

Этапы создания, развития и перспективы отечественной спутниковой радионавигационной системы

Stages of creation, development, and prospects for a domestic satellite radio navigation system

Кашин / Kashin A.

Александр Васильевич
(aKashin@niiis.nnov.ru)
доктор технических наук.
Филиал ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики» (РФЯЦ-ВНИИЭФ)
«Научно-исследовательский институт измерительных систем имени Ю.Е. Седакова» (НИИИС им. Ю.Е. Седакова),
научный руководитель.
г. Нижний Новгород

Воронов / Voronov M.

Михаил Анатольевич
(mvoronov52@yandex.ru)
филиал ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ
«НИИИС им. Ю.Е. Седакова»,
старший научный сотрудник.
г. Нижний Новгород

Воронов / Voronov S.

Сергей Михайлович
(rupreht1977@mail.ru)
филиал ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ
«НИИИС им. Ю.Е. Седакова»,
начальник группы.
г. Нижний Новгород

Ключевые слова: спутниковая навигационная система – satellite navigation system; космический комплекс – space complex; комплекс средств фундаментального обеспечения – fundamental support complex; функциональные дополнения – functional additions; потребительский сегмент – consumer segment.

14 декабря 2025 года исполнилось 30 лет со дня запуска первого спутника ГЛОНАСС одноименной навигационной системы. А в декабре 2026 года исполнится 50 лет с момента начала работ по созданию отечественной среднеорбитальной глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС). В настоящей статье представлены основные этапы создания системы, текущее состояние и основные направления ее дальнейшего развития.

On December 14, 2025, it will be 30 years since the launch of the first GLONASS satellite (named Uragan) of the navigation system of the same name. And in December 2026, it will be 50 years since the start of work on the creation of the domestic medium-orbit global navigation satellite system (GLONASS). This article presents the main stages of the system's creation, its current state, and the main directions for its further development.

Впервые научно-исследовательские работы (НИР) по использованию искусственных спутников Земли (ИСЗ) в целях навигации начались в Советском Союзе в 1955 году. Знакомство с различными публикациями свидетельствует о том, что эти работы велись параллельно в Научно-исследовательском гидрографическо-штурманском институте (НИГШИ) военно-морского флота (ВМФ) (автор идеи старший научный сотрудник этого института Вадим Алексеевич Фуфаев) [1] и в Военно-воздушной академии имени А.Ф. Можайского (руководитель работ проф. Валентин Семенич Шебшаевич) [2].

Структура, состав и основные проектные параметры спутниковой навигационной системы (СНС) с высотой орбиты 1000 км были определены в результате выполнения НИР «Спутник», которая была выполнена совместно с учеными институтов теоретической астрономии и электромеханики академии наук СССР, двух морских научно-исследовательских институтов (в т. ч. НИГШ) и Горьковского научно-исследовательского радиофизического института (НИРФИ). Руководителями НИР «Спутник» были член-корреспондент академии наук СССР А.И. Лурьев и профессор П.Е. Эльсберг [3, 4]. После выпуска в 1959 г ито-

вого отчета по НИР «Спутник» [5] работы по этой тематике были прекращены.

Толчком к возобновлению работ послужило создание в интересах военно-морских сил США спутниковой радионавигационной системы «Транзит».

Работа по созданию отечественного аналога была поручена ОКБ10 (научно-производственное объединение прикладной механики, ныне АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева) и проводилась на основании постановления ЦК КПСС и СМ СССР от 11 сентября 1964 года № 0762319 [6].

ОКБ10 выполняло функции головного разработчика системы и разработчика навигационных спутников.

В разработке системы принимало участие большое число организаций, в т. ч. [4]:

- 4 ЦНИИ Министерства обороны;
- Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения – головная организация по радиотехническому комплексу системы, разработчик бортовой космической и наземной радиотехнической аппаратуры, бортовой аппаратуры морских судов;
- Российский институт радионавигации и времени – разработчик бортовой космической аппаратуры синхронизации и навигационной аппаратуры для ряда типов морских судов;
- НИГШ – разработчик навигационной аппаратуры для ряда типов морских судов.

