

# НАВИГАЦИЯ БУДЕТ ТОЧНЕЕ И НАДЕЖНЕЕ

**КОНЦЕПЦИЯ НАВИГАЦИИ, ОСНОВАННОЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКАХ (PBN) ИКАО,  
И ЕЕ ВНЕДРЕНИЕ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ РОССИИ**



**Валерий КУШЕЛЬМАН,**  
заместитель директора  
Филиала «НИИ  
Аэронавигации»  
ФГУП ГосНИИ ГА,  
директор  
сертификационного  
центра бортового  
оборудования,  
доктор технических наук



**Александр СТУЛОВ,**  
главный научный сотрудник  
Филиала «НИИ  
Аэронавигации»  
ФГУП ГосНИИ ГА,  
кандидат технических наук,  
доцент

В соответствии с концепцией внедрения перспективных систем связи, навигации, наблюдения и организации воздушного движения CNS/ATM ИКАО предусматривается внедрение к 2016 г. навигации, основанной на характеристиках (PBN).

Концепция PBN предлагает четкую методику внедрения схем маршрутов зональной навигации (RNAV) с использованием стандартизированного в глобальном масштабе ряда навигационных спецификаций, предназначенных для основанных на RNAV маршрутов, стандартных маршрутов вылета по приборам (SID), стандартных маршрутов прибытия по приборам (STAR) в районе аэродрома и захода на посадку. Навигационные спецификации включают требования к воздушным судам (ВС): к составу бортового навигационного оборудования, к точности, целостности и непрерывности, функциональные требования; требования к подготовке летного экипажа, а также к процессу утверждения эксплуатантов ВС.

Основные положения концепции PBN изложены в документах ИКАО:

- Doc 9613 AN/937 «Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN)», 4-е издание 2013 г.;

- Стандарты и Рекомендуемые практики (SARPs);
- Правила аэронавигационного обслуживания (PANS).

Перечень навигационных спецификаций, используемых на различных этапах полета, в соответствии с документом ИКАО 9613 AN/937 «Руководство по PBN» представлен в табл.1.

Следует отметить, что в 4-е издание документа ИКАО 9613 AN 937 введены две новые навигационные спецификации Advance RNP и RNP-0,3, которые включают требования к самолетам (A-RNP) и вертолетам (RNP-0,3) для выполнения полетов по маршруту, в зоне аэродрома, захода на посадку и взлете.

К настоящему времени в ГА России выполнен комплекс работ по внедрению PBN, включающий:

- с 01.01.2010 г. в РФ внедрены маршруты зональной навигации RNAV-5 на следующих участках воздушных трасс: Норильск – Нигор; Серов – Гион; Тобольск – Дарно; Тюмень – Нигор;
- в 2008-2013 гг. схемы SID, STAR и неточного захода на посадку методом зональной навигации по GNSS для 22 аэропортов РФ опубликованы в сборниках АНИ.

Ведутся работы по модернизации воздушного пространства (ВП) Московской, Санкт-Петербургской и других зон ЕС ОрВД с применением спецификаций RNAV-5 (GNSS) на маршрутах ОБД, RNAV-1 (GNSS) на маршрутах вылета и прибытия (SID, STAR) и при заходах на посадку по спецификации RNP APCH.

С целью ускорения внедрения в ВП РФ навигации, основанной на характеристиках (PBN), распоряжени-

ем Минтранса от 6 июля 2013 г. № ВО-44-р создана Рабочая группа с участием специалистов Филиала «НИИ Аэронавигации» ФГУП ГосНИИ ГА, которая подготовила проекты следующих нормативных документов:

- Приказ Минтранса РФ «Об утверждении типов навигационных спецификаций для маршрутов зональной навигации»;
- Приказ Минтранса РФ «О порядке допуска ВС и эксплуатантов к полетам согласно требованиям навигационных спецификаций PBN»;
- Циркуляр Службы аэронавигационной информации Минтранса РФ «Дополнительные требования к оборудованию ВС, необходимому для входа в ВП Московской зоны ЕС ОрВД».
- План внедрения навигации, основанный на характеристиках (PBN), в воздушном пространстве РФ утвержден Росавиацией.

