

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНО-ТЕСТОВОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ГОТОВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В НАУКОЕМКИХ ОТРАСЛЯХ

Брутян Мурад Мурадович¹
Специалист
Центральный аэрогидродинамический институт
им. проф. Н.Е. Жуковского
(г. Жуковский, Россия)

Аннотация

Исследовано значение наукоемких отраслей в становлении современной инновационной экономики и развитии социально-экономической сферы государства. Выявлены основные задачи, связанные с повышением эффективности управления научно-технологическим развитием экономических систем наукоемких отраслей. Рассмотрена перспективная экспертно-тестовая методика уровней готовности технологий (УГТ), как новый способ управления исследованиями и разработками в целом ряде наукоемких отраслей. Приведены критерии соответствия конкретному уровню готовности. Указаны основные функции и преимущества подхода УГТ.

Ключевые слова: наукоемкие отрасли, авиационно-космическая промышленность, уровни готовности технологий, инновационный менеджмент

JEL коды: O 100, O 320.

Наукоемкие отрасли и высокие технологии являются базовым стратегическим ядром социально-экономической сферы государства. В них материализуется большая часть результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), и они же создают базу предложения различных новшеств практически для всех остальных секторов экономики. По различным оценкам, вклад наукоемких отраслей в прирост валового внутреннего

¹ Брутян М.М., btm23@mail.ru

продукта наиболее развитых стран составляет от 75 до 100%. Существуют различные определения наукоемких отраслей, но в наиболее общем случае к наукоемким следует относить отрасли, где доля затрат на НИОКР составляет не менее 10% от добавленной стоимости и где доля затрат на оплату труда ученых, инженеров, исследователей и техников составляет также не менее 10% от общих затрат на наем рабочей силы. Примером наукоемких отраслей может выступать авиационно-космическая промышленность, сектор биотехнологий, фармацевтическая промышленность, наноиндустрия, информационно-коммуникационные технологии, ядерная энергетика, электротехническая промышленность, автомобильная промышленность, железнодорожное машиностроение. Для поддержания высокой конкурентоспособности продукции наукоемких отраслей необходимо непрерывное проведение фундаментальных исследований и НИОКР, приводящих к созданию опережающего научно-технического задела.

Современный социум характеризуется заметно возросшей ролью знаний и информации в процессе создания новой продукции и услуг. Во многих развитых странах инвестиции в знания растут быстрее, чем инвестиции в основные фонды. Поэтому первопричиной научно-технического прогресса, развития наукоемких отраслей и становления наукоемких производств можно смело назвать рост объема информации и знаний. Возросшую роль знания в процессе роста общественного благосостояния и производстве материальных благ и услуг отмечали ряд известных экономистов: А. Маршалл, П. Друкер, Й. Шумпетер, Ф. фон Хайек, К. Фримэн, Р. Солоу, Э. Пенроуз. Иными словами, знания и информация, в конечном итоге, могут быть преобразованы в конкурентоспособные инновации, пройдя соответствующие этапы инновационного процесса (Алашкевич, Безруких, Брутян, 2015). (Инициалы)

Важной задачей развития инновационного и технологического менеджмента на настоящем этапе становится эффективное применение перспективных методик по управлению прикладными исследованиями и разработками в наукоемких отраслях экономики, успешной реализации инновационных проектов во многих отраслях промышленности, в том числе и авиастроении, как одной из важнейших наукоемких отраслей. Как правило, от инновационной технологической идеи до ее реализации в промышленных масштабах проходит достаточно продолжительный период времени, связанный с обоснованием предлагаемой технологии, ее апробацией в модельном и/или полунатурном эксперименте, оценкой готовности производства, влияния на экологию и т.д. При переходе от одной стадии готовности технологии к другой происходит расширение потенциальных возможностей создаваемого продукта, меняются его количественные и качественные характеристики. Для обеспечения высокой конкурентоспособности будущего изделия должен быть рассмотрен ряд альтернативных вариантов технологии, вероятность успеха в реализации каждой из которых неодинакова. При решении этой управленческой задачи возможны различные с точки зрения методики подходы. Очевидно, что во всех методологиях важнейшим шагом является оценка степени готовности передовой технологии перед ее передачей на следующий «уровень» готовности.

