

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ НИОКР В ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ

© 2017 Е.П. Фомин, Н.Е. Фомина, А.Р. Салькина\*

**Ключевые слова:** инновации, НИОКР, управление, промышленность, предпринимательство.

Представлены результаты изучения проблем управления исследованиями и разработками в инновационном цикле промышленности. На основе актуализированных структуры, содержания и экономических параметров процесса НИОКР разработан метод экономического планирования этапов НИОКР в инновационном проекте.

Поступательный рост объема инвестиций в фундаментальные и прикладные исследования и разработки свидетельствует об осознании всевозрастающей роли инноваций в формировании конкурентоспособности национальной промышленности. Среднегодовой в 2000-2015 гг. рост объема капиталовложений в НИОКР в Российской Федерации составлял 14,7%, достигнув в 2015 г. абсолютной величины 722,2 млрд руб. На фоне роста объемов инвестиций в НИОКР наблюдается и институциональная трансформация сектора исследований и разработок (выводы по исследованию тенденций в период 2000-2015 гг.<sup>1</sup>: возросло участие вузов в инновационной деятельности (+15%); снизилась роль специализированных НИИ (-25%); увеличилась роль государства и его институтов в реализации проектов НИОКР (+7%); произошел рост участия внутренних научных подразделений промышленности в инновационных процессах (+2%)). Объективны структурные изменения состава субъектов, процессов взаимодействия и экономики НИОКР, что в научной плоскости определяет актуальность ревизии подходов к управлению НИОКР в инновационных процессах промышленности.

Авторами были рассмотрены академические представления о структуре процессов НИОКР с учетом институциональной трансформации субъектов производства и финансирования работ на отдельных этапах, отраженные в трудах ряда российских ученых: А.Н. Агафонова<sup>2</sup>, А.А. Алексеева<sup>3</sup>, В.В. Артякова<sup>4</sup>, Г.Я. Гольдштейна<sup>5</sup>, О.Н. Кухарева<sup>6</sup>,

В.И. Мухопода<sup>7</sup>, А.Г. Прилипко, К.А. Багратиони<sup>8</sup> и др. Помимо всего прочего, был изучен формализованный зарубежный опыт исследований и разработок (англ. research&development, широко известное в аббревиации R&D) в создании инновационной продукции (англ. new product development): А. Abbey<sup>9</sup>, W.J. Abernathy, J.M. Utterback<sup>10</sup>, L.S. Edelheit<sup>11</sup>, А. Griffin<sup>12</sup>, G.P. Pisano, S.C. Wheelwright<sup>13</sup>, D.G. Ullman<sup>14</sup>, K.T. Ulrich, S.D. Eppinger<sup>15</sup> и др. Проведен анализ решений, предлагаемых международными нормативными актами, регламентирующими исследования и разработки: наставление "Практический инструментарий для создания новых продуктов: экспертные технологии и эффективная практика разработки продуктов" (The PDMA handbook of new product development<sup>16</sup>); сопровождающий словарь (The PDMA Glossary for New Product Development<sup>17</sup>); стандарт "Инновационный менеджмент. Система инновационного менеджмента" (CEN/TS 16555-1:2013 "Innovation Management. Part 1: Innovation management system", 2015); стандарт серии ISO "Исследования и разработки" (03.100.40: Research and development). Рассмотрены документы, регламентирующие **национальное** правовое поле научно-технической деятельности: Гражданский кодекс РФ "Глава 38. Выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ"; Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ "О науке и государственной научно-технической политике"; ГОСТ 15.105-2001 "Система разработки и поставки продукции на производство. Порядок выполнения НИР

\* Фомин Евгений Пименович, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой налогообложения и аудита Самарского государственного экономического университета. E-mail: fomin@sseu.ru; Фомина Наталья Евгеньевна, доктор экономических наук, доцент, генеральный директор АО "ОСК". E-mail: natalia.fomina@mail.ru; Салькина Альфия Ринатовна, аспирант Самарского государственного экономического университета.