Первая СНС с шифром «Залив» на базе четырех спутников «Циклон» была введена в эксплуатацию в 1971 году [6]. Система являлась навигационно-связной и обеспечивала выполнение радиально-скоростных (доплеровских) и угломерно-дальномерных навигационных определений военно-морскими потребителями, а также возможность радиотелеграфной связи кораблей и подводок ВМФ с командными пунктами и друг с другом. Последнее являлось ключевым отличием системы от системы «Транзит». Связь обеспечивалась как в условиях совместной радиовидимости, так и в варианте переноса сообщения от одного абонента к другому, то есть в глобальном масштабе. В последнем случае задержка связи составляла 2–3 часа.

По результатам летных испытаний системы и модернизации как спутников «Циклон», так и системы «Залив» в целом, выполненных в соответствии с постановлениями ЦК КПСС и СМ СССР от 21 июля 1967 года № 715240 и от 30 декабря 1971 года № 940319, в 1976 году принята в эксплуатацию навигационно-связная спутниковая система «Парус». В состав системы входили шесть спутников «Циклон-Б» [6], командно-измерительный комплекс (КИК) и навигационная аппаратура, размещаемая на надводных судах и подводных лодках ВМФ.

КИК был создан на основании Постановления Правительства от 3 сентября 1956 года №1241. В соответствии с директивой Генерального штаба Воору-

женных Сил СССР от 8 мая 1957 года он был создан в составе [7]:

- Центра по руководству и координации работ комплекса измерительных средств, средств связи и службы единого времени при запусках «Объектов Д» (Центра КИК);
- научно-координационной вычислительной части (НКВЧ);
- узла связи;
- тринадцати научно-измерительных пунктов (НИП), рассредоточенных по территории страны.

Одним из главных недостатков системы «Парус» являлся заявочный принцип работы. Из-за недостаточной энерговооруженности космических аппаратов «Циклон» и «Циклон-Б» навигационная аппаратура, в отличие от связной, работала не постоянно, а только над теми районами мирового океана, которые были заявлены командным пунктом [8].

Развитие низкоорбитальной отечественной навигации шло в направлении обеспечения непрерывности навигации не только военными, но и гражданскими потребителями.

12 мая 1974 года выходит постановление ЦК КПСС и СМ СССР № 353126 о разработке специального многоцелевого навигационного спутника «Цикада», излучающего непрерывно на витке только один двухчастотный навигационный радиосигнал и развертывания на его основе низкоорбитальной навигационной системы одноименного названия.

Система «Цикада» создавалась на базе системы «Парус». Непрерывность навигации обеспечивалась за счет исключения функции обеспечения связи, что экономило энергоресурс и обеспечило излучение навигационных сигналов на протяжении всего срока активного существования спутника.

Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 20 ноября 1979 года № 1029305 навигационная система «Цикада» в составе четырех одноименных космических аппаратов (КА), наземного комплекса управления (общего с НКУ системы «Парус») и корабельного (судового) навигационного оборудования была принята в эксплуатацию для навигационного обеспечения кораблей ВМФ, других силовых ведомств, а также и гражданских судов.

В процессе эксплуатации систем «Парус» и «Цикада» практическую погрешность навигационных определений движущимися морскими судами удалось снизить до 80...100 м [6]. Однако выполнить требования всех потенциальных новых потребителей низкоорбитальные системы не могли в силу заложенных в них принципов навигационных определений.

Кроме этого, низкоорбитальные системы имели такие недостатки, как:

- отсутствие глобальности покрытия: на экваторе спутники проходили зону видимости потребителя с перерывами 1,5 ч для гражданских потребителей

системы «Цикада» и 0,5 ч для военных потребителей систем «Парус» и «Цикада»;

- отсутствие возможности определения скорости потребителя;
- невозможность определения высоты потребителя;
- малый срок активного существования (1 год КА «Циклон-Б» и 2 года КА «Цикада») [6].

О разработке среднеорбитальной навигационной системы, необходимой не только для «моря», но и для авиации с «пехотой», в СССР заговорили еще в 1966 году. Итогом стала научно-исследовательская работа «Прогноз» под руководством Ю.И. Максюты [директора НИГШ], в материалах которой в 1969 году аргументировали возможность выведения навигационных спутников на среднюю орбиту Земли [9].

