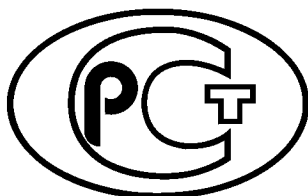

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
785—
2022

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Алгоритм обработки информации для средств
мониторинга глобальной навигационной
спутниковой системы.
Общие требования

Москва
Российский институт стандартизации
2022

Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «ННК Консалтинг»
- 2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 164 «Искусственный интеллект»
- 3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2022 г. № 99-пнст

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: contact@nncscompany.ru и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 123112 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Сокращения	1
4 Назначение средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы	2
5 Требования к задачам алгоритма обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы, решаемым с использованием методов искусственного интеллекта	2
6 Требования к наборам исходных данных для обучения алгоритмов обработки информации для средств мониторинга глобальных навигационных систем	2
Приложение А (рекомендуемое) Пример формата RINEX для обучения алгоритмов обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы	4
Приложение Б (обязательное) Пример наборов данных для обучения алгоритмов обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы	7

Введение

Развитие методов искусственного интеллекта и рост вычислительных мощностей делают возможным решение задач оценки состояния комплексных систем или подтверждения достоверности решения посредством нейронных сетей с точностью, превышающей классические аналитические и статистические методы. Это способствует применению методов искусственного интеллекта, при условии проведения качественных испытаний в сферах, связанных с высоким риском для жизни и здоровья людей, в частности — навигации и гражданской авиации.

В настоящем стандарте:

- приведены примеры задач средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы, для решения которых могут применяться методы машинного обучения;
- формализованы требования к данным, необходимым для обучения алгоритмов мониторинга глобальной спутниковой системы.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИАлгоритм обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной
спутниковой системы.
Общие требования

Artificial intelligence for civil aviation aircraft. Information processing algorithm for monitoring tools of the global navigation satellite system. General requirements

Срок действия — с 2024—01—01
до 2026—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на средства мониторинга глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS с использованием методов искусственного интеллекта.

Стандарт устанавливает технические и эксплуатационные требования, методы и требуемые результаты испытаний средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы, реализующей алгоритмы обработки информации с использованием методов искусственного интеллекта.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 54460 Глобальные навигационные спутниковые системы. Система мониторинга и контроля целостности. Общие технические требования и методы испытаний

ПНСТ 788—2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм контроля целостности для приемников спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS. Общие требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:
ГЛОНАСС — глобальная навигационная спутниковая система;

GPS — система глобального позиционирования;
ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;
RINEX — формат обмена данными для файлов исходных данных спутниковых навигационных приемников (Receiver Independent Exchange Format).

4 Назначение средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы

Назначение средств мониторинга ГНСС ГЛОНАСС и GPS на территории Российской Федерации определяется ГОСТ Р 54460.

5 Требования к задачам алгоритма обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы, решаемым с использованием методов искусственного интеллекта

Алгоритм обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы с использованием методов искусственного интеллекта должен обеспечивать решение таких задач, как:

- обнаружение отказов спутников или созвездий, в том числе вызванных отказом наземной системы управления, с использованием алгоритмов контроля целостности ПНСТ 788;
- выявление наличия отраженных сигналов в области мониторинга, влияющих на точность определения потребителем вектора состояния;
- выявление эффектов ионосферных и тропосферных мерцаний;
- выявление фактов интерференции сигналов глобальных навигационных систем с сигналами искусственного происхождения («спуфинг»).

Применение методов искусственного интеллекта для решения данных задач является целесообразным в случае, если полученные результаты позволяют идентифицировать большее число случаев отказов и/или сформировать данные для дифференциальной коррекции со стороны потребителя для увеличения точности определения вектора состояния (координаты, скорость, время).

6 Требования к наборам исходных данных для обучения алгоритмов обработки информации для средств мониторинга глобальных навигационных систем

6.1 Данные для обучения в алгоритмах обработки информации для средств мониторинга глобальных навигационных систем должны содержать как минимум:

- а) навигационные сообщения всех спутников, находящихся в зоне прямой видимости;
- б) текущие необработанные измерения псевдослучайного кода и фазы несущей для всех спутников, находящихся в зоне прямой видимости;
- в) текущие значения отношения «плотность сигнала на несущей — плотность шума» (C/N₀) для всех спутников, находящихся в зоне прямой видимости;
- г) текущие метеорологические данные, в том числе:
 - атмосферное давление,
 - температуру,
 - относительную влажность,
 - сухую и влажную тропосферную задержку в зените,
 - скорость и направление ветра,
 - тип и объем осадков.

