

**Exigences à l'installation des systèmes d'injection
avec les PS de type CubeSat**

353Π14C46-48175-1151

2015

Sommaire

Introduction.....	5
1 Généralités.....	6
2 Conditions d'exploitation.....	7
3 Interfaces mécaniques.....	14
4 Interfaces électriques.....	19
5 Exigences à la compatibilité électromagnétique	21
6 Exigences à la fiabilité	23
7 Exigences à la sécurité	24
8 Préparation sol du système d'injection et le PS en intégration sur le composite supérieur	26
9 Documentation disponible	27

Introduction

Le présent document fournit les exigences générales à l'installation des systèmes d'injection avec les PS de type CubeSat en tant qu'une charge utile passagère sur les adaptateurs fabriqués à RKTs Progress et utilisés lors de l'injection de la charge utile intégrée sur la Partie Haute et le bloc d'injection Volga.

Le présent document est développé conformément à l'ordre №536 de RKTs Progress du 01/04/2015.

Ce document traite deux versions d'installation des PS de type CubeSat:

Version 1 – utiliser un système d'injection - conteneur de transport/injection développé à RKTs Progress (produit 235KS) pour l'implantation des PS.

Version 2 – utiliser des systèmes d'injection de fabrication étrangère pour l'implantation des PS.

Une demande de la possibilité des prestation des services d'installation et de lancement des PS de type CubeSat n'est examinée qu'après la détermination de la charge utile missionisée.

Les données d'entrée finales des PS et des systèmes d'injection sont fournies à RKTs Progress au moins 13 mois avant le tir du lanceur complet.

1 Généralités

1.1 Le bloc d'injection Volga est développé pour être utilisé avec le lanceur Soyuz 2 étapes 1a, 1b et 1v, il assure l'injection de la charge utile aux orbites circulaires basses à l'altitude jusqu'à 1500 km, aussi qu'aux orbites synchro-solaires à l'altitude jusqu'à 850 km.

1.2 Le bloc d'injection Volga couvre les objectifs suivants:

- mise de la Partie Haute à l'orbite visée depuis l'orbite de référence;
- stabilisation et attitude retenue de la Partie Haute en phases balistiques et propulsées et, le cas nécessaire, assurance de la rotation de la Partie Haute;
- contrôle d'état du bloc Volga en phase d'injection;
- coulage (ou désorbitation) du bloc d'injection avec l'adaptateur depuis l'orbite visée.

1.3 Les adaptateurs avec les moyens d'injection des satellites assurent la connexion rigide entre le bloc d'injection Volga et les PS.

1.4 L'utilisation de l'adaptateur développé à RKTs Progress donne la possibilité de principe d'installation d'un système d'injection avec les PS de type CubeSat pour l'injection des PS en tant qu'une charge utile passagère, les PS seront séparés à la même orbite que le satellite principal.

1.5 L'émission du signal d'activation de la séparation du système d'injection est définie à partir de la condition de non-collision assurée.

1.6 Le signal confirmant la séparation des PS peut être reçu en séance de communication courante ou au cours de la séance qui suit l'émission du signal de séparation.

1.7 Le PS peut être fixé sur l'adaptateur avec l'utilisation du système d'injection - conteneur de transport/injection développé à RKTs Progress (produit 235KS) ou bien d'un systèmes d'injection de fabrication étrangère.

2 Conditions d'exploitation.

Les conditions d'exploitation du PV de type CubeSat à partir de sa mise en place sur l'adaptateur correspondent aux exigences pour les satellites principaux et le bloc d'injection Volga.

2.1 L'intégration (démontage) du système d'injection avec le PS est réalisée en zone de préparation du composite supérieur sous les conditions suivantes:

- température de l'air est de 10 à 35 °C (variations journalières de la température ne dépassent pas 10 °C);
- pression de l'air (100±6,7) kPa ((750±50) mm de Hg.);
- humidité relative de l'air ne dépasse pas 80 %.

2.2 Les conditions d'acheminement du PS avec le système d'injection intégré au composite supérieur vers la zone de lancement et le retour en cas de tir annulé:

- température de l'air est de 10 à 30 °C;
- pression de l'air (100±6,7) kPa ((750±50) mm de Hg.);
- humidité relative de l'air ne dépasse pas 80 %;
- classe de propreté de l'air ventilé selon GOST ISO 14644-1-2002, 8 ISO au pire.

2.3 La vitesse maximale d'acheminement du composite supérieur intégré est 10 km/h, la vitesse maximale d'acheminement du lanceur complet intégré est 5 km/h. La distance maximale d'acheminement simple du composite supérieur intégré est 60 km/h, la distance maximale d'acheminement simple du lanceur complet intégré est 10 km/h.