В соответствии с проектом Приказа Минтранса РФ «Об утверждении типов навигационных спецификаций для маршрутов зональной навигации» в воздушном пространстве РФ предусматривается ввод следующих навигационных спецификаций зональной навигации: RNAV-10, RNAV-5, RNAV-2, RNAV-1, RNP-1, A-RNP, RNP APCH, RNP AR APCH и RNP-0,3 для полетов вертолетов.

В то же время Службой аэронавигационной информации (САИ) Минтранса РФ подготовлен проект Цирюляра АНИ (AIC), предусматривающий ввод в воздушном пространстве Московской зоны ЕС ОрВД маршрутов зональной навигации, включающих следующие спецификации PBN:

- RNAV 5 – на маршрутах ОБД;
- RNAV 1 – в районах аэродрома, включая транзитные маршруты, SID и STAR, схемы захода на посадку по приборам до контрольной точки конечного этапа захода на посадку, уход на второй круг (после начального набора высоты);
- RNP APCH – для выполнения полетов ВС на этапах захода на посадку: начальный, промежуточный, уход на второй круг.

В соответствии с «Планом внедрения навигации, основанной на характеристиках (PBN) в воздушном

Таблица 1. Перечень навигационных спецификаций

Навигационное техническое требование	ЭТАПЫ ПОЛЕТА							
	Полет по маршруту		Прибытие	Заход на посадку				Вылет
	Океаническое ВП/удаленные р-ны конт. ВП	Континентальное ВП		Начальн. этап	Промежуточный этап	Конечный этап	Уход на второй круг	
RNAV 10	10							
RNAV 5		5	5					
RNAV 2		2	2					2
RNAV 1		1	1	1	1		1	1
RNP 4	4							
RNP 2	2	2						
RNP 1			1	1	1		1	1
RNP APCH				1	1	0.3	1	
RNP AR APCH				1-0.1	1-0.1	0.3-0.1	1-0.1	
Advance RNP	2	2 или 1	1	1	1	0,3	1	1
RNP 03		0,3	0,3	0,3	0,3		0,3	0,3

Примечание. ВП – воздушное пространство



пространстве РФ», внедрение PBN в РФ предусмотрено в два этапа:

- краткосрочный – 2014-2016 гг.;
- долгосрочный – после 2016 г.

Анализ международных требований к составу бортового оборудования ВС для обеспечения полетов по маршрутам зональной навигации в соответствии со спецификациями PBN показывает, что наиболее эффективным навигационным средством, обеспечивающим выполнение требований навигационных спецификаций PBN, является оборудование глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS). Скорейшее внедрение в мировой ГА GNSS предусмотрено блочной модернизацией авиационной системы (ASBU), принятой на 12-й Аэронавигационной конференции ИКАО (19-30 ноября 2012 года г. Монреаль) и 4-й редакцией Глобального аэронавигационного плана принятого на 38-й сессии Ассамблеи ИКАО (сентябрь 2013 г.).

В России в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 25.08.2008 г. № 641 «Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» и Приказом Минтранса РФ от 13.02.2012 г. №35 «Об оснащении ВС ГА аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» ВС для выполнения полетов по маршрутам зональной навигации в соответствии со спецификациями PBN ИКАО должны быть оснащены перспективной конкурентоспособной аппаратурой спутниковой навигации (АСН) ГЛОНАСС/GPS. При



этом для обеспечения высокоточной навигации ВС на всех этапах полета первоначальное базовое оборудование ГЛОНАСС/GPS должно быть модернизировано с учетом развития систем функционального дополнения SBAS, GBAS и инерциальных навигационных систем, а введение в эксплуатацию системы ГАЛИЛЕО (Евросоюз) и модернизация систем GPS и ГЛОНАСС приведут к дальнейшему улучшению характеристик GNSS.

В РФ за последние шесть лет в соответствии с ФЦП «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС» на период 2012-2020 гг. и постановлениями Правительства РФ отечественными предприятиями по ТЗ, согласованным ГосНИИ «Аэронавигация», разра-

ботаны 9 типов АСН ГЛОНАСС/GPS. Завершается разработка ещё трех типов АСН, работающей по сигналам ГНСС ГЛОНАСС и GPS, что соответствует концепции использования системы ГЛОНАСС в ГА России.