6.2 Для хранения исходных данных рекомендуется использовать формат RINEX (Receiver Independent Exchange Format) не ниже версии 2.11 с поддержкой навигационных сигналов ГЛОНАСС/GPS, а также полного спектра источников метеорологических данных.

6.3 Метаданные контрольного набора должны содержать как минимум:

- информацию о точном положении средства мониторинга;
- информацию об ожидаемой ошибке или событии и его природе;

- данные для дифференциальной коррекции навигационного решения потребителем.

6.4 Отказы спутников или созвездий, отраженные сигналы, а также интерференция должны вноситься в обучающие данные посредством использования одного или нескольких имитаторов сигналов ГЛОНАСС/GPS или с помощью алгоритмической модификации исходных данных.

6.5 Наборы исходных данных должны разделяться на обучающий, тестовый и демонстрационный с соблюдением критерия независимости.

Приложение А
(рекомендуемое)

Пример формата RINEX для обучения алгоритмов обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы

Данные наблюдений:

3.0	COMPACT RINEX FORMAT										CRINEX VERS	/	TYPE					
RNX2CRX ver.4.0.7											27-Aug-21	08:59	CRINEX PROG / DATE					
3.04	OBSERVATION DATA										M		RINEX VERSION / TYPE					
JPS2RIN v.2.0.178	JAVAD GNSS										20210827	085921	UTC	PGM / RUN BY / DATE				
AUTOMATIC	IAA												OBSERVER / AGENCY					
BADG													MARKER NAME					
12338M002													MARKER NUMBER					
02682	JAVAD TRE_3 DELTA										3.7.10	Oct,22,2020	REC # / TYPE / VERS					
-838283.3083	3865788.0417	4987639.8873								APPROX POSITION XYZ								
00328	JAVRINGANT_DM										JVDM		ANT # / TYPE					
	0.0280	0.0000	0.0000								ANTENNA: DELTA H/E/N							
G	20	C1C	L1C	D1C	S1C	C1W	L1W	D1W	S1W	C2X	L2X	D2X	S2X	C2W	SYS / # / OBS TYPES			
		L2W	D2W	S2W	C5X	L5X	D5X	S5X							SYS / # / OBS TYPES			
R	20	C1C	L1C	D1C	S1C	C1P	L1P	D1P	S1P	C2C	L2C	D2C	S2C	C2P	SYS / # / OBS TYPES			
		L2P	D2P	S2P	C3X	L3X	D3X	S3X							SYS / # / OBS TYPES			
E	20	C1X	L1X	D1X	S1X	C8X	L8X	D8X	S8X	C6X	L6X	D6X	S6X	C7X	SYS / # / OBS TYPES			
		L7X	D7X	S7X	C5X	L5X	D5X	S5X							SYS / # / OBS TYPES			
	12	R01	1	R02	-4	R07	5	R08	6	R09	-2	R10	-7	R11	0	R16	-1	GLONASS SLOT / FRQ #
		R17	4	R22	-3	R23	3	R24	2								GLONASS SLOT / FRQ #	
		30.000														INTERVAL		
	2021	8	27	8	0	0.0000000				GPS						TIME OF FIRST OBS		
	2021	8	27	8	59	30.0000000				GPS						TIME OF LAST OBS		
	18															LEAP SECONDS		
G	L1C	0.00000	11	G05	G08	G10	G13	G14	G15	G18	G23	G24	G27	SYS / PHASE SHIFT				
				G32											SYS / PHASE SHIFT			
G	L1W	-0.25000	11	G05	G08	G10	G13	G14	G15	G18	G23	G24	G27	SYS / PHASE SHIFT				
				G32											SYS / PHASE SHIFT			
G	L2W	0.00000	11	G05	G08	G10	G13	G14	G15	G18	G23	G24	G27	SYS / PHASE SHIFT				
				G32											SYS / PHASE SHIFT			
G	L2X	0.25000	10	G05	G08	G10	G14	G15	G18	G23	G24	G27	G32	SYS / PHASE SHIFT				
G	L5X	0.25000	08	G08	G10	G14	G18	G23	G24	G27	G32				SYS / PHASE SHIFT			
R	L1C	0.00000	12	R01	R02	R07	R08	R09	R10	R11	R16	R17	R22	SYS / PHASE SHIFT				
				R23	R24									SYS / PHASE SHIFT				
R	L1P	-0.25000	12	R01	R02	R07	R08	R09	R10	R11	R16	R17	R22	SYS / PHASE SHIFT				
				R23	R24									SYS / PHASE SHIFT				
R	L2C	0.25000	12	R01	R02	R07	R08	R09	R10	R11	R16	R17	R22	SYS / PHASE SHIFT				
				R23	R24									SYS / PHASE SHIFT				
R	L2P	0.00000	09	R01	R02	R07	R08	R09	R11	R16	R17	R24			SYS / PHASE SHIFT			
R	L3X	0.25000	02	R09	R23											SYS / PHASE SHIFT		
E	L1X	0.50000	09	E02	E03	E07	E08	E13	E14	E25	E26	E33			SYS / PHASE SHIFT			
E	L5X	0.25000	09	E02	E03	E07	E08	E13	E14	E25	E26	E33			SYS / PHASE SHIFT			
E	L6X	0.50000	09	E02	E03	E07	E08	E13	E14	E25	E26	E33			SYS / PHASE SHIFT			
E	L7X	0.25000	09	E02	E03	E07	E08	E13	E14	E25	E26	E33			SYS / PHASE SHIFT			
E	L8X	0.25000	09	E02	E03	E07	E08	E13	E14	E25	E26	E33			SYS / PHASE SHIFT			

