	50 679.39	46 994.22	61 530.73	60 574.10	69 712.95	85 288.20	104 343.32
Программное обеспечение и ИТ-услуги	25 347.02	24 847.99	25 510.83	26 947.25	26 150.31	27 824.31	27 792.69	28 242.39	29 841.13	31 530.39
Компьютерная и мобильная техника	1 530.76	1 500.62	1 540.65	1 627.40	1 579.27	1 680.37	1 678.46	1 705.61	1 802.17	1 904.18
Услуги по обеспечению безопасности	6 490.12	6 743.79	7 029.67	8 713.02	8 079.45	10 578.63	10 414.16	11 985.35	14 663.11	17 939.15
Вклад ФЦП в снижение безработицы, п.п.	0.28	0.29	0.30	0.33	0.34	0.38	0.39	0.41	0.46	0.51
Вклад в численность занятых, чел	184 564.18	189 363.53	196 549.04	214 434.61	213 917.03	237 888.46	241 597.78	257 770.63	282 890.83	312 175.58

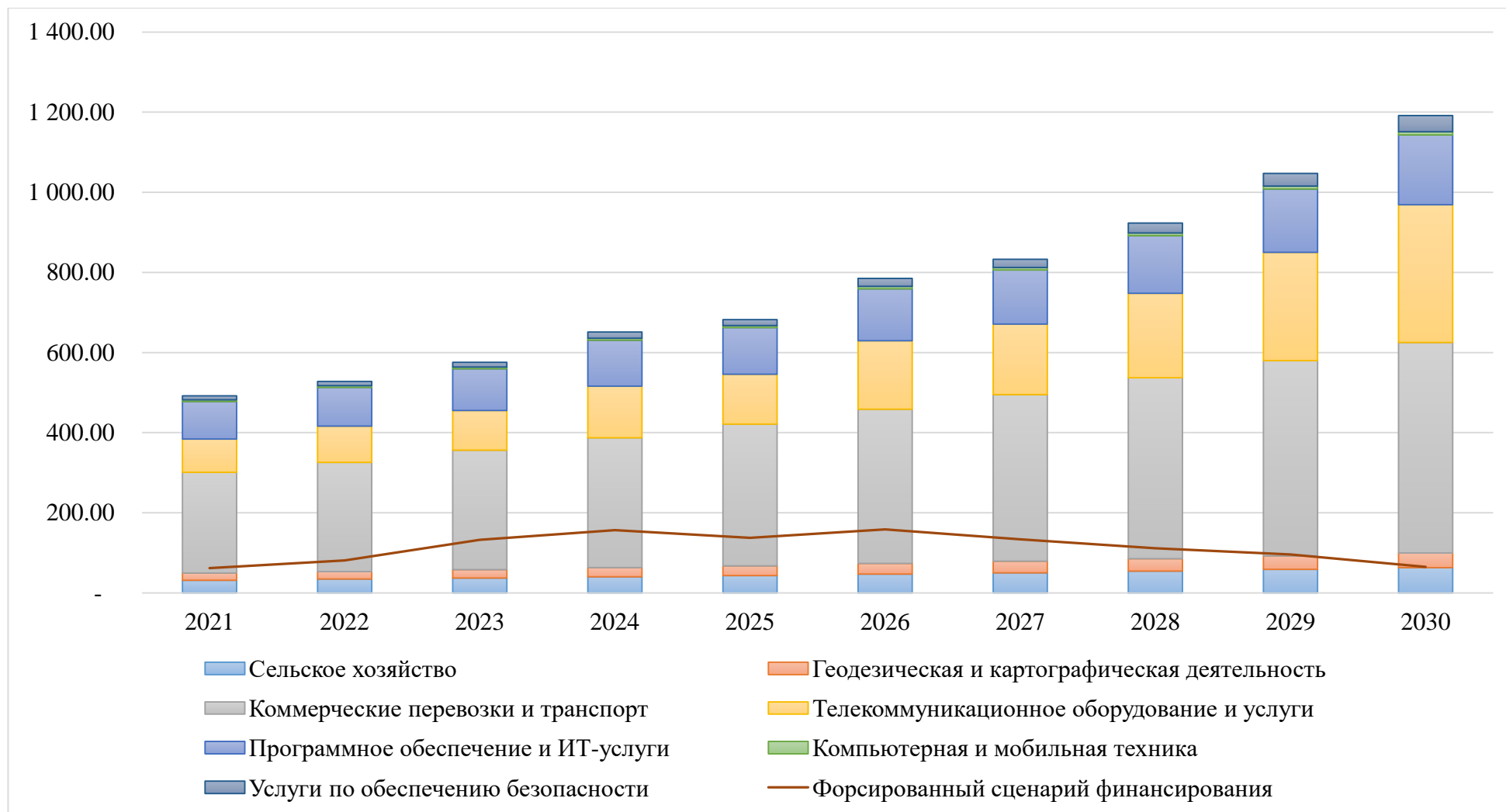


Рисунок 183 – Вклад системы ГЛОНАСС в отраслевой выпуск в разрезе по отраслям до 2030 года

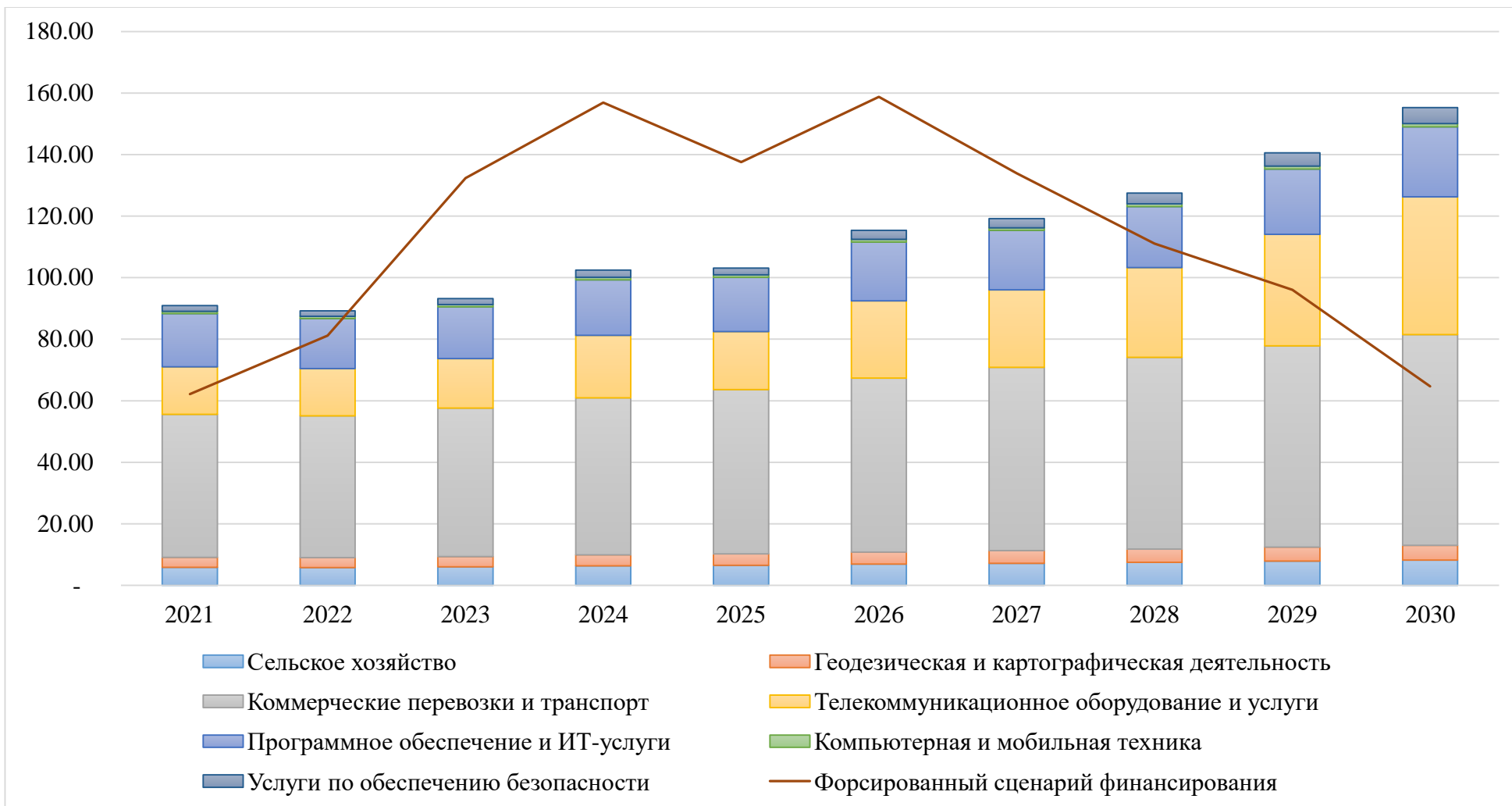


Рисунок 184 – Вклад системы ГЛОНАСС в инвестиции отраслей в разрезе по отраслям до 2030 года

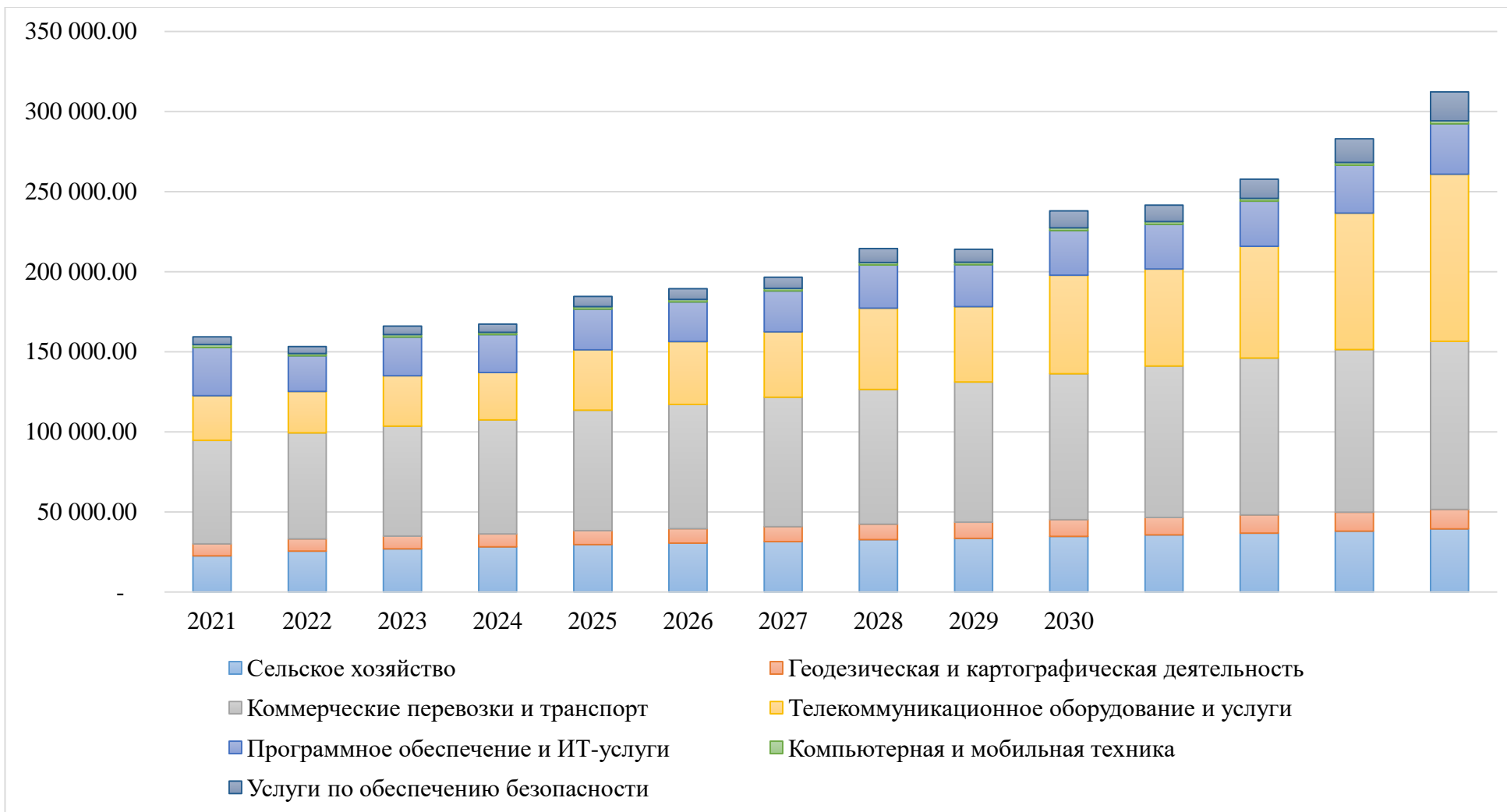


Рисунок 185 – Вклад системы ГЛОНАСС в обеспечение занятости в отраслях в разрезе по отраслям до 2030 года

Таблица 39 – Итоговая оценка экономической эффективности системы ГЛОНАСС

Сценарий финансирования ФЦП ГЛОНАСС С 2030	Величина П1: совокупные затраты, млрд. руб.	Величина П3 <sub>фед.</sub> : совокупный налоговый поток в федеральный бюджет, млрд. руб.	Соотношение $BE_{фед.}$	Величина П3: совокупный налоговый поток в бюджетную систему, млрд. руб.	Соотношение $BE$	Величина П2: потенциальный вклад в выпуск отраслей, млрд. руб. <sup>2</sup>	Потенциальный вклад для инвестиционной отрасли, млрд. руб.	Совокупный вклад, млрд. руб.	Соотношение $EE$	Потенциальный вклад в ВВП страны, млрд. руб.	Соотношение величины П1 и потенциального вклада в ВВП
Базовый (актуальный)	1038.50	2 056.72	1.980	3366.31	3.241	9255.28	1418.03	10673.31	10.28	11539.13	11.11
Инерционный	623.69	1972.72	3.163	3228.87	5.177	9255.28	1418.03	10673.31	17.11	8828.78	14.16
Форсированный	1134.60	2076.18	1.830	3398.15	2.995	9255.28	1418.03	10673.31	9.41	12282.14	10.83

<sup>2</sup> В данном и соседних столбцах приведены одинаковые данные в связи с тем, что данные выводы DFM-SSM модели не поддерживают сценарные прогнозы. Приведенные результаты следует рассматривать как усредненный сценарий (соответствует базовому)

Результаты итоговой оценки экономической эффективности, представленные в таблице 39 имеют высокий научный и прикладной результат. При анализе таблицы предлагается рассмотреть несколько основных моментов.

Во-первых, все приведенные сценарии финансирования ФЦП ГЛОНАСС 2030 имеют положительные соотношения эффективности (ВЕ, ЕЕ, соотношение затрат и вклада в ВВП). Таким образом, в любом из сценариев финансирования ожидаемый положительный экономический эффект будет выше, чем затраты, понесенные на реализацию мероприятий по поддержанию и развитию системы ГЛОНАСС.

Во-вторых, при возрастании общей суммы финансирования ФЦП наблюдается снижение показателей эффективности, что может на первый взгляд показаться алогичным. Ошибки нет, и у наблюдаемого эффекта есть несколько обоснованных причин. Прежде всего, наиболее инновационные (и наиболее затратные) в технической составляющей сценарии являются наиболее неопределенными для оценки экономических эффектов. Вероятность того, что разработка и внедрение новой технологии обернется неудачей всегда достаточно высока, и даже в случае успеха ее внедрение в экономические процессы может занять значительное время до получения значимого экономического эффекта. В связи с подобной неопределенностью, используемые модели не учитывают подобные эффекты, в связи с чем оценка положительных потоков (П2 и П3) не несет в себе всех потенциально возможных эффектов от внедрения инноваций, и данное допущение представляется обоснованным.

Помимо этого, данные эффекты являются обычной практикой при анализе капитальных активов с длительным сроком использования (к каким относится и система ГЛОНАСС). Накопленный капитал для подобных активов сам по себе является достаточно инертным, что позволяет получать положительный экономический эффект от его использования в течение нескольких десятков лет без дополнительных вложений и модернизации. Актив будет продолжать демонстрировать высокие экономические и финансовые показатели (как в случае с инерционным сценарием), однако в определенный момент физический износ полностью выведет его из хозяйственного оборота, либо появление инновационного конкурента обрушит спрос на актив.

Из-за наличия подобных эффектов при выборе альтернатив развития следует использовать комплексный подход к оценке эффективности, включающий как экономическую, так и техническую составляющие.

Таким образом, при анализе оценок экономической эффективности в Таблице 38 следует придерживаться следующей интерпретации. Несмотря на то, что наиболее эффективным с точки зрения экономических показателей является инерционный сценарий, предусматривающий минимальные затраты, итоговый выбор следует делать между базовым и форсированным сценариями, используя другие виды оценок эффективности (в данном случае – функциональной эффективности), что позволит получить положительный экономический эффект в будущем и сохранить актуальность системы ГЛОНАСС.



#### 5.2.3.4 Общие выводы по разделу 5.2.3

1. Подтверждена возможность использования разработанных специализированных средств, методов и методик 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.

