

ОБЗОР ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО РЫНКА ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ

И.А. Галькевич (ФГУП «Организация «Агат»)

Отмечается, что на мировом космическом рынке операторы космических систем связи являются связующим звеном между телекоммуникационным рынком и космической промышленностью. Чтобы получить более полную картину о месте, которое занимают отечественные операторы на глобальном телекоммуникационном рынке, был проведён анализ действующих орбитальных группировок геостационарных спутников связи и теле-радио вещания, принадлежащих 20 коммерческим спутниковым операторам. Основываясь на предлагаемых показателях оценки технического уровня проведён анализ космических аппаратов, входящих в рассматриваемые группировки, и определены тенденции технического развития основных производителей спутников связи и вещания.

Ключевые слова: телекоммуникации, спутниковая связь, орбитальная группировка, космический аппарат (КА), технический уровень, конкурентоспособность.

Overview of the Telecommunications Market of Geostationary Communications and Broadcasting Satellites. I.A. Gal'kevich. Global space market operators of space communication systems are the link between the telecommunication market and the space industry is noted. To get a more complete picture of a place that is occupied by domestic operators in the global telecommunication market, an analysis was made of existing orbital groupings of geosynchronous communications satellites and radio- and television broadcasting, owned 20 commercial satellite operators. Based on the proposed indicators for assessing the technical level of the analysis of spacecraft was carried out belonging to groups and the tendencies of technical development of the main manufacturers of communications and broadcasting satellites.

Key words: telecommunications, satellite communication, orbital group, spacecraft (SC), technical level, competitiveness.

Одним из основных способов реализации глобальной межконтинентальной связи являются геостационарные спутники-ретрансляторы. Спутниковые операторы, эксплуатирующие этот тип космических аппаратов, являются связующим звеном между телекоммуникационным рынком, использующим услуги космической связи и теле-радио вещания и космической промышленностью, производящей спутники, способные реализовать данные услуги.

На сегодняшний день космические телекоммуникационные услуги в России предоставляются двумя спутниковыми операторами: ФГУП «Космическая связь» (ГПКС) и ОАО «Газпром космические системы».

Самыми крупными иностранными спутниковыми операторами по данным *Euroconsult* на космическом телекоммуникационном рынке являются: *SES*; *Intelsat*; *Eutelsat* и *Telesat*. Их рыночная доля в денежном выражении составляет: 25,4; 24,5; 13,8 и 9 % соответственно. На других операторов приходится 25,6 %. Доля отечественных операторов составляет 1,7 %.

Для того, чтобы получить более полную картину о месте, которое занимают отечественные операторы на глобальном телекоммуникационном рынке, был проведён анализ действующих группировок 20 коммерческих спутниковых операторов.

В процессе исследования были собраны тактико-технические данные по более чем 200 спутникам связи и вещания. Проведённый анализ группировок Российских и зарубежных спутниковых операторов, позволил определить следующее:

РАЗМЕР ДЕЙСТВУЮЩИХ ГРУППИРОВОК СПУТНИКОВ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ

Помимо 2 отечественных и 4 самых крупных иностранных телекоммуникационных операторов в исследовании также рассматривались следующие компании: *Echostar Technologies* (США), *Space Communications AMOS* (Израиль), *HELLAS SAT Consortium Limited* (Греция), *Hispasat* (Испания), *Sky Perfect JSAT Corporation* (Япония), *Telenor Satellite Broadcasting* (Норвегия), *Thuraya Satellite Communications* (ОАЭ), *Turksat* (Турция), *Vietnamese Posts and Telecommunications Group* (Вьетнам), *Asia Satellite Telecommunications Co. Ltd.* (Китай), *NigComSat* (Нигерия), *Regional African Satellite Communications Organization (RASCOM)*, *China Direct Broadcast Satellite Co* (Китай) и *Asia Broadcast Satellite* (Китай). Количество космических аппаратов, формирующих орбитальные группировки рассматриваемых операторов, представлено в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Размер действующих группировок коммерческих геостационарных спутников связи и вещания

Операторы услуг связи и вещания	Количество КА в группировке
Россия (ГПКС и ОАО «Газпром КС»)	17
<i>SES</i>	48
<i>Intelsat</i>	57
<i>Eutelsat</i>	28
<i>Telesat</i>	12
Другие операторы	42
Всего	204

ВОЗРАСТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КА В ДЕЙСТВУЮЩИХ ГРУППИРОВКАХ

Полученные данные (табл. 2) позволяют сделать вывод, что на данный момент на орбите функционирует большое количество космических аппаратов (15%) с фактическим сроком активного существования (САС) большим, чем в них изначально было заложено при создании.