Note – le triple acheminement est admissible en cas du tir annulé.

2.4 Les conditions lors de l'installation du lanceur complet sur la table de lancement:

L'installation du lanceur complet sur la table de lancement est réalisé en condition de terrain à la température de l'air de moins 40°C jusqu'à plus 45°C et à l'humidité relative jusqu'à 100%.

Note: pour la base de lancement Vostotchny, l'abaissement de la température de courte durée jusqu'à moins 49,9 °C est possible jusqu'à 2,5 jours par an.

2.5 Les conditions à l'intérieur de la coiffe de protection lorsqu'elle est intégrée au lanceur complet en zone de lancement:

- la température de l'air est de 10°C jusqu'à 30°C, la variation de la température admissible est de moins 20°C jusqu'à plus 30°C pour une durée ne dépassant pas 3 heures;

- la pression de l'air (100±6,7) kPa ((750±50) mm de Hg.);

- l'humidité relative de l'air ne dépasse pas 80 %.

2.6 En phase de vol du lanceur la vitesse de la variation de la pression ne dépasse pas 2 kPa/s (15 mm de Hg), avec cela, la vitesse de la variation de la pression peut atteindre 4,7 kPa/c (35 mm de Hg) pour 3 s.

La pression dynamique au moment de séparation des demi-coiffes est 19,6±19,6Pa (2±2 kgf/m²).

Le niveau de la densité du flux thermique impactant le système d'injection est défini par calcul au cours de l'analyse de la mission concrète.

2.7 Le système d'injection avec le PS en phase du vol orbital subit les conditions suivantes:

- apesanteur;

- pression de l'atmosphère ambiante est au moins 0,13·10⁻⁹ kPa (1,0·10⁻⁹ mm de Hg);

- températures de moins 150 jusqu'à plus 125°;

- rayonnements ionisants de l'espace.

2.8 Les exigences des modes des agressions mécaniques pour un PS de type Cubesat dans le cadre de son exploitation avec le conteneur de transport/injection universel sur les produits de fabrication de RKTs Progress sont fournies aux tableaux 1-8. Les données des modes des agressions mécaniques sont préalables et peuvent être précisées pour la mission concrète en tenant compte de l'emplacement réel du conteneur et des conditions de fonctionnement.

Les modes des agressions mécaniques sont retenus aux points d'attache du PS de type CubeSat au conteneur universel et se rapportent à chacun des trois axes perpendiculaires réciproques.

Le PS de type CubeSat et ses éléments constructifs ne doivent pas avoir des résonances dans la bandes des fréquences jusqu'25 Hz.

2.8.1 Les modes des agressions mécaniques en phase d'injection du PS de type CubeSat avec l'utilisation du conteneur universel 235KS, si le conteneur est installé sur la baie intermédiaire de la coiffe de protection développée à RKTs Progress, sont fournis:

- dans les tableaux 1, 2 sur la vibration;
- dans le tableau 3 sur l'accélération linéaire;
- dans le tableau 4 sur les impacts de choc.

En phase d'injection, la pression acoustique avec le niveau moyen quadratique sommaire 144,1 dB impacte le PS de type CubeSat pour 60 s (les valeurs des niveaux de la pression acoustique sont comptées à partir de $P=2 \cdot 10^{-5}$ Pa).

Tableau 1 – Modes opérationnels de la vibration aléatoire à large bande

Numéro du mode	Fréquence, Hz							Durée d'impact, s
	20	50	100	200	500	1000	2000	
	Densité spectrale des accélérations vibratoires, $m^2 \cdot s^{-4} \cdot Hz^{-1}$ (g^2/Hz)							
1	2,89 (0,03)	3,85 (0,04)	5,77 (0,06)	11,54 (0,12)	57,72- 110,63 (0,6- 1,15)	110,63- 28,86 (1,15- 0,3)	28,86 (0,3)	120
2	1,92 (0,02)	1,92 (0,02)	3,85 (0,04)	5,77 (0,06)	9,62 (0,1)	9,62 (0,1)	4,81 (0,05)	480
Note – La variation de la densité spectrale des accélérations vibratoires entre les fréquences est linéaire à l'échelle logarithmique de la fréquence et de la densité spectrale.								

Tableau 2 – Modes opérationnels de la charge en vibration basse fréquence

Sous-bande des fréquences, Hz				Durée de la vibration dans chaque sous-bande des fréquences, s
1-2	2-5	5-10	10-20	
Amplitude de l'accélération vibratoire, m/s ² (g)				
4,9 (0,5)	9,81 (1,0)	9,81 (1,0)	14,7 (1,5)	120

Note – La variation de l'amplitude de l'accélération vibratoire dans les sous-bandes des fréquences est linéaire à l'échelle logarithmique de la fréquence.

