



第十三次空中航行会议

2018年10月9日至19日，加拿大蒙特利尔

委员会 A

议程项目 2: 促成全球空中航行系统
2.2: 一体化的通信、导航和监视与频谱战略

俄罗斯全球导航卫星系统星座支持多系统全球导航 卫星系统的现状和演变

(由俄罗斯联邦提交)

执行摘要

本文件讨论俄罗斯全球导航卫星系统（GLONASS）星座的现状，并介绍其未来发展的几个方面以及作为全球导航卫星系统（GNSS）的一部分走向多频多星座（MFMC）服务以确保国际民用航空飞行安全和效率的用途。

长期而言，预期航空电子设备标准将会问世，以确保使用全球导航卫星系统（GNSS）的所有要素和信号。

行动：请会议：

- a) 注意到本文件的内容；
- b) 支持工作文件AN-Conf/13-WP/15 — 全球导航卫星系统（GNSS）的演变中的建议2.2/x；
- c) 请国际民航组织继续解决涉及GNSS要素的使用的国际监管问题，并从提高国际空中航行安全和效率出发，在国际民航组织工作方案中增列新要素和新星座的标准和建议措施（SARPs）的制定。

1. 引言

1.1 在审议全球导航卫星系统（GNSS）的演变以及特别是全球定位系统（GPS）和俄罗斯全球导航卫星系统（GLONASS）时，第十二次空中航行会议（2012 年 11 月 19-30 日，蒙特利尔）注意到，

¹ 俄文文本由俄罗斯联邦提供。

免收直接使用费向国际社会提供了全球定位系统和俄罗斯全球导航卫星系统，同时认识到，全球导航卫星系统是一项全球应用，据此可以衍生出许多有益的应用，并可以免收直接使用费提供基本的全球导航卫星系统服务。目前，使用多星座（MC）以多频段（MF）方式发送信号，带来了更进一步提高导航技术性能和实现重大运作效益的可能性。

1.2 本文件讨论对数个（或全部）以多重受保护航空频谱（多频多星座（MFMC））发射信号的主要星座的综合利用情况。不过，这并不排斥基于初期使用两个频段（多频多星座（MFMC））的数个星座以及甚至用两个频段（双频单星座（DFSC））播放的一个星座或来自数个主要星座的单频信号（单频多星座（SFMC））的解决办法。

2. 俄罗斯全球导航卫星系统星座现状

2.1 系统的星座总数

2.1.1 过去几年来，俄罗斯全球导航卫星系统星座的名义总数一直保持在24颗卫星，并有了显著的升级。截至2018年6月24日，俄罗斯全球导航卫星系统由24颗用于预定用途的卫星组成。23颗是第二代空间载具（GLONASS-M），一颗是第三代（GLONASS-K）。

2.1.2 根据需要将发射更多俄罗斯全球导航卫星系统载具，以取代失效或服务寿命已尽的卫星。今后发射的备役卫星由5颗升级后的GLONASS-M型卫星组成，这些已生产的卫星现已进入库房（除了以L1频段发射频分信号外，升级版GLONASS-M型卫星还以L3频段发射码分信号）。发射升级版GLONASS-M型卫星将有助于更快速向L3频段发射码分多址信号过渡。这5颗卫星发射后，这一组的任何新增卫星都将是GLONASS-K型卫星。从某一序列号开始，这些卫星除了以L3频段发射码分多址信号外，还将以L1频段发射码分多址信号。目前，两颗发射L3频段码分多址的升级版GLONASS-M型卫星已经在轨（第一颗GLONASS L3频段上携带码分多址信号发射器的升级版GLONASS-M型卫星系于2014年中发射并投入运行，第二颗于2018年6月17日发射，目前正在并入该系统）。一颗GLONASS-K型卫星也发射L3频段码分多址信号。虽然采用了码分多址，但通过在以L1和L3频段发射码分多址信号的同时保留以L1和L3频段发射频分多址信号，仍然实现了新卫星的向后兼容性。

2.2 俄罗斯全球导航卫星系统当前的绩效

2.2.1 俄罗斯全球导航卫星系统目前的运作绩效参数定期进行评价，评价结果提交给国际民航组织以确认遵守了国际民航组织的标准和建议措施（SARPs）。目前，星座平均距离的准确度为1.4米。根据截至2017年年末所掌握的数据，重大服务故障的几率为 6×10^{-5} ，这方面的要求将纳入标准和建议措施。

2.3 俄罗斯运营人使用综合俄罗斯全球导航卫星系统/全球定位系统接收机的正面经验

2.3.1 俄罗斯全球导航卫星系统是符合国际民航组织标准和建议措施的自备式导航系统。不过，俄罗斯民用航空常常借助俄罗斯业界依照国家标准研发的综合GLONASS/GPS接收机，将俄罗斯全球导航卫星系统与全球定位系统结合起来使用。目前，超过600架俄罗斯航空器配备了机载GLONASS/GPS系