Т а б л и ц а 2

Возрастное распределение КА в рассматриваемых орбитальных группировках

Фаза жизненного цикла КА – срок активного существования	Телекоммуникационные операторы спутников связи и вещания							
	Всего	<i>SES</i>	<i>Intelsat</i>	<i>Eutelsat</i>	<i>Telesat</i>	ГПКС	Газпром КС	Другие
Выработан к 2012 г.	32	5	12	5	1	2 (Экспресс-А4 и Бонум-1)	1 (<i>Astra1F</i>)	6
Закончился в 2012 г.	12	2	2	3	1	2 (Экспресс-А2 и <i>EutelSatW4</i>)	0	2
Заканчивается в 2013 – 2014 гг.	20	6	6	4	1	0	0	3
Заканчивается в 2015 – 2017 гг.	37	8	10	5	2	4	2	6
Заканчивается после 2018 г.	103	27	27	11	7	3	2	26
Всего	204	48	57	28	12	11	5	43

Доля космических аппаратов, принадлежащих российским операторам, в общем объеме функционирующих на данный момент КА связи и вещания составляет 5,4 %.

Самой молодой орбитальной группировкой на данный момент обладает компания *SES*. Если принять во внимание, что около половины её спутников вещают на Европу и смежные районы, а также, что компания в ближайшие годы может не концентрировать усилия на наращивание своей орбитальной группировки, то можно предположить, что компания будет стараться активно внедряться на новые рынки, в частности, и на Российский телекоммуникационный рынок связи и теле-радио вещания.

В среднем срок активного существования рассматриваемых спутников составляет 14 лет. У отечественных операторов средний САС космических аппаратов составляет около 11 лет. Одной из причин малых сроков функционирования отечественных космических аппаратов является низкое качество элементной базы, которая используется при производстве российских спутников.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ

Наиболее общепризнанной характеристикой коммерческого телекоммуникационного спутника является его энергопотребление. По этому параметру компания *Boeing* классифицирует свои космические аппараты в следующие классы:

- малые спутники с энергетикой менее 4 кВт;
- средние спутники с энергетикой от 4 до 12 кВт;
- большие спутники с энергетикой более 12 кВт.

В соответствии с данной классификацией на сегодняшний момент в рассматриваемых группировках спутников связи и вещания находятся:

30 КА легкого класса, 124 КА среднего класса и 39 КА тяжёлого класса. 11 КА не идентифицировано по причине отсутствия информации в публичных источниках.

Распределение КА по классам энергопотребления внутри рассматриваемых группировок показано в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Класс КА	Телекоммуникационные операторы спутников связи и вещания							
	Всего	<i>SES</i>	<i>Intelsat</i>	<i>Eutelsat</i>	<i>Telesat</i>	ГПКС	Газпром КС	Другие
Легкий	30	6	8	1	0	4	2	8
Средний	124	22	37	17	8	7	3	22
Тяжёлый	39	6	11	5	4	0	0	7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЫНОЧНОЙ ДОЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Данная информация может быть полезной телекоммуникационным операторам при отборе потенциальных партнёров для создания новых спутников связи и вещания, так как полученные данные отражают опыт представленных производителей в проектировании и производстве космических аппаратов (рис. 1).

ОБЩАЯ ПРОПУСКАЯ СПОСОБНОСТЬ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СПУТНИКОВ

Наиболее общепризнанной потребительской характеристикой коммерческого телекоммуникационного спутника является его информационная пропускная способность. Она определяется количеством информации, ретранслируемой через спутник на абонентские приёмные терминалы. Для спутника связи и вещания этот показатель определяется количеством установленных на нём транспондеров (спутниковых каналов связи), которые работают в определённом частотном диапазоне (С-, Ku-, Ka- и др.). Каждый частотный диапазон обладает своей пропускной способностью. Для того, что бы можно было сравнивать информационную произ-

водительность космических аппаратов с разными наборами транспондеров, был применён метод эквивалентного сопоставления.