и его составных частей”; ГОСТ 15.203-2001 “Система разработки и поставки продукции на производство. Порядок выполнения ОКР по созданию изделий и его составных частей”; ГОСТ 15.110-2003 “Документация отчетная научно-техническая на научно-исследовательские работы, аванпроекты и опытно-конструкторские работы”; Приказ ФАП от 16.09.2004 № 95 “Об утверждении правил научно-технического сопровождения и приемки выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ”. По результатам анализа был сделан **вывод**: представленные научные и нормативные подходы не содержат ответа на вопрос о структуре этапов НИОКР с экономической позиции, необходимой для планирования процесса исследований и разработок в инновационной практике промышленных предприятий. Соответственно, авторы поставили **задачу** развития академических представлений об управлении инновационными процессами промышленности в части уточнения **экономических этапов** НИОКР.

В качестве **метода** исследования был выбран ретроспективный анализ, построенный на изучении реализованных инновационных проектов, включающих в себя цикл НИОКР. В рамках обследования 31 проекта были выделены этапы финансирования и подрядные работы, имеющие экономическую самостоятельность и профессиональную однородность. Исследование проектной документации было дополнено экспертными интервью с менеджерами проектов, что позволило раскрыть внутреннюю логику процессов и работ. В разработке структуры этапов авторы также руководствовались ранее сформированными (вышеприведенными) теоретическими взглядами ряда других авторов и нормативными актами. На их основе была сделана первичная (гипотетическая) структура, а также использовалась логика этапов, не противоречащих выбранной экономической позиции изучения. Позиция авторов может быть отражена **критериями и допущениями** в моделировании структуры этапов НИОКР.

1. Процесс НИОКР является частью инновационного процесса<sup>18</sup>, соответственно, его этапы согласуются с операциями разработки и внедрения нововведения (маркетинговыми, логистическими, управленческими и т.п.).

2. Объектом НИОКР выступает технологическая инновация, построенная на разработке нового продукта (продуктовое нововведение) и сопровождающей его модерниза-

ции технологии и производственного процесса (“процессная инновация”).

3. НИР, ОКР и ОТР рассматриваются как единый по совокупности и последовательности этапов процесс научно-технического воплощения инновационной идеи, что соответствует научным взглядам на взаимосвязь продуктовых и процессных инноваций - “цикл Аббернаси - Аутербек”<sup>19</sup>.

4. Этап может быть описан как однородные по профессиональному содержанию работы, допускающие передачу его в субконтрактинг (подряд) сторонним исполнителям.

5. Данный этап может быть выделен в самостоятельный контракт и имеет целостное моделирование.

6. Структура гармонизирована с правовой базой Российской Федерации: выделяемые этапы могут быть идентифицированы и привязаны к нормативно определенной последовательности разработки, сдачи и контрактного оформления проектов НИОКР.

7. Согласования не выносятся в отдельные этапы, являются управленческим процессом каждого экономического этапа (обусловленного спецификой организации бизнес-процессов конкретной организации).

В результате исследования, построенного на ретроспективном обследовании 31 проекта, и выдвинутых критериев предложена **актуальная структура экономических этапов НИОКР** в проекте технологической инновации (табл. 1).

Итак, результатом можно определить разработку структуры этапов НИОКР с позиции их **экономической** самостоятельности и профессиональной однородности. Предложенная структура может быть гармонизирована с российскими и зарубежными нормативными документами (ГОСТы, стандарты ISO).