Как показывает мировая практика управления исследованиями и разработками, достаточно эффективным инструментом, который может претендовать на объективность оценок в области технологического развития, является система (концепция, подход, методика, модель) уровней готовности технологий (*Technology Readiness Level, TRL* – уровень готовности

технологий – УГТ). По сути, предлагается новая система организации НИОКР в целом ряде наукоемких отраслей, новая система организации создания наукоемкой продукции (Клочков, Крель, 2012). Этот подход был создан для того, чтобы установить единую метрику, которой могли бы пользоваться специалисты различных организаций: руководители, менеджеры, инноваторы, предприниматели, инвесторы, партнеры по бизнесу, патентные поверенные², системные разработчики. Модель УГТ может предоставить информацию о текущем статусе технологий и техническом риске, что позволит лучше понять ее ценность в глазах всех стейкхолдеров (заинтересованных лиц). Можно сказать, что УГТ – это ряд управленческих процедур, которые позволяют провести оценку степени готовности (зрелости) технологии, либо провести последовательное сравнение уровней готовности различных технологий в контексте определенной системы. При использовании методики УГТ обеспечивается последовательная поддержка полного инновационного цикла, состоящего из этапов генерации знаний, трансформации знаний в опытные разработки и коммерциализации технологий (Ахметова, Баширова, Брутян, 2015).

Зрелость критических технологий свидетельствует об их соответствии целям и задачам проекта и является основным показателем, характеризующим риск разработки. Отметим, что технологический элемент можно назвать критическим, если разрабатываемая система сильно зависит от него по части соответствия запланированным эксплуатационным требованиям и тактико-техническим характеристикам в пределах допустимого объема затрат на разработку и временного графика выполнения работ. Также от критических технологических элементов зависит успех производства основной системы. Критический технологический элемент, как правило, является либо инновационным, либо его включение в состав изделия связано с большим технологическим риском по ходу проектирования и демонстрации. Критические технологические элементы следует выявлять на стадии анализа возможных решений и учитывать в составлении дальнейшей стратегии технологического развития. Неспособность выявить критические технологические элементы неизбежно приведет к потере ресурсов: финансовых, временных, энергетических, трудовых и т.д. и создает риски ошибочных управленческих решений при прохождении следующих контрольных точек (*Milestones*) процесса разработки. Поэтому важной задачей в процессе разработки технологического новшества является выявление критических технологий и проведение своевременной и точной процедуры оценки готовности технологий.

Методика УГТ начала разрабатываться в 1970-е годы в NASA (США) и изначально применялась только для оценки зрелости технологий в авиационно-космических программах (Sadin, Povinelli, Frederick, Rosen, 1989). Необходимость разработки и внедрения подобной системы была стимулирована Счетной палатой США, которая выявила перерасход средств и запаздывание по графику поставки готовых систем при осуществлении крупномасштабных программ закупок вооружения, которые велись по заказу Министерства обороны США. По сути, причиной этого явилась неправильная оценка степени готовности технологий и производства. Первоначально было сформулировано 7 уровней готовности технологий. Позднее подход УГТ был дополнен еще двумя уровнями и стал выступать в роли своего рода стандарта для проведения оценки зрелости авиационных и космических технологий. Военно-

² Патентный поверенный - это лицо, оказывающее квалифицированную юридическую помощь в области патентного права физическим и юридическим лицам, а также отстаивание их прав и интересов в суде.