Официальное начало работ по проекту глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), на этапе разработки получившей обозначение ЕКСН (единая космическая навигационная система), было положено в декабре 1976 года постановлением ЦК КПСС и Совета министров СССР [10].

Толчком к полномасштабному развертыванию работ по созданию среднеорбитальной навигационной системы послужило создание США в 1978 году орбитальной группировки навигационных спутников «НАВСТАР», и в связи с этим возникла необходимость повышения боевой эффективности стратегических ракет морского базирования (коррекция по радиосигналам навигационных спутников траекторий ракет) [11].

Основными разработчиками системы ГЛОНАСС были коллективы НПО ПМ, РНИИ КП и РИРВ, руководимые А.Ф. Решетневым, А.Г. Козловым, Л.И. Гусевым, М.И. Борисенко, А.Е. Ивановым, П.П. Дмитриевым, А.Ф. Смирновским, Ю.Г. Гужвой, А.Г. Геворкяном [4].

Летные испытания среднеорбитальной отечественной ГНСС, получившей название ГЛОНАСС, были начаты 12 октября 1982 года запуском спутника «Космос-1413» и двух массо-габаритных макетов («Космос-1414» и «Космос-1415»).

24 сентября 1993 года система ГЛОНАСС была принята в опытную эксплуатацию, а 14 декабря 1995 года развернута орбитальная группировка полного состава (24 КА «Глонасс» 1-го поколения, имевшие средний САС 4,3 года [12]) и начата штатная эксплуатация системы [12].

Заказчиком системы и ответственным за испытания и управление системой являются Военно-космические силы Российской Федерации.

В марте 1995 года решением Правительства РФ система ГЛОНАСС была представлена для гражданского использования в международные организации (ИКАО, ИМО) на длительный период [12].

В период с 1995 года по 2002 год в связи с недостаточным финансированием работы по поддержанию

количественного состава орбитальной структуры, а также малого срока активного существования спутников, произошла ее деградация. Количество КА в орбитальной группировке к 2001 году уменьшилось до 6, что исключило возможность ее использования по целевому назначению.

Восстановление и развитие системы осуществлено в период 2002–2020 гг. в рамках федеральных целевых программ «Глобальная навигационная система» (2002–2011 гг.) и «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 гг.».

7 декабря 2015 года объявлено о завершении создания системы ГЛОНАСС и начале заключительных испытаний ее Министерством обороны РФ.

Динамика развития структуры системы в этот период представлена на рис. 1 [13–15].

Следует отметить, что в настоящее время космический комплекс системы включает как подсистему (орбитальную группировку) навигационных космических аппаратов (НКА), так и подсистему контроля и управления системой. Контрольные станции последней помимо прочего имеют в своем составе квантово-оптические средства (КОС) и беззапросные измерительные станции (БИС).

В настоящее время в составе орбитальной группировки ГЛОНАСС находится 28 КА. По состоянию на 21.10.2025 [16]:

- 24 – используются по целевому назначению (20 КА ГЛОНАСС-М и 4 КА ГЛОНАСС-К);
- 2 – на исследованиях главного конструктора – ГЛОНАСС-М, запущенные 26.10.2007 г.;
- 2 – орбитальный резерв (КА ГЛОНАСС-К2 № 13 и № 14).

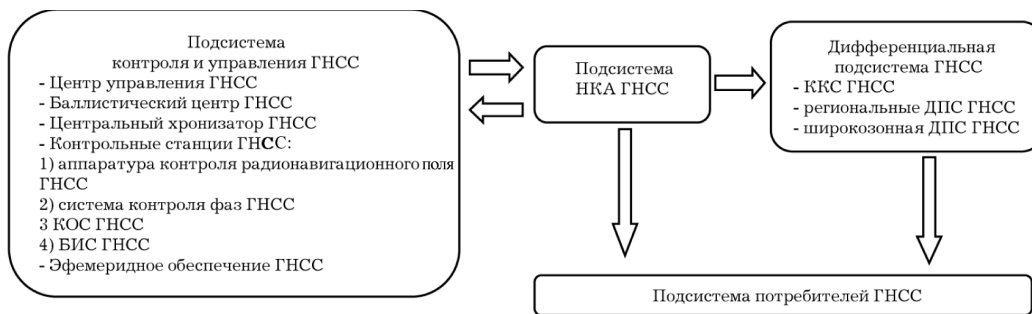
Основные технические характеристики КА приведены в таблице 1.