Для разработки и сертификации перспективной конкурентоспособной АСН ГЛОНАСС/GPS в РФ сформирована нормативная база. Основными документами по разработке и сертификации АСН ГЛОНАСС/GPS для ГА являются:

Таблица 2. Стратегия внедрения PBN на краткосрочный период 2014-2016 гг.

№ п/п	Этап полета	Навигационная спецификация	Примечание
1.	Полет по маршруту в океаническом ВП и удаленных континентальных маршрутах	RNP - 10	Для полетов ВС по трассам зональной навигации над территорией Северного Ледовитого океана и в удаленных континентальных районах (GNSS, ИНС)
2.	Полет по маршруту в континентальном ВП	RNAV - 5	Для полетов ВС в континентальных районах Европейской части РФ. Внедрение связанного с вводом новой структуры ВП Московской и других зон ЕС ОрВД. RNAV - 5 (GNSS) обеспечивается системами навигации: GNSS, VOR/DME, DME/DME. В 2013-2016 гг. планируется установить 126 систем навигации VOR/DME, DME/DME.
3.	Полет в районе аэродрома	RNAV - 1	Для полетов ВС в районе аэродрома по схемам SID, STAR с использованием систем DME/DME и GNSS.
4.	Заход на посадку: - неточный заход на посадку (NPA); - заход на посадку с вертикальным наведением; - точный заход на посадку по I категории ИКАО	RNP APCH/LPV	Для захода на посадку в международных аэропортах и значительной части а/д РФ с использованием GNSS. Планируется при вводе в эксплуатацию системы СДКМ. Основано на использовании GBAS (GLS) для ВС, оборудованных аппаратурой ГНСС/ЛККС.

- Авиационные правила АП-21, АП-23, АП-25, АП-29;
- Квалификационные требования КТ-34-01 «Бортовое оборудование спутниковой навигации» (редакция 4);
- Квалификационные требования КТ-229 «Бортовое оборудование ГНСС/SBAS» (редакция 1);
- Квалификационные требования КТ-253 «Бортовое оборудование ГНСС/ЛККС» (редакция 2);
- Квалификационные требования КТ-316 «Бортовое оборудование ГЛОНАСС/GPS/ABAS» (проект).

Следует отметить, что все типы АСН ГЛОНАСС/GPS, разработанные отечественными предприятиями промышленности, сертифицированы в соответствии с КТ-34-01 для использования на этапах полета по маршруту, в зоне аэродрома и неточного захода на посадку (NPA). Кроме того, два типа АСН ГЛОНАСС/GPS сертифицированы по КТ-253 как оборудование ГЛОНАСС/GPS/GBAS для обеспечения посадки ВС по I категории ИКАО.

Основными предприятиями-разработчиками АСН ГЛОНАСС/GPS для ГА являются: ЗАО «ВНИИРА-Навигатор» (г. Санкт-Петербург), ЗАО «КБ НАВИС» (г. Москва), ЗАО «Транзас» (г. Санкт-Петербург) и ОАО «КБПА» (г. Саратов).

Наибольшее применение на отечественных ВС ГА, оснащенных аналоговыми пилотажно-навигационными комплексами (ПНК), получили: АСН БМС- индикатор производства ЗАО «ВНИИРА-Навигатор», СН-4312 производства ЗАО «КБ НАВИС» и TSS производства ЗАО «Транзас». На современных отечественных ВС ГА, оснащенных цифровыми ПНК, используются датчики ГЛОНАСС/GPS БПСН-2, БПСН-2-01 производства ЗАО «КБ НАВИС», а также отечественная интегрированная инерциально-спутниковая навигационная система

НСИ-2000MT производства ЗАО «Лазекс» (г. Москва). Для установки на перспективные вертолеты Ка-226Т и Ми-171А2 ОАО «КБПА» разработана аппаратура ПВН-1.

Данные о состоянии оснащения отечественных ВС



Внешний вид отечественной АСН ГЛОНАСС/GPS

ГА оборудованием спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS приведены в табл.3.

Следует иметь в виду, что более половины парка воздушных судов, эксплуатируемых в отечественных авиакомпаниях, составляют ВС зарубежного производства, на которых установлено бортовое оборудование системы GPS (GNSS). Как правило, на зарубежных ВС используются многорежимные приемники MMR с датчиком GPS (см. табл.4).