Разработанная структура этапов в инновационном процессе является качественной характеристикой процесса НИОКР. Однако для синтеза метода планирования требуется **количественная** оценка длительности и стоимости этапов. Разумеется, авторы понимают невозможность установления абсолютных значений календарной длительности и стоимости в силу высокой вариативности параметров НИОКР различных отраслей и проектов: трудоемкость, материалоемкость, наукоемкость и т.п. В представленной выборке длительность проектов варьировалась от 3 ме-

Структура экономических этапов НИОКР в проекте технологической инновации

Этап	Содержание НИОКР
Аванпроект (Generating)	Обследование интересов заказчика (потребителя), изучение прототипов (маркетинг), технико-технологических возможностей и экономических ресурсов (факторов производства) предприятия, формализация технико-экономических и эксплуатационных характеристик перспективного изделия
ОИС	Исследование ранее сформированных промышленных образцов, прототипов. Приобретение (покупка) "стартовых" объектов интеллектуальной собственности, технологий и конструкторских решений, необходимых для реализации перспективных НИОКР
НИР	Поисковые и прикладные научно-исследовательские работы: воплощение нового научного принципа или подхода в изделии
Техническое задание	Разработка технического задания на ОКР (ОТР)
Прототипирование (Screening The Idea)	Разработка эскизного проекта (дизайна), макетирование, согласование с заказчиком эстетических и технических характеристик изделия, формирование технического проекта
Опытный образец (Beta / Marketability Tests)	Разработка рабочей конструкторской документации на изготовление опытного образца (с полной или частичной функциональностью). Изготовление опытного образца, проведение испытаний, "предпродажи" (исследование спроса)
Конструкторская документация (Idea Development and Testing)	Разработка и утверждение рабочей конструкторской документации для организации промышленного (серийного) производства изделий
Процессная инновация	Разработка технологии, логистики (состава поставщиков) сырья и комплектующих производства (процессная инновация) продукции, требований к персоналу
ТЭО (Business Analysis)	Технико-экономическое обоснование инновационного продукта в границах предложенных технико-экономических характеристик, выбранной технологии производства и эксплуатационной (ремонтной) стоимости изделия
Патентование	Оформление патентной документации и передача заявки в Роспатент
Поставка на производство (Technical Implementation)	Поставка продукции на производство: приобретение оснастки, пуско-наладочные работы, обучение персонала, формирование технологической и производственной документации
Эксплуатация (Commercialization)	Корректировка конструкторской документации по выявленным в эксплуатации недостаткам и пожеланиям потребителей (заказчиков)
Сопроводительная документация	Разработка сопроводительной документации: эксплуатационная инструкция, конструкторская и технологическая документация на проведение ремонтных работ, инструкция по утилизации

саяцев до 2 лет, а стоимость - от 638 до 37 789 тыс. руб. Исходя из этого положения, авторы видят целесообразным выявление **относительных** средних величин к общей календарной длительности проекта и общему бюджету НИОКР. Соответственно, авторы обследовали экспериментальный массив и представили **относительные средние** величины длительности и стоимости этапов НИОКР (табл. 2). Для обоснования состоятельности выдвинутых распределений представлены оценки среднеквадратичного отклонения ( $\sigma$ ), позволяющие судить о вариативности ретроспективных данных обследованных проектов.

Полярная диаграмма (рис. 1) визуализирует представленные распределения, на основе которых можно сделать **обобщенные выводы** о полученных распределениях:

- ♦ об асинхронности длительности и стоимости этапов НИОКР;

- ♦ концентрации ресурсов НИОКР (времени и финансов) на стадиях "постановки на производство" и "эксплуатации".

Представленные количественные распределения и сформулированные выводы подтверждаются аналогичными наблюдениями А.А. Алексеева<sup>20</sup>, Г.Я. Гольдштейна<sup>21</sup>, W.J. Abernathy, J.M. Utterback<sup>22</sup>, D.G. Ullman<sup>23</sup> и др.

Разработанную матрицу распределений можно рассматривать как **базу** планирования длительности и стоимости этапов, основу для синтеза метода экономического планирования НИОКР.