Последовательная модернизация орбитальной группировки связана с увеличением срока активного существования КА, совершенствованием структуры и параметров навигационных сигналов (внедрением в дополнение к сигналам с частотным разделением каналов сигналов с кодовым разделением, расширением состава передаваемой цифровой информации). Замена КА будет осуществляться по мере выхода из строя спутников из существующей орбитальной группировки. В настоящее время находятся в разной степени готовности 6 аппаратов «Глонасс-К» и 6 «Глонасс-К2» и по плану до 2035 года предстоит изготовить 14 спутников «Глонасс-К2» [11].

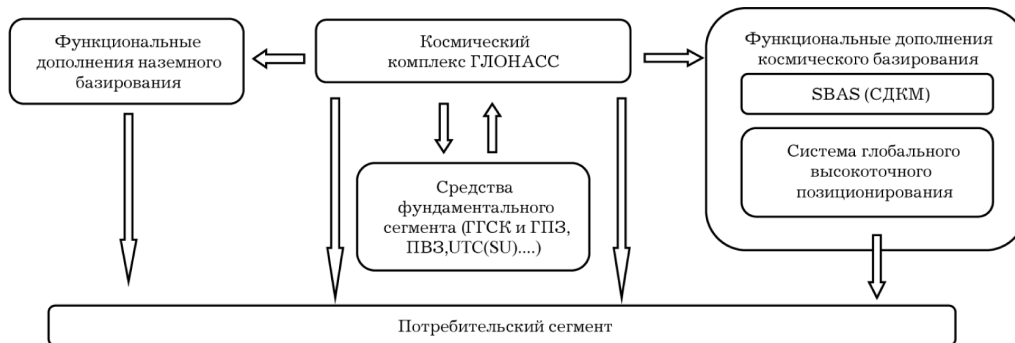
Эквивалентная погрешность псевдодальности за счет космического сегмента (SISRE) ГЛОНАСС в настоящее время составляет менее 2 м (в течение 01.10.2025 этот параметр колебался в пределах от 1,2 до 2,0 м) [18].

В ходе развития подсистемы контроля и управления ГЛОНАСС:

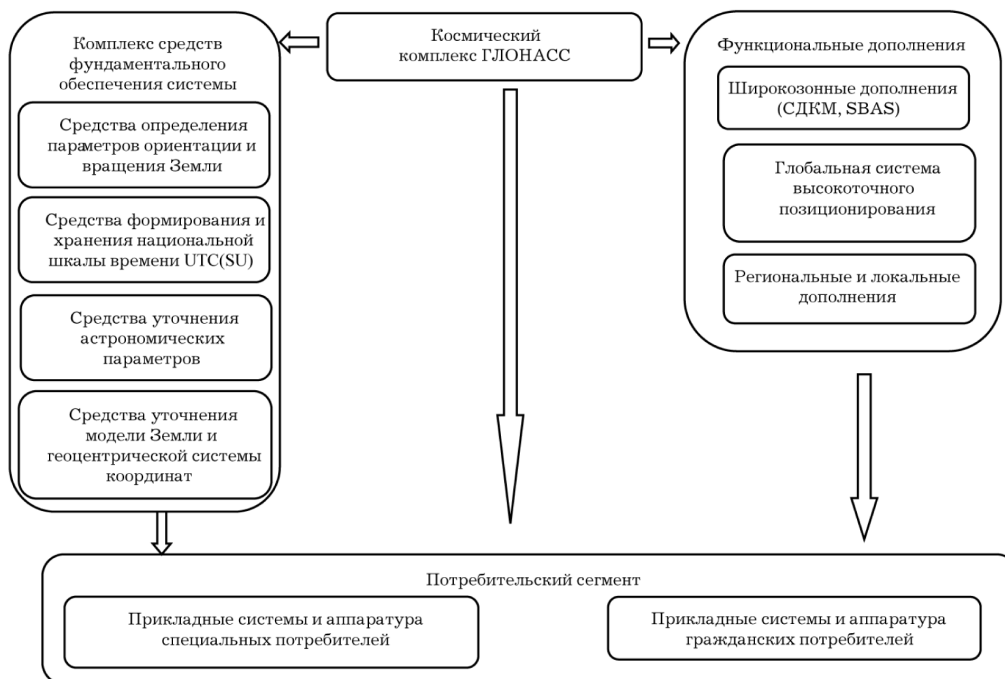
- создана сеть контрольных станций, размещенных на территории РФ и за рубежом;