воздушные силы США начали применять эту систему в 90-е гг., а с 2002 г. методика УГТ стала применяться в Министерстве обороны США, где ее используют с некоторыми уточнениями и доработками. Кроме США, в настоящее время система УГТ нашла применение в некоторых правительственных ведомствах Канады, Германии, Великобритании, Швеции, Финляндии, Голландии, Франции, Австралии, Японии и Сингапура. Так, система УГТ внедрена в Национальном центре космических исследований Франции, Германском центре авиации и космонавтики, Национальной аэрокосмической лаборатории Нидерландов, Японском агентстве аэрокосмических исследований, Европейском космическом агентстве, директорате по перспективным системам и технологиям министерства обороны Сингапура. Также, в настоящее время система УГТ применяется во многих крупных промышленных компаниях с мировым именем: Boeing, Lockheed Martin, Northrop Grumman, General Electric, Pratt and Whitney, Ford, Kodak, Airbus, BAE Systems, Rolls-Royce, BMW, Ferrari, FIAT, Nokia и др. Намечается интерес к подходу УГТ и в Китае. Китайские ученые провели ряд исследований и опубликовали несколько научных работ по тематике УГТ. В России также наблюдается интерес к внедрению методики УГТ для нужд авиапромышленного комплекса и судостроительной отрасли. Так, в пресс-центре РИА «Новости» 15 марта 2011 г. прошла пресс-конференция «Итоги развития авиационной промышленности в 2010 г. и задачи на 2011 г.» бывшего директора департамента авиационной промышленности министерства промышленности и торговли Российской Федерации Ю.Б. Слюсаря. Подводя итоги работы отрасли в 2010 г., он отметил важность перехода на новую систему оценки уровней готовности технологий. А в Крыловском государственном научном центре было предложено применять подход УГТ для разработки перспективных технологий (сфера НИОКР); поддерживать интегрированное проектирование, разработку продуктовых инноваций и производство призвана гейтовая система (ворота качества).

Методика УГТ унифицирована и не связана с определенной технической дисциплиной и конкретным разделом науки, хотя рекомендована к использованию преимущественно при разработке технологических новшеств в аэрокосмической сфере.

Процесс разработки технологий при строгом следовании концепции УГТ организуется по иерархическому принципу – от стадии фундаментальных теоретических исследований до стадии валидации штатной системы (готового продукта) в реальных условиях эксплуатации, предусматривая последовательное прохождение технологической цепочки из 9 уровней готовности. Зрелость критических технологий свидетельствует об их соответствии целям и задачам проекта и является основным показателем, характеризующим риск разработки. Поэтому важной задачей является своевременное и точное проведение процедуры оценки готовности технологий. Для методологической поддержки достижения этой цели американский ученый У. Нолт разработал и запрограммировал специальный УГТ-калькулятор в форме крупноформатной таблицы в среде Microsoft Excel (Nolte, Kennedy, Dziegiel, 2003). Посредством специально сформулированных вопросов и предложенных вариантов ответа пользователь может проанализировать степень готовности технологии. В калькулятор входят 259 различных вопросов для всех 9 уровней готовности, и он дает возможность эксперту проанализировать степень готовности технологии, а также оценить степень сложности новой технологии и связанные с этим риски ее разработки. Данная возможность упрощает процедуру управления проектом и позволяет делать соответствующие корректировки по ходу его го-

товности. Если говорить о возможностях его применения для нужд отечественных разработчиков передовых технологий, то основным минусом данного калькулятора является то, что он выполнен на английском языке, что существенно затрудняет проведение экспертной оценки. Поэтому в настоящее время важной задачей является адаптация УГТ-калькулятора для возможности его использования российскими пользователями. О важности этой задачи говорилось в докладе А.И. Федорова, бывшего Генерального директора корпорации ОАО «ОАК». В выступлении, в частности, было сказано, что Счетная Палата США обнаружила финансовые потери в проектах, которые велись по заказу Министерства обороны, из-за неправильной оценки уровней готовности отдельных технологий, что повлекло за собой увеличение материальных затрат и удлинение сроков реализации ИП. В российской экономике таких примеров, к сожалению, достаточно много.