За единицу пропускной способности S -эквивалентного транспондера (ед. $S_{\text{экв}}$) берётся средняя пропускная способность одного транспондера в S -диапазоне (4 – 8 ГГц). Пропускная способность транспондера в Ku -диапазоне (12 – 18 ГГц) по оценочным данным примерно в 8 раз выше пропускной способности транспондера

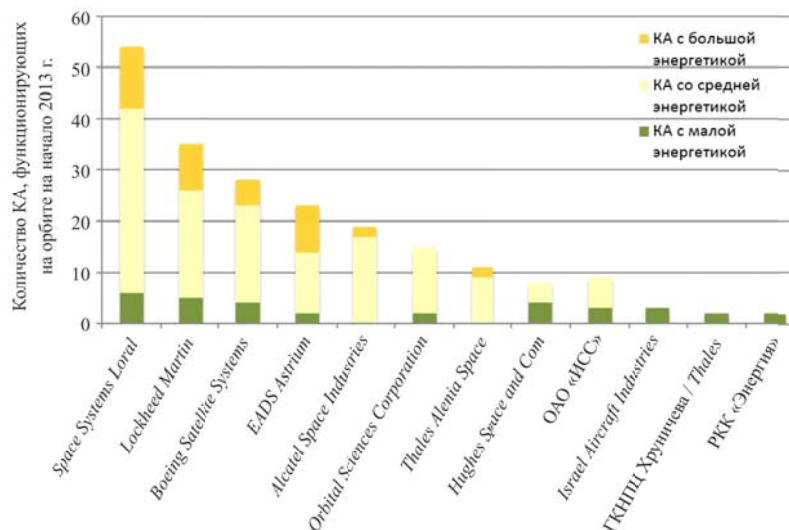


Рис. 1. Распределение КА связи и вещания, функционирующих на орбите на начало 2013 г.

в S -диапазоне и принимается за 8 единиц S -эквивалентного транспондера. Пропускная способность транспондера в Ka -диапазоне (18 – 40 ГГц) ориентировочно в 12 раз больше пропускной способности Ku -диапазонного транспондера и принимается за 96 единиц S -эквивалентного транспондера соответственно.

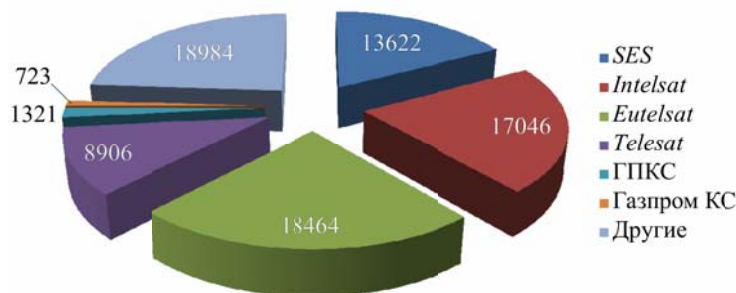


Рис. 2

Для определения общей пропускной способности спутника связи и вещания производится суммирование пропускных способностей всех транспондеров целевой аппаратуры, переведенных в S -эквивалентную пропускную способность.

На основе описанного метода был произведён подсчёт общей пропускной способности рассматриваемых спутниковых группировок. Распределение общей пропускной способности телекоммуникационных операторов спутников связи и вещания в единицах пропускной способности S -эквивалентного транспондера представлено на рис. 2.

Из полученных данных видно, что общая пропускная способность самых крупных телекоммуникационных операторов *Eutelsat*, *Intelsat*, *SES*, *Telesat* состав-

ляет 58038 ед. пропускной способности *C*-эквивалентного транспондера. Это составляет 73,4 % от общей пропускной способности всех рассматриваемых операторов. Наибольшей пропускной способностью среди операторов «большой четвёрки» обладает *Eutelsat* с общей долей 23,4 %. Суммарная доля пропускной способности операторов космической связи и вещания, не представленных на рис. 2, составляет 24 %. Доля Российских операторов по показателю суммарной пропускной способности составляет всего 2,6 % от общей пропускной способности всех рассматриваемых орбитальных группировок.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ СПУТНИКОВ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ

Оценка технического уровня рассматриваемых спутников связи и вещания проводилась по показателям энергетики КА, удельного количества транспондеров и удельной пропускной способности. В качестве интегрального показателя технического уровня спутника связи и вещания использовался показатель эффективности КА. Он характеризует максимальную производительность спутника за весь срок активного существования с учётом массоэнергетических характеристик космического аппарата.

Энергетика космического аппарата

Для оценки энергетических характеристик космических аппаратов используется показатель энерговооружённости E .

$$E = P/M, \quad (1)$$

где P – мощность, вырабатываемая системой электропитания КА в конце срока активного существования (Bm); M – стартовая масса КА ($кг$).

Пропускная способность спутника

Для оценки пропускной способности КА используется общая пропускная способность КА, выраженная в единицах пропускной способности *C*-эквивалентного транспондера, и удельная пропускная способность КА $\Phi_{уд}$

$$\Phi_{уд} = \Phi/M, \quad (2)$$

где Φ – общая пропускная способность КА в единицах пропускной способности *C*-эквивалентного транспондера (ед. $C_{эКВ}$); M – стартовая масса спутника (m).

Удельное количество транспондеров

$$Tr_{уд} = N/M, \quad (3)$$

где N – общее количество транспондеров целевой аппаратуры спутника связи и вещания (шт.), M – стартовая масса спутника ($кг$).

Эффективность спутника связи и вещания

Для оценки эффективности функционирования космического аппарата связи и вещания на орбите за весь срок активного существования используется коэффициент α .

$$\alpha = \frac{\Phi \cdot P \cdot T}{M} = \Phi \cdot E \cdot T, \quad (4)$$

где Φ – общая пропускная способность КА в единицах пропускной способности *C*-эквивалентного транспондера (ед. $C_{эКВ}$); P – мощность, вырабатываемая системой электропитания КА в конце срока активного существования (Bm); T – срок активного существования (лет); E – показатель энерговооружённости КА.

Тенденции изменения основных технических показателей, характеризующих техническое развитие КА основных производителей, формирующих орбитальные группировки рассматриваемых телекоммуникационных операторов, представлены на рис. 3 – 6.

Следует заметить, что на графиках представлены средние значения технических параметров спутников, запущенных в указанные периоды и функционирующие

шие по настоящее время. Среднее значение параметра не отражает количество спутников, выведенных на орбиту, но может описывать рыночную специализацию компании производителя. Со стороны рынка имеется устойчивый спрос на всё

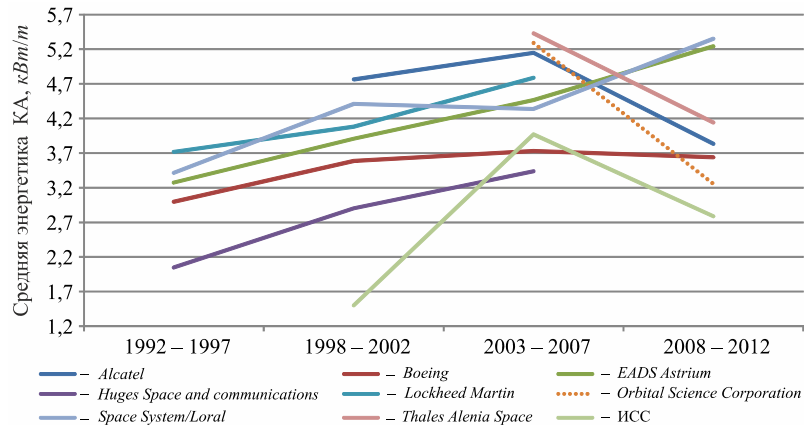


Рис. 3. Тенденции изменения средней энергии КА основных производителей спутников связи и вещания за последние 20 лет

более производительные и более энергетически мощные спутники, о чём свидетельствуют полученные результаты. Основные производители (*SS/Loral*, *EADS Astrium*, *Boeing*) активно развиваются в этом направлении, отвечая потребностям рынка, и демонстрируют уверенный рост энергетических характеристик выпускаемых спутников связи и вещания. Компании *Alcatel*, *Thales*, *Orbital Science* демонстрируют другую тенденцию. В последнее время данные производители стали выпускать спутники более легкого класса.

Основная же причина увеличения энергии и массы создаваемых спутников связи и вещания заключается в необходимости ведущим спутниковым операторам постоянно наращивать суммарные мощности орбитальных группировок для обслуживания всё более возрастающего числа абонентов.