а) Структура системы ГЛОНАСС по ГОСТ Р 52928-2010



б) Структура системы ГЛОНАСС 2013 г.



в) Структура системы ГЛОНАСС 2017 г.

Рис. 1. Развитие структуры ГНСС ГЛОНАСС

Таблица 1

Основные технические характеристики навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС [12, 17]

Наименование	ГЛОНАСС	ГЛОНАСС-М	ГЛОНАСС-К	ГЛОНАСС-К2
Решаемые задачи:				
1.1. Количество, тип навигационных сигналов	L1OF, L1SF, L2OF, L2SF	L1OF, L1SF, L2OF, L2SF	L1OF, L1SF, L2OF, L2SF, L3OC	L1OF, L1SF, L2OF, L2SF, L1OC, L1SC, L2SC, L2POC, L3OC
1.2. Межспутниковые измерения:				
– радиодиапазон	-	+	+	+
– оптический диапазон	-	-	-	+
1.3. Задачи КОСПАС САРСАТ	-	-	+	+
1.4. Дополнительные задачи	-	1	2	6
2. Мощность бортовой системы электропитания, Вт	1000	2200	2265	6240
3. Масса КА, кг	1450	1415	935(962)	1645
4. САС, лет	3	7	10	10
5. Относительная нестабильность частоты бортового опорного генератора	5×10^{-13}	10^{-13}	5×10^{-14}	$5 \times 10^{-15} \dots 5 \times 10^{-14}$

Таблица 2

Основные характеристики услуг навигационно-временного обеспечения потребителей сигналов ГЛОНАСС [26]

Наименование характеристики, ед. изм.	Текущее значение	Целевой показатель
Точность, м	0,03-9,5	0,03-0,1
Целостность, с:		
- от 70° ю.ш. до 70° с.ш.	10	
- 100 % поверхности Земли	-	6
- морские порты, аэропорты	2	2
Помехоустойчивость, дБ:		
- маскирующие помехи	30	90
- имитационные помехи	0	0,7
Доступность – видимость НКА под углами места:		
- при наличии деревьев и невысоких зданий	≤10	
- в условиях плотной городской застройки	-	≥25

Основные мероприятия, направленные на дальнейшее развитие системы ГЛОНАСС

Наименование мероприятия	Ожидаемые результаты	Примечание
Создание высокоорбитального дополнения ГЛОНАСС	<ul style="list-style-type: none"> – широкий охват в регионе; – плавная динамика изменения видимости; – малое количество необходимых НКА; – создание зон приоритетного обслуживания (РФ) 	Принято принципиальное решение по отработке концепции низкоорбитального сегмента ГЛОНАСС на базе КА системы «Гонец».
Создание низкоорбитального дополнения ГЛОНАСС	<ul style="list-style-type: none"> – парирование региональности подсистемы контроля и управления за счет создания межспутниковых лазерных навигационно-связных систем; – повышение точности эфемеридно-временного обеспечения; – повышение помехоустойчивости за счет более мощных сигналов. 	
Развитие СВО ЭВИ	<ul style="list-style-type: none"> – расширение сети станций; – повышение точности ассимилирующей информации (АИ – эфемерид и временных поправок); – снижение времени сходимости решений при использовании фазовых измерений до 300 с; – предоставление потребителям КА «Луч-5М»; – достижение потребителем погрешностей навигационных определений в реальном времени до 0,05 м, в апостериорном режиме – до 0,02 м. 	
Развитие потребительского сегмента	<ul style="list-style-type: none"> – ликвидация угрозы обеспечения критической инфраструктуры высокоточным оборудованием и телематическим оборудованием; – реализация помехоустойчивой аппаратуры потребителей, в том числе с использованием алгоритмов пространственно-временной фильтрации. 	