Tableau 3 – Modes opérationnels des accélérations linéaires agissant suivant les deux directions de chacun des trois axes perpendiculaires réciproques.

Accélération, m/s ² (g)	Durée de l'accélération linéaire pour chaque direction, s
98,1 (10)	600

Tableau 4 – Modes opérationnels des impacts de choc (sous forme du spectre de choc à la qualité Q= 10)

Numéro du mode	Fréquence, Hz							Quantité des impacts de choc
	50	100	200	500	1000	2000	5000	
	Valeurs du spectre de choc m/s ² (g)							
1	245 (25)	736 (75)	1960 (200)	5890 (600)	17200 (1750)	24500 (2500)	24500 (2500)	3
2	98 (10)	294 (30)	885 (90)	3430 (350)	5900 (600)	5900 (600)	5900 (600)	8
3	687 (70)	1079 (110)	1766 (180)	3139 (320)	7848 (800)	19620 (2000)	19620 (2000)	1

Notes:

- 1) La variation des valeurs du spectre de choc entre les fréquences est linéaire à l'échelle logarithmique de la fréquence et du spectre de choc.
- 2) Le mode 3 correspond à l'impact de choc provenant du déclenchement des mécanismes du conteneur de transport/injection, il est développé à l'issu des résultats des mesures des accélérations de choc au moment du déclenchement des mécanismes du conteneur avec l'utilisation du feutre entre la goupille pyrotechnique et le boîtier du conteneur.

2.8.2 Les modes des agressions mécaniques en phase d'injection du PS de type CubeSat avec l'utilisation du conteneur universel 235KS, si le conteneur est installé sur le satellite ou l'adaptateur de la charge utile développé à RKTs Progress, sont fournis:

- dans les tableaux 5, 6 sur la vibration;
- dans le tableau 7 sur l'accélération linéaire;
- dans le tableau 8 sur les impacts de choc.

En phase d'injection, la pression acoustique avec le niveau moyen quadratique sommaire 144 dB impacte le PS de type CubeSat pour 60 s (les valeurs des niveaux de la pression acoustique sont comptées à partir de $P=2 \cdot 10^{-5}$ Pa).

Tableau 5 – Modes opérationnels de la vibration aléatoire à large bande

Numéro du mode	Fréquence, Hz							Durée d'impact, s
	20	50	100	200	500	1000	2000	
	Densité spectrale des accélérations vibratoires, $m^2 \cdot s^{-4} \cdot Hz^{-1}$ (g^2/Hz)							
1	1,92 (0,02)	3,85 (0,04)	5,77 (0,06)	7,69 (0,08)	7,69 (0,08)	2,4 (0,025)	0,962 (0,01)	120
2	0,48 (0,005)	0,48 (0,005)	0,77 (0,008)	0,96 (0,01)	0,96 (0,01)	0,77 (0,008)	0,48 (0,005)	480
3	0,385 (0,004)	0,385 (0,004)	0,385 (0,004)	0,385 (0,004)	0,385 (0,004)	0,385 (0,004)	0,192 (0,002)	2000
Note – La variation de la densité spectrale des accélérations vibratoires entre les fréquences est linéaire à l'échelle logarithmique de la fréquence et de la densité spectrale.								

Tableau 6 – Modes opérationnels de la charge en vibration basse fréquence

Sous-bande des fréquences, Hz				Durée de la vibration dans chaque sous-bande des fréquences, s
2-5	5-10	10-20	20-40	
Amplitude de l'accélération vibratoire, m/s ² (g)				
9,81-19,6 (1,0-2,0)	19,6 (2,0)	19,6-29,4 (2,0-3,0)	29,4 (3,0)	120
-	-	4,9 (0,5)	4,9 (0,5)	240

Note – La variation de l'amplitude de l'accélération vibratoire dans les sous-bandes des fréquences est linéaire à l'échelle logarithmique de la fréquence.