Рассмотрим коротко современную экспертно – тестовую методику УГТ. Критерии соответствия технологии конкретному уровню готовности от первого до девятого, выглядят следующим образом (Mankins, 1995):

Уровень 1: Основные (фундаментальные) принципы новой технологии выявлены и задокументированы.

Это наиболее низкий уровень зрелости технологии. Базовые (фундаментальные) принципы новой технологии из области теоретических исследований начинают смещаться в область прикладных исследований. Результатом может являться новая концепция, основанная на оригинальных открытиях и идеях.

Уровень 2: Сформулирована новая технологическая концепция и область возможного применения инновационной технологии.

Основные физические принципы новых технических возможностей выявлены, задокументированы и могут стать основой изобретательской и инновационной деятельности. На этом уровне необходимо, чтобы новая технологическая концепция была описана в деталях таким образом, чтобы любой специалист в данной области мог ее понять и оценить потенциальную пользу от ее внедрения.

Уровень 3: Получены теоретические и/или экспериментальные доказательства эффективности технологии по основным критическим функциям.

На этом уровне зрелости технологического процесса иницируются активные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Этот этап должен включать в себя как теоретические, так и лабораторные исследования, а также эксперименты, реально подтверждающие достоверность и точность теоретического предсказания. Эти исследования должны подтвердить техническую концепцию и область ее приложения, сформулированные в УГТ 2.

Уровень 4: Компонент и/или макет прошел проверку в лабораторных условиях.

После успешного доказательства правильности выбранной концепции, основные технологические элементы должны быть интегрированы в общую систему, чтобы установить

возможность их совместной работы. Подобная проверка должна быть совместима с требованиями потенциально возможных применений в общей системе.

Уровень 5: Компонент и/или макет прошел проверку в условиях близких к натурным условиям.

На этой стадии необходимо провести валидацию компонента и/или макета в условиях, которые адекватно моделирует предполагаемую эксплуатационную среду. Это означает, что основные технологические элементы должны быть объединены таким образом, чтобы окончательное применение (например, на уровне компонента, подсистемы и/или системы) могло быть проверено в моделируемой среде, близкой к реальным условиям.

Уровень 6: Модель системы/подсистемы или ее прототип продемонстрированы в условиях близких к реальным условиям (на земле или в воздухе).

После завершения УГТ 5 следует главный шаг на уровне интеграции системы и адекватности моделирования и демонстрации готовности технологии. Эта демонстрация должна быть успешной, чтобы можно было с уверенностью считать выполненным 6-ой уровень. На данном этапе отдельные технологии будут, как правило, объединены в совместную демонстрацию.

Уровень 7: Прототип/опытный образец системы прошел демонстрацию в эксплуатационных условиях.

УГТ 7 является весьма существенным, дополнительным к УГТ 6 шагом доведения технологии до стадии полной завершенности. На данном этапе может осуществляться фактическая системная демонстрация опытного образца в реальной эксплуатационной среде (например, применительно к авиации – в воздухе). Демонстрация на данном уровне не является обязательной. Она необходима только при наличии высокого уровня технического риска или в случае необходимости достижения каких-то особых целей.

Уровень 8: Система создана и испытана в натуральных условиях.

По умолчанию все технологии, применяемые в штатных системах, проходят данный уровень зрелости. Для большинства технологических элементов этот уровень является своего рода мини-финалом развития всей системы. УГТ 8 также имеет отношение к ситуациям, когда новая технология производится и интегрируется в уже существующую рабочую систему (такой сценарий на практике случается чаще, чем разработка новой системы с нуля).

Уровень 9: При выполнении поставленной задачи штатная система прошла успешную проверку в реальных условиях.