Для разработки метода авторы обратились к современным **теоретическим взглядам** на методы бюджетирования НИОКР, общей стоимости проекта. Академические источники (табл. 3) предлагают один подход

Таблица 2

**Результаты оценки относительных средних величин длительности и стоимости этапов НИОКР по исследованию выборки\***

Этап	Длительность		Стоимость	
	$t_i, \%$	$\sigma$	$c_i, \%$	$\sigma$
Аванпроект	8,70	0,65	0,43	0,33
ОИС	2,61	0,28	0,79	0,67
НИР	9,38	0,67	8,32	0,89
Техническое задание	2,03	0,22	0,24	0,45
Прототипирование	2,80	0,19	0,56	0,56
Опытный образец	8,41	1,23	7,17	1,89
Конструкторская документация	12,38	0,54	14,44	0,67
Процессная инновация	8,61	0,65	1,41	0,45
ТЭО	2,03	0,67	0,56	0,93
Патентование	6,48	0,22	1,41	0,11
Поставка на производство	12,28	0,89	34,53	0,78
Эксплуатация	18,28	0,92	28,91	0,88
Сопроводительная документация	6,00	0,22	1,23	0,12

\* Представлена оценка среднеквадратичного отклонения ( $\sigma$ ) средней величины ( $P$ ) в выборке.

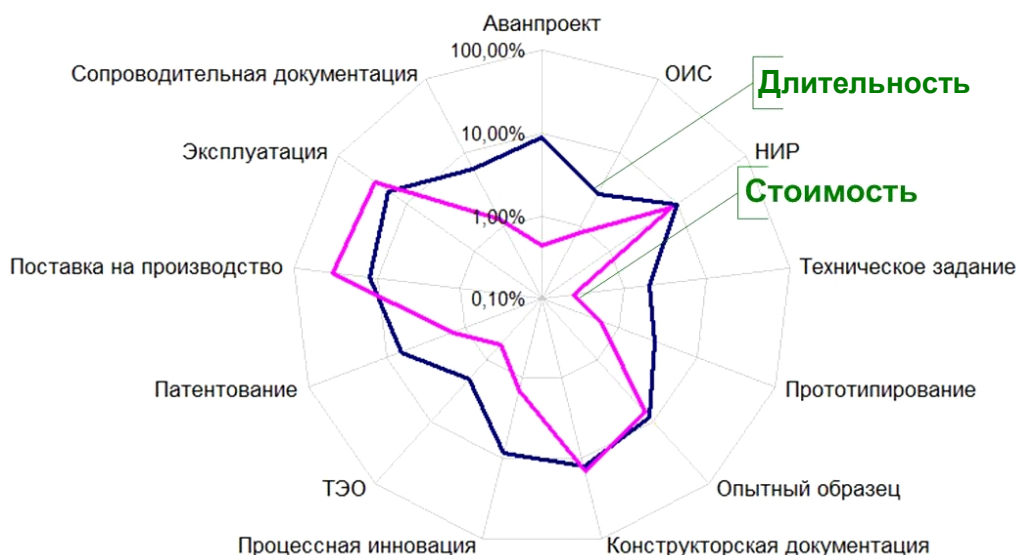


Рис. 1. Диаграмма распределения относительной длительности и стоимости этапов НИОКР (по исходным данным табл. 2)

Таблица 3

**Академические методы планирования бюджета НИОКР**

Метод	Раскрытие
Бенчмаркинг	Выявление доли затрат на НИОКР к обороту сопоставимых, конкурирующих предприятий
Ретроспективный метод	Выявление стоимости НИОКР на основе анализа ранее реализованных сопоставимых инновационных проектов предприятия
Метод постоянного отношения к прибыли	Соотнесение прибыли ранее реализованных сопоставимых инновационных проектов предприятия с соответствующими бюджетами НИОКР
Согласованный метод	Агрегирование стоимости отдельных этапов, заявленных исполнителями работ

к планированию (“снизу”) - “согласованный”, как агрегирование оценок исполнителей этапов и работ; и три подхода, построенных на ретроспективном или па-

ритетном (отрасли, рынку) принципах оценки.