Tableau 7 – Modes opérationnels des accélérations linéaires agissant suivant les deux directions de chacun des trois axes perpendiculaires réciproques

Accélération, m/s ² (g)	Durée de l'accélération linéaire pour chaque direction, s
98,1 (10)	600
4,9 (0,5)	1500
1,96 (0,2)	non réglementaire

Tableau 8 – Modes opérationnels des impacts de choc (sous forme du spectre de choc à la qualité Q= 10)

Numéro du mode	Fréquence, Hz							Quantité des impacts de choc
	50	100	200	500	1000	2000	5000	
	Valeurs du spectre de choc m/s ² (g)							
1	98 (10)	294 (30)	981 (100)	3920 (400)	9810 (1000)	9810 (1000)	7850 (800)	4
2	98 (10)	294 (30)	785 (80)	2450 (250)	4900 (500)	4900 (500)	2940 (300)	7
3	49 (5)	147 (15)	490 (50)	1670 (170)	3430 (350)	3430 (350)	1960 (200)	5
4	687 (70)	1079 (110)	1766 (180)	3139 (320)	7848 (800)	19620 (2000)	19620 (2000)	1

Notes:

1 La variation des valeurs du spectre de choc entre les fréquences est linéaire à l'échelle logarithmique de la fréquence et du spectre de choc.

2 Le mode 4 correspond à l'impact de choc provenant du déclenchement des mécanismes du conteneur de transport/injection, il est développé à l'issu des résultats des mesures des accélérations de choc au moment du déclenchement des mécanismes du conteneur avec l'utilisation du feutre entre la goupille pyrotechnique et le boîtier du conteneur.

2.8.3 Il est recommandé de réaliser les essais du PS en tenant compte des coefficients de qualification, ce qui augmente la fiabilité et correspond absolument à la pratique de la qualification sol actuellement établie aux entreprises du secteur et à l'étranger. Lors des essais de qualification du PS des modes des agressions mécaniques, les modes opérationnels fournis dans les paragraphes 2.8.1 et 2.8.2 doivent être augmentés (multipliés) par les coefficients de qualification. Les valeurs des coefficients de qualification recommandées sont fournies dans le tableau 9.

Tableau 9 – Coefficients de qualification

Agressions mécaniques	Coefficient de qualification
Accélération linéaire	1,3
Vibration à large bande	2,25
Vibration sinus basse fréquence	1,3
Spectre de choc	1,0
Pression acoustique	+3 dB avec la durée de 120 s

3 Interfaces mécaniques

3.1 Version 1 – utiliser un système d'injection - conteneur de transport/injection développé à RKTs Progress (produit 235KS) pour l'implantation du PS

Le PS doit avoir des dimensions d'encombrement et une masse conformes à la spécification «Munakata, Riki «Cubesat design specification rev. 13» The cubesat program», California Polytechnic State University, 2009, avec cela:

- dimensions d'encombrement 1U, 1.5U, 2U, 3U, 3U+;

- masse du 0,8 à 6,0 kg:

- 1U, 1.5U 0,8 ÷ 2,2
- 2U 1,5 ÷ 3,0
- 3U, 3U+ 1,0 ÷ 6,0.

3.2 Version 2 - utiliser des systèmes d'injection de fabrication étrangère pour l'implantation du PS.

3.2.1 Les données de l'interface mécanique du système d'injection doivent être présentées dans les plans d'encombrement.

La structure des systèmes d'injection et du PS doit rester opérationnelle au cours de l'impact et après l'impact des facteurs extérieurs cités dans le paragraphe 2 du présent document en tenant compte de:

- les exigences du p. 2.8 s'appliquent aux systèmes d'injection à l'exception du mode 3 du tableau 4 et du mode 4 du tableau 8;

- les exigences des modes des agressions mécaniques sur le PS sont définies par le concepteur du système d'injection.

Après le déclenchement les systèmes d'injection doivent maintenir l'intégrité jusqu'à la fin du vol orbital du bloc d'injection Volga.

Le système d'injection, ses éléments constructifs et des sous-ensembles de fixation ne doivent pas avoir des résonances dans les fréquences 25Hz.

La structure du système d'injection doit être convenable pour l'exploitation, y compris son intégration (démontage) sur l'adaptateur du satellite, et assurer la sécurité

complète de son maintenance au cours du stockage, des essais, de l'intégration (démontage). La structure du système d'injection ne doit pas encombrer à un outil l'accès libre aux éléments de fixation sur l'adaptateur du satellite.

La structure du système d'injection doit exclure la possibilité de confondre les connecteurs électriques lors de leur connexion avec les éléments de proximité.

Des capots ou des obturateurs sans risque d'autodévisage doivent être posés sur les connecteurs électriques qui ne sont pas utilisés au cours du vol.

Les éléments techniques amovibles lors de la mise du système d'injection en état d'utilisation y compris des capot de protection des connecteurs électriques, doivent être colorés en rouge, avoir un marquage et une fixation sans risque de chute. L'application de la couleur rouge sur les autres éléments du système d'injection est inadmissible.