– достигнут паритетный с зарубежными системами уровень расчета эфемерид [19];

– создана система высокоточного определения эфемеридно-временной информации (ЭВИ), обеспечивающая гражданских потребителей высокоточными эфемеридами, временными поправками и другой ассистирующей информацией в реальном времени и в апостериорном режиме [20].

За годы реализации ФЦП существенные результаты достигнуты в развитии фундаментального обеспечения системы:

– введены средства определения параметров ориентации и вращения Земли, обеспечивающие [21]:

1) возможность ежесуточного обновления параметров вращения Земли (ПВЗ) по собственным данным, обеспечена независимость от данных международных служб;

2) получение Всемирного времени каждые 4–6 часов;

– организовано формирование и хранение национальной шкалы времени, что обеспечивает ее смещение относительно Всемирной шкалы времени (UTC), не превышающее ± 3 нс. Национальная шкала времени входит в число лучших национальных реализаций UTC [22];

– применены средства уточнения модели Земли и геоцентрической системы координат, которые обеспечили создание [21, 23]:

1) государственной геоцентрической системы координат (ПЗ-90.11), максимально приближенной к международной геоцентрической системе координат с точностью привязки к центру масс Земли 0,05 м;

2) цифровой модели квазигеоида с погрешностью вычисления высот 0,10 м;

3) новой модели геопотенциала Земли (до 720 степени).

В период выполнения приведенных выше ФЦП в качестве функциональных дополнений системы ГЛОНАСС созданы:

– сеть контрольно-корректирующих станций (ККС), являющихся локальными дополнениями, и региональные дополнения, каждое из которых объединяет в сеть несколько ККС;

– система дифференциальной коррекции и мониторинга – широкозонная система, зона действия которой – вся территория РФ и прилегающие географические районы [24]. Система предназначена для повышения точности и обеспечения целостности определения местоположения морских, воздушных, сухопутных и космических потребителей навигационных сигналов открытого доступа ГЛОНАСС и GPS. Корректирующая информация формируется на основе данных сети станций сбора информации (ССИ), рассредоточенных по территории земного шара: 47 станций на территории РФ, 4 – за рубежом вдоль границ РФ (1-Беларусь, 1-Армения, 2-Казахстан), 3 – в Антарктиде [25].

Передача информации осуществляется по космическим каналам связи с использованием 3 космических аппаратов «Луч».

В настоящее время АО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения» Госкорпорации «Роскосмос» ведёт работы по созданию глобальной системы высокоточного определения навигационной и ЭВИ в реальном времени для гражданских потребителей. Проект предполагает развёртывание глобальной сети станций сбора информации и создание на базе навигационных радиосигналов ГЛОНАСС и дополнительной корректирующей информации системы предоставления услуг высокоточных навигационных определений.

Основные характеристики системы, достигнутые в результате выполнения мероприятий ФЦП, и их целевые показатели приведены в таблице 2.

В таблице 3 представлены основные направления дальнейшего развития системы ГЛОНАСС, предложенные в [21, 26–30].

Предполагается, что дальнейшее развитие системы ГЛОНАСС будет осуществляться в рамках федерального проекта «Сфера» [31].

Важно отметить, что предложены направления развития всех элементов системы, а их реализация позволит обеспечить конкурентоспособность системы ГЛОНАСС на мировом рынке соответствующих услуг.

Литература

1. Суворов, Е.Ф. Летопись зарождения, развития первых шагов реализации идеи отечественной спутниковой навигационной системы / Е.Ф. Суворов. – Москва : Кучково поле, 2014 – 232 с.

2. Кретов, В. Горизонты ГЛОНАСС / В. Кретов, В. Давыдов // Красная звезда. – URL : http://old.redstar.ru/2007/09/22_09/7_02.html (дата обращения: 14.08.2025).

3. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / В.С. Шебшаевич, П.П. Дмитриев, И.В. Иванцевич [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Радио и связь, 1993 – 408 с.

4. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / под ред. В.Н. Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина. – Москва : ИПРЖР, 1998. – 400 с.

5. Теоретическое исследование способов использования искусственных спутников Земли для навигации самолетов, подводных лодок и надводных кораблей. Итоговый отчет по НИР «Спутник» / М.М. Кобрин, В.С. Шебшаевич, В.Ф. Проскурин [и др.]. – Горький : НТРФИ. – 1959. – 54 с.

6. История создания и перспективы развития космической навигации в России / Н.А. Тестоедов, В.Е. Косенко, С.В. Сторожев [и др.] // Исследования наукограда. – 2013. – № 2 (4). – С. 3–15.

7. Мигулин, С.И. У истоков создания Центра по руководству и координации работ комплекса измерительных средств, средств связи и службы единого времени при запусках объектов «Д» / С.И. Мигулин // Военная мысль. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/u-istokov-sozdaniya>

tsentra-po-rukovodstvu-i-koordinatsii-rabot-kompleksa-izmeritelnyh-sredstv-sredstv-svyazi-i-sluzhby-edinogo/viewer (дата обращения: 23.08.2025).

8. Низкоорбитальные космические навигационные системы // Интернет-архив WayBackMachine. – URL : <https://www.kik-sssr.ru/Navigation.htm> (дата обращения: 23.08.2025).

9. Федоров, Е. Навигационные спутниковые системы СССР, России и США. История первая / Е. Федоров // Военное обозрение. – URL : <https://topwar.ru/143211-navigacionnye-sputnikovye-sistemy-sssr-rossii-i-ssha-istoriya-pervaya.html> (дата обращения: 14.07.2025).

10. История создания и принципы работы навигационной системы ГЛОНАСС // drive2.ru [сайт]. – URL : <https://www.drive2.ru/o/b/700245971455455084/> (дата обращения: 28.08.2025).

11. Рожденный «УРАГАНОМ» // Армейский стандарт [сайт]. – URL : <https://www.armystandard.ru/news/202551284-уАху6html> (дата обращения: 21.10.2025).

12. История ГЛОНАСС // Информационно-аналитический центр ЦНИИМаш [сайт]. – URL : <https://glonass-iac.ru/guide/> (дата обращения: 28.08.2025).

13. ГОСТ Р 52928-2010. Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 16 с.

14. Система ГЛОНАСС – основа средств координатно-временного обеспечения Российской Федерации / В.А. Давыдов, В.Е. Косенко, С.Г. Ревнивых, Г.Г. Ступак // Доклад на Пятой Всероссийской конференции «Фундаментальное и прикладное координатно-временное обеспечение» (КВНО-2013), Санкт-Петербург. – С. 8–11.

15. Тестоедов, Н.А. Стратегия развития космического комплекса как ключевого элемента системы ГЛОНАСС / Н.А. Тестоедов, В.Е. Косенко, С.Г. Ревнивых // Доклад на Седьмой Всероссийской конференции «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2017), Санкт-Петербург. – С. 5–6.

16. Состав и состояние орбитальной группировки ГЛОНАСС // ИАЦ КВНО АО «ЦНИИМАШ» [сайт]. – URL : <https://glonass-iac.ru/glonass/sostavOG/> (дата обращения: 21.10.2025).

17. Космический аппарат «ГЛОНАСС» // АО ИСС им. академ. М.Ф. Решетнева [сайт]. – URL : <https://www.iss-reshetnev.ru/spacecraft/spacecraft-navigation/glonass> (дата обращения: 29.08.2025).

18. Эквивалентная погрешность псевдодальности за счет космического сегмента (SISRE) ГЛОНАСС // ИАЦ КВНО АО «ЦНИИМАШ» [сайт]. – URL : <https://glonass-iac.ru/glonass/technical/> (дата обращения: 02.10.2025).