При **выборе** теоретической платформы авторы исходили из анализа современной

институциональной позиции промышленности (сформулированной в работах С.В. Маркевича, Н.Е. Фоминой<sup>24</sup>; С.А. Белова<sup>25</sup>. Выраженной характеристикой развития промышленности является **глобальность конкуренции**, т.е. мировой уровень сопоставления качества, технико-экономических параметров изделий. Соответственно, планирование бюджета инновационной и научно-технической деятельности должно строиться на основе мирового конкурентного **паритета**. Именно поэтому авторами в качестве теоретической платформы создания метода был выбран подход **бенчмаркинга**, построенный на оценке доли инвестирования в НИОКР в обороте лидеров отрасли (рынка) или сложившейся средней величины. Применительно к синтезу метода планирования использование паритетной доли затрат на НИОКР позволяет оценить **общий** годовой бюджет исследований и разработок промышленного предприятия:

$$C^{R\&D} = IC \times \chi, \quad (1)$$

где  $C^{R\&D}$  - общий бюджет НИОКР проекта или предприятия, тыс. руб.;  $IC$  - бюджет продаж перспективной инновационной продукции, тыс. руб.;  $\chi$  - паритетная доля затрат на НИОКР, пропорциональная обороту инновационной продукции в рамках сопоставимых проектов и программ (перспектива), %.

Таким образом, паритетная доля затрат на НИОКР позволяет оценить плановую стоимость отдельных экономических этапов:

$$C^{R\&D}_i = C^{R\&D} \times c_i, \quad (2)$$

где  $C^{R\&D}_i$  - плановая стоимость  $i$ -го этапа НИОКР проекта или предприятия, тыс. руб.;  $C^{R\&D}$  - общий бюджет НИОКР проекта или предприятия, тыс. руб.;  $c_i$  - относительная средняя стоимость  $i$ -го этапа НИОКР, %.

В оценке **длительности** этапов НИОКР авторы исходили из следующей **предпосылки**: срок реализации НИОКР определяется потребностями заказчика или обусловлен объективными маркетинговыми требованиями (например, время появления на рынке конкурентной продукции). Таким образом, сроки НИОКР являются объективно обусловленными маркетинговыми требованиями, при которых исследователи и разработчики должны представить готовый к тиражированию, отработанный продукт. При фиксированной плановой длительности НИОКР оценка длительности этапов может быть произведена на основе следующего отношения:

$$t^{R\&D}_i = E^{R\&D} \times t_j, \quad (3)$$

где  $t^{R\&D}_i$  - плановая длительность  $i$ -го этапа НИОКР проекта или предприятия, дн.;

Таблица 4

**Итерации метода планирования этапов НИОКР**

Итерация	Содержание	
1	Оценка паритета	Применительно к глобальному рынку производится оценка средней (или лидера) доли отчислений ( $\chi$ ) на НИОКР в обороте инновационной продукции, определяемая как паритет в научно-технической сфере
2	Расчет общего бюджета НИОКР	На основании уравнения 1 применительно к ожидаемому тиражу и стоимости проектируемой продукции производится оценка общего бюджета НИОКР проекта, предприятия
3	Горизонт планирования	На основании ожиданий заказчика или рынка производится оценка горизонта выпуска на рынок серийного инновационного изделия. Горизонт задает общую длительность проекта НИОКР
4	Расчет стоимости этапов	На основании матрицы, уравнения 2 и известного общего бюджета НИОКР проекта производится расчет стоимости отдельных этапов проекта
5	Расчет длительности этапов	На основании матрицы, уравнения 3 и известной общей длительности НИОКР проекта производится расчет длительности отдельных этапов проекта
6	Последовательность и взаимосвязь этапов	На основе экспертного мнения специалистов цикла НИОКР производится логическая связка последовательности этапов. Как правило, она носит линейный характер (например, ГОСТ 15.105-2001), но отдельные этапы могут быть вынесены в параллельные процессы (рис. 2)
7	Построение диаграммы Ганта	Общая схема планирования komponуется в диаграмме Ганта (см. рис. 2), выражающей стоимость, длительность и взаимосвязь этапов НИОКР в инновационном процессе