Le système d'injection doit avoir un point de masse avec l'adaptateur du satellite pour la protection contre l'électricité statique.

La résistance de passage "point de masse – boîtier du système d'injection" ne doit pas dépasser 200 $\mu\Omega$ (pas plus que 300 $\mu\Omega$, si le boîtier est fabriqué en alliage de magnésium).

Il est nécessaire de fournir à RKTs Progress un système d'injection nominal ou sa maquette masse/centrage/encombrement afin de vérifier une bonne connexion avec l'adaptateur du satellite et l'isolation thermique.

Note - les bords extérieurs, masse, coordonnées du centre de masse, structure des sous-ensembles de fixation de la maquette masse/centrage/encombrement, ainsi que la structure avec les dimensions variables après l'installation sur l'adaptateur du satellite, les connecteurs électriques et leur positionnement sur le système d'injection doivent être conforme au modèle vol du système d'injection.

Lors de la fabrication du système d'injection, doivent être utilisés les matériaux qui assurent les paires de contact admissibles avec les éléments de la structure de l'adaptateur du satellite.

La fixation de l'isolation thermique de l'adaptateur du satellite (collage des attaches) au boîtier du système d'injection doit être admissible.

Pour la connexion électrique du système d'injection avec l'adaptateur du satellite, les câbles ayant des connecteurs russes à leurs extrémités du côté de connexion à l'adaptateur du satellite, doivent être fabriqués par le concepteur du système d'injection.

3.2.2 Le système d'injection avec le PS au cours de la préparation sol et au cours du vol, en intégration sur le composite supérieur ne doit pas exiger l'alimentation électrique provenant du bloc Volga à l'exception du choc de tension alimentant le système d'injection afin d'activer le mécanisme de séparation du PS.

Les systèmes d'injection avec le PS doivent avoir des délais de garantie et des durées de fonctionnement garanties assurant leur exploitation en intégration sur le composite supérieur.

Pour les calculs de la séparation du PS sans impact d'avec l'adaptateur, doivent être fournies les données décrivant en détail le procès du déploiement des batteries solaires et d'autres éléments mobiles de la structure PS après la sortie du système d'injection.

Le plan d'encombrement du système d'injection doit contenir:

1) Les dimensions permettant de définir la configuration du système d'injection.

2) Les caractéristiques masse/centrage/inerties (les valeurs initiales et finales, si elles varient au cours des opérations) avec les tolérances limites.

3) Le positionnement, les coordonnées et les types des connecteurs électriques, la position des clés pour les connecteurs électriques russes, les références des connecteurs électriques conformément au schéma électrique.

4) Les coordonnées et des dimensions des sous-ensembles de fixation avec les marges, la non-planéité des sous-ensembles de fixation du système d'injection (ne doit pas dépasser 0,2 mm).

5) La position des axes du système d'injection par rapport aux axes de l'adaptateur PS ou une note "La position du système d'injection par rapport aux axes de l'adaptateur PS est indifférente".

6) La position du centre des masse du système d'injection par rapport aux ouvertures de fixation et aux surfaces de fixation avec les tolérances limites; le positionnement initial et final si il varie aux cours des opérations.

7) La position et la désignation des éléments du système d'injection qui exigent l'accès en intégration sur l'adaptateur PS.

8) Les positions extrême limite des parties mobiles qui changent les dimensions du système d'injection.

9) Les dimensions de la zone de séparation du PS.

10) Le positionnement, les coordonnées, le matériau et les dimensions du point de masse, la valeur de la résistance de passage "point de masse – boîtier du système d'injection". La phrase: "Afin de mesurer la résistance de passage, l'enlèvement partiel du revêtement du boîtier est admissible sous condition de le réstaurer après les opérations" ou indiquer le lieu sans revêtement afin de mesurer la résistance de passage.

11) Le positionnement, la désignation et les numéros des éléments technologiques à déposer aux cours de la préparation à l'exploitation du système d'injection.

12) La phrase: «Utiliser l'instruction du montage/démontage du système d'injection [désignation, numéro]».

13) La désignation, les dimension, la masse et la zone de service des éléments du système d'injection à déposer et à installer sur le système d'injection après son installation sur l'adaptateur PS.

14) Le matériau et le revêtement du boîtier et les points de fixation de l'appareil.

15) En cas où l'évacuation de la chaleur sur la structure de l'adaptateur PS via la surface du système d'injection est nécessaire, il faut indiquer cette surface, sa

désignation, dimensions, surface du débit thermique, type de la pâte calorifère, densité du flux thermique (W/m^2), le flux thermique maximal via cette surface.

