

## МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ РЫНКА КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ КОНТРАКТОВ

© 2017

*Д.Ю. Иванов*, доктор экономических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Организация производства»  
*Е.К. Беляева*, аспирант кафедры «Экономика»

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара (Россия)*

**Ключевые слова:** анализ рынка; информационная асимметрия; информационная симметрия; модели принятия решений; оптимальный контракт; рынок космической промышленности; рынок космических услуг; теория контрактов.

**Аннотация:** Космическая отрасль является неотъемлемой частью мировой экономики и науки. Ввиду привлекательности космического рынка не только для государства, но и для коммерческого сектора, происходит постоянная разработка новых космических технологий, появление различных товаров и услуг, что способствует усилению отраслевой конкуренции как на мировом, так и на национальном и межрегиональном уровнях. На рынке космической продукции заказчик на стадиях поиска исполнителя и заключения с ним контракта сталкивается с рядом проблем. Одной из них является сокрытие исполнителем информации о качестве производимой продукции или предоставляемой услуге в стремлении к собственной выгоде. В теории контрактов эта информация является типом исполнителя. Проблема, порождаемая информационной асимметрией, может решаться при помощи разработки такого контракта, который содержит механизм выявления типа исполнителя. На данный момент отсутствует экономико-математический аппарат для решения задачи нахождения оптимального контракта между участниками рынка космической продукции.

В работе проведен анализ современного мирового рынка космической продукции и услуг, оценены позиции России в мировой космической отрасли, определено состояние каждого сегмента рынка, его участники и их характеристики. На основе теории контрактов разработана модель взаимодействия участников рынка космических услуг на примере оператора цифрового телевидения и компаний, предоставляющих пусковые услуги, в условиях симметричной и асимметричной информации. Меню контрактов составлено таким образом, что исполнители того или иного типа сами должны выбрать предназначенный для них контракт, иначе их выгода от сделки уменьшается.

В результате проведенного исследования для данной системы определены оптимальные структуры контрактов (стоимость запуска и количество запусков). Разработанная модель позволяет согласовать экономические интересы участников рынка космических услуг и повысить эффективность их взаимодействия.

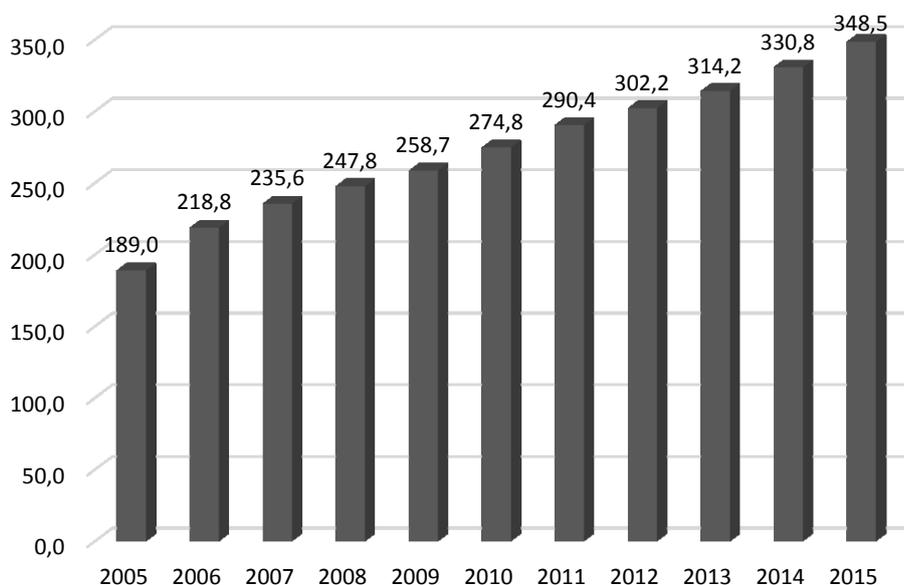
### ВВЕДЕНИЕ

Ракетно-космическая промышленность относится к числу наиболее развитых отраслей российского производства. В последние пять лет космическая отрасль России развивается недостаточными темпами. Ее лидерство заметно только в производстве и запуске ракет-носителей. В сфере производства космических аппаратов в 2015 году Россия занимала долю в 11 % на мировом рынке, что является низким показателем для мировой космической державы [1, с. 21].

Конкуренция в различных сегментах рынка ракетно-космической промышленности достаточно высока. Все большую роль на рынке в Европе и США стали играть коммерческие предприятия, разрабатывающие новые решения как в сегменте производства космических аппаратов, так и в сегменте пусковых услуг и производстве ракет-носителей. Ввиду очевидной тенденции к увеличению игроков на рынке ракетно-космической техники, особенно актуальными становятся вопросы экономических взаимоотношений заказчиков и исполнителей в различных сегментах рынка. Особенно важно рассмотрение этого взаимодействия в условиях асимметричной информации, когда тип исполнителя неизвестен заказчику, и нужно разработать такую стратегию, которая принесла бы ему максимальную прибыль. Для решения этого вопроса актуальна разработка модели взаимодействия участников рынка космических услуг на основе теории контрактов.

Анализ рынка ракетно-космической промышленности проведен на основании показателей, характеризующих современное состояние каждого сегмента рынка. В работе использована структура рынка, представленная в статье Д.Ю. Макаровой и Е.Ю. Хрусталева [1, с. 13]. Примечательным является тот факт, что в России не проводится ежегодное исследование и оценка рынка ракетно-космической промышленности, соответственно, минимальную информацию можно получить, к примеру, из отчетов Роскосмоса. В США же существует несколько организаций, применяющих различные подходы к оценке мировой космической индустрии, например Ассоциация спутниковой индустрии (Satellite Industry Association (SIA)), Space Foundation и др. Аналитики SIA проводят оценку мирового космического рынка по четырем сегментам: «услуги спутниковой связи» (мобильная и фиксированная спутниковая связь, управление космическими полетами, телерадиовещание, дистанционное зондирование), «производство наземного оборудования» (сетевое оборудование, оборудование для конечных потребителей и GPS), «производство спутников» и «услуги по запуску спутников» (производство ракет-носителей и пусковые услуги).

Модель взаимодействия участников рынка космических услуг базируется на работах Б. Салани [2]. Решение рассматриваемой задачи выполняется для двух случаев, а именно для случая симметричной и асимметричной информации. Параметры для задачи подобраны



*Рис. 1. Объем мирового космического рынка (государственный и коммерческий сектора) с 2005 по 2015 год, млрд долл. [8, с. 7]*

так, чтобы выполнялось условие Спенса – Миррлиса, также известное как «условие однократного пересечения». Нахождение оптимального контракта между участниками рынка в условиях асимметричной информации основано на исследованиях Дж. Акерлофа [3].

Под понятием «мировой космический рынок» стоит понимать совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих друг с другом национальных рынков отдельных государств, на которых осуществляются производство, распределение, обмен и потребление космической продукции (работ, услуг) [4, с. 43]. Космическим товаром могут быть товар или услуга, являющиеся результатом космической деятельности или нацеленные на осуществление космической деятельности в космическом пространстве или на Земле [5, с. 106].

Можно выделить следующие сегменты рынка космической продукции по товарам и услугам: производство космических аппаратов; производство наземного оборудования; предоставление услуг по запуску космических аппаратов и транспортировке космонавтов; производство ракет-носителей; предоставление потребительских услуг с использованием космических средств [6, с. 42]. По типу заказчика рынок космической продукции можно разделить на государственный и коммерческий [7, с. 800].

Объем мирового ракетно-космического рынка с годами стабильно растет, что свидетельствует о важности и выгоды для стран вложений средств в космическую деятельность (рис. 1). Можно предположить, что в долгосрочной перспективе объемы мирового космического рынка продолжают нарастать [8, с. 7].

Наиболее популярным сектором, по данным отчета State of Satellite Industry Report, является предоставление услуг спутниковой связи, причем лидер данного сектора – телевидение (97,8 млрд долл.), что объясняется растущей востребованностью HD-каналов [9, с. 71]. В 2015 году было запущено 202 спутника. Большинство спутников (54 %) было запущено с целью наблюдения за Землей (коммерческий сектор) [10].

Целью статьи является анализ мирового космического рынка, а также разработка модели взаимодействия участников рынка космических услуг на основе теории контрактов в условиях симметричной и асимметричной информации.

## АНАЛИЗ МИРОВОГО И РОССИЙСКОГО КОСМИЧЕСКОГО РЫНКА

### 1. Производство космических аппаратов

Основные предприятия, конкурирующие в сегменте производства космических аппаратов, представлены в таблице 1. Доля китайского предприятия CASC преобладает среди других основных конкурентов в сегменте производства космических аппаратов. Тем не менее среди конкурентов представлены три российских предприятия.

*Таблица 1. Доли рынка основных фирм-игроков в сегменте производства космических аппаратов в 2014 году [11]*

Предприятие	Доля рынка, %
CASC (КНР)	9,01
ИСС имени академика М.Ф. Решетнева (РФ)	6,44
РКК «Энергия» (РФ)	4,29
Airbus Group (EADS) (ЕС)	3,43
Boeing (США)	3,00
АО «РКЦ "Прогресс"» (РФ)	2,15
Lockheed Martin (США)	2,15
ISRO (Индия)	1,72
JAXA (Япония)	1,29
Mitsubishi Electric (Япония)	0,86
ВПК «НПО машиностроения» (РФ)	0,43
НПО им. Лавочкина (РФ)	0,43

В 2015 году доля России на мировом рынке производства космических аппаратов составила 11 % [10]. В 2014 г. доля оценивалась в 12 %, соответственно, несмотря на планируемый в государственной программе космической деятельности на 2013–2020 годы рост доли на мировом рынке до 16 %, пока что она не показывает положительной тенденции [12, с. 22]. И если по части космических платформ уровень российского производства относительно приемлем, то с электронно-компонентной базой ситуация более сложная: доля электронных компонентов иностранного производства в российских космических аппаратах достигает 90 % [13]. Доля российских спутников в общем числе запущенных спутников мала – всего 2 % (таблица 2). Количество функционирующих космических аппаратов по странам представлено в таблице 3.

**Таблица 2.** Доля запущенных спутников по стране-производителю [13]

Страна-производитель	Доля запущенных спутников
США	60 %
ЕС	25 %
Китай	5 %
Япония	4 %
Россия	2 %
Другие	4 %

**Таблица 3.** Количество функционирующих космических аппаратов на конец 2015 года по странам [10]

Страна	Количество функционирующих космических аппаратов
США	556
Китай	175
Россия	142
Международные организации	106
Япония	68
Европейское космическое агентство (ЕКА)	35
Индия	35
Великобритания	31
Германия	21
Франция	20
Италия	12
Другие страны	229

Назначением большинства российских спутников в 2014 году являлись навигация (41) и военная связь (32), в меньшинстве же спутники, целью которых является развитие технологий (5), а спутников для исследования космоса на орбите не представлено. Для сравнения: назначением большинства спутников США являлись связь (269) и развитие технологий (57), исследованием космоса же занимаются 57 спутников [10].

**2. Производство наземного оборудования**

В России имеется пять космодромов: Плесецк, Байконур (арендован у Казахстана), Капустин Яр, Ясный

и Восточный. Космодром Байконур является первым и крупнейшим космодромом в мире. На космодроме имеется 9 типов стартовых комплексов, а также 15 установок для запусков ракет-носителей и 4 пусковые установки для испытаний межконтинентальных баллистических ракет. В 2015 году с космодрома было запущено 18 ракет-носителей [12, с. 23].

**3. Предоставление услуг по запуску космических аппаратов и транспортировке космонавтов, производство ракет-носителей**

Это единственный сектор, в котором Россия занимает лидирующие позиции. В 2015 году Россия осуществила 26 запусков ракет-носителей, получив долю в 30 % на рынке пусковых услуг (таблица 4).

**Таблица 4.** Число запусков по странам в 2015 году [8, с. 19]

Страна	Число запусков
Россия	26
США	20
Китай	19
ЕС	19
Индия	5
Япония	4
Иран	1

Основным конкурентным преимуществом России в рассматриваемом сегменте рынка является сравнительно низкая стоимость вывода полезной нагрузки в космос. Рыночная стоимость доставки максимальной полезной нагрузки на низкую опорную орбиту (НОО) с помощью российских ракет составляет \$6,3–8,9 тыс./кг, американских – \$12,5–18,8 тыс./кг, европейских – \$11,0–13,6 тыс./кг, китайских – \$8,1–10,8 тыс./кг. Рыночная стоимость доставки грузов на геопереходную орбиту (ГПО) уже меньше различается между странами и составляет примерно \$21–27 тыс./кг у России и \$21–32 тыс./кг у США [13].

Основными конкурентами на рынке пусковых услуг являются такие компании, как “Arianespace” (Франция, РН тяжелого класса “Ariane 5”), ILS (Россия, США) (РН «Протон-М») с рыночными долями 46,3 и 33,7 % соответственно. Также можно назвать компании “Sea Launch” (Россия, РН «Зенит-3SL»), «Международные космические услуги» (Россия, РН «Зенит-3SLБ»), “China Wall Industri Corp.” (Китай, РН “CZ-3”), “SpaceX” (США, РН “Falcon 9”) и другие с долями не более 5 % [14, с. 195].

Предложение компаний, предоставляющих пусковые услуги, значительно превышает имеющийся на рынке спрос. Возможности компаний позволяют осуществление порядка 60 запусков в год, тогда как спрос составляет 20–23 запуска в год. Несмотря на такую ситуацию, создаются новые ракеты-носители, поэтому конкуренция в данном сегменте будет только расти.

Список российских эксплуатируемых ракет-носителей представлен в таблице 5. Также разрабатываются ракеты-носители «Таймыр» (сверхлегкий класс) и «Сункар» (средний класс).

Таблица 5. Российские эксплуатируемые ракеты-носители

Наименование ракеты-носителя	Класс ракеты-носителя	Масса полезной нагрузки
«Рокот», «Космос-3М», «Стрела», «Ангара-1.1»	Легкий	От 1 до 2 тонн
«Союз», «Союз-2», «Днепр», «Ангара-1.2»	Средний	От 2 до 10 тонн
«Протон-К», «Ангара-А3»	Тяжелый	От 10 до 20 тонн
«Протон-М», «Ангара-А5»	Сверхтяжелый	От 20 до 50 тонн

4. Предоставление потребительских услуг с использованием космических средств

В данном сегменте целесообразно рассматривать три направления: связь и телевидение, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), навигация.

Объем рынка платного телевидения составляет 59,4 млрд руб. По итогам 2015 года количество абонентов платного телевидения в России составляло 39,5 млн – это четвертый по величине показатель в сравнении с другими странами мира. Примечательно, что по доходам Россия заняла лишь 21-е место среди прочих стран [14, с. 198]. Стоимость кабельного телевидения в России сравнительно низкая. Главной проблемой остается тот факт, что аппаратура используется зарубежная.

Что касается дистанционного зондирования Земли, то доля России в данном сегменте в конце 2015 года составляет меньше 5 % [8, с. 27]. Это объясняется неразвитым коммерческим сектором, малым количеством целевых спутников в орбитальной группировке (всего 5 спутников, для сравнения: у Китая – 24, Европы – 28, США – 17 [8, с. 28]).

Доля России в секторе навигации на 2015 год составляла 24 % [1, с. 21]. На данный момент в России действует одна из глобальных систем (вторая – в США). Тем не менее имеется проблема коммерциализации навигационных данных в связи с неразвитым массовым производством приборов, принимающих сигнал.

**МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ РЫНКА КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ КОНТРАКТОВ**

Так как до сих пор отсутствует экономико-математический аппарат для решения задачи нахождения оптимального контракта между участниками рынка космической продукции, особенно актуальна разработка модели взаимодействия участников рынка космических услуг.

Зачастую при экономическом взаимодействии заказчика (принципала) и исполнителей (агентов) возникает ситуация, когда принципал не обладает определенной информацией, которая доступна только агенту [15, с. 5]. Эта информация является типом агента. Под типом агента может подразумеваться, к примеру, качество продаваемого им товара или его отношение к покупаемому товару. В таком случае агент получает возможность сообщить принципалу ложную информацию и выдать себя за другой тип для того, чтобы получить более выгодный контракт (например, выдать себя за компанию с более высокой надежностью ракеты-носителя с целью получения большего заказа и за большую сумму). Соответственно, задачей принципала становится выявление типа агента и предложение оптимального контракта (в частности, такого, чтобы агенту было невыгодно выдавать себя за другой тип). Понятно, что контракт в таком случае должен зависеть от типа агента [16, с. 5].

Для выполнения такой задачи обратимся к теории контрактов. В отличие от основных утверждений теории общего равновесия типа «если выполнены предположения о симметрии информации, совершенстве конкуренции и полноте контрактов и рынков, равновесие эффективно», теория контрактов объясняет, что будет, если эти предположения не выполнены [17, с. 8].

Рассмотрим следующую задачу. Предположим, оператор цифрового телевидения нанимает две компании, предоставляющие пусковые услуги. Издержки на запуск  $t$  спутников характеризуются квадратичной функцией  $c = \frac{t^2}{r}, (c(0) = c'(0) = 0, c', c'' > 0)$  [15, с. 5; 17, с. 81].

Компании различаются показателем надежности ракеты-носителя  $\theta$ , характеризующим долю удачных запусков спутников. Всего есть два типа агентов:  $\theta_1$  и  $\theta_2$ , при этом  $\theta_1 > \theta_2 > \theta_1$ . Доля компании по представлению пусковых услуг с надежностью  $\theta_2$  равна  $\pi$ . Компании с низкой надежностью ракеты-носителя может быть выгодно проявить себя компанией с более высоким показателем надежности, при этом компания увеличивает свою полезность и уменьшает полезность (прибыль) оператора цифрового телевидения [18, с. 56]. Оператор цифрового телевидения предлагает компании, предоставляющей пусковые услуги, контракт в виде  $(t, w)$ , где  $t$  – количество запущенных спутников;  $w$  – стоимость контракта.

Рассмотрим случай симметричной информационной структуры, то есть когда заказчику известна надежность ракеты-носителя, с которым работают компании, предоставляющие пусковые услуги. Задачами заказчика в этом случае выступают формирование модели выбора стратегий в зависимости от надежности компаний, а также определение оптимального контракта вида  $(t, w)$ , максимизирующего прибыль оператора цифрового телевидения.

Задача максимизации прибыли заказчика выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \gamma t - w \rightarrow \max \\ w - \theta \frac{t^2}{r} \geq 0 \\ t \leq t^{\max} \end{cases}$$

где  $\gamma$  – прибыль с одного запущенного спутника.

Прибыль заказчика тем больше, чем больше прибыль, получаемая с запущенных спутников, и чем меньше стоимость контракта на осуществление пусковых услуг. Очевидным выступает ограничение, что величина контракта, предлагаемого оператором цифрового телевидения, не должна превышать затрат компании по предоставлению пусковых услуг. Последнее ограниче-

ние означает, что количество запусков ограничивается производственными возможностями компании.

Ограничение в оптимуме выполняется как равенство, и поэтому достаточно решить задачу  $\gamma t - \theta \frac{t^2}{r} \rightarrow \max$

и положить  $w = \theta \frac{t^2}{r}$ .

Максимум функции прибыли достигается при выполнении условия первого порядка [19, с. 38]. Соответственно, для нахождения оптимального контракта при-

равняем первую производную нулю  $\frac{\partial(\gamma t - \theta \frac{t^2}{r})}{\partial t} = 0$

и получим

$$t^* = \frac{\gamma r}{2\theta};$$

$$w^* = \frac{\gamma^2 r}{4\theta}.$$

Если говорить именно о взаимодействии оператора цифрового телевидения и компаний, предоставляющих пусковые услуги, то одной из составляющих затрат компаний является страхование запуска космического аппарата. Соответственно, размер страховки включается в стоимость контракта. Страховой тариф зависит от надежности ракеты-носителя. В дальнейшем исследовании планируется учесть страховой тариф в рассматриваемой модели взаимодействия участников рынка пусковых услуг.

Теперь обратимся к случаю асимметричной информационной структуры. Задача заказчика будет выглядеть следующим образом [20, с. 121]:

$$\pi(\gamma t_1 - w_1) + (1 - \pi)(\gamma t_2 - w_2) \rightarrow \max; \quad (1)$$

$$w_1 - \theta_1 \frac{t_1^2}{r} \geq 0; \quad (2)$$

$$w_2 - \theta_2 \frac{t_2^2}{r} \geq 0; \quad (3)$$

$$w_1 - \theta_1 \frac{t_1^2}{r} \geq w_2 - \theta_1 \frac{t_2^2}{r}; \quad (4)$$

$$w_2 - \theta_2 \frac{t_2^2}{r} \geq w_1 - \theta_2 \frac{t_1^2}{r}. \quad (5)$$

Ограничения (2), (3) имеют название *individual rationality* и обуславливают тот факт, что компаниям, осуществляющим пусковые услуги, невыгодно выходить из игры, а ограничения (4), (5) – *incentive compatibility* – что компании с определенной надежностью невыгодно выдавать себя за другой тип. Данные ограничения позволяют однозначно найти оптимальный контракт [21, с. 71].

Сложив ограничения (4) и (5), в результате получим, что

$$(\theta_1 - \theta_2) \left( \frac{t_1^2}{r} - \frac{t_2^2}{r} \right) \leq 0. \quad (6)$$

Из неравенства (6) следует, что  $t_1 \leq t_2$ , то есть компании с меньшей надежностью в оптимуме запускают меньше спутников.

Стоимость контрактов  $w_1$  и  $w_2$  может быть найдена из ограничений, а оптимальный уровень производства  $t_1$  и  $t_2$  определяется как результат максимизации прибыли [22, с. 58].

Получаем, что ограничения (3) и (4) не ограничивают, а (2) и (5) выполняются в оптимуме как равенства. Находим стоимость контрактов для обоих типов агентов:

$$w_1 = \theta_1 \frac{t_1^2}{r}; \quad (7)$$

$$w_2 = \theta_2 \frac{t_2^2}{r} + \theta_1 \frac{t_1^2}{r} - \theta_2 \frac{t_1^2}{r}. \quad (8)$$

Подставив (7) и (8) в максимизационную функцию (1), получаем

$$\pi(\gamma t_1 - \theta_1 \frac{t_1^2}{r}) + (1 - \pi)(\gamma t_2 - \theta_2 \frac{t_2^2}{r} - \theta_1 \frac{t_1^2}{r} + \theta_2 \frac{t_1^2}{r}) \rightarrow \max_{t_1, t_2}.$$

Продифференцировав функцию по  $t_1$  и  $t_2$  и сформулировав условия первого порядка для этой задачи, получим равенства, из которых далее найдем оптимальное количество спутников [23, с. 1133]:

$$\pi(\gamma - \frac{2\theta_1 t_1}{r}) + (1 - \pi)(\frac{2t_1}{r}(\theta_2 - \theta_1)) = 0;$$

$$(1 - \pi)(\gamma - \frac{2\theta_2 t_2}{r}) = 0.$$

Очевидно, что доля компании  $\pi$  не может быть больше единицы. Она не может быть и равна единице, так как рассматривается ситуация с двумя агентами. В равенстве для второго типа агента приравняем вторую скобку к нулю. Решая оба полученных равенства, получаем оптимальное количество спутников для первого и второго типа компаний:

$$t_1 = \frac{\pi \gamma r}{2(\pi \theta_2 - \theta_2 - \theta_1)}, t_1 < t_1^*;$$

$$t_2 = \frac{\gamma r}{2\theta_2}, t_2 = t_2^*.$$

Таким образом, получено оптимальное меню контрактов: компания с большим показателем надежности получает эффективное количество заказов запуска, с низким – получает количество товара ниже оптимального, причем разница между оптимальным и реально получаемым количеством запусков для низкого типа тем больше, чем больше  $(1 - \pi)$  – вес типа выше данного.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Наиболее сильная конкуренция на рынке ракетно-космической промышленности наблюдается в таких направлениях выявленных сегментов рынка, как связь, дистанционное зондирование Земли, пусковые услуги, производство ракет-носителей. Конкурентное преимущество России наблюдается в сфере предоставления пусковых услуг, производства ракет-носителей: цена на пусковые услуги сравнительно невысока. Однако проблемой является прогрессирующая статистика аварийных запусков, в результате чего тарифы на страхование запусков российских ракет-носителей растут, конкурентоспособность услуг снижается.

Разработанная модель имеет несколько направлений для совершенствования. Во-первых, при рассмотрении именно рынка пусковых услуг целесообразно учесть в модели страховой тариф. Во-вторых, количество потенциально запускаемых спутников ограничено не только производственными возможностями компании, но и спросом, что также стоит в дальнейшем учесть. Рассмотренная модель включает только два агента, в более усложненном варианте должен будет рассматриваться континуум типов агентов.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- Макарова Д.Ю., Хрусталёв Е.Ю. Концептуальный анализ мирового и российского ракетно-космических производств и рынков // *Экономический анализ: теория и практика*. 2015. № 28. С. 11–27.
- Salanie B. *The economics of contracts: a primer*. London: MIT Press, 1997. 224 p.
- Akerlof G.A. The market for “lemons”: quality uncertainty and the market mechanism // *The Quarterly journal of economics*. 1970. Vol. 84. P. 488–500.
- Давыдов В.А. Прогнозирование объемов финансирования космической отрасли и основные макроэкономические показатели развития экономики // *Оборонная техника*. 2012. № 9. С. 43–49.
- Галькевич И.А. Обзор телекоммуникационного рынка геостационарных спутников связи и вещания // *Космонавтика и ракетостроение*. 2014. № 3. С. 103–111.
- Хрусталёв Е.Ю., Макаров Ю.Н. Основы экономического анализа космической деятельности России // *Экономический анализ: теория и практика*. 2011. № 29. С. 41–47.
- Чернявский Г.М. Космическая деятельность в России: проблемы и перспективы // *Вестник Российской академии наук*. 2013. Т. 83. № 9. С. 799–807.
- 2016 SIA State of Satellite Industry Report. USA: SIA Publishes, 2016. 33 p.
- Чуб Е.А. Коммерческая космическая деятельность США: современное состояние, возможности и ограничения // *Горизонты экономики*. 2014. № 2. С. 71–72.
- Годовой отчет государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» за 2015 год. М.: Роскосмос, 2016. 41 с.
- Годовой отчет акционерного общества «Ракетно-космический центр «Прогресс» (АО «РКЦ «Прогресс») за 2014 год. Самара: Прогресс, 2014. 140 с.
- Стратегическая программа исследований национальной космической технологической платформы: протокол от 22.01.2015. М.: МАИ, 2015. 307 с.

- Терентьев И., Соколов А., Волкова О. Россия проигрывает космическую гонку Китаю // *Электронный журнал РБК*. 2014. № 6.
- Телекоммуникационный рынок России 2014–2019 г. Рынок платного ТВ: аналитический отчет. М.: iKS-Consulting, 2016. 358 с.
- Бремзен А., Гуриев С. Конспекты лекций по теории контрактов. М.: РЭШ, 2006. 66 с.
- Головань С., Гуриев С., Макрушин А. Теория контрактов. Сборник задач с решениями. М.: РЭШ, 2005. 45 с.
- Юдкевич М.М., Подколзина Е.А., Рябинина А.Ю. Основы теории контрактов: модели и задачи. М.: ГУ ВШЭ, 2002. 352 с.
- Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: Синтез, 2005. 584 с.
- Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. М.: Наука, 1981. 255 с.
- Меньшиков И.С. Теория игр и экономическое моделирование. М.: МЗ Пресс, 2006. 234 с.
- Bolton P., Dewatripont M. *Contract theory*. London: MIT Press, 2004. 744 p.
- Baker G., Gibbons R., Murphy K.J. Relational contracts and the theory of the firm // *The Quarterly journal of economics*. 2002. Vol. 117. № 1. P. 39–84.
- Baker G., Gibbons R., Murphy K.J. Subjective performance measures in optimal incentive contracts // *The Quarterly journal of economics*. 1994. Vol. 109. № 4. P. 1125–1156.

**REFERENCES**

- Makarova D.Yu., Khrustalev E.Yu. A conceptual analysis of the world and Russian rocket and space industries and markets. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika*, 2015, no. 28, pp. 11–27.
- Salanie B. *The economics of contracts: a primer*. London, MIT Press Publ., 1997. 224 p.
- Akerlof G.A. The market for “lemons”: quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly journal of economics*, 1970, vol. 84, pp. 488–500.
- Davydov V.A. Forecasting of space sector financing volumes and the main macroeconomic indicators of economic development. *Oboronnaya tekhnika*, 2012, no. 9, pp. 43–49.
- Galkevich I.A. Overview of the telecommunications market of geostationary communications and broadcasting satellites. *Kosmonavtika i raketostroenie*, 2014, no. 3, pp. 103–111.
- Khrustalev E.Yu., Makarov Yu.N. Basics of Russian space market economic analysis. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika*, 2011, no. 29, pp. 41–47.
- Chernyavskiy G.M. Space activities in Russia: problems and prospects. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*, 2013, vol. 83, no. 9, pp. 799–807.
- 2016 SIA State of Satellite Industry Report. USA, SIA Publ., 2016. 33 p.
- Chub E.A. Commercial space activities in USA: current situation, possibilities and limitations. *Gorizonty ekonomiki*, 2014, no. 2, pp. 71–72.
- Godovoy otchet gosudarstvennoy korporatsii po kosmicheskoy deyatelnosti “Roskosmos” za 2015 god [Annual report of the state corporation on space activities

- “Roskosmos” for 2015]. Moscow, Roskosmos Publ., 2016. 41 p.
11. *Godovoy otchet aktsionernogo obshchestva “Raketno-kosmicheskiy tsentr “Progress”” (AO “RKTs “Progress””) za 2014 god* [Annual report of the joint-stock company “Rocket and Space Center “Progress”” (JSC “RSC “Progress”) for 2014]. Samara, Progress Publ., 2014. 140 p.
  12. *Strategicheskaya programma issledovaniy natsionalnoy kosmicheskoy tekhnologicheskoy platformy: protokol ot 22.01.2015* [Strategic research program of the national space technology platform: from 22.01.2015 Protocol No. 4]. Moscow, MAI Publ., 2015. 307 p.
  13. Terentev I., Sokolov A., Volkova O. Russia loses to China in space race. *Elektronnyy zhurnal RBK*, 2014, no. 6.
  14. *Telekommunikatsionnyy rynek Rossii 2014–2019 g. Rynek platnogo TV: analiticheskiy otchet* [Telecommunication market of Russia 2014–2019. Pay TV market: analytical report]. Moscow, iKS-Consulting Publ., 2016. 358 p.
  15. Bremzen A., Guriev S. *Konspekty lektsiy po teorii kontraktov* [Summaries of lectures on the theory of contracts]. Moscow, RESh Publ., 2006. 66 p.
  16. Golovan S., Guriev S., Makrushin A. *Teoriya kontraktov. Sbornik zadach s resheniyami* [Contract theory: collection of tasks with solutions]. Moscow, RESh Publ., 2005. 45 p.
  17. Yudkevich M.M., Podkolzina E.A., Ryabinina A.Yu. *Osnovy teorii kontraktov: modeli zadachi* [Contract theory basics: models and tasks]. Moscow, GU VShE Publ., 2002. 352 p.
  18. Novikov D.A. *Teoriya upravleniya organizatsionnymi sistemami* [Theory of management of organizational systems]. Moscow, Sinteg Publ., 2005. 584 p.
  19. Burkov V.N., Kondratev V.V. *Mekhanizmy funktsionirovaniya organizatsionnykh sistem* [Mechanisms of organizational systems management]. Moscow, Nauka Publ., 1981. 255 p.
  20. Menshikov I.S. *Teoriya igr i ekonomicheskoe modelirovanie* [Theory of games and economic behavior]. Moscow, MZ Press Publ., 2006. 234 p.
  21. Bolton P., Dewatripont M. *Contract theory*. London, MIT Press Publ., 2004. 744 p.
  22. Baker G., Gibbons R., Murphy K.J. Relational contracts and the theory of the firm. *The Quarterly journal of economics*, 2002, vol. 117, no. 1, pp. 39–84.
  23. Baker G., Gibbons R., Murphy K.J. Subjective performance measures in optimal incentive contracts. *The Quarterly journal of economics*, 1994, vol. 109, no. 4, pp. 1125–1156.

#### THE MODEL OF INTERACTION OF SPACE SERVICES MARKET PARTICIPANTS BASED ON THE CONTRACT THEORY

© 2017

**D.Yu. Ivanov**, Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head of Chair “Management of organization”  
**E.K. Belyaeva**, postgraduate student of Chair “Economics”  
*S.P. Korolev Samara National Research University, Samara (Russia)*

**Keywords:** market analysis; information asymmetry; information symmetry; decision making model; optimal contract; space industry market; space services market; contract theory.

**Abstract:** The space industry is an integral part of the global economy and science. Due to the space market attractiveness both for the state and the commercial sector, new space technologies are being constantly developed, various goods and services appear that naturally promote the industrial competitiveness improvement at the world and the national and interregional levels as well. In the space products market, a customer, while searching for a performer and concluding a contract with him, faces a number of issues. One of them is the hiding of the information about the quality of a product or service provided by the performer in his pursuance of self-interest. Within the contract theory, this information is the type of a performer. The problem caused by the information asymmetry can be solved by developing such a contract that involves the mechanism of identification of the performer type. Currently, there is no any economic and mathematical mechanism to solve the task of identifying the optimal contract between the space market participants.

The paper analyzes the modern global market of space products and services, evaluates the position of Russia within the global space industry, and specifies the state of each market segment, its participants, and their characteristics. Based on the contract theory, the authors developed the model of interaction of the space services market participants on the example of an operator of digital television and the companies providing launch services in the conditions of symmetrical and asymmetrical information. Contract menu is developed in such a way that the performers of one or another type should select themselves the contract intended for them, otherwise, their benefit will reduce.

In the result of the study, the authors identified the contract structures optimal for this system (cost per launch and the number of launches). The developed model allows harmonizing the economic interests of the space services market participants and improving the efficiency of their interaction.