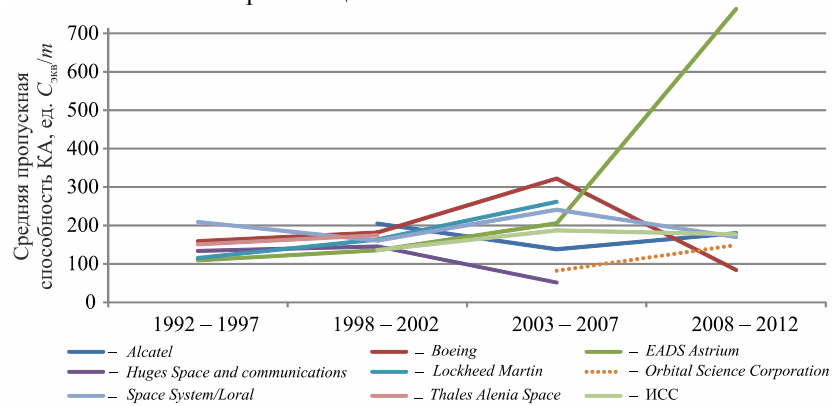


Рис. 4. Тенденции изменения средней пропускной способности КА основных производителей спутников связи и вещания за последние 20 лет

Не смотря на то, что производство и запуск менее мощных спутников, но в большем количестве (при общем равенстве пропускной способности) экономически более выгодно, конечное число доступных точек стояния КА на геостационарной орбите ограничивает общее число работающих космических аппаратов. Поэтому крупным спутниковым операторам приходится заказывать у лидеров мирового спутникостроения производство больших, технически сложных и высокопроизводительных спутников связи и вещания.

Высокие средние значения показателей пропускной способности космических аппаратов производства компаний *Boeing* и *EADS Astrium* в основном обеспечиваются высокопроизводительными спутниками *Anik F2* (24 *C*-, 32 *Ku*-, 45 *Ka*- транспондеров) и *KA-SAT* (82 *Ka*- транспондера) соответственно. Но если для *Boeing* это

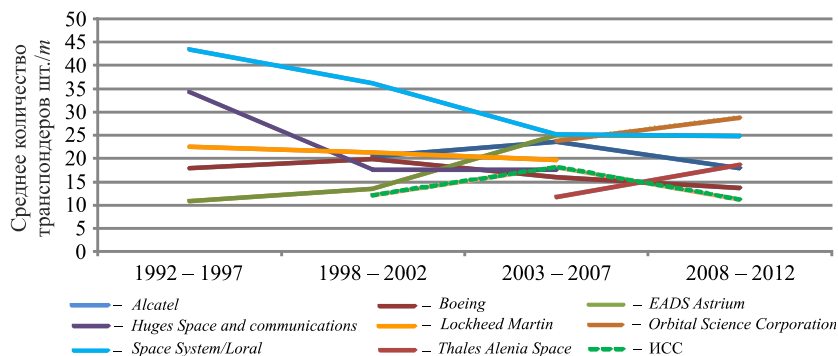


Рис. 5. Тенденции изменения среднего количества транспондеров на 1 м КА основных производителей спутников связи и вещания за последние 20 лет

был единичный опыт построения спутника с транспондерами в *Ka*-диапазоне, то *EADS Astrium* активно развивает это направление и до 2014 года планирует изготовить ещё 4 спутника с *Ka*-диапазонными ретрансляторами *ASTRA 5B*, *ASTRA 2E* для *SES* и КА *Экспресс-AM4R* и *Экспресс-AM7* для ГПКС. Стоит отметить, что ГПКС не выбрало в качестве исполнителей контракта на создание КА *Экспресс-AM4R* и *Экспресс-AM7* Открытое акционерное общество «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнёва» (ОАО «ИСС»), аргументируя это тем, что стоимость производства спутников у иностранных компаний объективно ниже, а так же тем, что ОАО «ИСС» часто не выдерживает установленные сроки изготовления КА. Поскольку на создание спутников привлекаются как пра-

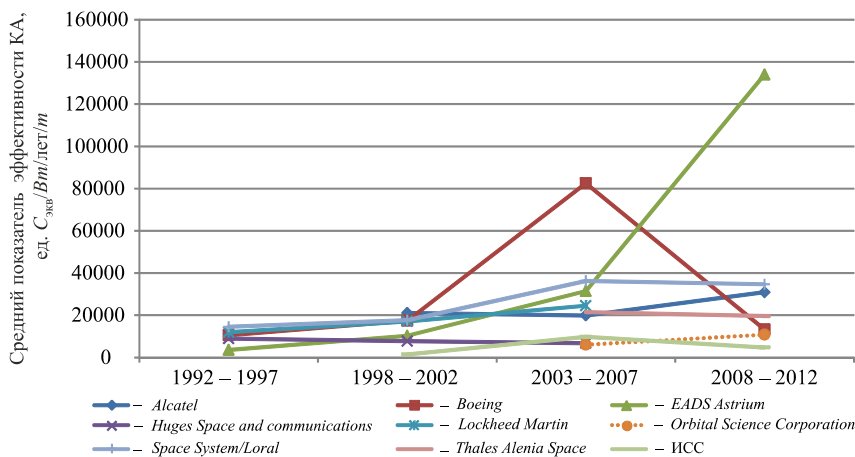


Рис. 6. Тенденции изменения среднего показателя эффективности КА основных производителей спутников связи и вещания за последние 20 лет

вило кредитные средства, то эти обстоятельства являются решающими при выборе изготовителей космических аппаратов.