В соответствии с «Планом внедрения навигации, основанной на характеристиках (PBN), в ВП РФ» Рабочей группой по внедрению PBN в РФ проведен анализ оборудования и навигационных возможностей ВС. Результаты анализа оборудования RNAV и

Таблица 3

№ п/п	Тип АСН	Типы ВС, на которых установлено АСН
1.	БМС - индикатор	Ил-76ТД, Ил-62М, Ту-154М, Ту-134Б, Як-42Д, Як-40, Ан-26, Ка-32А, Ми-26Т, Ми-8АМТ, Ми-8МТВ-1, Ми-8(Т), Ми-171
2.	СН-4312	Ил-76ТД, Ил-62М, Ту-154М, Ту-154Б, Ту-134А, Ту-134Б, Ан-74Д, Ан-24, Ан-12, Ан-2, Ми-26Т
3.	TSS	Ту-154М, Ту-134А, Як-42Д, Ан-24, Ан-12, Ан-2, Ан-28, Ан-38, ЕС-135, Ми-8МТВ-1
4.	БПСН-2-01	Ту-204-100-В, Ту-214, Ту-204-300А, Ми-38
5.	БПСН-2	RRJ-95, Ту-204-300, Ту-204СМ, Ми-8МТВ-1, Ми-8Т
6.	НСИ-2000MT	Ил-96-300, Ил-96-400, Ил-76ТД-90ВД, Бе-200ЧС, Ту-204-100
7.	ПВН-1	Ка-226Т, Ми-171А2

Таблица 4. Типы бортового оборудования GNSS, установленного на зарубежных ВС

№ п/п	Тип ВС	Тип оборудования GNSS (модель)	Изготовитель (фирма)	Кол-во
1.	B-747-200	FMS/GPS CMA-900	CMC Electronics Inc.	3
	B-747-300			
	B-747-400			
2.	B-737-500	Многорежимный приемник MMR (VOR / ILS / GPS) MMR (ILS / GPS) модель TLS-755 или MMR (ILS / GPS) модель GLU-920 MMR (ILS / GPS) модель RMA 55B или GLU-920	Collins	2
	B-737-800		Thales	3
	B-777-200		Collins	3
	B-777-300		Honeywell	3
3.	B-767-200	или GLU-920	Collins	3
	B-767-300		Collins	2
4.	A-330-200	MMR (ILS / GPS) модель GLU-920	Collins	2
5.	A-320	MMR (ILS / GPS) модель GLU-920	Collins	3
	A-319			
6.	DC-10	Navigation and Flight Management System HT 9100 GFMS	Honeywell	2
7.	Falcon-900B	Приемник GPS (HG 2021 GD 02)	Honeywell	2



Таблица 5. Состав оборудования RNAV и навигационные возможности зарубежных ВС, эксплуатируемых в ведущих авиакомпаниях (по данным Московского офиса ИАТА)

Навигационное оборудование	Процентное соотношение к общему кол-ву ВС	Навигационное оборудование	Процентное соотношение к общему кол-ву ВС
ТРАНСАЭРО		S7 AIRLINES	
FMS	100%	FMS	100%
DME/DME Update	100%	DME/DME Update	100%
GNSS	78%	GNSS	90%
RNAV 1	100%	RNAV 1	90% GNSS 94% DME-DME
RNAV 5	100%	RNAV 5	100%
RNAV 10	72%	RNAV 10	94%
APV Baro VNAV	72%	APV Baro VNAV	90%
RNP Approach LNAV	73%	RNP Approach LNAV	90%
RNP AR Approach	0%	RNP AR Approach	0%
GBAS	0%	GBAS	3%
LPV SBAS	13%	LPV SBAS	0%

Таблица 6. Состояние работ по допуску ВС отечественного производства к полетам по маршрутам зональной навигации