УГТ 9 является наивысшим уровнем зрелости системы. На этом уровне система полностью запущена и успешно управляется вместе со всеми составляющими ее технологиями. Обычно данный уровень готовности подразумевает управление новой штатной системой в первоначально запланированной окружающей среде с рабочими характеристиками, кото-

рые удовлетворяют поставленным перед системой задачам. Ключевое отличие УГТ 9 от УГТ 8 состоит в том, что УГТ 9 – заключительный этап всех предварительных операций.

На рисунке приведена классическая шкала УГТ (в англоязычной литературе часто встречается другое название – термометр УГТ), где приведены соответствующие 9 этапов разработки и связанные с этим риски (Forsman, 2013). Отметим, что существуют различные модификации шкалы УГТ, в частности, в ядерной энергетике выделяют 10 уровней готовности. Кроме того, в работе (Брутян, 2012) для оценки зрелости технологических разработок, существенно затрагивающих экологические аспекты, было предложено выделить дополнительный контур – уровень готовности «Экология». Для оценки прохождения УГТ «Экология» были сформулированы соответствующие вопросы и требуемые к ним доказательства.

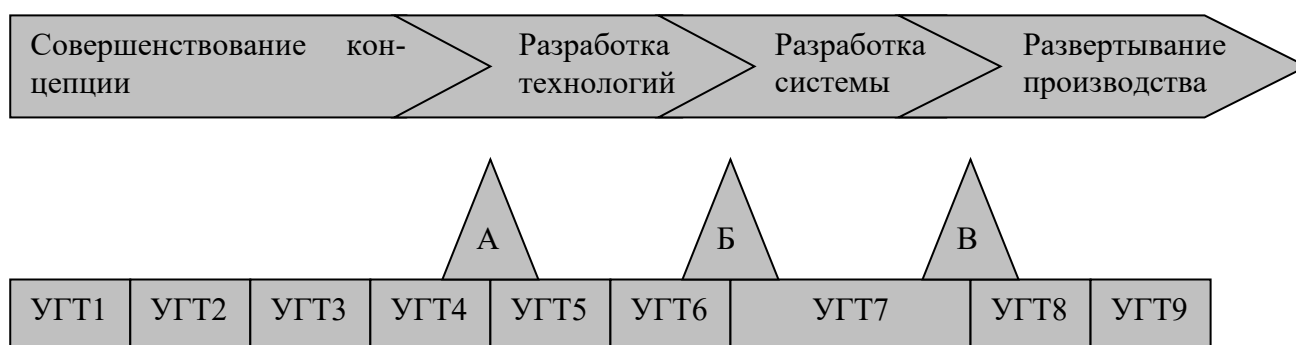


Рисунок 1. Шкала УГТ

На рисунке показаны 3 контрольные точки процесса разработки технологии. Первая контрольная точка **А** соответствует стадии разработки концепций и технологий. На данном этапе окончательно формируется концепция технологии и принимается решение о полномасштабной разработке и подготовки производства.

Вторая контрольная точка **Б** – стадия разработки и демонстрации системы (сложного продукта). На данном этапе заканчивается непосредственно разработка технологии, проходят демонстрации в предполагаемой среде эксплуатации, корректируются последние «нестыковки» и планируется организация производства.

Третья контрольная точка **В** – стадия производства и начального ввода в эксплуатацию. По сути, на данном этапе заканчивается разработка системного продукта и принимается решение о начале мелкосерийного производства.

Отметим, что путь от УГТ 1 до УГТ 9 обычно занимает годы теоретических и экспериментальных исследований, создания и тестирования прототипа, интеграции проверенных технологических элементов в различные системы/подсистемы и проведения большого количества лабораторных тестов и испытаний в реальных эксплуатационных условиях. Так, в авиационном двигателестроении временной период от возникновения лабораторной идеи до новой детали авиационного двигателя может составлять до 20 лет.