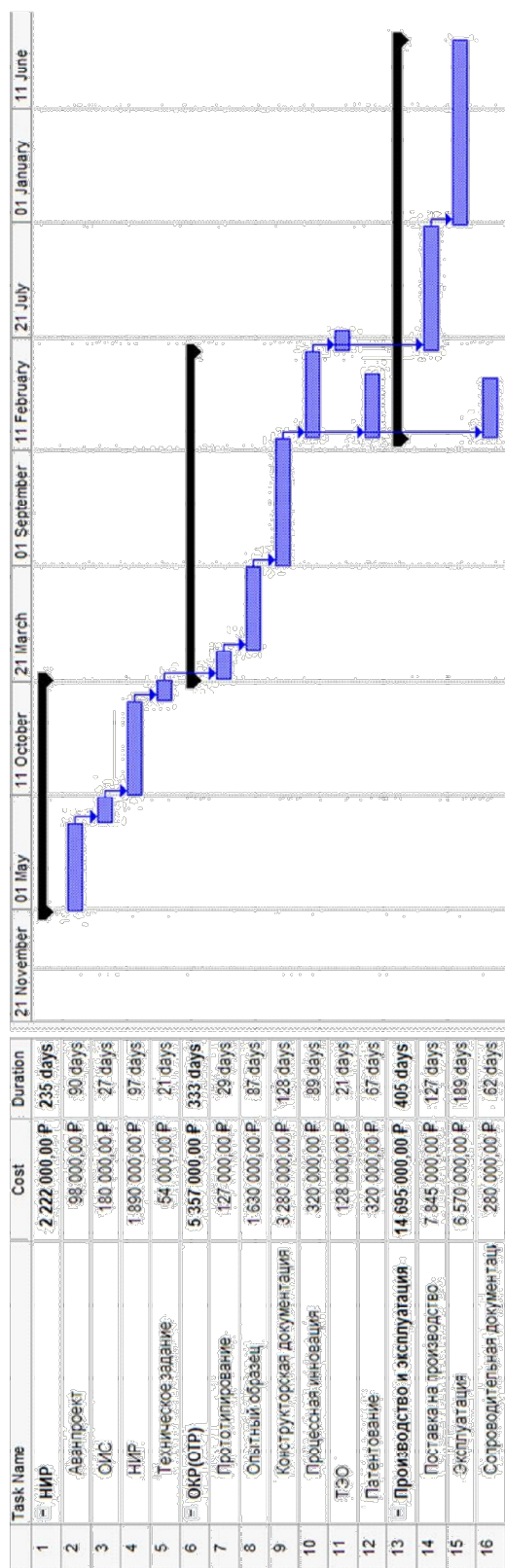


Рис. 2. Планирование длительности и стоимости проекта инновационного производства слоистых пластиков ОСК (АО) в период 2017-2019 гг. на основе матрицы распределения в формате диаграммы Ганта

$E^{R\&D}$  - общая длительность процесса

НИОКР проекта, дн.;  $t_j$  - относительная средняя длительность  $i$ -го этапа НИОКР, %.

Таким образом, представленные эконометрические отношения позволили перейти к разработке **метода экономического планирования** этапов НИОКР. Результат синтеза метода представлен как итерационная последовательность в табл. 4.

Диаграмма Ганта является традиционным инструментом планирования и управления проектами, в частности может быть применена и к проектам НИОКР. Планирование длительности и стоимости проекта инновационного производства слоистых пластиков ОСК (АО) в периоде 2017-2019 гг. на основе матрицы распределения в формате диаграммы Ганта представлено как пример, обосновывающий состоятельность разработанного метода.

Итак, представленные в публикации результаты направлены на совершенствование научных подходов к управлению инновациями в промышленности, обеспечивающих эффективность планирования научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности. В рамках работы уточнены структура, содержание и экономические параметры этапов НИОКР предприятий промышленности, которые можно рассматривать как базис для разработки методов планирования и управления инновационными проектами. Практическая направленность исследовательских результатов состоит в возможности их использования в экономическом планировании инновационных проектов. Сформированный метод планирования может быть адресован менеджерам, формирующим программы научно-технического и инновационного развития промышленных предприятий. Структура этапов НИОКР может быть предложена в рамках развития национальных ГОСТов и нормативных актов, регламентирующих инновационную деятельность промышленности.