2. С помощью разработанных специализированных средств решены: задачи среднесрочного и долгосрочного стратегического планирования государственных программ; оценки их эффективности и реализуемости с максимально достоверными и подтверждаемыми экономическими показателями.

5.2.4 Совместное использование результатов оценки функциональной эффективности, экономической эффективности, эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (с использованием конструктора критериев) для проведения сравнительного анализа различных вариантов создания, развития, функционирования и использования навигационных систем и их услуг

Данный раздел посвящен демонстрации возможности использования предлагаемой методологии комплексной оценки эффективности для решения реальных задач при использовании сразу нескольких областей оценки.

В качестве примера рассмотрим задачу выбора стратегии развития системы ГЛОНАСС. Задача выбора стратегии сводилась к комплексному анализу различных возможных сценариев и проведению их сравнительного анализа. Следует отметить, что данная задача решалась в момент, когда методология комплексной оценки эффективности была не до конца отработана.

##### 5.2.4.1 Оцениваемые сценарии развития ГЛОНАСС

На основе анализа тенденций развития ГНСС и функциональных дополнений; оценки требований потребителей, в том числе и перспективных, было определено (в результате исследований, проведенных целым рядом ведущих организаций отрасли) четыре основных возможных сценария развития системы ГЛОНАСС (используемых в данной диссертационной работе только в качестве исходных данных):

1. «Классический»: состав системы определен действующими тактико-техническими требованиями к системе (ТТТ). Орбитальное построение космического комплекса остается неизменным – 24 КА в 3 плоскостях по 8 КА, равномерно распределенных в каждой плоскости. Запуск новых КА будет осуществляться по оперативной необходимости для замены КА, которые невозможно использовать по целевому назначению.
2. «Расширенный»: состав системы определен действующими ТТТ. ОГ космического комплекса включает 30 КА в 3 плоскостях по 10 КА, из которых 8 распределены равномерно в плоскости

и 2 КА образуют антиподную пару. Расширение орбитального построения будет осуществлено при переходе к серийному изготовлению КА «Глонасс-К2».

3. «Шестиплоскостной»: состав системы определен действующими ТТТ. ОГ космического комплекса включает 24 КА в 3 плоскостях по 8 КА и 6 КА в дополнительных 3 плоскостях. Расширение орбитального построения будет осуществлено при переходе к серийному изготовлению КА «Глонасс-К2».
4. «Двухуровневый»: ГЛОНАСС состоит из традиционного космического комплекса из 24 КА на средних орбитах, формирующего основное глобальное радионавигационное поле и развивающегося в соответствии со стратегией запусков по необходимости, и космического комплекса из 6 КА в 3 плоскостях на высоких орбитах, дополняющего основное радионавигационное поле и предоставляющего современные услуги функциональных дополнений.

Услуги комплекса функциональных дополнений в сценариях 1-3 будут предоставляться посредством КА МКСР «Луч» различных поколений и с использованием каналов проводной и беспроводной связи. Общий вид ОГ для различных сценариев приведен на рисунке **Ошибка!**  
**Закладка не определена..**

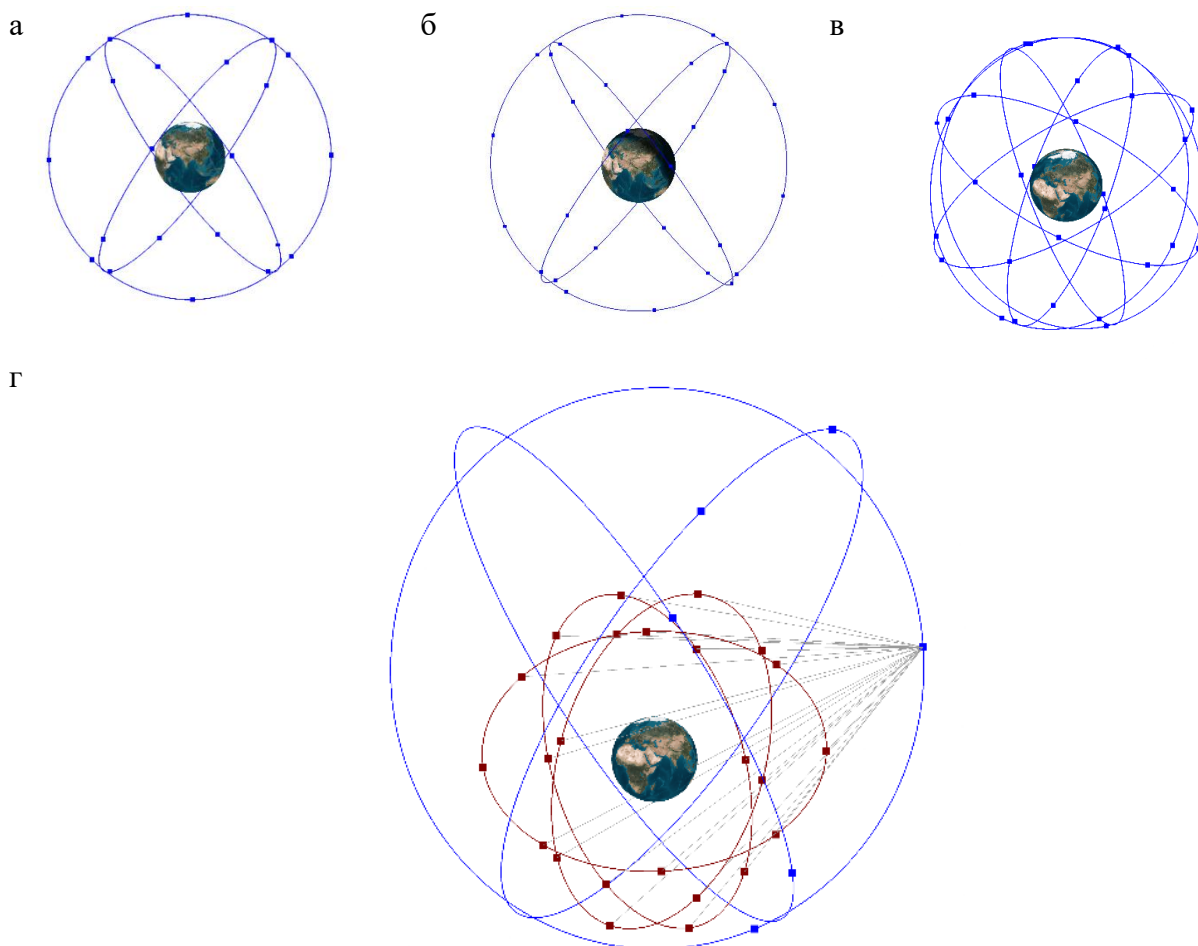


Рисунок 186 – Сценарии развития орбитального построения ГЛОНАСС: а – классический; б – расширенный; в- шестиплоскостной; г - двухуровневый

#### 5.2.4.2 Выбор методики сравнительного анализа сценариев развития ГЛОНАСС

Исходя из поставленной задачи было принято, что при выборе сценария развития системы ГЛОНАСС необходима комплексная оценка каждого сценария с максимально возможным количеством учитываемых оптимизационных параметров, учитывающих технические, экономические и политические риски.

Исходя из возможности получения исходных данных для расчетов были выбраны:

- для оценки функциональной эффективности:
  - элементы оценки ТТХ навигационных систем из ТЗ, ТТТ и др.;
  - элементы оценки по индикаторам и показателям ФЦП;
  - элементы оценки по модельным (номинальным) характеристикам;
  - элементы оценки с помощью эксплуатационных характеристик;
  - элементы оценки непрямо́й эффективности;
- для оценки экономической эффективности
  - оценка мероприятий (программ) как инвестиционных проектов;
  - оценка рынков навигационных услуг/технологий (объем нового рынка);
- для оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования - элементы оценки эффективности международной деятельности.

Таким образом, в качестве критериев функциональной эффективности вариантов архитектуры ГЛОНАСС рассматриваются параметры предоставляемых услуг, с учетом повышения тактико-технических характеристик системы, в сравнении с зарубежными аналогами на временном интервале их реализации. К данной группе критериев относятся характеристики точности, доступности, целостности, помехозащищенности и зоны обслуживания. При оценке функциональной эффективности рассматривается как штатное состояние, так и нештатные состояния системы, возникающие в процессе ее эксплуатации. В качестве критериев оценки непрямо́й эффективности рассматривается возможность обратной совместимости парка существующей НАП потребителей с новыми услугами и вероятность реализации сценариев в заданный срок.

Критерии экономической эффективности объединяют показатели, характеризующие общественное благо, предоставляемое системой ГЛОНАСС населению Российской Федерации и всего мира, и экономические аспекты создания, развития и использования ГЛОНАСС. Общественное благо оценивается степенью использования ГЛОНАСС при решении задач в различных отраслях экономики. Оценка экономических параметров варианта развития системы предполагает определение прибыли, нормы внутренней доходности и срока окупаемости сценария развития системы ГЛОНАСС. Величины данных параметров определяются временем вывода новых услуг на рынок ГНСС, поэтому оценка стоимости производится на основе данных о реализуемости сценария. В качестве дополнительного критерия рассматривается оценка объема новых рынков, которые могут появиться в результате развития системы.

Эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования рассматривается только в разрезе эффективности международной деятельности и определяется степенями проникновения отечественных технологий (услуг) на основе ГЛОНАСС на международные рынки и определением статуса системы в международной нормативно-правовой базе (межправительственных соглашений, законов, подзаконных актов и др.), регламентирующей применение ГНСС в различных отраслях экономики, и нормативно-технической базе (регламентов, стандартов и др.), показывающей заинтересованность конечных потребителей в услугах на основе системы ГЛОНАСС.

#### 5.2.4.2.1 Используемые критерии оценки функциональной эффективности

Функциональную эффективность определяют величины *среднеквадратической погрешности местоопределения (СКО)  $\sigma_{\Pi}$* , *интегральной доступности IA* (Integral Availability, англ.), *времени оповещения о нарушении целостности ТОА* (Time Of Alarm, англ.).

При оценке параметров функциональной эффективности ГЛОНАСС необходимо учитывать ее состояние. В процессе штатной эксплуатации ГНСС можно выделить три ее возможных состояния:

- штатное (номинальное) состояние;
- расчётные нештатные состояния;
- нерасчётные нештатные состояния.

Штатное состояние соответствует ОГ в полном составе с номинальными значениями орбитальных параметров спутников и номинальными значениями точности ЭВИ.

К расчётным нештатным состояниям отнесены:

- номинальное состояние ОГ при максимально неблагоприятных уходах спутников из номинальных орбитальных позиций по аргументу широты  $\Delta U_i$ , при условии  $|\Delta U_i| \leq 5^\circ$ ;
- состояние ОГ без одного спутника при расположении всех спутников в номинальных орбитальных позициях; при максимально неблагоприятных уходах спутников по аргументу широты;
- состояние ОГ без двух спутников при расположении всех спутников в номинальных позициях; при максимально неблагоприятных уходах спутников по аргументу широты.

К нерасчётным нештатным состояниям относятся, например, состояния ОГ без трёх и более спутников, деградация всех параметров орбит навигационных спутников, изменение заявленной точности ЭВИ, передаваемой с борта спутников и др. Методика расчета критериев функциональной эффективности учитывает возможность возникновения любой из указанных нештатных ситуаций или их комбинации.

Для оценки величины  $\sigma_{\Pi}$  будем использовать алгоритм расчета, основанный на выражении (95), с учетом возможных состояний системы.

$$\sigma_{\Pi} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \sigma(B_i, L_j, t_k), \quad (95)$$

**Интегральная доступность** определяется как процент времени для интервала полной повторяемости орбитального построения и всей совокупности точек зоны обслуживания, в течение которого обеспечивается значение геометрического фактора менее априорно заданного значения:

$$IA = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{1}{L} \sum_{j=1}^L A(B_i, L_j, t_k), \quad (96)$$

где  $A(B_i, L_j, t_k)$  – локальное значение доступности навигационного обеспечения для заданной точке с координатами  $(B_i, L_j)$  в момент времени  $t_k$ .

На каждый момент времени величина доступности навигационного обслуживания определяется значением релейной функции:

$$A(B_i, L_j, t_k) = \begin{cases} 1, & \text{если } PDOP(B_i, L_j, t_k) \leq PDOP_{\text{зад}} \\ 0, & \text{если } PDOP(B_i, L_j, t_k) \geq PDOP_{\text{зад}} \end{cases}, \quad (97)$$

где  $PDOP(B_i, L_j, t_k)$  – величина геометрического фактора при определении местоположения в точке с координатами  $(B_i, L_j)$  в момент времени  $t_k$ ;  $PDOP_{\text{зад}}$  – априорно заданная пороговая величина геометрического фактора, которая определяется требованиями потребителей (как правило, не более 6).

Величина геометрического фактора определяется выражением:

$$PDOP(B_i, L_j, t_k) = \sqrt{\text{trace}(F(B_i, L_j, t_k))}, \quad (98)$$

где  $F(B_i, L_j, t_k)$  – информационная матрица Фишера:

$$F(B_i, L_j, t_k) = (C^T(B_i, L_j, t_k)C(B_i, L_j, t_k))^{-1} \quad (99)$$

Интегральная доступность рассчитывается для угла места 25 градусов (сложные условия) как сумма интегральных доступностей (с весовыми коэффициентами 0,36 и 0,64, соответственно) стандартного канала точности глобально и высокоточного – в приоритетной зоне (территория Российской Федерации и Арктики).

**Параметр ТОА** определяется длительностью интервала времени от момента выявления факта нарушения целостности по поступающей от орбитальной группировки навигационной информации  $t_H$  до момента получения потребителем информации о данном событии  $t_{\Pi}$  в шкале времени системы  $t$ :

$$TOA(t) = t_{\Pi}(t) - t_H(t) \quad (100)$$

Величина ТОА определяется архитектурой навигационной системы и реализуемого в ней алгоритма контроля целостности, поскольку зависит от величин задержек на выполнение операций сбора информации, ее обработки и доставки потребителям данных о нарушении целостности радионавигационного поля.

**Вероятность реализации сценария развития в заданный срок  $P_P$**  является одним из важнейших критериев, поскольку развитие сложных систем, к которым относится ГЛОНАСС, связано с множеством рисков, которые могут сказаться на планах развития системы:

$$P_P(t) = 1 - [1 - P_{КА}(t)] \cdot [1 - P_{НКУ}(t)] \cdot [1 - P_{ЗАП}(t)], \quad (101)$$

где  $P_{КА}(t)$  – вероятность срыва сроков создания опытных образцов КА;  $P_{НКУ}(t)$  – вероятность срыва сроков создания НКУ;  $P_{ЗАП}(t)$  – вероятность срыва сроков запусков КА.

Вероятность срыва сроков создания КА определяется рисками создания бортовой аппаратуры (БА):

$$P_{КА}(t) = 1 - \prod_{k=1}^K [1 - P_k^{БА}(t)], \quad (102)$$

где  $P_k^{БА}(t)$  – вероятность срыва сроков поставки  $k$ -ой БА КА;  $K$  – количество БА.

Вероятность срыва сроков создания НКУ также определяется рисками создания отдельных составных частей наземных средств:

$$P_{НКУ}(t) = 1 - \prod_{k=1}^K [1 - P_k^{НС}(t)], \quad (103)$$

где  $P_k^{НС}(t)$  – вероятность срыва сроков поставки  $k$ -ой наземных средств НКУ;  $K$  – количество средств НКУ.

Вероятность срыва сроков развертывания орбитальной группировки из-за средств выведения рассчитывается с помощью выражения:

$$P_{ЗАП}(t) = 1 - (\prod_{k=1}^K [1 - P_k^{ТП}] \cdot [1 - P_k^{АВ}] \cdot [1 - P_k^{ИЗГ}]) \cdot (1 - P_{КЗ}), \quad (104)$$

где  $P_k^{ТП}(t)$  – вероятность аварийной ситуации при транспортировке  $k$ -ой составной части средства выведения;  $P_k^{АВ}(t)$  – вероятность аварийной ситуации при запуске  $k$ -ой составной части средства выведения;  $P_k^{ИЗГ}(t)$  – вероятность задержки при изготовлении  $k$ -ой составной части средства выведения;  $P_{КЗ}$  – вероятность отсутствия готовности космодрома запуска к проведению пусковой компании в заданные сроки.

**Коэффициент обратной совместимости НАП** (в данном случае под НАП понимается не только НАП, но и комплексированные средства навигации/системы управления потребителей) рассчитывается для НАП предыдущего поколения (НАП ПП), наиболее широко используемом.