№ п/п	Навигационная спецификация	Тип ВС	Тип АСН
1.	B-RNAV (RNP-5)	Ту -134, Ту -154М, Ту -214, Ту -204, Ил -62М, Ил -76ТД, Ил-96-400Т, Ан-124-100, Бе-200ЧС, Як-42Д	НСИ-2000МТ, БПСН-2, СНС-2, СН-4312, БМС-индикатор, TSS
2.	P-RNAV (RNP-1)	Ту-214, Ил-76ТД, Ил-96-400Т, Ан-124-100М, Ан -148, Ан-158, Ту-204-200А/120Е/СЕ	БПСН-2, СН-4312, НСИ-2000МТ, СНС-2
3.	RNP-10	Ил-62М, Ил-76ТД, Ил-96-400Т, Бе-200ЧС, Ту-214ПУ	СН-4312 связь с САУ НСИ-2000МТ, БПСН-2

Таблица 7. Состояние работ по допуску ВС зарубежного производства к полетам по маршрутам зональной навигации

№ п/п	Навигационная спецификация	Тип ВС	Тип АСН
1.	P-RNAV	A-319/320/321, B-767, B-777-200, DC-10-40F	ОАО «Аэрофлот»
		B-747-400F, B-747-281F, B-747-8F	ООО «АК ЭйрБридж-Карго»
		B-747-200/300/400, B-767-200/300, B-777-200, B-737-300/400/500/800	ОАО «АК «Трансаэро»
		B-737-700/7HD, Falcon F-900B/EX EASy	ООО «АП «Газпром авиа»
		B-757-200	ООО «АК «ВИМ-АВИА»
		SAAB-2000	ООО «АК «Полет»
2.	RNAV-1	B-747-200/300/400, B-767-300, B-777-200/300	ОАО «АК «Трансаэро»
		B-737-700/7HD, Falcon F-900B/EX EASy	ООО «АП «Газпром авиа»
		B-757-200	ООО «АК «ВИМ-АВИА»
3.	RNP-4	B-747-300/400, B-767-300, B-777-200/300	ОАО «АК «Трансаэро»
		B-757-200	ООО «АК «ВИМ-АВИА»
4.	RNP-10	B-747-200/300/400, B-767-200/300, B-777-200/300	ОАО «АК «Трансаэро»
		B-757-200	ООО «АК «ВИМ-АВИА»

навигационных возможностей зарубежных ВС, эксплуатируемых в ведущих авиакомпаниях «Трансаэро» и «S7 Airlines» (по данным Московского офиса ИАТА), представлены в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что более 78% парка зарубежных ВС оснащены оборудованием спутниковой навигации GNSS, что обеспечивает выполнение требований навигационных спецификаций RNAV1, RNAV5, RNAV10, APV Baro VNAV, RNP APCH, RNP AR APCH. Кроме того, в АК «Трансаэро» 13% ВС оснащены оборудованием GNSS, позволяющим выполнять заходы на посадку вплоть до минимумов LPV SBAS с использованием спутниковой системы функционального дополнения SBAS.

В соответствии с действующей нормативно-технической документацией по допуску ВС и эксплуатантов к полетам по трассам зональной навигации в соответствии со спецификациями PBN специалистами Филиала «НИИ Аэронавигации» ФГУП ГосНИИ ГА по поручению Росавиации проведен комплекс работ по допуску отечественных и зарубежных ВС, эксплуатируемых в российских авиакомпаниях, и эксплуатантов к полетам по трассам зональной навигации в соответствии со спецификациями PBN. Результаты выполненных работ в обобщенном виде представлены в таблицах 6 и 7.

Таким образом, проведенный анализ состояния работ по внедрению концепции PBN ИКАО в ГА РФ позволяет сделать следующие выводы:

- навигационные возможности российского самолетного парка в основном обеспечивают выполнение требований навигационных спецификаций PBN для полетов ВС по маршрутам зональной навигации RNAV1, RNAV5, RNAV10;
- необходима модернизация бортовой авионики, в том числе оснащение ВС перспективной АСН ГЛОНАСС/GPS для обеспечения требований навигационных спецификаций RNP4, RNP1, RNP APCH, RNP AR APCH, RNP-0.3;
- целесообразно продолжить работы по совершенствованию отечественной нормативно-правовой базы по допуску ВС и эксплуатантов к полетам по трассам зональной навигации в соответствии со спецификациями PBN ИКАО;
- навигационные возможности самолетного парка должны учитываться при разработке концепции воздушного пространства PBN в гражданской авиации России.