Навигационные данные:

```

3.04          N: GNSS NAV DATA      E: Galileo          RINEX VERSION / TYPE
JPS2RIN v.2.0.178  JAVAD GNSS        20210827 085922 UTC PGM / RUN BY / DATE
18
GAL  6.5750D+01  3.9063D-02  8.6365D-03  0.0000D+00  IONOSPHERIC CORR
GAUT 1.2107193470D-08-7.105427358D-15 432000 2172  TIME SYSTEM CORR
GAGP 1.4348188415D-08-8.881784197D-15 432000 2172  TIME SYSTEM CORR
                                END OF HEADER
E21 2021 08 27 04 50 00-6.843618466519D-04-2.188471626141D-12 0.000000000000D+00
    1.090000000000D+02 7.156250000000D+01 3.377283534558D-09-1.876781663490D+00
    3.425404429436D-06 2.151016378775D-04 3.108754754066D-06 5.440611875534D+03
    4.494000000000D+05 2.048909664154D-08-1.057783147908D+00-3.911554813385D-08
    9.760040830591D-01 2.822812500000D+02-1.802897742225D+00-5.860601260424D-09
    2.085801167705D-10 2.580000000000D+02 2.172000000000D+03 0.000000000000D+00
    3.11999885559D+00 0.000000000000D+00 1.862645149231D-09 0.000000000000D+00
    4.501500000000D+05
E21 2021 08 27 04 50 00-6.843626033515D-04-2.174260771426D-12 0.000000000000D+00
    1.090000000000D+02 7.156250000000D+01 3.377283534558D-09-1.876781663490D+00
    3.425404429436D-06 2.151016378775D-04 3.108754754066D-06 5.440611875534D+03
    4.494000000000D+05 2.048909664154D-08-1.057783147908D+00-3.911554813385D-08
    9.760040830591D-01 2.822812500000D+02-1.802897742225D+00-5.860601260424D-09
    2.085801167705D-10 5.170000000000D+02 2.172000000000D+03 0.000000000000D+00
    3.11999885559D+00 0.000000000000D+00 1.862645149231D-09 2.095475792885D-09
    4.500640000000D+05
E01 2021 08 27 05 10 00-1.180269289762D-03-8.029132914089D-12 0.000000000000D+00
    1.110000000000D+02 7.421875000000D+01 3.436214560701D-09-2.674805905637D+00
    3.537163138390D-06 2.661625621840D-04 3.283843398094D-06 5.440601964951D+03
    4.506000000000D+05-1.117587089539D-08-1.054915851880D+00-7.450580596924D-09
    9.764296912788D-01 2.766250000000D+02-1.606158652623D+00-5.901674399856D-09
    2.307238962907D-10 2.580000000000D+02 2.172000000000D+03 0.000000000000D+00
    3.11999885559D+00 0.000000000000D+00 0.000000000000D+00 0.000000000000D+00
    4.513000000000D+05
E01 2021 08 27 05 10 00-1.180269988254D-03-8.014922059374D-12 0.000000000000D+00
    1.110000000000D+02 7.421875000000D+01 3.436214560701D-09-2.674805905637D+00
    3.537163138390D-06 2.661625621840D-04 3.283843398094D-06 5.440601964951D+03
    4.506000000000D+05-1.117587089539D-08-1.054915851880D+00-7.450580596924D-09
    9.764296912788D-01 2.766250000000D+02-1.606158652623D+00-5.901674399856D-09
    2.307238962907D-10 5.170000000000D+02 2.172000000000D+03 0.000000000000D+00
    3.11999885559D+00 0.000000000000D+00 0.000000000000D+00 0.000000000000D+00
    4.512640000000D+05
E05 2021 08 27 06 00 00-2.540823770687D-04 3.041122909053D-12 0.000000000000D+00
    1.160000000000D+02-7.728125000000D+01 3.273707791641D-09 2.429499218783D+00
    -3.628432750702D-06 8.129829075187D-05 7.720664143562D-06 5.440627880096D+03
    4.536000000000D+05 6.519258022308D-08 3.129438226943D+00-2.235174179077D-08
    9.557826667673D-01 1.695312500000D+02-3.346147561506D-01-5.748096574152D-09
    -3.028697585983D-10 2.580000000000D+02 2.172000000000D+03 0.000000000000D+00
    3.11999885559D+00 0.000000000000D+00 3.725290298462D-09 0.000000000000D+00
    4.543500000000D+05