<sup>1</sup> Россия 2015 : стат. справ. / Росстат. Москва, 2016.

<sup>2</sup> Агафонов А.Н. Модернизация системы управления при выполнении НИОКР и проведении испытаний // Инициативы XXI века. 2012. № 3. С. 6-8.

<sup>3</sup> Алексеев А.А. Инновационный менеджмент : учеб. и практикум для бакалавриата и магистратуры. Москва : Юрайт, 2016.

<sup>4</sup> *Артяков В.В., Козырева Н.М., Семенов А.С.* STAGE-GATE процесс управления НИОКР // Экономика и предпринимательство. 2014. № 11-4 (52-4). С. 606-608.

<sup>5</sup> *Гольдштейн Г.Я.* Инновационный менеджмент: учеб. пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. 132 с.

<sup>6</sup> *Кухарев О.Н., Семов И.Н., Фудина Е.В.* Организационно-экономические основы НИОКР: учеб. пособие. Пенза, 2016.

<sup>7</sup> *Мухомад В.И.* Ресурсы управления интеллектуальной собственностью при выполнении НИОКР // Патенты и лицензии. Интеллектуальные права. 2016. № 6. С. 45-48.

<sup>8</sup> *Прилипко А.Г., Багратиони К.А.* Подходы и средства для управления проектами НИОКР // Информационные технологии и вычислительные системы. 2015. № 1. С. 69-76.

<sup>9</sup> *Abbey A.* Technological Innovation: The R&D Work Environment, Ann Arbor. MI: UMI Research Press, 1982.

<sup>10</sup> *Abernathy W.J., Utterback J.M.* A Dynamic Model of Process and Product Innovation // Omega. The Int. J. of Mgmt Sci. 1975. Vol. 3, № 6.

<sup>11</sup> *Edelheit L.S.* Renewing the Corporate R&D Laboratory // Research-Technology Management. 1995. Vol. 38, № 6. P. 14-18.

<sup>12</sup> *Griffin A.* Modeling and Measuring Product Development Cycle Time Across Industries // Journal

of Engineering and Technology Management. 1997. Vol. 14, № 1. P. 1-24.

<sup>13</sup> *Pisano G.P., Wheelwright S.C.* The new logic of high-tech R&D // Harvard Business Review. 1995. Sept.-Oct. P.93-105.

<sup>14</sup> *Ullman D.G.* The Mechanical Design Process. 4th ed. Mc Graw-Hill, 2009.

<sup>15</sup> *Ulrich K.T., Eppinger S.D.* Product Design and Development. 3rd ed. McGraw-Hill, New York, 2004.

<sup>16</sup> *Kenneth B.K.* The PDMA handbook of new product development. 3rd ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2013. P. 21.

<sup>17</sup> The PDMA Glossary for New Product Development. Product Development & Management Association, 2006.

<sup>18</sup> *Алексеев А.А.* Указ. соч.

<sup>19</sup> *Abernathy W.J., Utterback J.M.* Op. cit.

<sup>20</sup> *Алексеев А.А.* Указ. соч.

<sup>21</sup> *Гольдштейн Г.Я.* Указ. соч.

<sup>22</sup> *Abernathy W.J., Utterback J.M.* Op. cit.

<sup>23</sup> *Ullman D.G.* Op. cit.

<sup>24</sup> *Маркевич С.В., Фомина Н.Е.* Глобальный контекст развития промышленности // Вопросы экономики и права. 2013. № 3. С. 14.

<sup>25</sup> *Белов С.А.* Институциональная позиция высокотехнологичной промышленности в мировом экономическом развитии // Известия Юго-Западного государственного университета. 2015. № 5 (62). С. 100-111.

*Поступила в редакцию 02.06.2017 г.*