При использовании инновационной системы УГТ риски, связанные с внедрением новых технологий существенно снижаются и в меньшей степени возлагаются на промышленность. Систему УГТ в настоящее время по праву можно считать одной из лучших методик инновационного, технологического и проектного менеджмента. Приведенная выше унифицированная модель оценки УГТ может быть использована для широкого класса высокотехнологичных проектов – от анализа технических возможностей, инженерного анализа до разработки прототипа, от проектов малых и средних предприятий до военных и крупных космических программ. Первый уровень готовности относится к стадии фундаментальных исследований. Со второго по четвертый – разработка технологий, в этот период формируется концепция. Пятый-шестой этапы – демонстрация технологий: на пятом уровне создается модель, на шестом – работоспособный прототип-демонстратор. Эти этапы выполняются при бюджетном финансировании и лежат в области ответственности научно-исследовательских организаций. После завершения испытаний в моделируемых условиях эксплуатации формируется задание на новый образец и принимается решение о его создании. Дальнейшие этапы лежат в сфере ответственности промышленности, а финансирование работ ведется в основном с использованием рыночных инструментов (Сливицкий, 2013). При этом надо учитывать, что расходы денежных ресурсов на прохождение цепочки УГТ распределены неравномерно. Прохождение ранних УГТ обходится проекту дешевле в сравнении с более поздними. Так, например, доведение технологии до УГТ 4 может стоить миллион долларов, а ее доработка до УГТ 9 обойдется в 15-20 раз дороже. Обычно затраты на прохождение УГТ 1–УГТ 3 являются низкими, на УГТ 4, УГТ 5 – умеренными и на УГТ 6–УГТ 9 – высокими. Эти моменты необходимо учитывать при планировании бюджета ИП по разработке технологического новшества, чтобы не «застрять» в середине пути с незрелой технологией и полностью израсходованным фондом денежных средств.

Методика УГТ выполняет следующие основные функции:

- обеспечивает учет и мониторинг определенных технологических разработок в рамках потребностей в них возможных в будущем проектов или программ;
- устанавливает степень технической готовности для рассматриваемого возможного в будущем к выполнению проекта, как вспомогательный элемент поддержки системы принятия решения о его разработке и внедрении;
- отслеживает и контролирует технологический прогресс по ходу разработки технологий и реализации проекта;
- дает возможность осуществлять мониторинг процесса разработки критических технологий;
- позволяет установить степень сложности технологий и связанные с этим риски разработки.

Неспособность должным образом оценивать зрелость передовых технологий почти всегда приводит к увеличению издержек и нарушению временного графика доведения технологий инновационного проекта до заключительного УГТ 9. Исследование крупных высокотехнологичных фирм, показало, что примерно для 58% из них основным, препятствующим нормальному инновационному развитию фактором, является технологическая неопределенность (Gupta, Wilemon, 1990). Между зрелостью технологии и технологической неопреде-

ленностью существует корреляционная связь: чем более технология зрелая, тем больше доступно знаний об особенностях ее разработки, производстве и режиме эксплуатации. Тем ниже становится и технологическая неопределенность. Это в свою очередь дает большую уверенность, что запланированные целевые показатели всей программы будут выполнены. Как следствие, понижается общий уровень риска ИП. Поэтому доведение передовых технологий до нужного уровня зрелости является критически важным условием для окончания реализации ИП в необходимый срок. Уровень зрелости новой технологии, пока еще не включенной в системный продукт является, пожалуй, самым важным фактором, определяющим конечный успех разрабатываемой системы. В аэрокосмических и иных высокотехнологичных компаниях система УГТ может быть использована для определения текущего статуса новой технологии, лучшего понимания реальной ситуации и оценки необходимых усилий для достижения требуемых показателей. Настоящая технологическая инновация – это всеобъемлющий процесс, результат долгих сложнейших размышлений, принятия непростых решений и упорной тяжелой работы. В конечном итоге именно прошлые, настоящие и будущие инновационные технологии формируют тот облик мира, в котором мы будем существовать.