```

Метеорологические данные:

2.10		METEOROLOGICAL DATA			RINEX VERSION /		
TYPE					PGM / RUN BY / DATE		
WXT2RN		IAA			27-AUG-21	09:55	UTC
BADG							MARKER NAME
12338M002							MARKER NUMBER
3	TD	PR	HR				# / TYPES OF OBSERV
Vaisala	THERMOCAP				.3		TD SENSOR MOD/TYPE/ACC
Vaisala	BAROCAP				.5		PR SENSOR MOD/TYPE/ACC
Vaisala	HUMICAP				3.0		HR SENSOR MOD/TYPE/ACC
	.0	.0	.0	.0	813.0		TD SENSOR POS XYZ/H
	.0	.0	.0	.0	813.0		PR SENSOR POS XYZ/H
	.0	.0	.0	.0	813.0		HR SENSOR POS XYZ/H
							END OF HEADER
21 08 27 09 00 00	19.7	921.2	35.2				
21 08 27 09 10 00	19.9	921.2	36.2				
21 08 27 09 20 00	19.6	921.2	36.5				
21 08 27 09 30 00	20.2	921.2	35.8				
21 08 27 09 40 00	20.0	921.2	37.2				
21 08 27 09 50 00	19.8	921.1	37.4				

**Приложение Б
(обязательное)**

Пример наборов данных для обучения алгоритмов обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы

Б.1 Наборы данных для обучения алгоритмов обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы приведены на съемном носителе, прилагаемом к настоящему стандарту.

Каждый набор данных содержит 24 ч непрерывных наблюдений.

Т а б л и ц а Б.1 — Перечень наборов данных

Номер	Координаты	Описание
001	56.0215, 37.2145 Россия, Менделеево	Неделя: 2173 Дата: 29.08.2021 Стабильное навигационное поле. Низкие ошибки позиционирования (до 10 м)
002	59.7718, 30.3278 Россия, Санкт-Петербург	Неделя: 2171 Дата: 17.08.2021 Низкая видимость спутников ГЛОНАСС и GPS. Высокие ошибки позиционирования (свыше 100 м)
003	60.5329, 29.7809 Россия, Светлое	Неделя: 2117 Дата: 03.08.2020 Низкая видимость спутников ГЛОНАСС. Высокие ошибки позиционирования (свыше 200 м)
004	43.7884, 41.5651 Россия, Зеленчукская	Неделя: 2173 Дата: 30.08.2021 Стабильное навигационное поле. Низкие ошибки позиционирования (до 10 м)
005	51.3540, 12.3741 Германия, Лейпциг	Неделя: 2140 Дата: 12.01.2021 Стабильное навигационное поле. Низкие ошибки позиционирования (до 5 м)

Ключевые слова: искусственный интеллект, навигационные системы, воздушное судно, гражданская авиация, алгоритм, обработка информации, средства мониторинга, глобальная навигационная спутниковая система

Редактор *З.А. Лиманская*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 10.11.2022. Подписано в печать 15.11.2022. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,26.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта