Вестник ЦЭМИ РАН. 2018-2023

ISSN 2658--3887

URL - <http://cemi.jes.su>

Все права защищены

Выпуск 2 Том 1. 2018

Подходы к оценке потребности в ресурсах для инновационной модернизации наукоемких производств на основе модели жизненного цикла (на примере ракетно-космической промышленности)

Славянов Андрей Станиславович

*Центральный экономико-математический институт РАН
Российская Федерация, Москва, Нахимовский проспект, 47*

Аннотация

Анализ состояния наукоемких предприятий дает основание сделать вывод, что ресурсы, направляемые на модернизацию производства расходуются не рационально. Причиной тому можно считать игнорирование характерных особенностей стадий жизненного цикла предприятия и выпускаемой им продукции. На примере предприятий ракетно-космической промышленности разработаны рекомендации по формированию инвестиционной стратегии на основе модели жизненного цикла.

Ключевые слова: жизненный цикл, освоение новых видов продукции, модернизация производства, инвестиции, производственные издержки.

Дата публикации: 13.12.2018

Ссылка для цитирования:

Славянов А. С. Подходы к оценке потребности в ресурсах для инновационной модернизации наукоемких производств на основе модели жизненного цикла (на примере ракетно-космической промышленности) // Вестник ЦЭМИ РАН. – 2018. – Т. 1. – Выпуск 2. URL: <https://cemi.jes.su/s111111110000131-7-1/>. DOI: 10.33276/S0000131-7-1

1 Введение.

2 Слабая восприимчивость отечественной экономики к различного рода новшествам привлекала повышенное внимание органов власти к этой проблеме еще в эпоху плановой экономики. Несмотря на высокий уровень научных исследований в фундаментальных науках, успехи в реализации стратегических проектов в энергетике, космонавтике, авиации, приблизиться к решению проблемы масштабного внедрения новой техники и материалов в народном хозяйстве административно-командными методами не удалось. Рыночные реформы еще больше отдалили решение этой важной проблемы, а попытки стимулировать инновационную активность повышенным финансированием исследовательских организаций и промышленных предприятий привели к росту затрат и снижению эффективности экономики

3 Проблема состояла в том, что желание руководства любыми средствами повысить технический уровень производства и конкурентоспособность отечественной промышленности, не всегда находило поддержку на предприятиях, находящихся на разных технических уровнях. Особенно ярко эта проблема проявляется в таких наукоемких отраслях, как ракетно-космическая и авиационная промышленность. Выход на лидирующие позиции мирового космического рынка [1] и авиации был возможен благодаря организации инновационной продукции на вновь построенных предприятиях, оснащенных передовым по тем временам оборудованием и укомплектованных высококвалифицированными кадрами [2], т.е. жизненные циклы предприятия и выпускаемой на тот момент продукции (самолеты, ракеты, космические корабли, спутники и т.п.) практически совпадали.

4 **Жизненный цикл продукции** и ракетно-космической техники (РКТ) в частности, можно представить как проект, в котором наблюдается совокупность последовательно сменяемых стадии – исследований, разработок, освоения. Примем, что период времени, когда РКТ приносит обществу пользу, называется жизненным циклом техники. Понятно, что в зависимости от вида техники – ракеты носители, космические аппараты, оборудование, которым они комплектуются и т.п., жизненный цикл будет меняться. Наименьший период полезного существования у космических аппаратов (КА), а также у приборов и другого бортового оборудования. Наиболее продолжительный период у наземных комплексов, предназначенных для запуска космических ракет.

5 На начальных этапах жизненного цикла РКТ проводятся научно исследовательские и опытно-конструкторские и технологические работы, происходит освоение в производстве новой технологии или продукции. В процессе освоения закупается новое оборудование, изготавливается новая технологическая оснастка и инструмент, обучается персонал. На начальных стадиях жизненного цикла происходит наиболее значительное вложение капитала (инвестиции).

6 После успешного завершения начальных стадий жизненного цикла происходит коммерциализация результатов проведенных НИОКР. Предприятие начинает получать максимальные доходы от реализации своей продукции, инвестиции направляются на расширение производства РКТ. Со временем интерес

к изделию снижается на фоне появления новых видов продуктов в том же сегменте рынка и здесь можно наблюдать стадию спада. Моральное старение выпускаемой продукции вынуждает разработчиков РКТ искать возможности для выпуска на рынок техники нового поколения. На этой стадии жизненного цикла наблюдается высокая потребность в инвестициях для разработки и освоения новых видов продукции и технологий.

7 На рис. 1 представлена смена модификаций и поколений ракетно-космической техники тяжелой ракеты-носителя.

8

Рис. 1. Космические пуски тяжелых ракет-носителей.

9 На графике (рис. 1) видно начало производства тяжелой РН Протон-К, которую сменяет его новая модификация Протон-М. Первый запуск РН Протон-К состоялся в 1965 г., работы по ее проектированию начались в 1961 г., таким образом, первый этап жизненного цикла составил около пяти лет. Работы по модернизации РН начались после прекращения производства Протон-К, а первый полет практически новой Протон-М состоялся в 2004 г. Была изменена конструкция ракеты, система управления, двигатели, топливо и другие элементы, однако проблема использования высокотоксичного топлива осталась нерешенной. Новое поколение РН семейства «Ангара» начали разрабатывать еще в 1995 г., а первый запуск был осуществлен только через 19 лет. Затягивание первого этапа привело к значительному удорожанию проекта и его моральному старению. Перспективные в 90-е годы двигатели, которыми оснащена РН «Ангара» используют топливо на основе керосина и жидкий кислород. В настоящее время за рубежом ведутся разработки ракетных двигателей, использующих в качестве топлива жидкий метан. предполагается, что такое техническое решение значительно уменьшает нагрузку на двигатели и системы РН, что открывает перспективы многократного использования ступеней ракеты.

10 Можно отметить, что только на третьем этапе жизненного цикла инноваций, предприятие получает прибыль, а на первых двух – вкладывает

капитал в разработку и освоение новой РКТ. Проблема повышения эффективности инновационного процесса будет заключаться в сокращении длительности первых двух этапов и увеличения продолжительности третьего. Увеличение длительности третьего этапа жизненного цикла РКТ можно добиться постоянным совершенствованием технологии производства и модернизацией техники, особенно сложных изделий.

¹¹ Сокращение времени выполнения начальных этапов жизненного цикла РКТ обеспечивается организационно-техническими мероприятиями:

- автоматизация процессов разработки конструкторской и технологической документации;
- комплексный анализ технологичности продукции на всех этапах ее разработки;
- унификация конструкторско-технологических решений, типизация технологических процессов;
- использование современных информационных технологий при планировании и управлении инновационными процессами;
- кооперация с отечественными и иностранными инженерно-исследовательскими организациями, фирмами;
- приобретение результатов научных исследований и лицензий на использование изобретений, полезных моделей, промышленных образцов.

¹² **Жизненный цикл предприятия.**

¹³ В теории организации под жизненным циклом обычно понимается процесс предсказуемых изменений с определенной последовательностью состояний в течение времени [3]. Заметим, что жизненный цикл РКТ и жизненный цикл организации (предприятия) находятся в достаточно тесной взаимосвязи. Несоответствие стадий жизненного цикла предприятия и технического уровня выпускаемой продукции приводит к снижению эффективности как прямых, так и косвенных затрат. Особое значение имеет это соотношение к производству ракетно-космической техники, включая космические аппараты, наземную технику и комплектующие для ее производства. Попытки наладить выпуск новой РКТ на старом, давно не модернизированном оборудовании приводит не только к повышенным затратам, затягиванию сроков освоения, но и к росту аварийности. Существующие подходы к исследованию жизненного цикла предприятия основаны как правило на анализе дохода или прибыли, получаемой от производства продукции.

¹⁴ Для исследования больше подойдет модель жизненного цикла предприятия, основанная не на доходе, а на издержках при производстве РКТ в долгосрочном периоде, которые зависят от жизненного цикла конкретной модели выпускаемой продукции.

¹⁵ Если рассматривать жизненный цикл РКТ с точки зрения изменения издержек на ее изготовление, то можно отметить, что на стадии освоения новой продукции затраты материалов, рабочего времени, энергии будут значительно превышать нормативные (рис. 1), связанные отладкой технологии, обучением персонала и т.п.

Рис. 1. Жизненный цикл выпускаемой продукции (1 – стадия освоения; 2 – расширения; 3 – зрелости; 4 – упадка)

17 Со временем проблемы, связанные с освоением новой продукции, будут решены, что отразится на ее себестоимости. Расширение выпуска (2 на рис. 2) приведет к эффекту масштаба, что позволит еще больше сократить средние издержки предприятия, однако дальнейшее увеличение выпуска в соответствии с законом убывающей производительности неизбежно приведет к обратному эффекту (4 на рис. 2). Выпуск устаревшей продукции станет с каждым днем все менее выгоден, и в конечном счете убытки вынудят предприятие остановить производство. Издержки предприятия в долгосрочном периоде будут складываться из издержек на производство каждого нового вида РКТ или ее модификации (рис. 2).

Рис. 2. Модель жизненного цикла фирмы, основанная на издержках фирмы в долгосрочном периоде

19 На рис. 2 кривая издержек фирмы в долгосрочном периоде формируется как огибающая краткосрочных средних общих издержек производства ($ATC1... - ATCi ... ATCn$) [4], которые могут соответствовать жизненному циклу определенной продукции, освоенной на предприятии или новой технологии.

20 Можно выделить четыре характерные фазы жизненного цикла с позиций теории издержек фирмы: один – начальная стадия жизненного цикла, два -

соответствует стадии развития, три – стадии зрелости, четыре – стадии упадка фирмы. Начальная стадия характеризуется повышенными затратами, связанными с освоением новой продукции, происходит отладка технологий, производственные мощности загружены пока недостаточно, вследствие чего средние издержки находятся на достаточно высоком уровне [5].

21 Многие отечественные предприятия РКП в настоящий момент находятся на стадии упадка и не в состоянии наладить выпуск современной РКТ, способной конкурировать на мировом рынке. К таким предприятиям относится лидер отечественного ракетостроения «Центр Хруничева», который является на данный момент одним из самых проблемных предприятий ГК РОСКОСМОС. На рис. 3 показана динамика затрат предприятия и выпуск РКТ.

22

Рис. 3. Потребляемая электроэнергия и выпуск основной продукции на ГК МНПЦ им. М. В. Хруничева за 2012-2014 г. г.

23 Потребление электроэнергии является одним из составляющих элементов себестоимости производства и ее важным индикатором [6]. Как видно из графика (рис. 3), потребление электроэнергии стабилизировалось на уровне 150 млн. квт-ч., в то время как выпуск основной продукции (РН Протон-М) снизился более, чем в 2 раза. Анализ дает основание для вывода, что предприятие находится на завершающей стадии своего жизненного цикла. Наблюдается рост затрат при снижении выпуска продукции, средние издержки растут, что соответствует стадии упадка (рис. 2). Поддержка предприятия в виде займов не принесла положительного результата, убытки «Центра им. М. В. Хруничева» имеют тенденцию к росту (рис.4).

Рис. 4 Убытки «Центра им. М. В. Хруничева» 2014-2017 г.г.

²⁵ Как видно из графика на рис. 4, за период с 2014 г., убытки выросли с 18,7 млрд руб. до 34 млрд. руб. (рост на 81,7%). Кредиты предприятию выдавались различными коммерческими банками, которые претендуют на участки земли, которые были внесены в качестве залога по обеспечению кредитов. В 2018 г. планируется вывести из предприятия более двухсот производственных и лабораторных зданий и сооружений, в высвободившиеся участки земли предполагается передать застройщикам жилых зданий в Филевской пойме.

²⁶ «Центр Хруничева испытывает серьезные проблемы с изготовлением не только ракет-носителей, но и другой продукции. До сих пор не прошел испытания по причине заводского брака лабораторный модуль МКС «Наука», который был собран еще в 2012г. Моральное устаревание так необходимого для развития отечественной пилотируемой программы модуля уже ставит под сомнение его запуск и эксплуатацию в составе МКС.

²⁷ Другое стратегическое предприятие, входящее в систему ГК Роскосмоса - РКК "Энергия" им. С.П. Королева находится на стадии зрелости, о чем свидетельствует ее финансовое состояние и стабильный рост доходов от профильной деятельности (рис. 5).

Рис. 5. Доходы от космической деятельности РКК "Энергия" им. С.П. Королева за 2013-2017 г.г.

Снижение доходов обусловлено колебаниями курсов валют и ограничениями в поставках комплектующих из индустриально развитых стран Европы, США, Японии и Украины. В 2016 г. негативный тренд удалось переломить и в настоящий момент наблюдается стабилизация ситуации, что говорит о наступлении стадии зрелости предприятия.

Несоответствие стадий жизненного цикла предприятия и выпускаемой им продукции приводит к проблемам в производстве, финансах и качестве выпускаемой продукции [7]. На основе модели жизненного цикла предприятия разработана модель инвестиционного цикла, которая показывает потребность в инвестициях в зависимости от стадии жизненного цикла предприятия (рис. 6).

Рис. 6. Модель инвестиционного цикла

На рис. 6 цифрами обозначены 1 – стадия освоения (начальная стадия); 2 – развитие; 3 – зрелости; 4 – упадка.

Рекомендации.

С помощью модели (рис. 6) разработаны рекомендации для формирования инвестиционной стратегии предприятия. На начальной стадии потребность в инвестициях низкая, так как предприятие уже построено и оснащено для выпуска

определенного вида РКТ. Привлечение новых инвестиций в модернизацию нового производственного аппарата нецелесообразно. На стадии развития потребность в инвестициях возрастает, так как средства необходимы для расширения производства, внедрение новых технологий на вновь открываемых участках. На стадии зрелости инвестиции направляются на исследования и разработки, закупку технологических лицензий, модернизация модельного ряда

³⁵ Своего максимума потребность в инвестициях достигает на предприятиях, находящихся в состоянии упадка. Средства нужны на реконструкцию предприятия с полной заменой базовых технологий.

³⁶ Игнорирование этого обстоятельства приводит к снижению эффективности производства и сокращению срока активного существования предприятия в экономической системе.

³⁷ Переход на выпуск новой РН «Протон-М» в начале 2000-х г. г. без соответствующей модернизации производства мог стать причиной возникновения проблем на предприятии. Для вывода ведущего предприятия космической отрасли из кризисной ситуации необходимо осуществить мероприятия по подготовке производства к выпуску РКТ нового поколения. Реконструкцию предприятия невозможно осуществить без привлечения значительного объема инвестиций, которые должны быть направлены на обновление производственного аппарата, научной и экспериментальной базы, повышение квалификации кадров. Производство и персонал должен быть подготовлен к разработке и выпуску ракеты-носителя нового поколения, двигатели которой рассчитаны на экологическое топливо – метан и водород. Такое решение позволяет не только снизить вред окружающей среде и риски для персонала, но и нагрузку на двигатель и другие элементы РН, которые в дальнейшем можно будет многократно использовать.

³⁸ Многократное использование космических кораблей, ракет-носителей – это новая тенденция в развитии РКТ, которая в дальнейшем будет доминировать в космической деятельности. Несмотря на то, что восстановление и техническое обслуживание для повторного использования РКТ, побывавшей в космосе стоит в настоящее время достаточно дорого, но в дальнейшем возможно снижение затрат вследствие использования новых материалов и технических решений.

³⁹ Анализ модели жизненного цикла показывает, что переход на выпуск РКТ нового поколения на предприятии с полностью обновленным производственным аппаратом будет наиболее эффективным вариантом государственных инвестиций в космическую деятельность.

Библиография:

1. Анфимов Н.А., Ерёменко А.А. Государственное управление ракетно-космической промышленностью // Космонавтика и ракетостроение. 2012. № 1 (66). С. 5-11.

2. Соболев А.А. Как выживает авиационная промышленность в конкурентной борьбе / В сборнике: Взгляд поколения XXI века на будущее цифровой экономики сборник статей преподавателей IX Международной научно-практической конференции "Современная экономика: концепции и модели инновационного развития". 2018. С. 529-533.
3. Мильнер Б.З. Теория организации [Текст] / Б.З. Мильнер. ? М. : ИНФРА-М, 2000. ? 480 с.
4. Турчихина Г.С. Фирма в условиях совершенной конкуренции. Экономическая теория (микроэкономика) [Текст] / Г.С. Турчихина, Т.И. Себекина. ? Брянск : Изд-во Брянского госуд. инженерно-технол. ун-та, 2015. ? С. 155-175
5. Славянов А. С. Жизненный цикл как основа формирования инновационной и инвестиционной стратегии предприятия // Аудит и финансовый анализ, 2017 .- № 2 .- С. 308 – 314.
6. Ивановская А.В., Андреев Р.Н. Совершенствование методики распределения косвенных затрат на электроэнергию // Научное обозрение. 2017. № 16. С. 54-58.
7. Славянов А. С. Инвестиционная стратегия фирмы в рамках волновой стратегии жизненного цикла // Проблемы теории и практики управления. 2017. № 7. С. 136-142.

APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF NEEDS IN RESOURCES FOR INNOVATIVE MODERNIZATION OF HIGH-TECH INDUSTRIES BASED ON LIFE CYCLE MODEL (ON THE EXAMPLE OF THE AEROSPACE INDUSTRY)

Andrey Slavyanov

CEMI RAS

Russian Federation, Moscow, Nachimovky prospect 47

Abstract

The analysis of the state of high technology enterprises gives grounds to conclude that the resources spent on the modernization of production are not being spent rationally. The reason for this can be considered ignoring the characteristic features of the stages of the life cycle of the enterprise and the products it produces. On the example of enterprises of the rocket and space industry, recommendations have been developed on the formation of an investment strategy based on the life-cycle model.

Keywords: life cycle, development of new types of products, modernization of production, investments, production costs.

Date of publication: 13.12.2018

Citation link:

Slavyanov A. APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF NEEDS IN RESOURCES FOR INNOVATIVE MODERNIZATION OF HIGH-TECH INDUSTRIES BASED ON LIFE CYCLE MODEL (ON THE EXAMPLE OF THE AEROSPACE INDUSTRY) // Herald of CEMI. – 2018. – V. 1. – Issue 2. URL: <https://cemi.jes.su/s11111110000131-7-1/>. DOI: 10.33276/S0000131-7-1