

Параметры инновационного цикла высокотехнологического предприятия: этапы, стоимость, длительность, персонал

© 2016 Хлебников Кирилл Вячеславович
кандидат экономических наук, заместитель президента
Российская академия образования
119121, г. Москва, ул. Погодинская, д. 8
E-mail: disert888@gmail.com

Представлены исследования инновационного цикла высокотехнологического предприятия, уточнены относительная длительность и стоимость этапов. Предложен взгляд на перспективную структуру и функции персонала, реализующего инновационный цикл.

Ключевые слова: инновации, высокие технологии.

Инвестирование в человеческий капитал определяется ключевым фактором инновационного развития высокотехнологического предприятия. Именно поэтому внимание ученых, занимающихся проблемами экономики высокотехнологического сектора, сосредоточено на изучении структуры и профиля компетенций персонала, реализующего инновационный цикл. Наиболее целостные и научно значимые результаты обсуждения обозначенной проблемы можно представить как солидарную теоретическую *платформу* дискуссии о структуре, квалификации и компетенциях:

1. Выявлен рост мировой миграции, мобильности персонала, числа “удаленных” рабочих мест в цикле НИОКР. “...Рынок труда становится глобальным” (С. Протасов*)¹.

2. Lili Hu., Huan Li, Ruibo Yu.² определили перспективную “модель компетенций” персонала сектора.

3. Ш. Хохбауэр** сформулировал характеристику “гибкости” ключевых специалистов: “...создать систему управления человеческим капиталом... с акцентом на “гибкость” специалиста... ключевого требования цифровой эпохи”³.

4. Парадигма “NBIC-конвергенции” (разд. 1.2) определяет требование мультидисциплинарности знаний и компетенций специалистов цикла НИОКР⁴.

5. Р. Уразов*** сформулировал перспективные (2020) мультидисциплинарные компетенции ключевых специалистов НИОКР и основного

производства, отвечающие парадигме “Промышленность 4.0”: “сенсорика”, “программирование ARDUINO (промышленная электроника)”, “управление интегрированием смарт-заводов (в единую сеть)”, “3D конструирование”, “управление и анализ массивами данных и Data-центрами”⁵.

6. В моделях управления устойчивостью высокотехнологических предприятий акцент делается на механизмах “мотивации и стимулирования” персонала (В.О. Боос⁶; И.А. Эсаулова, И.В. Семенова⁷; J.A. Smith, R. Cordina⁸).

Вместе с тем автор отмечает недостаточный уровень исследования ряда вопросов применительно к высокотехнологическим предприятиям: нет солидарного видения профиля человеческих ресурсов; не формализована структура промышленно-производственного персонала в привязке инновационному циклу; не рассмотрены количественные распределения, функции, компетенции и типовые профессиональные позиции; не предложено объективного инвестиционного фокуса на категории персонала, занятого в НИОКР и основном производственном цикле. Соответственно, автор предлагает в настоящей публикации решение следующих задач:

1) формализовать современный инновационный цикл высокотехнологического промышленного предприятия;

2) выделить этапы цикла и оценить пропорции затрат, длительность;

3) выполнить структурный анализ персонала, реализующего инновационный цикл: выделить по категориям функции, компетенции и типовые профессиональные позиции.

Для решения поставленных задач автор провел статистический *эксперимент*, направленный на определение структуры человеческого капитала высокотехнологических инновационно-актив-

* Старший вице-президент по проектированию и разработке программного обеспечения, Acronis.

** Президент по странам Центральной и Восточной Европы, SAP SE.

*** Генеральный директор, Союз “Агентство развития профессиональных сообществ и рабочих кадров “Ворлдскиллс Россия”.

ных предприятий. Эксперимент автор построил на обобщении публичной отчетности 8 сопоставимых высокотехнологичных предприятий (и 4 глубинных интервью предприятий российского сегмента) (в периоде 2012-2014 гг.), относимых к передовому инновационному сегменту “высокоточное приборостроение” (оптика, навигационное оборудование и системы точного времени). Предприятия выборки охватывают 87,6 % (НИИ 43,2 %) глобального рынка высокоточного приборостроения, имеют пересекающуюся географию сбыта (являются прямыми конкурентами), принципы организации процессов НИОКР и промышленного производства. Сопоставимость и представительность выборки подтверждена уровнем дисперсии ($\sigma < 0,33$) для всех представленных в работе средних оценок. Обследование хозяйственной деятельности предприятий выборки позволило уточнить теоретические представления о структуре, длительности и затратах этапов, составе и профиле компетенций персонала НИОКР и производства инновационного цикла. Представим основные научные результаты исследования.

Конфигурация профиля персонала обусловлена **инновационным** процессом предприятия. Применительно к высокотехнологичному предприятию целесообразно исследовать полный жизненный цикл технологической инновации, понимаемый как инновационный⁹. **Инновационный цикл** представляет собой совокупность ин-

женерно-технологических операций промышленного предприятия по проектированию, освоению и тиражированию новой продукции (процессов). Цикл объединяет процессы НИОКР, производства и утилизации, но не включает обеспечивающие процессы рыночного взаимодействия. Такое *допущение* вполне справедливо с точки зрения рассмотрения промышленного предприятия как специализированного института, находящегося в рыночном поле квалифицированного аутсорсинга обеспечивающих операций (маркетинг, инвестиционное планирование, финансы, корпоративное управление, логистика и т.п.).

Критериями выделения этапов инновационного цикла (академическими с позиции метода “структурного анализа”) определена однородность работ, операций и реализующего их персонала, выраженность входных и выходных параметров. Выходные параметры этапа (информация, полуфабрикаты, изделия и т.п.) являются входом для последующего. Цикл *иницируется* (входные данные первого этапа - НИР) “идеями” морально нового продукта или процесса, источником которой выступают сторонние субъекты и новые знания: фундаментальные НИР, проекты “стартапов” и т.д. Только в 5 % случаев разрабатываемая в цикле НИОКР высокотехнологичного предприятия обнаруживалась как внутренняя инициатива, в большинстве случаев она формировалась заказчиком или объективным трендом развития отрасли¹⁰. С позиции рассмат-

Таблица 1. Структура последовательных этапов инновационного цикла высокотехнологичного предприятия

Обозн.	Этап	Работы
НИР	Научно-исследовательская работа	Теоретические поисковые работы, направленные на выработку нового принципа, содержания или процесса, осмысленного на уровне первичной конструкторской документации
ОКР	Опытно-конструкторские (опытно-технологические) работы	Создание опытного образца применительно к технологическим возможностям предприятия
КПП	Конструкторская подготовка	Разработка конструкторской документации (чертежей) применительно к технологическому оснащению промышленного предприятия
ТПП	Технологическая подготовка	Разработка технологического цикла производства продукции, пусконаладочные работы и приобретение оснастки
ОПП	Организационная подготовка	Формирование цепочек материального снабжения и движения материалов и комплектующих, применительно к производственному циклу
ООП	Отработка в опытном производстве	Отработка пробных, экспериментальных серий изделий, оптимизация технологического процесса выпуска новой продукции
ОСП	Освоение изделия	Внесение изменений в конструкторские и технологические параметры изделия и процесса для выхода на целевые производственные параметры предприятия
ПИР	Тиражирование	Производство и реализация продукции в основном технологическом цикле в рамках запланированной инвестиционным планом серийности изделий
ЭКС	Эксплуатация	Сервисные мероприятия по поддержанию изделия (у потребителя) в рамках заданных эксплуатационных характеристик
УТИ	Утилизация	Вывод из эксплуатации, утилизация или вторичная переработка в сырье (полуфабрикаты) отработанных (по материальному или моральному износу) изделий

риваемой перспективы автор видит целесообразным включение в цикл *завершающего* этапа “утилизации”, что значимо влияет на структуру себестоимости и профиль персонала высокотехнологичных предприятий*. Таким образом, на основании данных эксперимента автором formalizovano **10 этапов** инновационного цикла высокотехнологичного предприятия (табл. 1).

Представленный цикл позволяет выделить 2 самостоятельных экономических, технологических **“передела”**: НИОКР и тиражирование. На этапах “НИР” → “ОСП” персонал формирует инновационный продукт или процесс (передел “НИОКР”), оформляемый в структурном капитале, используемый в основном производственном процессе предприятия и имеющий самостоятельную рыночную ценность, потенциал продажи как объект ОИС. На этапах “ПИР” → “ОСП” (передел “тиражирование”) производится, реализуется и утилизируется инновационный продукт. Именно поэтому в структуре человеческого капитала, факторах производства разделяют¹¹ персонал, занятый в процессах НИОКР и производства.

Уточненная структура (табл. 1) рассматривается как основание для “экспериментальной” оценки **экономических** параметров этапов. Автором исследованы длительность и структура затрат этапов инновационного цикла высокотехнологичного предприятия, средние значения которых представлены в табл. 2. Средняя оценка определена с учетом ряда *допущений*: затраты на НИР учитываются суммарно как фонд оплаты труда, включают приобретение сторонних ОИС; не включены коммерческие расходы в силу их пропорциональности объему тиражирования; основные фонды в инновационном цикле не приобретаются (в оценку не включены процессы капиталовложений), только оснастка. Расходы, образующие себестоимость 2 экономических переделов, объединены в 3 группы: переменные - “сырье и материалы” и “фонд оплаты труда”; постоянные - “общепроизводственные”. Выделенные группы расходов и их распределение в инновационном цикле позволяют провести динамический и ресурсный анализ.

Таблица 2. Структура затрат и длительность (L, %) этапов инновационного цикла высокотехнологичного промышленного предприятия

Обозн.	L	Затраты, цикл	МС	ФОТ	ОП	
Передел "НИОКР"						
НИР	12,40	7,14		НИОКР 31,31	7,14	
ОКР	14,58	12,21	0,87		11,34	
КПП	4,95	0,99			0,99	
ТПП	7,75	7,55	4,65		2,34	0,56
ОПП	6,82	22,34	12,34		9,22	0,78
ООП	1,23	0,43	0,21		0,16	0,06
ОСП	3,24	0,23	0,03		0,12	0,08
Передел "производство"						
ПИР	47,30	47,34	11,13	Производство 28,85	27,65	
ЭКС	47,30	1,23	0,22		0,87	0,14
УТИ	1,73	0,54			0,33	0,21
Всего	100,00	100,00	29,45	60,16	10,39	

Примечание. Обозначения: структура затрат: МС - сырье и материалы (Исключены “возвратные отходы”, включены комплектующие, полуфабрикаты и услуги производственного характера сторонних субподрядчиков); ФОТ - заработная плата (в том числе отчисления на социальные нужды); ОП - общепроизводственные (включая расходы на энергию и топливо, затраты на подготовку и освоение производства (включая приобретение оснастки), общехозяйственные и прочие производственные расходы, потери от брака).

* В настоящее время в ЕС в рамках “Рамочной директивы по обращению с отходами” (2008/98/ЕС) введена ответственность производителя за утилизацию и переработку вышедшей из эксплуатации продукции. Аналогичная нормативная база формируется в настоящее время для Российской Федерации: Федеральный закон “Об отходах производства и потребления” (с изменениями на 3 июля 2016 г.).

Анализ структуры ресурсов (см. табл. 2) инновационного цикла позволяет сделать следующие обобщенные **выводы**:

1. В структуре себестоимости высокотехнологичного предприятия определяющими являются **затраты на персонал** (60,16 %), *равно* распределенные между переделами НИОКР и производства (31,31 % / 28,85 %, соответственно). Инновационный цикл

Таблица 3. Структурный анализ персонала, реализующего инновационный цикл высокотехнологического предприятия

Категория	Функции и компетенции
Руководители среднего звена	Организация и управление работами НИОКР и основного производственного цикла в рамках выделенных организационных подразделений (цех, участок, лаборатория, отдел). В перспективе - высокие требования к наличию мультидисциплинарных знаний и навыков, обеспечивающих интеграцию работ (например, промышленное программирование + мех. сборка + дизайн + контроль качества)
Руководители нижнего звена	Организация и управление работами НИОКР и основного производственного цикла в рамках выделенных организационных подразделений (участок, лаборатория, отдел). Включает непосредственное участие в выполнении НИОКР (и) или работ по технологической карте
Специалисты НИР	Научно-исследовательские и поисковые работы, направленные на разработку принципов функционирования нового изделия и (или) процесса, создание моделей и (или) макетов, демонстрирующих инновационный характер предложения
Специалисты ОКР (ОТР)	Разработка применительно к промышленному предприятию конструкторской документации, технологических карт (и т.п. документации), настройка оборудования и оснастки для производства нового изделия и (или) внедрения нового процесса
Специалисты инженерно-технологические	Подготовка оборудования (и оснастки), рабочих мест на участках основного производственного цикла в соответствии с технологической картой
Рабочие высшей квалификации	Мультипрофильные специалисты, имеющие квалификацию для производства единичных и экспериментальных изделий (комплексов)
Рабочие средней квалификации	Ограниченный набор типовых производственных операций, привязанных к оборудованию и (или) операциям технологической карты

высокотехнологичных производств является *трудоемким*, построенным на человеческом капитале.

2. Длительность и стоимость процессов НИОКР и производства сопоставима (L 50,97 % / 49,03 %, MC 50,89 % / 49,11 %, соответственно), что является выраженной *характеристикой* высокотехнологичного производства - обусловленностью перманентностью НИОКР. Вывод согласуется с концепцией технологических инноваций, известной как "Аббернаси-Уатербек"¹².

3. С позиции распределения можно выделить 3 этапа *консолидации расходов* в инновационном цикле: опытно-конструкторские (опытно-технологические) работы (12,21 %); процесс отработки в опытном производстве (22,34 %); процесс производственного тиражирования (47,34 %).

Выявленная структура и распределение в инновационном цикле затрат на персонал позволяет перейти к исследованию *категорий*, функций, компетенций высокотехнологичного предприятия. Глубинные интервью в рамках "эксперимента" позволили выполнить и представить *результаты* структурного анализа персонала, реализующего инновационный цикл высокотехнологичного предприятия (табл. 3).

Определенность с позиций функций и компетенций, выделенных категорий, объясняет и выраженную специфику распределения численности промышленно-производственного персонала высокотехнологичного предприятия в сопоставлении со средне- и низкотехнологичными секторами (табл. 4). Наиболее выраженными

Таблица 4. Сопоставление относительной численности (%) промышленно-производственного персонала предприятий по уровню технологичности

Категория	Уровень технологичности		
	Высоко-	Средне-	Низко-
Руководители среднего звена	7,32	11,23	14,76
Руководители нижнего звена	22,14	15,34	8,56
Специалисты НИР	8,43	0,24	0,12
Специалисты ОКР (ОТР)	12,34	6,68	3,54
Специалисты инженерно-технологические	9,65	4,56	17,65
Рабочие высшей квалификации	11,96	1,34	1,75
Рабочие средней квалификации	24,71	45,45	31,25
Рабочие младшей квалификации	3,45	15,16	22,37

Примечание. Средние оценки по выборке (По данным НИР "Разработка дорожной карты инвестиционного развития промышленно-производственного предприятия", выполненной "Центром инновационного развития СПбГЭУ" в 2013 г.).

отличиями высокотехнологичного сектора определяются:

1. 20,77 % специалистов высокотехнологичного предприятия заняты в процессе **НИОКР**, при незначительности собственного персонала сопоставляемых секторов.

2. Сравнительно высокие уровень численности (11,96 %) и требования к компетенциям **“рабочих высшей квалификации”**, занятых в освоении новой продукции и процессов.

3. Значительная численность и уровень участия в производственном и НИОКР процессах **“руководителей нижнего звена”** (22,14 %). Соответственно, определяются высокие требования к научно-исследовательским и инженерно-технологическим компетенциям, навыкам менеджмента.

Выделенные 3 категории персонала автор определяет как **ключевые** с позиции эффективности и результативности инновационного цикла, объекта инвестирования в целях устойчивого инновационного развития высокотехнологичного предприятия.

¹ Человек и машина: новая индустриальная революция : материалы панельной дискуссии : стенограмма. Петербургский международный экономический форум, Санкт-Петербург, 2016.

² Lili H., Huan Li, Ruibo Yu. (2011) A Competency Model of R&D Personnel in High-Tech Manufacturing Enterprises. *International Conference on Management and Service Science*, 1.

³ Человек и машина...

⁴ Roco M.C., Sims W. (2002) Bainbridge Converging Technologies for Improving Human Performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science. *NSF/DOC-sponsored report National Science Foundation*. Arlington, Virginia.

⁵ Человек и машина...

⁶ Боос В.О. Управление интеллектуальным капиталом промышленного предприятия : автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Юж.-Ур. гос. ун-т. Челябинск, 2013.

⁷ Эсаулова И.А., Семенова И.В. Проблемы и факторы саморазвития персонала высокотехнологичного предприятия // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2014. □ 15. С. 210-214.

⁸ Smith J.A., Cordina R. (2014) The role of accounting in high-technology investments. *The British Accounting Review*, vol. 46, issue 3, september, pp. 309-322.

⁹ Schuh C. et al. (2011) *The A.T. Kearney Strategy Chessboard*. USA, Illinois.

¹⁰ Белов С.А. Управление стратегическим планированием в предприятиях высокотехнологичного сектора: монография. Санкт-Петербург, 2016.

¹¹ Окрепилов В.В. Повышение качества подготовки специалистов в системе непрерывного образования // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2009. Т. 1. С. 7-9.

¹² Abernathy W.J., Utterback J.M. (1975) A Dynamic Model of Process and Product Innovation, Omega. *The Int. J of Mgmt Sci.*, vol. 3, 6.

Поступила в редакцию 06.09.2016 г.