统。使用这些导航接收机的经验显示了就绪状况的提高、服务和完整性的连续性，特别是遇到有干扰影响稳定地接收俄罗斯全球导航卫星系统和/或全球定位系统导航信号的情况时。

2.3.2 上述参数的改进，增强了航路运行中和机场周边的垂直导航（VNAV）的潜力，包括没有地基或星基增强情况下垂直引导下的进近程序（LNAV/VNAV）。同时使用两个星座也减少了某些技术故障对于其集体运行能力的影响。例如，2014年4月俄罗斯全球导航卫星系统发生故障和2016年2月全球定位系统发生故障期间，综合机载俄罗斯全球导航卫星系统/全球定位系统设备保持了运行，未发现航空器位置地点受到干扰。

2.3.3 2017年，航空无线电技术委员会（RTCA）完成了行业标准（MOPS）DO-368 — 全球定位系统/俄罗斯全球导航卫星系统（FDMA + 天线）L1单一频段机载设备最低运行性能标准的制定和发布。这就打开了将双套系统导航解法用于外国制造商制造的航空器的可能性，这样做能够利用这一解法的好处，而毋需等待多星座、双频解法的标准化和实施进程的完成。此外，可以使用已在俄罗斯航空器上成功运行的全球定位系统/俄罗斯全球导航卫星系统设备，从而减少化在设备上的时间和资金。

3. 俄罗斯全球导航卫星系统星座作为多频多星座（MFMC）全球导航卫星系统的一部分的演变情况

3.1 多频多星座全球导航卫星系统的概念设想利用码分信号（码分多址）作为星座以及组成星座的信号的有效互操作性和兼容性的基础。计划是让俄罗斯全球导航卫星系统星座的所有卫星到 2021 年在 L3 频段上发射码分多址信号，同时在 L1 和 L3 频段上发射频分多址信号。在这之后，在 L1 频段上也要发射码分多址信号，暂定于 2028 年开始。

3.2 俄罗斯全球导航卫星系统码分信号的接口控制文件（ICDs）于 2016 年获得批准，其英文本也于 2017 年 10 月公布。接口控制文件随后被用作拟订以及嗣后确认对俄罗斯全球导航卫星系统码分多址信号的标准和建议措施所作改变的依据。根据 2020 年前标准和建议措施制定的路线图，主要星座的所有新要素（包括俄罗斯全球导航卫星系统的码分多址和全球定位系统的 L5 频段信号，以及伽利略和北斗系统）都应完成标准和建议措施的制定。

3.3 目前，已经为实现将全球导航卫星系统的所有要素纳入接收机的长期目标作了努力。通过若干数量的用户导航原型和航空用天线业，确认了研发能够接收所有未来全球导航卫星系统信号的设备的复杂性和费用并没有大幅度的增加。

3.4 预期航空电子设备标准长期而言将确保在多频多星座基础上使用所有全球导航卫星系统的要素和信号。随着全球导航卫星系统的发展，国际民航组织标准和建议措施以及行业标准也必须更新，使之适用于所有全球导航卫星系统要素。

4. 长期落实采用全球导航卫星系统所有要素的办法

4.1 美国（全球定位系统）、俄罗斯联邦（俄罗斯全球导航卫星系统）、欧洲（伽利略）和中国（北斗）将在不久的将来让发射双频信号的全球导航卫星系统星座服役。目前，双频多星座星基和路基增强系统（SBAS/GBAS）正在部署中。鉴于这些情况，国际民航组织须与有关组织密切协调，积极

努力根据最近公布的双频多星座全球导航卫星系统运行概念（ConOps）中规定的原则和办法制定标准。

4.2 为了实际应用国际民航组织的成果和充分利用正在建立的无线电导航领域的运行能力，业界必须继续进行能够处理来自所有星座的码分多址信号的适当航空设备的标准化和认证，同时选择绩效和安全上最有效的星座组合。选择数量很少的星座进行行业标准化，有可能导致采取不适宜的授权使用具体的全球卫星导航系统的要素，同时增加在分阶段实施具有不同系统组合的多系统接收机的情况下改装航空器的成本。

4.3 国际民航组织必须加倍努力提高各国对运行概念中规定的长期目标的认识，特别是对与利用全球导航卫星系统要素的限制有关并对飞行安全具有不利影响的长期目标的认识，正是因为这些目标才能利用来自使用这些因素的飞行安全效益。在这方面，国际民航组织制定补充指导材料帮助各国批准和使用现有和未来全球导航卫星系统要素，将是非常及时的。

5. 结论

5.1 考虑到全球定位系统和俄罗斯全球导航卫星系统正在其名义构型中运行并通过实施新的信号得到发展，同时考虑到伽利略和北斗系统即将入役，对各国实施多系统全球导航卫星系统给予国际监管支持，同时不禁止任何特定全球导航卫星系统要素或星座的使用，是一项及时的任务，需要制定适当的国际民航组织规定。此外，还应在行业层面摆脱上述禁令，避免某些全球导航卫星系统要素因行业标准化而被排斥在计划之外。

5.2 请空中航行会议总的支持工作文件AN-Conf/13-WP/15 — 全球导航卫星系统（GNSS）的演进中提出的建议2.2/x。

5.3 应制定行业标准和研发能够处理来自所有星座的码分多址信号的适当航空设备，同时作出根据绩效和安全选择最有效卫星组合的决定。