Оценивается:

- возможность использования перспективных сигналов и отсутствие влияния перспективных сигналов на выполнение НАП целевой задачи;
- возможность использования новой информации (резервных разрядов, передачи дополнительной информации) и отсутствие влияния новой информации на выполнение НАП целевой задачи;
- возможность использования существующих сигналов;
- возможность выполнения целевой задачи при обновлении структуры орбитальной группировки (например, при изменении альманаха).
- Используется два показателя:
- вероятность отказов НАП ПП при использовании существующих («старых») услуг (при реализации различных сценариев развития) -  $P_{СТ1}$ ;
- вероятность отказов НАП ПП при использовании перспективных («новых») услуг -  $P_{СТ2}$ ;

$$P_{СТ1} = 1 - p_1 p_2 p_3 p_4 p_5, \quad (105)$$

$$P_{СТ2} = 1 - p_6 p_7 p_8 p_9 p_{10}, \quad (106)$$

где:

$p_1$  – вероятность безотказной работы существующей НАП при наличии перспективных сигналов;

$p_2$  – вероятность безотказной работы существующей НАП при наличии новой информации;

$p_3$  – вероятность безотказной работы новой НАП при использовании существующих сигналов;

$p_4$  - вероятность безотказной работы существующей НАП при обновлении структуры орбитальной группировки (например, при изменении альманаха) с учетом частотных ( $p_{4_1}$ ), и кодовых ( $p_{4_2}$ ) сигналов;

$p_5$  - вероятность безотказной работы существующей НАП при возможном несовершенстве (недостаточной отработке) алгоритмов НАП и др. факторов при использовании существующих сигналов;

$p_6$  – вероятность безотказной работы НАП при использовании перспективных сигналов;

$p_7$  - вероятность безотказной работы существующей НАП при использовании новой информации (резервных разрядов, передачи дополнительной информации) с учетом частотных ( $p_{7_1}$ ), и кодовых ( $p_{7_2}$ ) сигналов;

$p_8$  - вероятность безотказной работы существующей НАП при использовании существующих сигналов;

$p_9$  - вероятность безотказной работы существующей НАП при обновлении структуры орбитальной группировки (например, при изменении альманаха) с учетом частотных ( $p_{9_1}$ ), и кодовых ( $p_{9_2}$ ) сигналов;

$p_{10}$  - вероятность безотказной работы существующей НАП при возможном несовершенстве (недостаточной отработке) алгоритмов НАП и др. факторов при использовании перспективных сигналов.

Значения вероятностей представлены в таблице (различные для каждого показателя). В настоящее время значения получены методом экспертных оценок и статистической обработки данных (см. таблицу 40).

Таблица 40 – Значения вероятностей, используемых для оценки коэффициента обратной совместимости

№ п/п	Показатель	Значения	№ п.п.	Показатель	Значения
Классический сценарий			Расширенный сценарий		
1.	$p_1$	1	1.	$p_1$	1
2.	$p_2$	1	2.	$p_2$	1
3.	$p_3$	1	3.	$p_3$	1
4.	$p_4$	0,995	4.	$p_4$	0,995
5.	$p_5$	1	5.	$p_5$	1
6.	$p_6$	0,997	6.	$p_6$	0,997
7.	$p_7$	1	7.	$p_7$	1
8.	$p_8$	1	8.	$p_8$	1
9.	$p_9$	1	9.	$p_9$	1
10	$p_{10}$	1	10	$p_{10}$	1
11	$P_{СТ1}$	0,995	11	$P_{СТ1}$	0,995

№ п/п	Показатель	Значения	№ п.п.	Показатель	Значения
12	$P_{СТ2}$	0,997	12	$P_{СТ2}$	0,997
13	Коэффициент обратной совместимости	0,996	13	Коэффициент обратной совместимости	0,996
Шестиплоскостной			Двухуровневый		
1.	$p_1$	1	14	$p_1$	0,997
2.	$p_2$	1	15	$p_2$	1
3.	$p_3$	1	16	$p_3$	1
4.	$p_4$	0,995	17	$p_4$	1
5.	$p_5$	1	18	$p_5$	0,99
6.	$p_6$	0,997	19	$p_6$	0,995
7.	$p_7$	1	20	$p_7$	0,997
8.	$p_8$	1	21	$p_8$	1
9.	$p_9$	1	22	$p_9$	1
10	$p_{10}$	1	23	$p_{10}$	0,995
11	$P_{СТ1}$	0,995	24	$P_{СТ1}$	0,987
12	$P_{СТ2}$	0,997	25	$P_{СТ2}$	0,987
13	Коэффициент обратной совместимости	0,996	26	Коэффициент обратной совместимости	0,987

Коэффициент обратной совместимости формируется из показателей  $P_{СТ1}$  и  $P_{СТ2}$  суммированием с равными весовыми коэффициентами.

#### 5.2.4.2.2 Используемые критерии оценки экономической эффективности

Количественными мерами оценки социально-экономической эффективности являются **коэффициент внедрения  $K_{ВН}$ , чистая приведенная стоимость NPV** (Net Present Value, англ.), **внутренняя норма доходности IRR** (Internal Rate of Return, англ.), **срок окупаемости  $T_0$ , вероятность реализации в заданный срок  $P_p$ .**

Общий **коэффициент внедрения** рассчитывается как взвешенная сумма коэффициентов внедрения по отраслям:

$$K_{ВН} = \sum_{l=1}^L \xi_l \cdot \rho_l \cdot v_l, \quad (107)$$

где  $\xi_l$  – коэффициент значимости;  $\rho_l$  – доля отраслевого рынка навигационных услуг в общемировом;  $v_l$  – доля навигационных услуг на основе ГЛОНАСС в отраслевом рынке навигационных услуг.

Значение коэффициента внедрения отражает значимость различных практических задач, связанных с социально-экономическим развитием страны, фундаментальной и прикладной науки (таблица 41).



Таблица 41 – Значения коэффициента значимости для различных отраслей

№ п.п.	Наименование отрасли	Величина
1	Авиация	0,08
2	Судоходство	0,07
3	Энергетика	0,09
4	Связь	0,10
5	Сельское хозяйство	0,10
6	Безопасность и медицина	0,08
7	Наземный транспорт	0,09
8	Поиск и спасание	0,08
9	Космос	0,06
10	Строительство	0,06
11	Геодезия и картография	0,09
12	Активный отдых	0,04
13	Научные исследования	0,06
Итого		1

Приведенные значения коэффициента значимости учитывают повышение эффективности экстренных служб, включая повышение оперативности реагирования на события, повышение качества жизни различных групп граждан, интенсивности и безопасности перевозок всеми видами транспорта, увеличение количества рабочих мест.

Величина *чистого дисконтированного дохода* рассчитывается на период реализации проекта  $T$ :

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{[NCF(t) - INV(t)]}{\prod_{q=1}^t (1+r_q)}, \quad (108)$$

где  $NCF(t)$  – чистый денежный поток для соответствующего периода;  $INV(t)$  – инвестиции в проект;  $r_q$  – ставка дисконтирования.

Чистый денежный поток определяется поступлениями от реализации услуг  $SCF(t)$  (Service Cash Flow, англ.) и налогами от реализации проекта  $BCF(t)$  (Budget Cash Flow, англ.) по отраслям в каждый расчетный период:

$$NCF(t) = \sum_{l=1}^L (SCF_l(t) + BCF_l(t)) \quad (109)$$

В настоящее время услуги ГЛОНАСС не приносят прямых доходов, поэтому величина  $SCF_l(t)$  будет отлична от нуля в случае реализации в системе коммерческих услуг в соответствующей отрасли экономики. Вместе с тем, развитие ГЛОНАСС позволяет повысить эффективность и темпы социально-экономического развития, что приводит к увеличению потока налоговых доходов и частных инвестиций. В налоговые потоки включаются отчисления, производимые предприятиями ракетно-космической промышленности при создании составных частей системы ГЛОНАСС. С каждого заключенного государственного контракта уплачивается налог на добавленную стоимость, налог на прибыль, подоходные налоги и социальные взносы с каждого работника. Дополнительные сборы возникают в результате мультипликативного влияния государственных инвестиций на создание новых товаров и услуг, основанных на

использовании ГЛОНАСС, а также повышения эффективности деятельности существующих предприятий.

За счет использования ГЛОНАСС генерируются новые денежные потоки, заключаются контракты на поставку навигационного оборудования, контракты внедрения телематических и навигационных систем мониторинга, разработки программного обеспечения и т.д. Практически в каждой позиции из приведенного выше списка отраслевых приложений ГНСС образуется ниша для ведения частного бизнеса. При этом цепочка создания конечной стоимости продукта или услуги на базе ГЛОНАСС может состоять из нескольких компаний-звеньев. И каждая вновь создаваемая компания производит налоговые отчисления в государственный бюджет. Таким образом, развитие системы навигационных услуг ГЛОНАСС обеспечивает существенный прирост потока налоговых платежей.

Инвестиции в реализацию сценария развития ГЛОНАСС определяются суммой бюджетных ассигнований на разработку эскизного проекта и рабочей документации на космический комплекс  $C_t^{PD}$ , изготовление КА  $C_t^{KA}$ , средств выведения и наземной инфраструктуры  $C_t^{CB}$ , стоимости услуг по запуску  $C_t^{ПУ}$ , проведения летных испытаний  $C_t^{ИСП}$  и поддержанию в технической и эксплуатационной готовности наземных средств  $C_t^{ЭК}$  на всей продолжительности жизненного цикла системы:

$$INV(t) = C_t^{PD} + C_t^{KA} + C_t^{CB} + C_t^{ПУ} + C_t^{ИСП} + C_t^{ЭК}, \quad (110)$$

**Внутренняя норма доходности IRR** является величиной ставки дисконтирования, при которой инвестиции в реализацию сценария развития ГНСС позволят избежать убытков за весь срок жизненного цикла системы. Величина *IRR* рассчитывается эмпирическим путем при решении уравнения (108):

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{[NCF(t) - INV(t)]}{(1+IRR)^t} = 0, \quad (111)$$

**Срок окупаемости  $T_{CO}$**  (период возврата средств федерального бюджета) – это период времени от момента начала работ по реализации сценария развития ГНСС, до момента, когда бюджетный эффект становится неотрицательным. Другое определение срока окупаемости средств федерального бюджета - продолжительность периода, в конце которого суммарная величина дисконтированных средств федерального бюджета за расчетный период полностью возмещается суммарными дисконтированными доходами бюджета (налоговыми поступлениями) за тот же период вследствие реализации мероприятий. Определение срока окупаемости (периода возврата) средств федерального бюджета производится аналогично определению срока окупаемости затрат из всех источников финансирования:

$$T_{CO} = T, \text{ при котором } NPV = \sum_{t=1}^T \frac{[NCF(t) - INV(t)]}{(1-r_t)^t} > 0. \quad (112)$$

**Объем новых рынков услуг ГЛОНАСС  $IMV(t)$**  (Innovation Market Volume, англ.) открывается в результате развития системы. При этом величина  $IMV(t)$  косвенно определяет денежные потоки от абонентской платы за услуги  $SCF_t$  (при их наличии) и налоговые поступления с растущих проектов, входящих в  $BCF_t$ . Количественно  $IMV(t)$  оценивается:

$$IMV(t) = \sum_{l=1}^L IMV_l(t), \quad (113)$$

где  $IMV_l(t)$  – величина нового рынка в соответствующей отрасли (таблица 1).

При важности оценки величины  $IMV(t)$  на протяжении всего проекта для сравнительного анализа значение имеет интегральная оценка данного показателя к моменту завершения проекта  $IMV_{\Sigma}$ :

$$IMV^{\Sigma} = \sum_{t=1}^T IMV(t) \quad (114)$$

При сравнении сценариев рационально использовать относительную величину объема новых рынков услуг  $\delta IMV_i$ , возникающих в следствии развития ГЛОНАСС по  $i$ -ому сценарию, поэтому в качестве критерия сравнительного анализа представляется целесообразным рассчитывать ее с помощью выражения:

$$\delta IMV_i = \frac{IMV_i^{\Sigma}}{MAX(IMV^{\Sigma})}, \quad (115)$$

где  $MAX()$  – функция выбора максимального значения из элементов вектора  $\overline{IMV^{\Sigma}}$ , составляющими которого являются значения объемов рынков для всей совокупности возможных сценариев развития ГЛОНАСС.

Критерием оценки рынка является также **относительная доля отечественных технологий на основе ГЛОНАСС на международных рынках  $\delta IMS$**  (International Market Share, англ.). Критерий оценивается с помощью выражений аналогичных (115).

$$\delta IMS_i = \frac{IMS_i^{\Sigma}}{MAX(IMC^{\Sigma})}, \quad (116)$$

где  $IMS_i^{\Sigma}$  – объем международного рынка, занимаемый отечественными технологиями на основе ГЛОНАСС при реализации  $i$ -го сценария развития системы;  $\overline{IMS^{\Sigma}}$  – вектор, элементами которого являются значения объемов международных рынков для всей совокупности возможных сценариев развития ГЛОНАСС.

$$IMS^{\Sigma} = \sum_{t=1}^T IMS(t), \quad (117)$$

где  $IMS(t)$  – объем международного рынка в период  $t$ :

$$IMS(t) = \sum_{l=1}^L IMS_l(t), \quad (118)$$

где  $IMS_l(t)$  – объем рынка в соответствующей отрасли (таблица 1).

#### 5.2.4.2.3 Используемые критерии оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования (эффективности международной деятельности)

Критерием оценки эффективности международной деятельности является **относительная доля закрепленного за ГЛОНАСС статуса обязательной/рекомендуемой к использованию системы в международной нормативно-правовой базе, регламентирующей применение ГНСС в различных отраслях экономики,  $\delta ILFS$**  (International Legal Framework Share, англ.), и **нормативно-технической базе, показывающей заинтересованность конечных потребителей в услугах на основе системы ГЛОНАСС  $\delta IRFS$**  (International Regulatory Framework Share, англ.). Критерий оценивается с помощью выражений аналогичных (115).

Для оценки относительных долей  $\delta ILFS$  и  $\delta IRFS$ :

$$\delta ILFS_i = \frac{ILFS_i^{\Sigma}}{\overline{MAX(ILFS^{\Sigma})}}, \quad (119)$$

$$\delta IRFS_i = \frac{IRFS_i^{\Sigma}}{\overline{MAX(IRFS^{\Sigma})}}, \quad (120)$$

где  $ILFS_i^{\Sigma}$  – доля закрепленного за ГЛОНАСС статуса обязательной к использованию системы в международной нормативно-правовой базе, регламентирующей применение ГНСС в различных отраслях экономики, при реализации  $i$ -го сценария;  $\overline{MAX(ILFS^{\Sigma})}$  – вектор, составляющими которого являются значения доли закрепленного за ГЛОНАСС статуса обязательной к использованию системы в международной нормативно-правовой базе, регламентирующей применение ГНСС в различных отраслях экономики, для всей совокупности возможных сценариев развития ГЛОНАСС.

$$ILFS^{\Sigma} = \sum_{m=1}^M IMS_m, \quad (121)$$

где  $IMS_m$  – относительный объем соответствующей отрасли нормативно-правового и нормативного технического регулирования (таблица 2).

где  $IRFS_i^{\Sigma}$  – доля ГЛОНАСС в международной нормативно-технической базе, показывающей заинтересованность конечных потребителей в услугах на основе системы ГЛОНАСС, при реализации  $i$ -го сценария;  $\overline{MAX(IRFS^{\Sigma})}$  – вектор, составляющими которого являются значения доли ГЛОНАСС в международной нормативно-технической базе, показывающей заинтересованность конечных потребителей в услугах на основе системы ГЛОНАСС, для всей совокупности возможных сценариев развития ГЛОНАСС.

$$IRFS^{\Sigma} = \sum_{m=1}^M IMS_m, \quad (122)$$

где  $IMS_m$  – относительный объем соответствующей отрасли нормативно-правового и нормативного технического регулирования (таблица 42).

Таблица 42 – Относительный объем соответствующей отрасли нормативно-правового и нормативного технического регулирования

№ п.п.	Типы международных документов	Международная организация - регулятор	Значимость документов для расчета показателей
1	Национальные документы других стран	Профильный ФОИВ страны	0,1
2	Документы СНГ	Межгосударственный совет «Радионавигация»	0,1
3	Документы Таможенного союза (ЕАЭС)	Межгосударственный совет «Радионавигация»	0,3
4	Межправительственные соглашения	МИД стран-участников соглашений	0,15
5	Документы ООН (ICAO - SARPS, IMO – SOLAS, МКГ – общие по ГНСС, ISO – общие по ГНСС/услугам на основе ГНСС)	ICAO, IMO, ICG, ISO	0,35
Итого			1

### 5.2.4.3 Общая оценка эффективности сценария развития ГЛОНАСС

Общая оценка эффективности каждого сценария развития ГЛОНАСС основана на расчете 12 показателей, распределенных по 5 группам (таблица 43).

Таблица 43 – Критерии оценки эффективности сценария развития ГЛОНАСС

№ п. п.	Область проведения оценки	Тип оценки	Наименование характеристики
1.	Функциональная эффективность	Элементы оценки ТТХ НС из ТЗ, ТТТ и др. документов; элементы оценки по индикаторам и показателям ФЦП; элементы оценки по модельным (номинальным) характеристикам; элементы оценки с помощью эксплуатационных характеристик	Погрешность навигационно-временных определений
2.			Интегральная доступность
3.			Время предупреждения о нарушении целостности
4.			Коэффициент обратной совместимости НАП
5.			Вероятность реализации в заданный срок
6.	Экономическая эффективность	Оценка мероприятий (программ) как инвестиционных проектов	Коэффициент внедрения
7.			Чистая приведенная стоимость
8.			Внутренняя норма доходности
9.			Срок окупаемости
10.			Объем нового рынка
11.		Оценка рынков навигационных услуг/технологий (объем нового рынка)	Доля международного рынка услуг ГНСС
12.	Эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности	Эффективность международной деятельности	Доля в международной нормативно-правовой базе, определяющей обязательность использования ГЛОНАСС, и в международной нормативно-технической базе, показывающей заинтересованность конечных потребителей в услугах на основе системы ГЛОНАСС

### 5.2.4.4 Сравнительный анализ сценариев развития ГЛОНАСС

С учетом тенденции развития науки и техники анализ представленных сценариев развития ГЛОНАСС следует проводить на временном интервале 2018 – 2030 годы, поскольку именно к 2030 году следует ожидать смену поколений существующих КА как в системе ГЛОНАСС, так и за рубежом.

Графически результаты сравнительного анализа представим в виде паутинных гистограмм (рисунок 187).

Для адекватного отображения паутинной диаграммы ввиду различных размерностей показателей использованы нормировочные коэффициенты из таблицы 44, рассчитываемые исходя из максимальных и минимальных возможных значений для показателей, а также исходя из характера показателей (большее или меньшее значение для лучшего результата, например – погрешность навигационно-временных определений – уменьшение значения является показателем качества, а интегральная доступность – наоборот).

Таблица 44 – Нормировочные коэффициенты паутинной диаграммы

<b>№ п. п.</b>	<b>Название</b>	<b>Значение коэффициента</b>
1.	Погрешность навигационно-временных определений	9,97
2.	Интегральная доступность	0,7
3.	Время предупреждения о нарушении целостности	1994
4.	Коэффициент внедрения	0,0163
5.	Чистая приведенная стоимость	7,13
6.	Внутренняя норма доходности	15
7.	Срок окупаемости	25
8.	Вероятность реализации в заданный срок	0,7194
9.	Объем нового рынка	49,47
10.	Доля международного рынка услуг ГНСС	0,15
11.	Доля в международной нормативно-правовой базе, определяющей обязательность использования ГЛОНАСС, и в международной нормативно-технической базе, показывающей заинтересованность конечных потребителей в услугах на основе системы ГЛОНАСС	0,6
12.	Коэффициент обратной совместимости НАП	1

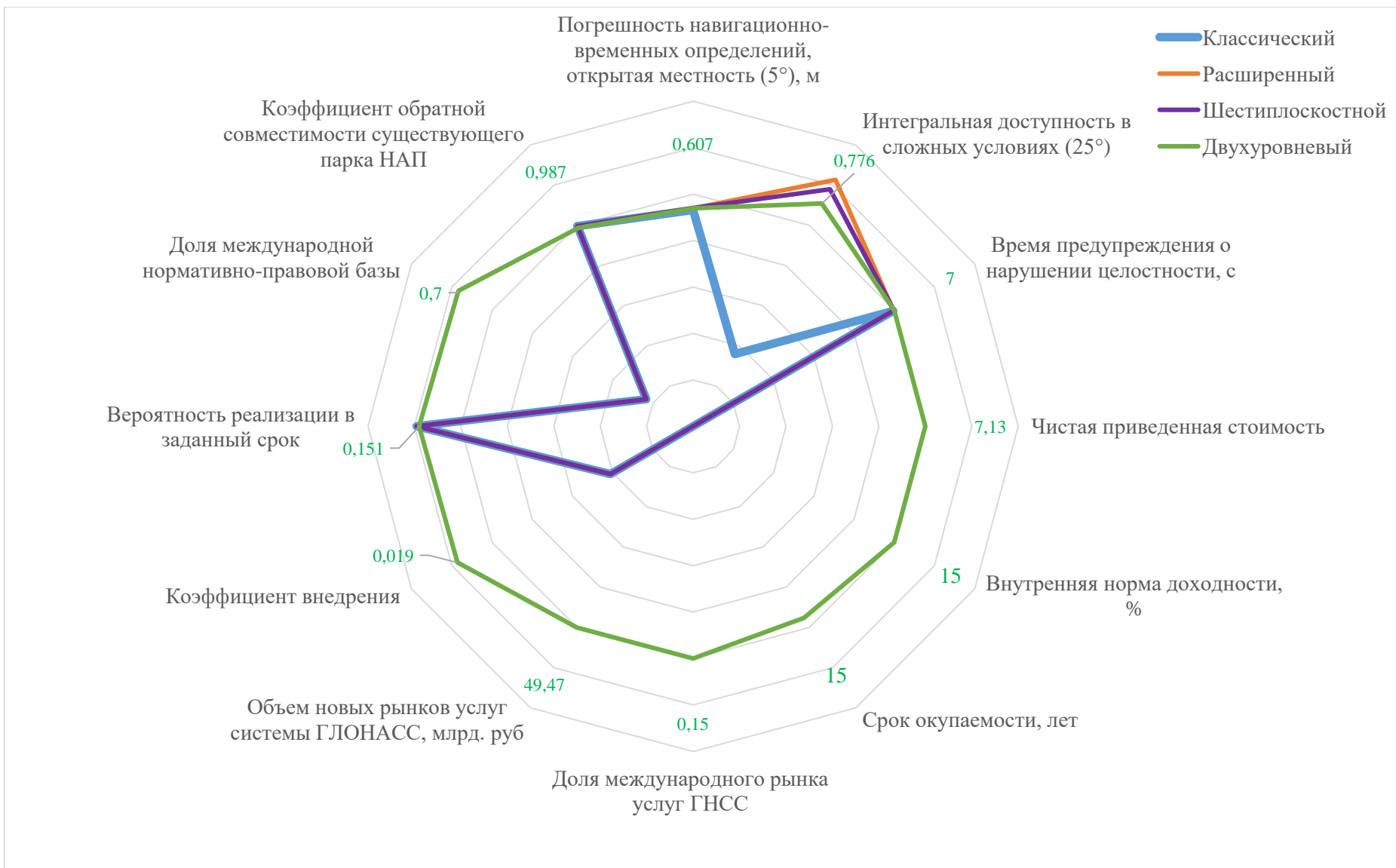


Рисунок 187 – Основные результаты многокритериального анализа сценариев в виде диаграммы паутиного типа

#### 5.2.4.5 Общие выводы по разделу 5.2.4

Классический, расширенный и шестиплоскостной сценарии в целом сходны, за исключением разницы в показателе доступность в сложных условиях (за счет повышения количества КА и плоскостей). Показатель доступности максимален для расширенного сценария, далее идут шестиплоскостной и двухуровневый.

В части характеристики двухуровневого сценария можно отметить следующее:

- в отличие от первых трех сценариев он может быть оценен как классический инвестиционный проект (в показателях - внутренняя норма доходности, срок окупаемости) и является единственным окупаемым сценарием;
- за счет возможности предоставления дополнительных услуг он также выигрывает в экономических показателях за счет роста доли международного рынка услуг ГНСС, объема новых рынков услуг системы ГЛОНАСС и показателях эффективности международной деятельности.

Таким образом, двухуровневый сценарий, является наиболее экономически и коммерчески привлекательным при сопоставимом уровне показателей функциональной эффективности (если сравнивать с расширенным и шестиплоскостным сценариями).

В целом, можно отметить, что общая применимость комплексной методологии оценки эффективности навигационных систем с использованием разработанных классификаторов, а также с использованием нескольких областей проведения оценок одновременно подтверждена решением задачи выбора сценариев развития системы ГЛОНАСС.

#### 5.2.5 Решение задач, требующих комплексной оценки эффективности, применительно к различным группам лиц, принимающих решения

Примеры цепочек действий для решения задач, требующих комплексной оценки эффективности, применительно к различным группам лиц, принимающих решения, требованиям и ограничениям, приведены ниже. Данные цепочки действий также исчерпывающе иллюстрируют, какие необходимые для решения задач элементы были разработаны в рамках данной диссертационной работы.

Общая цепочка действий, для всех рассматриваемых в данной диссертационной работе задач, областей проведения оценки приведена на рисунке 188. Включает в себя последовательно следующие этапы: определение лиц (организаций), ставящих задачу и принимающих решения; детализация ЛПР; определение уровня ЛПР; определение задачи, класса задачи; детализация задачи; формализация требований к результатам, особенностей задачи; выбор области проведения оценок; формализация области проведения оценок; построение методического базиса (комплекса критериев); формирование оценок по критериям; решение задачи КОЭ, принятие решения (задача анализа; задача синтеза; задача оптимизации; другие типы и способы принятия решения).

В большинстве случаев решения задач, требуются лишь самые простые способы принятия решения, например, для окончательного решения задачи сертификации. ЛПР для окончательного



решения задачи сертификации услуг системы ГЛОНАСС в интересах международных потребителей (на примере сертификации базовой услуги) в результате использования данной методологии получает набор оценок характеристик услуги, исчерпывающе ее описывающий (полученный в соответствии со всеми заданными требованиями и ограничениями, рассчитанный в соответствии с разработанным методологическим базисом для оценки эксплуатационных характеристик) и сертификационный базис (СТЭХОС). Оценив соответствие полученных оценок характеристик заданным в базисе значениям, ЛПР принимает решение о возможности сертификации услуги или о подтверждении соответствия уже сертифицированной услуги. Специального методического аппарата принятия решения в данном случае не требуется. При этом оценки характеристик по другим областям проведения оценок (экономической эффективности и эффективности СНПТР) для решения задачи сертификации не проводились. Это обусловлено относительно невысокой стоимостью разработки нормативного базиса сертификации (в части экономических оценок) и очевидным отсутствием базиса (в части оценок эффективности СНПТР).

Необходимость использования специального методического аппарата принятия решения в общем случае обуславливается стоящими перед ЛПР целями. Для сложных целей, например, для выбора сценариев развития системы ГЛОНАСС, ввиду использования нескольких областей проведения оценки и большого количества критериев, оправдано применение различных методов векторной оптимизации. В конечном итоге, с учетом представления оценок характеристик для различных сценариев в виде паутиной диаграммы, ЛПР фактически решает задачу оптимизации как задачу максимизации площади для выбираемого сценария.

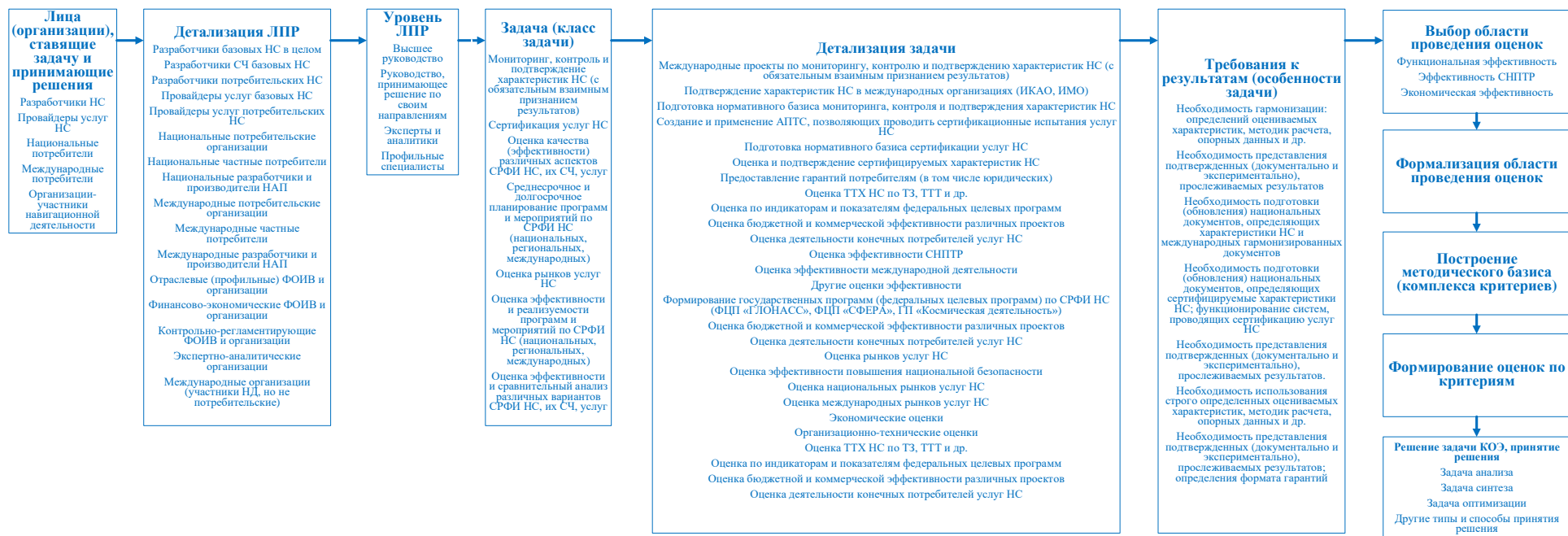


Рисунок 188 – Общая цепочка действий для решения задач, требующих комплексной оценки эффективности, применительно к различным группам лиц, принимающих решения

### 5.3 Общие выводы по разделу 5

1. 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.

2. Продемонстрирована возможность решения следующих задач с использованием разработанных специализированных средств:

- задача сертификации услуг системы ГЛОНАСС в интересах международных потребителей (на примере сертификации базовой услуги);
- задача проведения мониторинга, контроля и подтверждения характеристик глобальных навигационных спутниковых систем в международных организациях с обязательным взаимным признанием результатов;
- задача проведения сравнительного анализа характеристик различных глобальных навигационных спутниковых систем с взаимным признанием, прослеживаемостью и повторяемостью результатов;
- 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;
- задачи среднесрочного и долгосрочного стратегического планирования государственных программ; оценки их эффективности и реализуемости с максимально достоверными и подтверждаемыми экономическими показателями.

3. 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.

## Заключение

Данная диссертационная работа посвящена разработке научно-методологических основ комплексной оценки эффективности навигационных систем.

В диссертационной работе представлены: 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; и 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.

В качестве основы выступает методика комплексной оценки эффективности навигационных систем, позволяющая решить основные проблемные вопросы комплексной оценки эффективности, такие, как проблема экспертов и отсутствие формализации областей проведения оценки. Методика предполагает использование трех основных групп критериев, по количеству областей проведения оценки.

В результате анализа существующих средств, подходов и методов оценки функциональной эффективности; экономической эффективности и эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования разработаны специализированные средства, подходы и методы, которые обеспечивают возможность более качественного решения задачи оценки эффективности.

Разработан конструктор критериев, включающий в себя матрицу областей проведения оценки, типов и подтипов оценки разного уровня, характеристик (индикаторов и показателей), им соответствующих. Для каждой такой характеристики определены типы методик расчета, типы связи с другими характеристиками, возможность расширения (расширенного использования), тип исходных данных, тип получаемых результатов оценки, потребители результатов оценки и возможные применения результатов оценки (задачи, которые с их помощью можно решить или упростить).

Конструктор критериев обеспечивает возможность для его пользователя, устанавливая различные ограничения (например, на доступные ему исходные данные, требования к прослеживаемости и повторяемости результатов, требования использования официальных методик расчета и др.) или условия задачи (или группы задач), которую ему необходимо решить, получать характеристики, набор характеристик или типов характеристик, который ему в этом поможет. В случае отсутствия точно требуемых характеристик, можно установить, к какой

области проведения оценки, типу (подтипу) оценки они относятся и на основе близких характеристик сформировать необходимую.

Для реализации разработанных специализированных средств, подходов и методов разработаны соответствующие программно-математические комплексы.

Продемонстрирована возможность решения реальных, стоящих в настоящее время, задач с помощью разработанных научно-методологических основ, таких как:

- задача сертификации услуг системы ГЛОНАСС в интересах международных потребителей (на примере сертификации базовой услуги);
- задача проведения мониторинга, контроля и подтверждения характеристик глобальных навигационных спутниковых систем в международных организациях с обязательным взаимным признанием результатов;
- задача проведения сравнительного анализа характеристик различных глобальных навигационных спутниковых систем с взаимным признанием, прослеживаемостью и повторяемостью результатов;
- 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;
- задачи среднесрочного и долгосрочного стратегического планирования государственных программ; оценки их эффективности и реализуемости с максимально достоверными и подтверждаемыми экономическими показателями.

Общая применимость комплексной методологии оценки эффективности навигационных систем с использованием разработанных классификаторов, а также с использованием нескольких областей проведения оценок одновременно проиллюстрирована решением задачи выбора сценариев развития системы ГЛОНАСС.

Разработанная методология является довольно гибкой и позволяет в случае необходимости наращивать существующие возможности, либо гармонично интегрировать в себя новые элементы.

Несмотря на широкие возможности, существует большое количество направлений совершенствования разработанных научно-методологических основ. Их можно условно разделить на пять групп: общие (общесистемные); по различным областям проведения оценок; по применению научно-методологических основ.

В части общих направлений необходимо решать остающиеся проблемные вопросы, проводить расширение и углубление методологии; повышать детализацию оценки (описания)

различных областей проведения оценки, типов и подтипов оценки разного уровня, характеристик (индикаторов и показателей), им соответствующих, и связей между ними.

В части оценки функциональной эффективности направления дальнейших исследований совпадают с общими.

В части оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности необходимо продолжать работы по построению и уточнению различных математических моделей системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности, дорабатывать концепцию проекций норм и проводить работы по построению системы норм; использовать семантические алгоритмы для доработки методических основ и программно-математических комплексов для обеспечения возможности проведения не только оценка эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности как степени удовлетворенности нормопользователей, но и как степени соответствия реальной системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности «системе норм».

В части оценки экономической эффективности – дальнейшее развитие подхода к оценке потоковых и капитальных величин путем уточнения и развития используемых моделей (от VAR до DFM-SSM для отраслевых оценок) и вывода оценки за пределы территории Российской Федерации.

В части применения научно-методологических основ: необходимо дополнять и расширять таблицу конструктора критериев (в случае необходимости или по результатам проведенных исследований и оценок); расширять сферу реальных применений разработанных научно-методологических основ; совершенствовать методологию и существующие аппаратно-программные комплексы.

Показательным моментом является то, что только при рассмотрении для решения задачи оценки эффективности трех областей проведения оценки системно удалось обнаружить, локализовать и решить (в отдельных случаях – начать решать) глубокие системные внутренние проблемные вопросы для каждой области, например:

- для оценки функциональной эффективности с помощью эксплуатационных характеристик – разработать, согласовать и утвердить стандарт эксплуатационных характеристик системы ГЛОНАСС, что позволило достичь указанных результатов;
- для оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности – разработать терминологический и классификационный базис, что позволило создать программно-математические комплексы значительно упрощающие нормотворческую и экспертную работу и позволяющие фактически данную оценку эффективности проводить, определив при этом очень интересные направления дальнейшего развития;

- для оценки экономической эффективности – сформировать подход к оценке с помощью потоковых и капитальных величин и доработать экономические модели именно под них.

Это дополнительно свидетельствует о том, что это предложенный в диссертационной работе подход является действенным. Также, используя данную методологию, можно прийти от идеи, намерения об оценке какой-либо эффективности навигационных систем к конкретным методикам, источникам исходных данных и в большинстве случаев получить необходимые оценки, а в остальных случаях - определить путь, по которому надо идти, чтобы такие оценки получить.

Предложенный методический базис максимально полно и достоверно отражает текущую действительность (реальность или адекватное отражение проходящих внутри процессах и явлениях) для каждой области проведения оценки.

В процессе выполнения диссертационной работы:

1. Разработаны научно-методологические основы комплексной оценки эффективности, включившие в себя существующие и доработанные специализированные средства, подходы и методы оценки эффективности, обеспечивающие решение задачи комплексной оценки эффективности

–разработан набор классификаторов, позволивший сократить области проведения оценок до трех основных и сформировать оптимальный набор подходов, средств и методов по различным областям оценки для каждой конкретной классифицированной задачи

–разработан набор методов и методик (до уровня конкретных алгоритмов и их реализации в соответствующих программно-математических комплексах) по трем областям проведения оценок:

- функциональной эффективности;
- эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования;
- экономической эффективности.

2. Подтверждена возможность применения разработанной методологии для решения реальных задач

–в части методологии оценки функциональной эффективности:

- задача сертификации услуг системы ГЛОНАСС в интересах международных потребителей;
- задача проведения мониторинга, контроля и подтверждения характеристик глобальных навигационных спутниковых систем в международных организациях с обязательным взаимным признанием результатов;
- задача проведения сравнительного анализа характеристик различных глобальных навигационных спутниковых систем с

взаимным признанием, прослеживаемостью и повторяемостью результатов.

–в части методологии оценки эффективности системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования:

- 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.

–в части оценки экономической эффективности:

- задачи среднесрочного и долгосрочного стратегического планирования государственных программ; оценки их эффективности и реализуемости с максимально достоверными и подтверждаемыми экономическими показателями.

3. Подтверждена общая применимость комплексной методологии оценки эффективности навигационных систем с использованием разработанных классификаторов, а также с использованием нескольких областей проведения оценок одновременно для решения задачи выбора сценариев развития системы ГЛОНАСС

4. Разработанные научно-методологические основы использованы при проведении значительного количества исследований, касающихся различных аспектов создания, развития, функционирования и использования НС, при разработке ряда научно-технических отчетов, предложений, системных проектов и стратегий развития в АО «ЦНИИмаш» (ранее – ФГУП ЦНИИмаш) и других организациях, что подтверждается соответствующими актами о внедрении и непосредственно материалами в данных документах.

5. Поставленные в работе задачи полностью решены



## Список сокращений и условных обозначений

АПТС	–	Аппаратно-программные и технические средства
АСН	–	Аппаратура спутниковой навигации
АФУ	–	Антенно-фидерное устройство
БИНК	–	Бортовой информационно-навигационный комплекс
БП	–	бюджетный прогноз Российской Федерации
БСОТС	–	Большая сложная организационно-техническая система
БСУ	–	бортовое синхронизирующее устройство
ВВП	–	Валовой внутренний продукт
ВВСТ	–	Вооружение, военная и специальная техника
ВТО	–	Всемирная торговая организация
ГГСК	–	государственная геоцентрическая система координат
ГИС	–	Геоинформационные системы
ГЛОНАСС	–	ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система
ГНСС	–	Глобальная навигационная спутниковая система
ГОБС	–	Гидрологическое обеспечение судов
ГОСТ	–	Государственный стандарт
ГП	–	Государственная программа
ДЗЗ	–	Дистанционное зондирование Земли
ЕАЭС	–	Евразийский экономический союз
ЕС	–	Единая система
ИД	–	Исходные данные
ИКАО	–	Международная организация гражданской авиации (ICAO – International Civil Aviation Administration)
ИЛ	–	испытательная лаборатория
ИМО	–	Международная морская организация (IMO – International Maritime Organization)
ИПЦ	–	Индекс потребительских цен
ИСО	–	Международная организация по стандартизации (ISO – International Organization for Standardization)
ИТС	–	Интеллектуальные транспортные системы
ИТ-услуги	–	услуги, связанные с информационными технологиями
КАСН	–	комплекс аппаратуры спутниковой навигации
КВНО	–	Координатно-временное и навигационное обеспечение
КВО	–	Координатно-временное обеспечение
КИЦ СС	–	координационно-информационный центр сертификации системы
ГЛОНАСС	–	ГЛОНАСС
Коллегия	–	Коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации
ВПК	–	
КОСПАС-САРСАТ	–	Международная спутниковая поисково-спасательная система
КОЭ	–	Комплексная оценка эффективности
КРК	–	космический ракетный комплекс
КСВ	–	комплексы средств взаимодействия с существующими (и создаваемыми)
СС/СПСХ	–	средствами и системами сертификации или подтверждения соответствия характеристик

КСС ГЛОНАСС	–	Комплекс средств сертификации системы ГЛОНАСС
КСТ	–	Канал стандартной точности
КСФО	–	комплекс средств фундаментального и метрологического обеспечения
ЛИ	–	Летные испытания
ЛПР	–	Лицо, принимающее решение
МАК	–	Межгосударственный авиационный комитет
МВД	–	Министерство внутренних дел Российской Федерации
МВН	–	метод временного накопления
МВФ	–	Международный валютный фонд
МИД	–	Министерство иностранных дел
Минтруд	–	Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации
Минэкономразвития	–	Министерство экономического развития Российской Федерации
МКГ	–	Международный комитет по ГНСС при ООН
МНК	–	метод взвешенных наименьших квадратов
МЧС	–	Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
НАП	–	навигационная аппаратура потребителя
НДС	–	налог на добавленную стоимость
НДФЛ	–	налог на доходы физических лиц
НИОКР	–	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
НИР	–	Научно-исследовательская работа
НКА	–	Навигационный космический аппарат
НПТР	–	нормативно-правовое и нормативно-техническое регулирование навигационной деятельности
НС	–	навигационная система
НС КК	–	наземный сегмент космического комплекса
НТД	–	нормативно-технический документ
НЭО	–	Наземная экспериментальная отработка
ОГ	–	Орбитальная группировка
ОКВЭД	–	общероссийский классификатор видов экономической деятельности
ОКПД	–	Общероссийский классификатор продукции
ОКР	–	Опытно-конструкторская работа
ОКС	–	Общероссийский классификатор стандартов
ООН	–	Организация Объединенных Наций
ОПК	–	Оборонно-промышленный комплекс
ОПО	–	Область проведения оценок
ОрВД	–	Организация воздушного движения
ОС	–	орган по сертификации
ПАО	–	Публичное акционерное общество
ПВД	–	Пространственно-временная деятельность

ПВЗ	–	параметры вращения Земли
ПВИА	–	Атрибутивная пространственно-временная информация
ПВИМ	–	Метрическая пространственно-временная информация
ПВИМ-А	–	Абсолютная метрическая пространственно-временная информация
ПВИМ-О	–	Относительная метрическая пространственно-временная информация
ПКА	–	подсистема космических аппаратов
ПКУ	–	подсистема контроля и управления
ПМК	–	программно-математический комплекс
ПНКИ	–	Подсистема наземной космической инфраструктуры
ПНСТ	–	Предварительный национальный стандарт
ПП	–	подсистема потребителей
ПС	–	Потребительская система
ПСЭ	–	долгосрочный прогноз социально-экономического развития Российской Федерации
ПФР	–	Пенсионный фонд Российской Федерации
РКП	–	Ракетно-космическая промышленность
РНП	–	Радионавигационное поле
РНСС	–	региональная навигационная спутниковая система
Роскосмос	–	Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос»
Росстандарт	–	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Росстат	–	Федеральная служба государственной статистики
РФ	–	Российская Федерация
СВО ЭВИ	–	Глобальная система высокоточного определения навигационной и эфемеридно-временной информации
СВОЭВИ	–	Система высокоточного определения эфемеридно-временной информации
СВП	–	Сигнал в пространстве (SIS)
СВП КСТ	–	Сигнал в пространстве канала стандартной точности
СДКМ	–	Система дифференциальной коррекции и мониторинга
СДКМ-КФД	–	Система дифференциальной коррекции и мониторинга после модернизации
СКО	–	среднеквадратическая ошибка, среднеквадратическое отклонение
СКП	–	Среднеквадратическая погрешность
СКУД	–	Система контроля и управления доступом
СНКИ	–	Система национальной критической инфраструктуры
СНПТР	–	Система нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности и эффективности международной деятельности
СНС	–	система национальных счетов
СОС	–	Система оценки соответствия
СОТС	–	сложная организационно-техническая система
СРФИ	–	Создание, развитие, функционирование и использование

СС	–	система сертификации
СССР	–	Союз Советских Социалистических республик
СТЭХОС	–	Стандарт эксплуатационных характеристик услуг открытого сервиса системы ГЛОНАСС
СУДС	–	Системы управления движением судов
СЧ	–	Составная часть
США	–	Соединенные Штаты Америки
СЭХ	–	Стандарт эксплуатационных характеристик
ТЗ	–	Техническое задание
ТН ВЭД	–	Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности
ТРИ	–	Краткие таблицы ресурсов и использования товаров и услуг
ТТТ	–	Тактико-технические требования
ТТХ	–	Тактико-технические характеристики
ТУ	–	технические условия
ТЭК	–	Топливо-энергетический комплекс
ТЭО	–	Технико-экономическое обоснование
ФАГС	–	фундаментальная астрономо-геодезическая сеть
ФД	–	Функциональное дополнение
ФЗ	–	Федеральный закон
ФНС	–	федеральная налоговая служба
ФОИВ	–	Федеральный орган исполнительной власти
ФОТ	–	Фонд оплаты труда
ФСИН	–	Федеральная служба исполнения наказаний Российской Федерации
ФСКН	–	Федеральная служба Российской Федерации по контролю за оборотом наркотиков
ФСС	–	Фонд социального страхования
ФСС КТ	–	Федеральная система сертификации космической техники
ФТС	–	Федеральная таможенная служба
ФФОМС	–	Федеральный фонд обязательного медицинского страхования
ФЗП	–	Федеральная целевая программа
ФЗП ГЛОНАСС, Программа	–	Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы»
ФЭ	–	Функциональная эффективность
ФЭО	–	Финансово-экономическое обоснование
ЦБ РФ	–	Центральный банк Российской Федерации
ЦУС	–	Центр управления системой ГЛОНАСС
ЧВО	–	Частотно-временное обеспечение
ЧВП	–	Частотно-временные параметры
ШВС	–	Системная шкала времени системы ГЛОНАСС

ЭВИ	–	эфемеридно-временная информация
ЭМД	–	Эффективность международной деятельности
ЭСНПТР	–	Эффективность системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования
ЭПД	–	Эквивалентная погрешность дальности
ЭХ	–	Эксплуатационные характеристики
ЭЭ	–	экономическая эффективность
ARIMA	–	autoregressive integrated moving average, интегрированная модель авторегрессии — скользящего среднего — модель и методология анализа временных рядов
BDS	–	Beidou System
BE	–	Бюджетная эффективность (оценка потоковых и капитальных величин)
CAT I	–	1 категория посадки в соответствии с требованиями ИКАО
CAT II	–	2 категория посадки в соответствии с требованиями ИКАО
ССА	–	Cowles Commission Approach, подход Комиссии Коулза
Constellation Availability	–	доступность
Continuity	–	непрерывность
CSA	–	Channel of standard Accuracy, канал стандартной точности
DE/LE	–	Американская теория реальных движений Луны и больших планет Солнечной системы
DFM	–	динамическая факторная модель, Dynamic Factor Models,
DFM-SSM	–	Динамическая факторная модель в форме пространства состояний, Dynamic Factor Models State Space Model
DSGE	–	Динамическая стохастическая модель общего равновесия
ЕЕ	–	внутристрановая экономическая эффективность (оценка потоковых и капитальных величин)
EGNOS	–	European Geostationary Navigation Overlay Service, Европейская геостационарная служба навигационного покрытия
ЕРМ	–	Отечественная теория реальных движений Луны и больших планет Солнечной системы
FEE	–	полная экономическая эффективность (оценка потоковых и капитальных величин)
GBAS	–	Ground-based augmentation system, функциональное дополнение наземного базирования
GDOP	–	Global Dilution of Precision, глобальный геометрический фактор
GPS	–	Global Positioning System
GRIL	–	GPS Receiver Interface Language
GVAR	–	глобальная векторная авторегрессионная модель, Global Vector AutoRegressive
HDOP	–	Horizontal Dilution of Precision, горизонтальный геометрический фактор
ICRF	–	Небесная инерциальная система отсчета, International Celestial Reference Frame
IERS	–	Международная служба вращения Земли и систем отсчета

IFS	–	Industrial and Financial Systems
IGS	–	International GNSS Service
ILS	–	Instrumental Landing System
IRR	–	Internal Rate of Return, внутренняя норма доходности
ITRF	–	Земная инерциальная система отсчета, International Terrestrial Reference Frame
MAPE	–	Mean Absolute Percentage Error, средняя абсолютная ошибка в процентах
MOPS	–	Стандарт минимальных эксплуатационных характеристик, Minimum Operational Performance Specification
MRP	–	Система планирования потребностей в материалах, Materials Requirements Planning
NAGU	–	Notice Advisory to GLONASS Users
NIST	–	Национальный институт стандартов и технологий
NOTAM	–	NOtice To AirMen
NPA	–	Non-precision approach
NPV	–	Net Present Value, чистый дисконтированный доход
NSP	–	Navigation Systems Panel
PDOP	–	Positioning Dilution of Precision, пространственный геометрический фактор
PLM	–	Производственно-логистические системы, Product Lifecycle Management System
Probability of CSA Major Service Failure	–	вероятность основного отказа обслуживания
RAIM	–	receiver autonomous integrity monitoring
RINEX	–	Receiver Independent Exchange Format
RMS	–	Root mean square, среднее квадратическое
SARPs	–	Стандарты и рекомендуемые практики ИКАО, Standards and Recommended Practices ICAO
SBAS	–	Space-based augmentation system, функциональное дополнение космического базирования
SIS	–	Signal-in-space
SIS	–	Signal-in-Space – сигнал в пространстве
SSM	–	Модель пространства состояний, State Space Model
TDOP	–	Time Dilution of Precision, временной геометрический фактор
Time transfer accuracy	–	точность передачи времени
TLE	–	Two-Line Element Set, двухстрочный набор элементов, формат эфемерид навигационных космических аппаратов
UERE	–	приведенная ошибка измерений псевдодальности, User Equivalent Range Error
URAE	–	User Range Acceleration Error, вторая производная от мгновенной погрешности псевдодальности

URE	–	User Range Error, погрешность псевдодальности
URRE	–	User Range Rate Error, первая производная от мгновенной погрешности псевдодальности
UTC	–	Всемирное координированное время, Universal Time Coordinated
UTC (SU)	–	Национальная реализация шкалы всемирного координированного времени
UTC OE	–	Статистическая характеристика разности между смещением времени UTC(SU) – ШВС
VAR	–	Векторная авторегрессионная модель, Vector AutoRegression
VDOP	–	Vertical Dilution of Precision, вертикальный геометрический фактор

## Список литературы

- 1 Болкунов А.И. Некоторые свойства и результаты сравнительного анализа орбитальных группировок глобальных навигационных спутниковых систем // Балашова Н.Н., Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И., Щекутьев А.Ф. // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 34, 2009, с. 1-13.
- 2 Болкунов А.И. Некоторые аспекты проектирования перспективных глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). // Ревнивых С.Г., Сердюков А.И., Болкунов А.И. // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 34, 2009, с. 1-10.
- 3 Болкунов А.И., Сердюков А.И. Методика оценки эффективности глобальных навигационных спутниковых систем. «Вестник Московского авиационного института». Том 18. Выпуск №6. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, с. 78-89, 2011.
- 4 Болкунов А.И., Сердюков А.И., Игнатович Е.И., Золкин И.А. Развитие методов оценки эффективности системы ГЛОНАСС и координатно-временного и навигационного обеспечения Российской Федерации. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 4, М.: Изд-во Машиностроение, с.46-52, 2013.
- 5 Болкунов А.И., Сердюков А.И., Воробьева Е.Ю., Прокопенко К.А. Оценка функциональной эффективности навигационных систем. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 4, М.: Изд-во Машиностроение, с. 49-60, 2014.
- 6 Болкунов А.И., Сердюков А.И. Текущее состояние и проблемы развития действующей нормативно-правовой базы Российской Федерации в области координатно-временного и навигационного обеспечения. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 9, М.: Изд-во Машиностроение, с. 17-27, 2013.
- 7 Болкунов А.И., Сердюков А.И., Игнатович Е.И., Климов В.Н. Развитие единой системы нормативного правового регулирования в области координатно-временного и навигационного обеспечения. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 11, М.: Изд-во Машиностроение, с. 23-33, 2013.
- 8 Болкунов А.И., Сердюков А.И. Выбор направления развития нормативно-правовой и нормативно-технической базы в сфере координатно-временного и навигационного обеспечения в Российской Федерации. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 7, М.: Изд-во Машиностроение, с. 10-20, 2014.
- 9 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Сердюков А.И., Балашова Н.Н., Синцова Л.Н., Золкин И.А. Анализ вариантов модернизированных орбитальных группировок, обеспечивающих конкурентоспособность системы ГЛОНАСС. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 1, М.: Изд-во Машиностроение, с. 20-29, 2014.
- 10 Болкунов А.И., Сердюков А.И., Воробьева Е.Ю., Прокопенко К.А. Методический подход к оценке эффективности навигационных систем. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 9, М.: Изд-во Машиностроение, с. 27-35, 2014.
- 11 Болкунов А.И., Малышев В.В. Методические подходы к оценке инновационной эффективности системы ГЛОНАСС. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 5, М.: Изд-во Машиностроение, с. 36-49, 2015.
- 12 Карутин С.Н., Болкунов А.И., Каплев С.А. Система стандартизации эксплуатационных характеристик ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 5, М.: Изд-во Машиностроение, с. 58-64, 2015.
- 13 Карутин С.Н., Климов В.Н., Болкунов А.И., Можаров И.В., Рейтор К.И. Уточнение концепции создания единой системы нормативного регулирования в области координатно-временного и навигационного обеспечения. Часть 1. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 8-9, М.: Изд-во Машиностроение, с. 55-69, 2015.



- 14 Карутин С.Н., Климов В.Н., Болкунов А.И., Можаров И.В., Рейтор К.И. Уточнение концепции создания единой системы нормативного регулирования в области координатно-временного и навигационного обеспечения. Часть 2. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 10, М.: Изд-во Машиностроение, с. 44-52, 2015.
- 15 Карутин С.Н., Досиков В.С., Лаптев Н.Н., Болкунов А.И. Современные методы оценки социально-экономической эффективности функционирования спутниковых систем и их близких аналогов. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 10, М.: Изд-во Машиностроение, с. 20-34, 2015.
- 16 Карутин С.Н., Досиков В.С., Лаптев Н.Н., Болкунов А.И. Оценка экономической и коммерческой эффективности использования системы ГЛОНАСС. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 11-12, М.: Изд-во Машиностроение, с. 61-79, 2015.
- 17 Болкунов А.И., Рейтор К.И. Проблемы нормативного регулирования в сфере ГЛОНАСС. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 3, М.: Изд-во Машиностроение, с. 13-31, 2019.
- 18 Карутин С.Н., Болкунов А.И., Абраменков Г.В., Донченко С.И., Кондрашин М.А., Ренивых И.С., Корчагин В.А., Царёв В.М. Концепция сертификации услуг системы ГЛОНАСС // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 7, М.: Изд-во Машиностроение, с. 28-38, 2019.
- 19 Карутин С.Н., Панов С.А., Болкунов А.И., Можаров И.В., Каплев С.А., Игнатович Е.И., Яремчук В.И. Стратегия развития системы ГЛОНАСС. Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 10, М.: Изд-во Машиностроение, с. 7-20, 2019.
- 20 Карутин С.Н., Болкунов А.И., Каплев С.А., Можаров И.В., Золкин И.А. Постановка задачи разработки научно-методологических основ комплексной оценки эффективности навигационных систем // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 7, М.: Изд-во Машиностроение, с. 3-11, 2021.
- 21 Карутин С.Н., Малышев В.В., Болкунов А.И., Лысенко В.В., Рейтор К.И. Разработка научно-методологических основ комплексной оценки эффективности навигационных систем // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». Выпуск № 8, М.: Изд-во Машиностроение, с. 8-24, 2021.
- 22 «Программно-математическая модель оценки эффективности навигационных спутниковых систем» (НИР «Развитие», государственный контракт № 851-Г0160/12 от 14.08.2012, этап 2014-3). Свидетельство ПММ № 2015612251 (RU), 2015.
- 23 Программно-математическая модель автоматизированного единого классификатора документов системы ГЛОНАСС. Решение Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» №ФГ-13-р от 12.01.2021, НИР «Структура», государственный контракт № 851-Г098/19/139 от 04.10.2019 (этап 2020-1).
- 24 Карутин С.Н., Болкунов А.И., Панов С.А., Каплев С.А., Тнкозян В.Л. Патент на изобретение «Способ оценки эксплуатационных характеристик услуги абсолютной навигации системы ГЛОНАСС». Патент на изобретение № 2722092 (RU), 2020.
- 25 Bolkunov A., Revnivykh S., Serdyukov A., Montenbruck O. Springer Handbook on Global Navigation Satellite Systems Springer Publishing, 2017.
- 26 Guidelines for Developing Global and Regional Navigation Satellite Systems Performance Standards (Version 1.0). United Nations, United Nations Office of Outer Space Affairs, 01.10.2019, [http://unoosa.org/documents/pdf/icg/PS/Performance\\_Standards\\_Guidelines\\_V1.0.pdf](http://unoosa.org/documents/pdf/icg/PS/Performance_Standards_Guidelines_V1.0.pdf) [Электронный ресурс]. URL: [http://unoosa.org/documents/pdf/icg/PS/Performance\\_Standards\\_Guidelines\\_V1.0.pdf](http://unoosa.org/documents/pdf/icg/PS/Performance_Standards_Guidelines_V1.0.pdf).
- 27 Стандарт эксплуатационных характеристик открытого сервиса (СТЭХОС). Редакция 2.2, 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/stehos/stehos.pdf>.
- 28 Стандарт эксплуатационных характеристик открытого сервиса (СТЭХОС). ПРИЛОЖЕНИЕ А. МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК. Редакция 2.2, 2019. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/stehos/stehos\\_app\\_A.pdf](https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/stehos/stehos_app_A.pdf).

- 29 Стандарт эксплуатационных характеристик открытого сервиса (СТЭХОС). ПРИЛОЖЕНИЕ В. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ. Редакция 2.2, 2019. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/stehos/stehos\\_app\\_C.pdf](https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/stehos/stehos_app_C.pdf).
- 30 Стандарт эксплуатационных характеристик открытого сервиса (СТЭХОС). ПРИЛОЖЕНИЕ С. ОЦЕНКА ТЕКУЩИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ЧАСТОТЫ ОТКАЗОВ. Редакция 2.2, 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/stehos/stehos.pdf>.
- 31 Bolkunov A., Karutin S., Tyulin A., Testoedov N. Position, Navigation, and Timing Technologies in the 21st Century, Volumes 1 and 2: Integrated Satellite Navigation, Sensor Systems, and Civil Applications, Set 1st Edition // IEEE Press, Wiley Publishing, 2020.
- 32 Болкунов А.И., Сердюков А.И. Сравнительный анализ характеристик РНП ГНСС // Перспективные разработки и идеи XXI века в области космонавтики. Научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов предприятий космической промышленности. Сборник материалов. – Королёв Московской обл.: Изд-во НОУ «ИПК Машприбор», 2008.
- 33 Bolkunov A., Revniviykh S., Serdyukov A., Ignatovich E., Schekutyev A. The Outcomes of the Global Navigation Satellite Systems (GNSS) Orbital Constellations comparative analysis // Abstracts book of 5th International Workshop On Constellations And Formation Flying. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2008.
- 34 Bolkunov A., Revniviykh S., Serdyukov A. Some aspects of Advanced GNSS Design and Development // Abstracts book of 5th International Workshop On Constellations And Formation Flying. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2008.
- 35 Болкунов А.И. Система описания параметров и характеристик радионавигационных полей глобальных навигационных спутниковых систем // Тезисы докладов 13-ой международной научной конференции «Системный анализ, управление и навигация». М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2008.
- 36 Болкунов А.И. Некоторые аспекты разработки перспективных глобальных навигационных спутниковых систем // Материалы научно-технической конференции молодых специалистов ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва. Железногорск: ОАО «ИСС», 2008.
- 37 Болкунов А.И. Периодичность характеристик радионавигационного поля (РНП) и навигационного обеспечения // Тезисы докладов 14-ой международной научной конференции «Системный анализ, управление и навигация». М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009.
- 38 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Сердюков А.И. Развитие методического аппарата оценки эффективности системы ГЛОНАСС и координатно-временного и навигационного обеспечения Российской Федерации // Системный анализ, управление и навигация: Тезисы докладов. Сборник. - М.: Изд-во МАИ, 2013.
- 39 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Климов В.Н., Сердюков А.И. Координатно-временное и навигационное обеспечение. Правовой аспект // Межотраслевой журнал навигационных технологий «Вестник ГЛОНАСС». Выпуск № 2 (12), М.: Изд-во ЮНИПРИНТ, 2013.
- 40 Болкунов А.И., Климов В.Н., Сердюков А.И., Соловьев Ю.А., Царев В.М. Современное состояние и проблемы развития системы нормативного правового регулирования в области КВНО // Научно-технический журнал по проблемам навигации «Новости навигации». Выпуск № 3, М.: Изд-во ОАО «НТЦ «Интернавигация», 2013.
- SEQ Литература 41 Болкунов А.И., Каплев С.А. Стандарт эксплуатационных характеристик открытого сервиса системы ГЛОНАСС // 9-я международная научно-техническая конференция «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», г. Москва, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 14 ноября 2013 года.
- SEQ Литература 42 Болкунов А.И., Можаров И.В. Концепция создания единой системы нормативного регулирования в области координатно-временного и навигационного обеспечения в Российской Федерации // 9-я международная научно-техническая конференция «Тенденции и

гармонизация развития радионавигационного обеспечения», г. Москва, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 14 ноября 2013 года.

43 Bolkunov A. Russian Federation in GNSS Open Service Performance Parameters Template Creation. International Committee on GNSS – 8. Eleventh Meeting of the Providers' Forum. Working Group A: Compatibility and Interoperability. [http://unoosa.org/pdf/icg/2013/icg-8/wgA/A2\\_2.pdf](http://unoosa.org/pdf/icg/2013/icg-8/wgA/A2_2.pdf), Dubai, United Arab Emirates, 9 November 2013.

44 Denisenko O., Silvestrov I., Bolkunov A., Fedotov A. Proposals on the development of the International GNSS Monitoring and Assessment System in light of existing civil means of monitoring in Russian Federation. International Committee on GNSS – 8. Eleventh Meeting of the Providers' Forum. Working Group A: Compatibility and Interoperability. [http://unoosa.org/pdf/icg/2013/icg-8/wgA/A4\\_1.pdf](http://unoosa.org/pdf/icg/2013/icg-8/wgA/A4_1.pdf), Dubai, United Arab Emirates, 9 November 2013.

45 Kaplev S., Bolkunov A. GLONASS SPS Performance Standard Status. International Civil Aviation Organization (ICAO). Navigation Systems Panel (NSP). Information Paper May14\_wgw\_ip3 GLONASS SPS status. [https://portal.icao.int/nsp/wgotw/Meeting%20Documents/May%202014/IPs/May14\\_wgw\\_ip3%20GLONASS%20SPS%20status.doc](https://portal.icao.int/nsp/wgotw/Meeting%20Documents/May%202014/IPs/May14_wgw_ip3%20GLONASS%20SPS%20status.doc), Montreal, Canada, 20-29 May 2014.

46 Болкунов А.И. Развитие системы нормативно-правового и нормативно-технического обеспечения в сфере координатно-временного и навигационного обеспечения в Российской Федерации // Системный анализ, управление и навигация: Тезисы докладов. Сборник. - М.: Изд-во МАИ, 2014.

47 GLONASS Open Service Performance parameters Standard and GNSS Open Service Performance Parameters Template Status A. BOLKUNOV Working Group A: Compatibility and Interoperability. Working Group Meeting, 11 - 13 November 2014, Prague, Czech Republic. [Электронный ресурс]. URL: <http://unoosa.org/pdf/icg/2014/wg/wga4.2.pdf>.

48 Denisenko O., Silvestrov I., Bolkunov A., Fedotov A. Proposals on the Development of the International GNSS Monitoring and Assessment System. Ninth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group A: Compatibility and Interoperability. <http://www.unoosa.org/pdf/icg/2014/wg/wga4.2.pdf>, Prague, Czech Republic, 11 - 13 November 2014.

49 Bolkunov A. GLONASS/PNT Sustainment and Development Legal and Regulatory Framework: Status and Plans. Munich Satellite Navigation Summit 2015: Session 5. Legal Issues of GNSS Market Development. [http://www.munich-satellite-navigation-summit.org/Summit2015/Presentations15/Proceedings/Session5\\_Bolkunov\\_2015.pdf](http://www.munich-satellite-navigation-summit.org/Summit2015/Presentations15/Proceedings/Session5_Bolkunov_2015.pdf), Munich, Germany, 24 - 26 March 2015.

50 Bolkunov A., Kaplev S. GLONASS Open Service Performance Standard Status. International Civil Aviation Organization (ICAO). Navigation Systems Panel (NSP). Information Paper NSP1\_ip9\_GLONASS OS Status. [https://portal.icao.int/nsp/FullPanel/Meeting%20Documents/NSP1/IPs/NSP1\\_ip9\\_GLONASS%20OS%20Status.docx](https://portal.icao.int/nsp/FullPanel/Meeting%20Documents/NSP1/IPs/NSP1_ip9_GLONASS%20OS%20Status.docx), Montreal, Canada, 8-17 April 2015.

51 Болкунов А.И., Климов В.Н., Рейтор К.И. Единая система нормативного регулирования системы координатно-временного и навигационного обеспечения // Тезисы докладов 6-ой Всероссийской конференции «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение». Санкт – Петербург: ИПА РАН, 2015.

52 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Дворкин В.В., Митрикас В.В. Методология оптимального распределения наземных измерительных станций системы ГЛОНАСС // Тезисы докладов 6-ой Всероссийской конференции «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение». Санкт – Петербург: ИПА РАН, 2015.

53 Болкунов А.И., Можаров И.В. Системные исследования нормативного регулирования в сфере координатно-временного и навигационного обеспечения // IX Международный навигационный форум. Секция «Нормативное правовое и нормативное техническое обеспечение навигационной деятельности». 22-23 Апреля 2015, Москва.

- 54 Bolkunov A. International GNSS Monitoring and Assessment Parameters List. IGMA Workshop, China Satellite Navigation Conference, Xi'an, China, 12 May 2015.
- 55 Silvestrov I., Bolkunov A. GNSS Monitoring and Assessment In Russian Federation. IGMA Workshop, China Satellite Navigation Conference, Xi'an, China, 12 May 2015.
- 56 Болкунов А.И., Можаров И.В. Существующие и перспективные инструменты нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере ГЛОНАСС и КВНО Российской Федерации // Системный анализ, управление и навигация: Тезисы докладов. Сборник. - М.: Изд-во МАИ, 2015.
- 57 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Климов В.Н., Можаров И.В., Рейтор К.И. Уточнение концепции создания единой системы нормативного регулирования в области координатно-временного и навигационного обеспечения. Часть 1. // Научно-технический журнал по проблемам навигации «Новости навигации». Выпуск № 2, М.: Изд-во ОАО «НТЦ «Интернавигация», 2015.
- 58 Bolkunov A. GLONASS and GNSS Performance Standards: Status and Plans. Tenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group A: Systems, Signals and Services. <http://www.unoosa.org/pdf/icg/2015/icg10/wg/wga04.pdf>, Boulder, Colorado, United States, 3 - 5 November 2015.
- 59 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Климов В.Н., Можаров И.В., Рейтор К.И. Уточнение концепции создания единой системы нормативного регулирования в области координатно-временного и навигационного обеспечения. Часть 2. // Научно-технический журнал по проблемам навигации «Новости навигации». Выпуск № 3, М.: Изд-во ОАО «НТЦ «Интернавигация», 2015.
- 60 Bolkunov A. International GNSS Monitoring and Assessment System: System-Level. Tenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group A: Systems, Signals and Services. <http://www.unoosa.org/pdf/icg/2015/icg10/wg/wga07.pdf>, Boulder, Colorado, United States, 3 - 5 November 2015.
- 61 Alexey Bolkunov, Ingo Baumann GLONASS and PNT in Russia Law, Regulation, and Outlook. Inside GNSS Magazine. <http://www.insidegnss.com/auto/marapr16-LAW.pdf>, p. 48-53, March/April 2016.
- 62 Bolkunov A. GNSS performance standard template: Challenges and way forward. Eleventh Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group A: Systems, Signals and Services. <http://www.unoosa.org/pdf/icg/2016/icg11/wgs/8.pdf>, Sochi, Russian Federation, 8 - 10 November 2016.
- 63 Bolkunov A. IGMA: Challenges and Way Forward. Twelfth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group A: Systems, Signals and Services, Kyoto, Japan, 2 - 7 December 2017.
- 64 Bolkunov A., Lavrakas J. An update from the Performance Standards Team. Twelfth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group A: Systems, Signals and Services, Kyoto, Japan, 2 - 7 December 2017.
- 65 Kaplev S., Bolkunov A. Materials for IGMA Taskforce Workshop on GNSS Performance Monitoring. IGMA Taskforce Workshop on GNSS Performance Monitoring. International Committee on Global Navigation Satellite Systems. IGMA and DT Taskforce. Working Group A: Systems, Signals and Services, Noordwijk, Netherlands, 14 - 16 May 2018.
- 66 Болкунов А.И. Основные проблемные вопросы совершенствования нормативно-правового и нормативно-технического обеспечения навигационной деятельности и пути их решения // Системный анализ, управление и навигация: Тезисы докладов. Сборник. - М.: Изд-во МАИ, 2018.
- 67 Болкунов А.И. Общий подход к методологии комплексной оценки эффективности навигационных систем // Научный проблемный семинар научно-координационного совета федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012 – 2020 годы». Госкорпорация «Роскосмос», г. Москва, ул. Щепкина 42, 27 июля 2018 года.
- 68 Болкунов А.И. Научные проблемы формирования оценок национального и международного рынков навигационных услуг и продукции // Научный проблемный семинар научно-координационного совета федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и

- использование системы ГЛОНАСС на 2012 – 2020 годы». Госкорпорация «Роскосмос», г. Москва, ул. Щепкина 42, 27 июля 2018 года.
- 69 Bolkunov A., Lavrakas J. Performance Standards Dream Team – Report to ICG. Thirteenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group S: Systems, Signals and Services, [http://unoosa.org/documents/pdf/icg/2018/icg13/wgs/wgs\\_18.pdf](http://unoosa.org/documents/pdf/icg/2018/icg13/wgs/wgs_18.pdf), Xi'an, China, 5 - 9 November 2018.
- 70 Bolkunov Alexey, John Lavrakas, Satoshi Kogure Status and Progress on ICG IGMA Task Force and Joint Trial Project with IGS // Thirteenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group S: Systems, Signals and Services, [http://unoosa.org/documents/pdf/icg/2018/icg13/wgs/wgs\\_17.pdf](http://unoosa.org/documents/pdf/icg/2018/icg13/wgs/wgs_17.pdf), Xi'an, China, 5 - 9 November 2018.
- 71 Болкунов А.И. Концепция совершенствования системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования навигационной деятельности // Системный анализ, управление и навигация: Тезисы докладов. Сборник. - М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2019, с. 44-46.
- 72 Kaplev S., Bolkunov A. Materials for IGMA Taskforce and Performance Standards Workshop on GNSS Performance Monitoring. IGMA and Performance Standards (DT) Taskforce Workshop on GNSS Performance Monitoring. International Committee on Global Navigation Satellite Systems. IGMA and DT Taskforce. Working Group S: Systems, Signals and Services, Vienna, Austria, 12 – 15 June 2019.
- 73 Kaplev S., Bolkunov A. GLONASS OS PS Status. International Civil Aviation Organization (ICAO). Navigation Systems Panel (NSP). WP, Montreal, Canada, 15-24 October 2019.
- 74 Болкунов А.И., Карутин С.Н. Научно-технические проблемы высокоточных навигационных определений по сигналам ГЛОНАСС // 14-я международная научно-техническая конференция «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», г. Москва, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 27 ноября 2019 года.
- 75 Bolkunov A., Lavrakas J., Kaplev S. Performance Standards Dream Team – Report to ICG. Fourteenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group S: Systems, Signals and Services, [http://unoosa.org/documents/pdf/icg/2019/icg14/WGS/icg14\\_wgs\\_15.pdf](http://unoosa.org/documents/pdf/icg/2019/icg14/WGS/icg14_wgs_15.pdf), Bengaluru, India, 8-13 December 2019.
- 76 Bolkunov Alexey, John Lavrakas, Satoshi Kogure Activity report of the IGMA Trial Project // Fourteenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Working Group S: Systems, Signals and Services, [http://unoosa.org/documents/pdf/icg/2019/icg14/WGS/icg14\\_wgs\\_17.pdf](http://unoosa.org/documents/pdf/icg/2019/icg14/WGS/icg14_wgs_17.pdf), Bengaluru, India, 8-13 December 2019.
- 77 Болкунов А.И., Ревнивых С.Г., Казновский Н.И., Игнатович Е.И., Можаров И.В. и др. Предварительные предложения по архитектуре перспективной системы ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 147-3004-2009-1-2009, НИР «Комплекс-ЦН», 2009, дсп.
- 78 Болкунов А.И., Ревнивых С.Г., Казновский Н.И., Игнатович Е.И., Шубенков В.С. и др. Мировые тенденции развития средств КВНО на основе зарубежных навигационных спутниковых систем. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 147-3004-2009-1-2009-3004-87, НИР «Комплекс-ЦН», 2009, дсп.
- 79 Болкунов А.И., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И., Игнатович Е.И. и др. Стратегия развития космонавтики России на долгосрочную перспективу. Проект политического документа, ФГУП ЦНИИмаш, 2011, дсп.
- 80 Болкунов А.И., Ковков Д.В., Паничкин Н.Г., Головкин А.В., Бодин Б.В., Ревнивых С.Г. и др. «Комплексные системные и проектные исследования научно-технических проблем и разработка предложений по развитию космического потенциала России, созданию космических средств в период до 2025 года в интересах социально-экономической сферы, науки и безопасности страны в соответствии со среднесрочными приоритетами социально-экономической политики и в пределах прогнозируемых на долгосрочную перспективу объемов бюджетных ресурсов».

Головная книга «Стратегия развития космонавтики России на долгосрочную перспективу». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-2118/11-1.5-1001-99/11 дсп, НИР «Магистраль», 2011, дсп.

81 Болкунов А.И., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И., Игнатович Е.И. и др. Комплексный анализ хода выполнения работ по модернизации глобальной навигационной системы ГЛОНАСС и ее составных частей, информационно-аналитическому и нормативному обеспечению создания, развития и целевого использования системы на период 2009-2011 гг. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 147-3004-2009-3-3004-2011-3004-91 от 21.10.11, НИР «Комплекс-ЦН», 2011, дсп.

82 Болкунов А.И., Ревнивых С.Г., Казновский Н.И., Игнатович Е.И. и др. Комплексные исследования, разработка предложений по формированию направлений развития и использования системы ГЛОНАСС, как основы системы координатно-временного навигационного обеспечения Российской Федерации. Итоговый научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш по работам, выполненным за период 2009-2011 гг. № 147-3004-2009-3-3004-2011-3004-106, НИР «Комплекс-ЦН», 2011, дсп.

83 Болкунов А.И., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И., Игнатович Е.И. и др. Разработка предложений по единой системе нормативно-правового регулирования в области координатно-временной и навигационной деятельности, организации системы государственного надзора и контроля процессов развития и функционирования системы КВНО. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 147-3004-2009-3-3004-2011-3004-99 от 21.10.11, НИР «Комплекс-ЦН», 2011, дсп.

84 Болкунов А.И., Казновский Н.И., Сердюков А.И., Игнатович Е.И. и др. Разработка предложений по развитию интеграции и унификации технических и программных систем, комплексов и средств КВНО, по повышению их конкурентоспособности на мировом рынке. Итоговый научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш по работам, выполненным за период 2007-2011 гг. № 075-Г006/07-7.2-3004-2011-ЦЗ-27дсп, НИР «Навигатор-2015», 2011, дсп.

85 Болкунов А.И., Казновский Н.И., Сердюков А.И., Игнатович Е.И. и др. Предложения и технико-экономический анализ работ по проектированию элементов перспективной ГНСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш с технико-экономическим анализом № 075-Г006/07-7.2-3004-2011-ЦЗ-32дсп, НИР «Навигатор-2015», 2011, дсп.

86 Болкунов А.И., Казновский Н.И., Сердюков А.И., Игнатович Е.И. и др. Разработка проекта технического задания на создание перспективной глобальной навигационной спутниковой системы (аналог GPS-III). Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 075-Г006/07-7.1-3004-2011-3004-117, НИР «Навигатор-2015», 2011, дсп.

87 Болкунов А.И., Казновский Н.И., Сердюков А.И., Игнатович Е.И. и др. Исследование направлений интеграции и унификации технических, программных и информационных средств, комплексов и систем и приборов координатно-временного и навигационного обеспечения. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 147-3004-2009-3-3004-2011-3004-104 от 21.10.11, НИР «Комплекс-ЦН», 2011, дсп.

88 Болкунов А.И., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. и др. «Стратегия развития средств координатно-временного и навигационного обеспечения». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-2118/11 от 01.04.2011, НИР «Магистраль», 2011, дсп.

89 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Сердюков А.И. и др. Обоснование критериев оценки эффективности системы ГЛОНАСС. Развитие методического аппарата оценки эффективности системы ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-01-3004-ЦЗ-43дсп от 22.10.2012, НИР «Развитие», 2012, дсп.

90 Болкунов А.И., Бриндеев А.В., Игнатович Е.И. и др. Обоснование и разработка предложений по перечню критически важных элементов перспективной системы ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-01-3004-ЦЗ-47дсп от 22.10.2012, НИР «Развитие», 2012, дсп.

91 Болкунов А.И., Головкин А.В., Мальченко А.Н., Сердюков А.И. и др. Комплексные исследования проблем развития ракетно-космической техники и разработка программно-плановых документов (проектов государственной программы «Космическая деятельность

России», Федеральной космической программы России на 2016-2025 годы и др.) по созданию перспективных космических средств с учетом перехода экономики страны на инновационную социально-ориентированную модель развития и результатов долгосрочного научно-технического прогноза. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-2130/12-4-1001-90/13дсп от 01.10.2013, СЧ НИР «Магистраль» (Программа), 2013, дсп.

92 Болкунов А.И., Сердюков А.И., Игнатович Е.И. Исследование направлений развития и использования нормативной правовой и нормативно-технической базы КВНО РФ. Определение места единой системы нормативного правового регулирования в области КВНО РФ в государственной системе права с учетом действующего «Классификатора правовых актов РФ» и уровня пересечения этой системы с другими областями права. Уточнение предметной области правового регулирования, создание понятийно-терминологической базы. Уточнение проекта перечня разработки нормативно-правовых и нормативно-технических документов. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-2.1-2013-3004-192 от 21.10.13, НИР «Развитие», 2013.

93 Болкунов А.И., Сердюков А.И., Игнатович Е.И. Уточнение и разработка методических основ расчета оценок эффективности. Разработка структуры программно-аппаратного комплекса оценок эффективности системы ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-2.1-2013-3004-3000/1-15-дсп от 21.10.13, НИР «Развитие», 2013, дсп.

94 Болкунов А.И., Сердюков А.И., Игнатович Е.И., Платонов С.А. Разработка предложений по созданию стандарта эксплуатационных характеристик открытого сервиса ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-2.1-2013-3004-3000/1-14-дсп от 21.10.13, НИР «Развитие», 2013, дсп.

95 Болкунов А.И., Головкин А.В., Карабаджак Г.Ф., Сердюков А.И. и др. «Исследования проектных обликов и технических характеристик пилотируемых космических средств перспективной космической инфраструктуры». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-2131/12-6.3-1311-3/2013дсп от 06.12.2012, СЧ НИР «Магистраль» (Облик), 2013, дсп.

96 Болкунов А.И. «Системный проект по проблемным вопросам обеспечения космической деятельности». Сводная книга системного проекта ФГУП ЦНИИмаш № 851-2130/12-5-1001-110/13дсп от 06.12.2012, СЧ НИР «Магистраль» (Программа), 2013, дсп.

97 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Казновский Н.И., Прокопенко К.А. и др. Создание и отработка элементов экспериментального ПМО оценки функциональной эффективности системы ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-3-2014-3004-ЦЗ-5/14 от 21.10.14, НИР «Развитие», 2014.

98 Болкунов А.И., Глотов В.Д., Игнатович Е.И., Можаров И.В. и др. Анализ текущего состояния и основных направлений развития системы ГЛОНАСС в ближайшей перспективе с учетом требований потребителей и мировых тенденций развития спутниковой навигации. Обоснование и разработка тактико-технических требований к перспективной системе ГЛОНАСС и тактико-технических характеристик составных частей на период 2016-2020 годов. Уточнение перечня критически важных элементов перспективной системы ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-3-2014-3004-ЦЗ-4дсп от 21.10.14, НИР «Развитие», 2014, дсп.

99 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Казновский Н.И., Можаров И.В. и др. Разработка предложений в проекты технических заданий на научно-исследовательские работы по экспериментальной отработке перспективных технологий и элементов системы ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-3-2014-3004-ЦЗ-11/14 от 21.10.14, НИР «Развитие», 2014.

100 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Казновский Н.И., Каплев С.А. и др. Разработка проекта стандарта открытых услуг системы ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-3-2014-3004-ЦЗ-13/14 от 21.10.14, НИР «Развитие», 2014.

101 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Можаров И.В. и др. Уточнение концепции создания единой системы нормативного правового регулирования в области КВНО. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-3-2014-3004-ЦЗ-12/14 от 21.10.14, НИР «Развитие», 2014.

- 102 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Митрикас В.Д., Болкунов А.И. Анализ плана развертывания глобальной сети Роскосмоса станций приема навигационных сигналов ГНСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-4-3021-12/15 от 21.10.15, НИР «Развитие», 2015.
- 103 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Можаров И.В. и др. Уточнение концепции развития нормативно-правового и нормативно-технического обеспечения КВНО РФ и взаимодействия с правовой системой Российской Федерации. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-4-3021-14/15 от 21.10.15, НИР «Развитие», 2015.
- 104 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Можаров И.В. и др. Разработка проектов нормативной правовой и нормативно-технической документации, необходимой для построения перспективной системы ГЛОНАСС (по согласованному перечню), и предложений в международные стандарты в интересах продвижения системы ГЛОНАСС в гражданской авиации. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-4-3021-15/15 от 21.10.15, НИР «Развитие», 2015.
- 105 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Можаров И.В. и др. Уточнение концепции комплексной оценки системы эффективности ГЛОНАСС и разработка методических основ оценки отдельных групп критериев эффективности системы ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-4-3021-6/15 от 21.10.15, НИР «Развитие», 2015.
- 106 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Можаров И.В. и др. «Разработка предложений по совершенствованию архитектуры перспективной системы ГЛОНАСС как основы КВНО на период до 2030 года с учетом анализа текущего состояния и характеристик системы ГЛОНАСС». Часть 2 «Формирование исходных данных для совершенствования архитектуры системы ГЛОНАСС». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-4-3021/1-3дсп от 21.10.15, НИР «Развитие», 2015, дсп.
- 107 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Можаров И.В. и др. «Разработка предложений по совершенствованию архитектуры перспективной системы ГЛОНАСС как основы КВНО на период до 2030 года с учетом анализа текущего состояния и характеристик системы ГЛОНАСС». Часть 3 «Предложения по совершенствованию архитектуры космического комплекса и комплекса функциональных дополнений». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-4-3021/1-4дсп от 21.10.15, НИР «Развитие», 2015, дсп.
- 108 Болкунов А.И., Игнатович Е.И., Можаров И.В. и др. «Разработка предложений по совершенствованию архитектуры перспективной системы ГЛОНАСС как основы КВНО на период до 2030 года с учетом анализа текущего состояния и характеристик системы ГЛОНАСС». Часть 5 «Предложения по развитию архитектуры фундаментального сегмента системы ГЛОНАСС». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-4-3021/1-6дсп от 21.10.15, НИР «Развитие», 2015, дсп.
- 109 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Игнатович Е.И. и др. «Комплексный анализ проблемы сертификации системы ГЛОНАСС с учетом международных требований». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г064/15/291-01-2016-3021-01 от 11.11.16, НИР «Сертификация-М», 2016.
- 110 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Тнкозян В.Л. и др. «Проект единого классификатора составных частей, подсистем, изделий, комплексов, компонент и услуг системы ГЛОНАСС (ЕК системы ГЛОНАСС)». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г064/15/291-1-2016-3023-5 от 11.11.16, НИР «Сертификация-М», 2016.
- 111 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Казновский Н.И. и др. Методика оценки соответствия характеристик системы ГЛОНАСС международным требованиям. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш, НИР «Сертификация-М», 2016.
- 112 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Казновский Н.И. и др. Методика сертификации системы ГЛОНАСС с учетом совместимости и взаимодополняемости с другими ГНСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш, НИР «Сертификация-М», 2016.
- 113 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Тнкозян В.Л. и др. «Технические предложения на создание комплекса средств сертификации системы ГЛОНАСС с учетом международных требований».



- Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г064/15/291-1-2016-3023-4 от 11.11.16, НИР «Сертификация-М», 2016.
- 114 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Казновский Н.И. и др. Техничко-экономическое обоснование затрат на создание комплекса средств сертификации системы ГЛОНАСС. Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш, НИР «Сертификация-М», 2016.
- 115 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Игнатович Е.И. и др. «Предложения по методическому аппарату оценки эффективности системы ГЛОНАСС». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-5-2016-3021-1 от 17.10.16, НИР «Развитие», 2016.
- 116 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Игнатович Е.И. и др. «Разработка проектов нормативной правовой и нормативно-технической документации, необходимой для построения перспективной системы ГЛОНАСС (по согласованному перечню)». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-5-2016-3021-7 от 17.10.16, НИР «Развитие», 2016.
- 117 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Игнатович Е.И. и др. «Анализ и уточнение перспективных требований потребителей навигационных услуг, создаваемых на основе использования системы ГЛОНАСС». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-5-2016-3021-2/8 от 17.10.16, НИР «Развитие», 2016.
- 118 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Золкин И.А. и др. «Анализ изменений в законодательстве в КВНО в период с 2016 по 2017 год, разработка предложений в проекты документов, необходимых для построения и использования перспективной системы ГЛОНАСС, как основы КВНО». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-6-3021-2017-302/17-6 от 16.10.17, НИР «Развитие», 2017.
- 119 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Золкин И.А. и др. «Уточненный межведомственный план нормативной базы до 2025 года». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-6-3021-2017-302/17-7 от 16.10.17, НИР «Развитие», 2017.
- 120 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Рыбкин С.Г. и др. «Реализация мероприятия по обеспечению совместимости и взаимодополняемости глобальных навигационных спутниковых систем». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-С201/15/299-06-3013-2017-3013-45 от 16.10.17, «Лидер-СВ», 2017.
- 121 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Игнатович Е.И. и др. «Единый классификатор документов, необходимых для создания, поддержания и использования системы ГЛОНАСС в целом и ее составных частей». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-Г060/12-7-3021-2018-302/18-10 от 8.10.18, НИР «Развитие», 2018.
- 122 Болкунов А.И., Карутин С.Н., Рыбкин С.Г. и др. «Реализация мероприятия по обеспечению совместимости и взаимодополняемости глобальных навигационных спутниковых систем». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-С201/15/299-07-3013-2018-3013-48 от 16.10.18, «Лидер-СВ», 2018.
- 123 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Тнкозян В.Л. и др. «Разработка предложений по архитектуре перспективной системы ГЛОНАСС после 2020 года». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г060/12-8-3002-2019-3002/19-54 от 10.10.19, НИР «Развитие», 2019.
- 124 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Тнкозян В.Л. и др. «Исследование вопросов создания автоматизированного единого классификатора составных частей и услуг системы ГЛОНАСС». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г060/12-8-3002-2019-ИАЦ-5дсп от 10.10.19, НИР «Развитие», 2019.
- 125 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Рыбкин С.Г. и др. «Реализация мероприятия по обеспечению совместимости и взаимодополняемости глобальных навигационных спутниковых систем». Научно-технический отчет ФГУП ЦНИИмаш № 851-С201/15/299-08-3003-58-2019-3003-8 от 16.10.19, «Лидер-СВ», 2019.
- 126 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Рыбкин С.Г. и др. «Реализация мероприятия по обеспечению совместимости и взаимодополняемости глобальных навигационных спутниковых систем с системой ГЛОНАСС». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-С201/15/299-09-03003-65-2020 от 6.11.20, «Лидер-СВ», 2020.

127 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. «Комплексные исследования по совершенствованию нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-31-20-03002/20-72 от 12.10.20, НИР «Структура», 2020.

128 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Окончательная редакция проекта Стратегии развития системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в сфере навигационной деятельности до 2030 года. Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-3-20-03002/20-12 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

129 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. План совершенствования нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности в интересах гражданских потребителей на период до 2030 года (Редакция проекта). Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-4-20-03002/20-13 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

130 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Программа совершенствования нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности в интересах гражданских потребителей на период до 2030 года (Редакция проекта). Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-5-20-03002/20-14 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

131 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проект технического задания на выполнение научно-исследовательской работы «Комплексные исследования по совершенствованию нормативно-правовой и нормативно-технической базы навигационной деятельности» (НИР «Структура-2030»). Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-29-20-03002/20-39 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

132 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 2 Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О навигационной деятельности». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-7-20-03002/20-16 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

133 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 3 Проект единого классификатора нормативно-правовых и нормативно-технических актов в сфере навигационной деятельности. Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-8-20-03002/20-17 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

134 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 6 Постановление Правительства РФ «О сертификации системы ГЛОНАСС». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-11-20-03002/20-20 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

135 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 7 Уточненная редакция ГЛОНАСС СТЭХОС на сигналы с частотным разделением. Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-12-20-03002/20-21 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

136 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-

экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 8 Английская версия ГЛОНАСС СТЭХОС на сигналы с частотным разделением. Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-13-20-03002/20-22 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

137 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 9 Раздел по кодовым сигналам ГЛОНАСС для включения в СТЭХОС ГЛОНАСС. Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-14-20-03002/20-23 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

138 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 10 Статистические данные по фактическим эксплуатационным характеристикам системы ГЛОНАСС (Информационный документ). Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-14-20-03002/20-24 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

139 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 11 проект приложения «Термины и определения» (Приложение к [GUIDELINES FOR DEVELOPING GLOBAL AND REGIONAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS PERFORMANCE STANDARDS V.1.0](#)). Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-15-20-03002/20-25 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

140 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 12 Английская версия проекта приложения «Термины и определения» (Приложение к [GUIDELINES FOR DEVELOPING GLOBAL AND REGIONAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS PERFORMANCE STANDARDS V.1.0](#)). Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-16-20-03002/20-26 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

141 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 13 проект документа «Методики расчета характеристик всех ГНСС». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-17-20-03002/20-27 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

142 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 14 Английская версия проекта документа «Методики расчета характеристик всех ГНСС». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-18-20-03002/20-28 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

143 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 15 проект

документа «Особенности проведения процедур сбора данных, оценки и подтверждения характеристик ГНСС» (Hints and tips). Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-19-20-03002/20-29 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

144 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 19 Английская версия проекта документа «Особенности проведения процедур сбора данных, оценки и подтверждения характеристик ГНСС» (Hints and tips). Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-23-20-03002/20-33 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

145 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 16 Проект документа «Методики расчета характеристик ГНСС для Тестового проекта IGMA». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-20-20-03002/20-30 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

146 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 17 Английская версия проекта документа «Методики расчета характеристик ГНСС для Тестового проекта IGMA». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-21-20-03002/20-31 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

147 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 18 Материалы по Тестовому проекту по международному мониторингу IGMA. Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-22-20-03002/20-32 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

148 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 20 Английская версия материалов по Тестовому проекту по международному мониторингу IGMA. Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-24-20-03002/20-34 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

149 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Панов С.А. и др. Проекты и редакции проектов актов нормативно-правовой и нормативно-технической базы в обеспечение использования существующих и перспективных услуг системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации с учетом мировых тенденций. Книга 21 Постановление Правительства РФ «О системах высокоточной навигации в РФ». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/19/139-1-03002-25-20-03002/20-35 от 28.09.20, НИР «Структура», 2020.

150 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Золкин И.А. и др. «Комплексные системные и проектные исследования научно-технических проблем и разработка предложений по развитию системы ГЛОНАСС на период до 2050 года. Книга 2 Анализ требований потребителей навигационно-временных услуг на базе системы ГЛОНАСС на дальнюю перспективу в целях разработки предложений по развитию системы ГЛОНАСС на период до 2050 года». Научно-технический

отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г060/12-9-03002-2020-63002/20-230 от 03.11.20, НИР «Развитие», 2020.

151 Болкунов А.И., Кузенков А.Н., Можаров И.В. и др. «Комплексные исследования и научно-техническое обоснование использования перспективных технологий в системе ГЛОНАСС. Книга 1 Научно-технический задел в области новых перспективных информационно-навигационных технологий в интересах расширения сфер и областей применения ГЛОНАСС в сложных условиях навигации». Научно-технический отчет АО «ЦНИИмаш» № 851-Г068/16/280-4-03002-6-20 от 12.11.20, НИР «Вызов», 2020.

152 Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения. Официальный сайт Госкорпорации «Роскосмос» по системе ГЛОНАСС. [Электронный ресурс]. URL: [glonass-center.ru](http://glonass-center.ru) ([glonass-iac.ru](http://glonass-iac.ru)).

153 Система высокоточного определения эфемерид и временных поправок. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.glonass-svoevp.ru/index.php?lang=ru>.

154 Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы». [Электронный ресурс]. URL: <https://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2012/396/>.

155 Lucas R. (1976) Econometric Policy Evaluation: A critique.

156 Stock J. H., Watson M. Dynamic factor models //Oxford handbook on economic forecasting. – 2011.

157 Petris G. dlm: an R package for Bayesian analysis of Dynamic Linear Models //University of Arkansas. – 2009.

158 Sax C. seasonal: R interface to X-13ARIMA-SEATS. – 2017.

159 Vinod H. D. Generalized Correlations and Kernel Causality Using R Package GeneralCorr. – 2016.

160 Petris G., Petrone S., Campagnoli P. Dynamic Linear Models with R //Springer-Verlag New York. – 2009.

161 GNSS Open Service Performance Parameters Template, *Tom Powell*. WORKING GROUP A: COMPATIBILITY AND INTEROPERABILITY. Working Group Meeting, 7 - 8 November 2012, Beijing, China. [Электронный ресурс]. URL: <http://unoosa.org/pdf/icg/2012/icg-7/wg/wga2-2.pdf>.

162 ГОСТ 32454-2013 Глобальная навигационная спутниковая система. Параметры радионавигационного поля. Технические требования и методы испытаний.

163 ГОСТ Р 52928-2010 Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения.

164 ГОСТ Р 52865-2009 Глобальная навигационная спутниковая система. Параметры радионавигационного поля.

165 Тактико-технические требования к глобальной навигационной системе ГЛОНАСС (без учета требований специальных пользователей).

166 Standards and Recommended Practices (SARPs) Annex 10, Международная организация гражданской авиации, [www.Icao.int](http://www.Icao.int).

167 Safety of Life at Sea (SOLAS), Международная морская организация, <https://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/ConferencesMeetings/Pages/SOLAS.aspx>.

168 Kamran Ghassemi and Steven C. Fisher: Performance projections of GPS IIF.

169 Statistical Characterization of GLONASS Broadcast Clock Errors and Signal-In-Space Errors Liang Heng, Grace Xingxin Gao, Todd Walter, and Per Enge, Stanford University [Электронный ресурс]. URL: [https://web.stanford.edu/~gracegao/publications/conference/Liang\\_Paper\\_ITM2012.pdf](https://web.stanford.edu/~gracegao/publications/conference/Liang_Paper_ITM2012.pdf).

170 Кан Р.Ф.Связь инвестиций домохозяйств и безработицы (The Relation of Home Investment to Unemployment), 1931. Кейнс Дж. М. Средства процветания (The Means to Prosperity), 1933; Общая теория занятости, процента и денег (General Theory of Employment, Interest and Money), 1936.

171 НИР «Сертификация-М», Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы».

172 ОКР «Аттестат», Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы».

- 173 Сертификат типа № 399 выдан Межгосударственным авиационным комитетом на типовую конструкцию локальной контрольно-корректирующей станции ЛККС-А-2000 КНТА.466539.005 с программным обеспечением в составе: ОС QNX4 V4.25 и прикладное программное обеспечение КНТА.00219.05
- 174 Хайлов М.Н. Состояние и перспективы развития системы ГЛОНАСС XII Международный навигационный форум 24 апреля 2018.
- 175 GPS Standard Positioning Service (SPS) Performance Standard. 4th edition. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gps.gov/technical/ps/2008-SPS-performance-standard.pdf>.
- 176 GPS Standard Positioning Service (SPS) Performance Standard. 5th edition. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gps.gov/technical/ps/2020-SPS-performance-standard.pdf>.
- 177 Galileo Open Service - Service Definition Document (OS SDD V1.1). [Электронный ресурс]. URL: [https://www.gsc-europa.eu/sites/default/files/sites/all/files/Galileo-OS-SDD\\_v1.1.pdf](https://www.gsc-europa.eu/sites/default/files/sites/all/files/Galileo-OS-SDD_v1.1.pdf).
- 178 BeiDou Navigation Satellite System Open Service Performance Standard (Version 2.0) . [Электронный ресурс]. URL: <http://www.beidou.gov.cn/zt/xwfbh/bdshjbxjtc/gdxw4/201812/P020181227419170347541.pdf>.
- 179 Unger, F., Fuchs, W. Management der Marketing-Kommunikation. Berlin Heidelberg: Springer, 2005.
- 180 T.Koller, M. Goedhart, D. Wessels. Valuation. Measuring and managing the value of companies. Forth Edition. Изд. Wiley ISBN 0-471-70218-8, 2005.
- 181 Аткинсон Э.А., Банкер Р.Д., Каплан Р.С., Юнг М.С. Управленческий учёт. — СПб: ООО «Диалектика», 2019.
- 182 Terms of Reference for IGMA-IGS Joint Trial Project – IGMA-TF – June 15, 2016.
- 183 Федеральный портал проектов нормативных правовых актов // Официальный сайт для размещения информации о подготовке федеральными органами исполнительной власти проектов нормативных правовых актов и результатах их общественного обсуждения. [Электронный ресурс]. URL: <https://regulation.gov.ru/>.
- 184 GNSS Market Report Issue 5. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/gnss\\_mr\\_2017.pdf](https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/gnss_mr_2017.pdf).
- 185 Парсонс Т. Функциональная теория изменения // Американская социологическая мысль. -- М.: Изд-во МГУ, 1994, сс.464-480.
- 186 Парсонс Т. Система координат действия и общая теория систем действия: культура, личность и место социальных систем // Американская социологическая мысль. -- М.: Изд-во МГУ, 1994, сс.448-464.
- 187 А. Н. Корнаков. Модель сложной организационно-технической системы. Адрес статьи: [rjournal.wordpress.com/archive/15/15-02/](http://rjournal.wordpress.com/archive/15/15-02/) Дата публикации: 1.05.2015 № 2 (14). с. 44-50.
- 188 Лукашева Е.А. Нормативность как феномен культуры: происхождение и значение //Труды Института государства и права РАН / Proceedings of the Institute of State and Law of the RAS. 2019. Т. 14. № 2. С. 9–31.
- 189 ГОСТ Р ИСО 704-2010. Терминологическая работа. Принципы и методы.
- 190 МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001-96. Межгосударственный классификатор стандартов (принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 9-96 девятого заседания МГС 11-12 апреля 1996 г. в г. Ашхабаде).
- 191 ОК (МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001-96) 001-2000. Общероссийский классификатор стандартов (утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 17.05.2000 № 138-ст).
- 192 Классификатор правовых актов одобрен Указом Президента РФ от 15 марта 2000 г. № 511.
- 193 ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст)
- 194 ОК 034-2014 (КПЕС 2008). Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (принят и введен в действие приказом Росстандарта от 31 января 2014 г. № 14-ст).

- 195 Борейко А., Ананко С. Опасная регуляторная гильотина. Как отрубить не то. «Вестник ГЛОНАСС от 20.11.2020. [Электронный ресурс]. URL: <http://vestnik-glonass.ru/news/intro/opasnaya-regulyatornaya-gilotina-kak-otrubit-ne-to/>.
- 196 Решение Верховного Суда РФ № АКПИ 14-40 от 08.04.2014 «О признании недействующими абзаца второго пункта 8 Технического регламента о безопасности колесных транспортных средств, утв. постановлением Правительства РФ от 10 сентября 2009 г. № 720, приказа Министерства транспорта РФ от 26 января 2012 г. № 20.
- 197 Правовое регулирование: проблемы эффективности, легитимности, справедливости: Сборник трудов международной научной конференции (Воронеж, 02-04 июня 2016 г.) / [редколл.: Денисенко В.В. (отв. ред.), Беляев М.А.]. - Воронеж: НАУКА-ЮНИПРЕСС, 2016. — 624 с.
- 198 Глазкова М.Е., Нанба С.Б. Оценка эффективности действия нормативных правовых актов: современные подходы // Журнал российского права. 2011. № 9 (177). С. 73-80.
- 199 Черепанова Е.В. Формирование модели отраслевого правового мониторинга // Журнал российского права. 2011. № 3. С. 123 - 129.