Если рассмотреть как эволюционировала целевая аппаратура спутников связи и вещания, то наглядным примером являются пути развития двух крупнейших производителей спутников *SS Loral* и *EADS Astrium*. Каждая из этих компаний раз-

вивалась в своём направлении. *SS Loral* снижало среднее количество спутниковых каналов связи на своих космических аппаратах при сохранении общей пропускной способности спутников. Это говорит о том, что транспондеры устанавливались всё более мощные, и их нужно было меньшее количество для обеспечения необходимой пропускной способности КА. *EADS Astrium* изначально шло по пути наращивания пропускной способности своих спутников для обеспечения всё возрастающего спроса на космические услуги в Европе. Это потребовало увеличения числа транспондеров и энергетики производимых космических аппаратов.

Примечательно, что в последние 5 лет компании *EADS Astrium* и *SS Loral* вышли на одинаковые показатели среднего количества транспондеров на 1 м. Из этого можно сделать вывод, что удельное количество транспондеров в 25 шт./м является оптимальным для современного спутника связи и вещания.

Из полученных и представленных на рис. 6 результатов анализа видно, что наибольшими показателями эффективности обладают космические аппараты связи и вещания производства *Boeing* и *EADS Astrium*. Высокие средние значения данного параметра у космических аппаратов этих производителей в основном обеспечиваются высокими показателями пропускной способности современных спутников *Anik F2* и *KA-SAT*. Существенно более низкой эффективностью из рассматриваемых спутников, функционирующих сейчас на орбите, обладают КА производства ОАО «ИСС». Это связано с тем, что у отечественных спутников значительно более малый срок активного существования и низкопроизводительная целевая аппаратура.

Показатели энергетики космической платформы «Экспресс» компании ОАО «ИСС» за последние 10 лет увеличились незначительно. Значения удельного количества транспондеров и удельной пропускной способности остаются на уровне 2003 года. Фактически, на данный момент можно говорить о незначительных темпах технического развития спутников производства ОАО «ИСС».

В ближайшие годы эффективность спутников связи и вещания отечественного производителя должна вырасти, так как новые спутники серии «Экспресс» будут оснащаться высокопроизводительной целевой аппаратурой производства *EADS Astrium*, *Thales* и *MDA*, а срок их активного существования планируют довести до среднемирового уровня в 15 лет.

Также стоит упомянуть, что данные спутники будут на 90% построены из комплектующих иностранного производства. Фактически, на сегодняшний момент стоит говорить о том, что у российского космического спутникоостроения очень высокая степень импортозависимости. Это обстоятельство может крайне негативно повлиять на развитие отечественной космической отрасли в случае напряжённой внешнеполитической обстановки.

На сегодняшний момент компания ОАО «ИСС», производя свои спутники связи и вещания, демонстрирует темпы наращивания их технических характеристик, сопоставимые с лидирующими зарубежными конкурентами. Однако имеется существенная проблема – запаздывание по времени. Образовался 10 летний разрыв в технических параметрах созданных в последнее время КА относительно иностранных аналогов. На сегодняшний момент это обстоятельство не позволяет ОАО «ИСС» догнать признанных лидеров отрасли – *SS/Loral*, *EADS Astrium*, *Boeing*. Для преодоления образовавшегося технологического разрыва ОАО «ИСС» необходимо увеличить темпы инновационного развития компании для улучшения показателей конкурентоспособности создаваемых КА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спутниковые системы связи и вещания. М.: Радиотехника, 2005.
2. Бартеев В. А. Спутниковая связь и вещание: справочник. М.: Спутниковые системы, 2006.

3. Б о л ь ш о в а Г. Н., Н е в д я е в Л. М. Спутниковая связь в России. Сети. М.: Спутниковая связь, 2009.
4. Б а т и с т И. И. Современные системы телевидения. Новосибирск: изд-во НГТУ, 2007.