19. Пасынков, В.В. Совершенствование запросной технологии расчета эфемерид ГЛОНАСС / В.В. Пасынков, Р.В. Бакитко, А.В. Круглов // Труды Института прикладной астрономии РАН. – 2019. – № 50. – С. 58–72.

20. Глобальная навигационная система ГЛОНАСС. Глобальная система высокоточного определения навигационной и эфемеридно-временной информации в реальном времени для гражданских потребителей (СВО ЭВИ). Интер-

фейсный контрольный документ (редакция 1.0). – Москва : «АО «НПК «СПП», 2020. – 106 с.

21. Пасынков, В.В. Проблемные вопросы фундаментального КВНО в интересах ГЛОНАСС в современных условиях и предложения по их парированию / В.В. Пасынков, А.В. Ипатов // Доклад на Десятой Всероссийской конференции «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2023) (Санкт-Петербург, 17–21 апреля 2023 г.). – С. 147–149.

22. Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 и формирование национальной шкалы времени Российской Федерации / И.Б. Норец, А.А. Карауш, Д.С. Купалов [и др.] // Измерительная техника. – 2023. – № 10. – С. 4–9.

23. Интерфейсный контрольный документ. Радиосигналы и состав цифровой информации функционального дополнения системы ГЛОНАСС системы дифференциальной коррекции и мониторинга. Редакция 2.0. – Москва : АО «Российские космические системы», 2020. – 157 с.

24. Сернов, В.Г. Перспективное координатно-временное навигационное обеспечение потребителей повышенной точности на базе широкозонного функционального дополнения ГЛОНАСС / В.Г. Сернов, Д.В. Филимонова Ю.В. Исаев // Доклад на Десятой научно-технической конференции с международным участием «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2023) (Санкт-Петербург, 17–21 апреля 2023 г.). – С. 168–169.

25. Карутин, С.Н. Научно-технические проблемы развития системы ГЛОНАСС в современных условиях / С.Н. Карутин // Доклад на Десятой научно-технической конференции с международным участием «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2023) (Санкт-Петербург, 17–21 апреля 2023 г.). – С. 97.

26. Концепция поэтапного развития структуры спутниковой навигационной системы для обеспечения перспективных требований к навигационно-информационному обеспечению / Н.В. Леонидов, Д.И. Марарескул, И.И. Шилко [и др.] // Доклад на Десятой научно-технической конференции с международным участием «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2023) (Санкт-Петербург, 17–21 апреля 2023 г.). – С. 118.

27. Пасынков, В.В. Варианты дополнения системы ГЛОНАСС низкоорбитальным сегментом для парирования региональности наземного сегмента ЭВО / В.В. Пасынков, К.В. Кисленко, Е.В. Титов // Доклад на Десятой научно-технической конференции с международным участием «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2023) (Санкт-Петербург, 17–21 апреля 2023 г.). – С. 150–152.

28. Пасынков, В.В. Достигнутые характеристики и направления совершенствования системы высокоточного определения эфемеридно-временной информации, реализующей услугу высокой точности для гражданских потребителей / В.В. Пасынков, В.Ф. Брагинцев // Доклад

на Десятой научно-технической конференции с международным участием «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2023) (Санкт-Петербург, 17–21 апреля 2023 г.). – С. 143–144.

29. Карутин, С.Н. Единая система координатно-временного обеспечения Российской Федерации / С.Н. Карутин // Доклад на Третьей конференции «Радионавигация и время 2024» (РНВ-2024) [Электронный ресурс] сайт ИАЦ КВНО «ЦНИИМАШ». – URL : <https://glonass-iac.ru/upload/iblock/fd5/e8a0abq68ktxca3nbvw7ntay6nps1w4v.pdf> (дата обращения: 24.02.2026).

30. «Сфера» приобрела объем: новый нацпроект объединил государственные и частные спутники, их производство и создание ракет // ComNews [сайт]. – URL : <https://www.comnews.ru/content/237436/2025-01-29/2025-w05/1007/sfera-priobrela-obem-novyuy-nacproekt-obedinil-gosudarstvennye-i-chastnye-sputniki-ikh-proizvodstvo-i-sozdanie-raket> (дата обращения: 13.10.2025).