16) L'indication d'une bande des fréquences admissible de la surface de fixation de l'adaptateur PS, les coefficients A_s et ε des surfaces ouvertes extérieures et intérieures du système d'injection, le lieu de placement de l'isolation appliquée.

17) L'instruction de l'admissibilité de couvrir le système d'injection de l'isolation thermique, les lieux où la couverture de l'isolation thermique est inadmissible, le positionnement et les dimensions des points de fixation de l'isolation thermique de l'adaptateur PS au système d'injection (collage des attaches).

3.2.3 Les plan d'encombrement des câbles doivent contenir:

- câblage avec la longueur indiquée,
 - masse avec la tolérance limite,
 - type et marquage des connecteurs,
 - dimension de la section transversale.
- exigences au montage en intégration sur l'adaptateur PS (y compris un rayon de la courbure admissible, la distance entre des points de fixation).

3.2.4 Les données d'entrée de PS doivent contenir les caractéristiques masse/centrage/inerties du système d'injection et du PS avec les tolérances limites.

4 Interfaces électriques

4.1 Version 1 (voir Introduction) – Le PS ne doit pas avoir de liaisons électriques avec le conteneur de transport/injection, le bloc d'injection et l'appareil de contrôle.

4.2 Version 2 (voir Introduction) – les exigences générales aux interfaces mécaniques.

4.2.1 Les circuits des commandes de pilotage et de télémétrie du système d'injection doit avoir une séparation galvanique à partir du boîtier du système d'injection et entre eux.

4.2.2 La valeur de la résistance électrique de l'isolation des circuits électriques de raccordement du système d'injection avec les systèmes du bloc d'injection par rapport au boîtier du bloc d'injection (adaptateur satellite) et entre n'importe quels circuits électriquement isolés doit être au moins 20 M Ω aux conditions climatiques normaux.

4.2.3 L'isolation des circuits électriques de raccordement des systèmes d'injection avec les systèmes du bloc d'injection en toutes phases d'exploitation doit assurer la rigidité électrique suffisante pour éviter un claquage.

4.2.4 Le contrôle d'acquisition de la commande de pilotage depuis le bloc d'injection et la transmission vers le système de contrôle télémétrie du bloc d'injection doit être prévu dans le système d'injection.

4.2.5 Les caractéristiques électriques des circuits de commande des moyens pyrotechniques:

- courant de déclenchement de la chaîne des cartouches pyrotechniques (une chaîne) – 2÷5 A;
- tension alimentant des cartouches pyrotechniques – 27 (+5/-1,5) V;
- quantité des cartouches pyrotechniques admissible mis à feu simultanément (selon une commande) – max 8 pcs;
- durée de la commande pour la cartouche pyrotechnique – 150±60 ms.

La quantité maximale de commandes pour les cartouches pyrotechniques dépend des exigences de la charge utile principale (entière) et de la quantité totale des satellites passagers.

4.2.6 La quantité maximale des paramètres avec le PS potentiellement contrôlés par le système télémessure dépend des exigences de la charge utile principale (missionnée). Avec cela, la quantité totale des paramètres de tous les satellites ne doit pas dépasser 18 numériques, 2 analogiques et 4 de température.

4.2.7 Les capteurs à contrôler par le système télémessure doivent être de types suivants:

a) capteurs analogiques générateurs sous forme des circuits à la tension de sortie de 0 à 6,3 V au courant d'interrogation ne dépassant pas 20 μ A et à la résistance de sortie du capteur ne dépassant pas 1 k Ω . L'augmentation de la résistance de sortie du capteur jusqu'à 10 k Ω est admissible sous condition de l'augmentation de l'incertitude de mesure;

b) capteurs analogiques paramétriques (potentiomètre, déviseur de tension) la résistance de sortie de 1 à 4 k Ω et au courant d'interrogation ne dépassant pas 20 μ A alimentés par la tension (6,3 \pm 0,15) V provenant du système;

c) discrets paramétriques, fait sous forme de la clé électronique à collecteur ouvert, à la tension de sortie en état fermé (logique «1») de 0 à +1 V;

d) discrets paramétriques sous forme du contact des relais ou du commutateur à la résistance de sortie ne dépassant pas 100 Ω en état logique «1» et non moins que 100 k Ω en état logique «0»;

e) discrets générateurs (sortite des microcircuits, circuits à la résistance de sortie jusqu'à 1 k Ω etc) à la résistance de sortie de moins 1 jusqu'à +0,7 V en état « logique 1» et de +2,2 à +10 V en état logique « logique 0»;

f) capteurs analogiques paramétriques sous forme des thermistances à la résistance de sortie de 0 jusqu'à 200 Ω au courant d'interrogation ne dépassant pas 2,5 μ A.

4.2.8 La quantité concrètes des paramètres avec PS potentiellement contrôlés par le système télémessure, ainsi que des commandes de pilotage qui puissent être choisies pour le pilotage du PS et des systèmes d'injection, est définie à l'issue des résultats de qualification des propositions correspondant d'un client par RKTs Progress.

5 Exigences à la compatibilité électromagnétique.

5.1 Exigences au conteneur de transport/injection.

5.1.1 Le conteneur de transport/injection doit être résistant à l'impact des champs électromagnétiques à 10 V/m conformément aux normes GOST P 51317.4.3-2006 (GOST 30804.4.3-2013). L'exécution de l'exigence est à confirmer selon GOST P 51317.4.3-2006 (GOST 30804.4.3-2013).

5.1.2 Le conteneur de transport/injection doit rester opérationnel lors des impacts des perturbations par conduction avec les niveaux:

$U = 1 \text{ V}$, dans les bandes de fréquences de 0,03 jusqu'à 150 kHz;

$U = [1 - 0,49 \cdot \lg(f/0,15)] \text{ V}$, dans les bandes de fréquences de 0,15 jusqu'à 10 MHz, ou f – fréquence en MHz;

$U = 0,1 \text{ V}$, dans les bandes de fréquences de 10 jusqu'à 300 MHz.

L'exécution de l'exigence est à confirmer selon OST OCT 92-4802-83.

5.2 Exigences au PS

5.2.1 Pour la Vesrion 1 (voir Introduction), le PS en phase d'injection doit rester en état déclenché. L'enclenchement du PS est réalisé selon la commande de séparation.

5.2.2 Lors de la préparation du PS en zone de lancement, au cours d'injection, avant et après la commande de séparation (au moins 5 min après la commande de séparation) les niveaux des rayonnements électromagnétiques ne doivent pas dépasser les valeurs fournies dans le tableau 10.

Tableau 10 – Les niveaux des rayonnements électromagnétiques admissibles du PS en interface PS/adaptateur

Bande de fréquences, MHz	Intensité du champ, dB μ V/m
0,01-1237	120
1237-1254	30
1254-1400	120
1400-1550	80
1550-1640	19
1640-1800	80
1800-18000	120

5.3 Les concepteurs des moyens radioélectroniques doivent fournir à l'organisation-utilisateur la publication sur l'attribution fréquentielle des moyens radioélectroniques dans le Circulaire international d'information sur les fréquences (IFIC).

5.4 Les exigences à la compatibilité électromagnétique des systèmes d'injection doivent être confirmées par les essais de la compatibilité électromagnétique réalisés par les entreprises- concepteurs des systèmes d'injection et des PS.

6 Exigences à la fiabilité

6.1 La défaillance des systèmes d'injection du PS ne doit pas aboutir au dérèglement de fonctionnement de la charge utile principale et du bloc d'injection Volga.

6.2 Il faut réaliser l'analyse des types, des conséquences et de la criticité des défaillances des systèmes d'injection (FMECA) (pour les concepteurs européens –selon MEK-812).

7 Exigences à la sécurité

7.1 La sécurité du travail des systèmes d'injection et du PS doit être assurée par la conception, la technologie des opérations du contrôle sol et des indications du dossier d'exploitation en conformité avec OTT 11.1.4-88 partie 6.

7.2 Les systèmes d'injection et le PS doivent être sans risque d'incendie et d'explosion, sans danger pour le satellite et le personnel provenant des rayonnements électromagnétiques propres.

7.3 Les matériaux utilisés pour les systèmes d'injection et les PS ne doivent pas dégager toxique.

7.4 La sécurité écologiques des systèmes d'injection, des PS et des appareils de contrôle et d'essais, doit être assurée en conformité de GOST P 52985-2008, GOST P 52925-2008. L'avis sur la suffisance et le bien-fondé des mesures de l'exécution des exigences doit être établi en paragraphe séparé dans le rapport final de l'aptitude du PS et du système d'injection au vol.

7.5 Les systèmes d'injection et le PS doivent répondre aux exigences du comité d'ONU pour l'espace exposées dans "Principes directeurs des travaux visant à diminuer l'obstruction de l'espace circumterrestre" (LADC-02-01, 12.04.2002).

7.6 Indiquer dans l'avis sur la suffisance et le bien-fondé des mesures de la sécurité écologique des systèmes d'injection, des PS et des appareils de contrôle et d'essais:

- liste et les caractéristiques quantitatives des facteurs nuisibles et dangereux pour l'environnement contenus dans les systèmes d'injection et des appareils de contrôle et d'essais;

- les mesures constructives, technologiques etc. et les résolutions retenues dans les systèmes d'injection, les PS et des appareils de contrôle et d'essais visant à exclure (diminuer le niveau) leurs agressions en toutes phases de l'exploitation des systèmes d'injection et des PS y compris les pannes des systèmes d'injection et des PS dont l'arrêt suavegarde du vol;

– conclusion de la conformité de la documentation normative technique et de la suffisance des mesures prévues et des résolutions assurant la sécurité écologique de l'exploitation des systèmes d'injection, des PS et des appareils de contrôle et d'essais.

7.7 Le PS doit avoir une métallisation avec le système d'injection en deux points au minimum. La résistance transitoire mesurée dans les points de métallisation (emplacer la sonde d'un appareil de mesure pas plus loin que 2,5 cm des points de métallisation) ne doit pas dépasser $1,2 \cdot 10^{-3} \Omega$ lots de la métallisation par contact direct.

8 La préparation sol du système d'injection et le PS en intégration sur le composite supérieur.

8.1 Intégration du conteneur de transport/injection avec PS sur le composite supérieur est réalisée à RKTs Progress.

Le PS et le conteneur de transport/injection de fabrication nationale et étrangère doivent être conforme aux exigences suivantes:

a) Le PS de type CubeSat et le conteneur de transport/injection doivent être fournis par l'entreprise-concepteur du PS directement à l'organisation-utilisateur sous forme intégrée (dans l'emballage l'entreprise-concepteur du PS).

b) En cas de la livraison à l'organisation-utilisateur du PS de type CubeSat et du conteneur de transport/injection séparée, les opérations de l'intégration sont menées par l'entreprise-concepteur PS. En cas d'utilisation du conteneur de transport/injection développé à RKTs Progress, l'installation du PS sur le conteneur de transport/injection est réalisée par l'entreprise-concepteur PS.

c) Toutes les vérifications nécessaires du PS avant l'intégration sur le composite supérieur sont réalisées par l'entreprise-concepteur PS.

8.2 La structure et les caractéristiques mass/centrage/inertie du conteneur de transport/injection avec le PS doit assurer leur intégration à la main.

8.3 Les vérifications réalisées après l'intégration du conteneur de transport/injection avec le PS sur le composite supérieur, sont:

a) contrôle de l'absence de la tension dans les circuits de commande des cartouches pyrotechniques et leur connexion nominale;

b) contrôle des circuits de commande des cartouches pyrotechniques avec les cartouches pyrotechniques mises à feu moyennant l'écoulement par le courant non-feu;

c) contrôle par télémessure de l'état initial du bloc d'injection Volga avec «conteneur de transport/injection+PS» installé.

9 Documentation disponible

9.1 Le concepteur du PS s'engage à fournir la documentation suivante:

- certificat-autorisation des activités spatiales– auprès du concepteur étranger du PS;
- certificat d'obligation d'enregistrer le PS auprès de l'Institution Nationale Agréée;
- certificat (disponibilité) d'autorisation au lancement du PS;
- certificat d'enregistrement des fréquences du PS auprès de l'Union internationale de télécommunication;
- certificat de disponibilité du PS aux opérations sol de la préparation au lancement à l'aide du moyen d'injection (lanceur complet) et au vol;
- dossier des données de disponibilité du PS, confirmant le certificat de disponibilité du PS aux opérations sol;
- certificat de la vue d'ensemble et des caractéristiques techniques du PS;
- certificat de l'affectation et du programme de mission du PS;
- certificat des connecteurs électriques vol du PS.
- certificat de l'application non-militaire de PS (est exposé d'habitude dans le certificat d'enregistrement des fréquences du PS auprès de l'Union internationale de télécommunication).
- certificat de la sécurité du PS (y compris l'évaluation des risques) pour toutes les phases: préparation au lancement, décollage et vol en intégration sur le moyen d'injection (lanceur complet);
- dossier des données sauvegarde du PS, confirmant le certificat de la sécurité du PS;
- certificat sauvegarde de l'environnement.

Le groupage des certificats des sujets proches est admissible.

Les documents indiquées sont à présenter officiellement avec une lettre d'accompagnement.

9.2 La procédure de l'utilisation de l'instrument scientifique de fabrication étrangère en intégration sur le PS est définie par GOST P 51508-99, GOST PO 1410-002-2010.

9.3 Le concepteur du PS doit fournir l'avis de la disponibilité du PS au décollage un mois et demi avant le lancement.

Abbréviation.

PS – petit satellite