Отметим, что помимо перспективной экспертно-тестовой системы УГТ существуют также и иные тестовые подходы, относящиеся к оценке уровня зрелости различных аспектов внедрения передовых технологий: производства, логистики, программного обеспечения, спроса, бизнеса, маркетинга, персонала и др.

В современном конкурентном мире невозможно обеспечить конкурентоспособность продукции, не минимизируя затраты материальных, энергетических и трудовых ресурсов. Эффективный менеджмент процесса разработки высоких технологий является важным самостоятельным элементом всего бизнес процесса разработки и внедрения инновационных проектов. От него в конечном итоге во многом зависит окончательный коммерческий успех проекта либо даже всей программы. Умелое использование методики УГТ дает возможность разработчикам и менеджерам вовремя замечать потенциальные трудности на пути реализации наукоемких инновационных проектов и своевременно принимать наиболее грамотные решения, уменьшающие риски возможных финансовых потерь.

Список литературы

Алашкевич Ю.Д., Безруких Ю.А., Брутян М.М. и др. Факторы устойчивого развития регионов России. Новосибирск: Изд-во ЦРНС, – 2015. 256 с.

Ахметова И.А., Баширова А.Г., Брутян М.М. и др. Проблемы экономики и управления предприятиями, отраслями, комплексами. Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2015. 216 с.

Брутян М.М. К вопросу об оценки уровней готовности инновационных технологий с учетом ограничений по экологии // Инновации и инвестиции, 2012, № 1. С. 75–79.

Клочков В.В., Крель А.В. Анализ эффективности новых принципов управления исследованиями и разработками в авиастроении // Экономический анализ: теория и практика, – 2012. № 19 (274). 2–13.

Сливицкий А.Б. Совершенствование инструментария выбора государственных приоритетов, механизмов разработки и реализации стратегий инновационного развития // Материалы I-ой Международной научной конференции «Регионы Евразии: стратегии и механизмы модернизации, инновационно-технологического развития и сотрудничества». Москва, – 2013.

Forsman J. Awareness of Technology Readiness Level (TRL) in Analysis Method Development, GKN Aerospace, April 24, 2013.

Mankins J.C. Technology readiness levels: a white paper. Washington, DC: Advanced Concepts Office, Office of Space Access and Technology, National Aeronautics and Space Administration, – 1995.

Nolte W.L., Kennedy B.C., Dziegiel R.J. Technology readiness level calculator // NDIA Systems Engineering Conference, – 2003.

Sadin S., Povinelli T., Frederick P.; Rosen R. “NASA technology push towards future space mission systems,” Space and Humanity Conference Bangalore, India, Selected Proceedings of the 39th International Astronautical Federation Congress, Acta Astronautica, p. 73–77, V 20, 1989.

Gupta A., Wilemon D. Accelerating the development of technology-based products // California Management Review, Vol. 32., No2, Winter 1990, p. 24–44.

APPLICATION OF AN EXPERT-TEST APPROACH OF TECHNOLOGY READINESS LEVEL ASSESSMENT FOR THE SOLUTION OF PRACTICAL TASKS IN THE KNOWLEDGE-BASED SECTORS OF ECONOMY

Murad Brutyan

Specialist

Zhukovsky Central Aerohydrodynamic Institute

(Zhukovsky, Russia)

Abstract

The role of the knowledge-based sectors in formation of modern innovative economy and development of the social and economic sphere of the country is investigated. The main objectives associated with an increase of management efficiency of scientific and technological development of economic systems of the knowledge-based sectors are revealed. The perspective expert-test approach of technology readiness level (TRL) is considered as a new R&D management technique in a number of the knowledge-based sectors of economy. Criteria of compliance to the concrete level of readiness are given. The main functions and advantages of TRL approach are specified.

Keywords: knowledge-based sectors, aerospace industry, technology readiness levels, innovative management.

JEL codes: O 100, O 320.