

# Интегрированная метрика анализа и оценки корпоративного инновационного форсайт-проекта

*В статье исследованы подходы к разработке и оценке корпоративных инновационных форсайт-проектов. Предложена интегрированная метрика оценивания инновационных форсайтов на основе программно-проблемного метода. Спроектированы основные процедуры интегрированного оценивания форсайт-проектов на основе сценарного развития научно-технических направлений компании. Разработаны алгоритмы оценивания НИОКР с использованием системы критериев их перспективности и коэффициентов взаимосвязи дерева «цель–НИОКР–ресурсы». Сформулированы предложения по формированию инновационных «дорожных карт» компании.*

**Ключевые слова:** научно-техническое направление, научно-техническая проблема, научные исследования и разработки, инновационный форсайт-проект, программно-проблемный метод, интегрированные оценки НИОКР (мероприятий), дерево целей (решений), инновационная «дорожная карта».

## Введение

В настоящее время российские компании осуществляют свою бизнес-деятельность в условиях расширения глобальных экономических процессов, усиления международной конкуренции. При этом на результаты их деятельности существенное влияние оказывают рискованные факторы внешней и внутренней среды (глобализация товарных и финансовых рынков, изменчивость цен, налоговая асимметрия, уровень организации бизнес-процессов и корпоративного управления и др.), которые обуславливают, как следствие, потерю компаниями части или всей стоимости своих активов. В связи с этим компании начинают уделять значительное внимание определению приоритетов долгосрочного развития своего бизнеса. При этом в качестве основного инструмента корпоративной политики выступает инновационный сценарий, который в наибольшей степени позволяет реализовать стратегические цели роста компании и усилить ее конкурентоспособность. Для достижения этих целей компании вынуждены адаптировать свои стратегии к усиливающейся глобальной конкуренции, основываясь на концепции открытых инноваций [3].

Для получения отличительных конкурентных преимуществ компании необходимо обладать инновационной компонентой развития, которая обуславливает использование в долгосрочной перспективе перспективных инноваций-продуктов (инноваций-процессов). В этих условиях наиболее эффективным инструментом для разработки инновационных стратегий компании являются корпоративные форсайт-исследования. При



**С. К. Шве́ц,**  
д. э. н., профессор, Национальный  
исследовательский университет –  
Высшая школа экономики  
finrisk@bk.ru

этом они вынуждены придерживаться селективной стратегии инновационного развития, определяя для себя приоритетные научно-технические направления, разработка которых позволяет эффективно использовать имеющиеся финансовые и интеллектуальные ресурсы.

Особенности задач, стоящих перед форсайт-исследованиями, требуют четкого разграничения понятий «форсайт» и «прогноз», выявления их общих черт и различий. Следует отметить, что форсайт-исследования и инновационное прогнозирование имеют одно методическое и структурное единство, одну и ту же информационную базу данных и являются последовательными этапами стратегического управления компанией. Например, при решении вопроса о выборе перспективного инновации-продукта первоначально приходится проанализировать достаточное множество инновационных решений. При проведении инновационного прогноза неопределенность уменьшается и формируется конечное множество альтернатив. Причем, каждая из прогнозных альтернатив является наилучшей (квазиоптимальной) с точки зрения учитываемых факторов внутренней и внешней среды и выбранной модели (тренда) развития исследуемого научно-технического направления. Принятие решения о разработке форсайт-проекта прежде всего связано с выбором из множества прогнозных альтернатив наиболее перспективного (приоритетного) инновации-продукта, удовлетворяющего определенному комплексному критерию эффективности. Графически это иллюстрируется последовательным усечением «перевернутого конуса» возможных инновационных

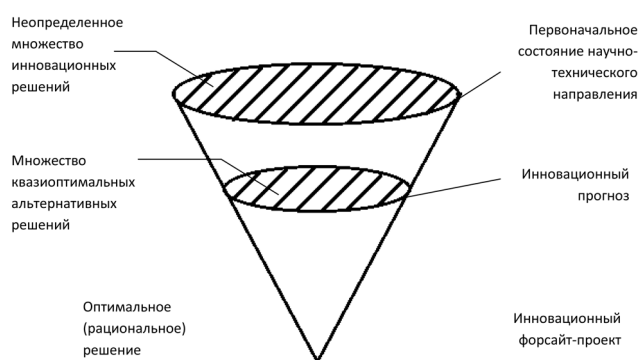


Рис. 1. Пример усечения «конуса иновационных решений» в компании

решений и движением от его основания к вершине (рис. 1).

Традиционные методы научно-технического прогнозирования определяют основные направления иновационного развития компании, но с их помощью практически невозможно определить весь набор перспективных научных исследований и разработок и необходимых для их реализации ресурсов в условиях рискованных факторов внешней и внутренней социально-экономической среды.

Успешному развитию компании препятствуют факторы рыночной неопределенности, которые не позволяют осуществлять эффективное стратегическое управление и разрабатывать достоверные иновационные прогнозы на долгосрочный период. Проведение в этих условиях форсайт-исследований значительно повышает научную обоснованность иновационных стратегий компании, снижает неопределенность, помогает выявить будущие благоприятные возможности и неблагоприятные ситуации (угрозы). В связи с этим разработка интегрированной метрики анализа и оценки иновационного форсайт-проекта на уровне компании представляется автору актуальной научно-практической проблемой, как с целью научно обоснованного выбора стратегических иновационных альтернатив развития компании с учетом имеющихся возможностей и ограничений, так и решения взаимосвязанных задач согласованного представления о долгосрочных перспективах развития научно-технических направлений компании.

### Корпоративный иновационный форсайт

Корпоративный форсайт как один из наиболее эффективных методов исследования будущего состояния бизнес-деятельности компании применяется в разных корпоративных областях — от научно-технического прогнозирования до формирования корпоративных стратегий отдельных компаний и самостоятельных бизнес-единиц (СБЕ). Начало развитию корпоративного форсайта было положено в 1967 г., когда голландская компания Royal Dutch Shell провела исследование Year 2000, по результатам которого были сделаны прогнозы относительно состояния нефтяной индустрии к 1973 г. [10].

В настоящее время накоплен достаточный международный опыт разработки корпоративных форсайт-

проектов (MICHELIN, Daimler, Shell, и др.). Подробный анализ применения корпоративных форсайтов представлен в работах [1, 7, 10, 12, 13]. К сожалению, в этих работах мало внимания уделяется практическим вопросам разработки иновационных форсайт-проектов и экспертному оцениванию входящих в них научных исследований и разработок. Практически не описана его роль в иновационном развитии компании. Однако следует заметить, что в настоящее время корпоративные научные исследования и разработки становятся все более дорогостоящими и мультидисциплинарными, поэтому компании все в более широких масштабах разрабатывают иновационные форсайт-проекты с целью достижения своих бизнес-целей в условиях неопределенности и риска. Иновационный форсайт является важной составной частью корпоративного форсайта и представляет собой совокупность методов (моделей) определения аргументированных и взаимосвязанных оценок будущего состояния стратегических направлений развития иновационных процессов в компании, а также требуемых для этого организационно-технических мероприятий и ресурсов. В процессе проведения форсайт-исследования осуществляется ретроспективный анализ развития отдельных научно-технических направлений, контроль их текущего состояния, выявление альтернативных вариантов реализации иновационных замыслов, определение ориентировочных сроков и объемов научных исследований и разработок, а также необходимых для их выполнения ресурсов.

Иновационный форсайт нацелен на выбор технологических приоритетов, определение основных рискованных факторов, способных повлиять на рыночные ожидания, а также разработку мер, необходимых для достижения конкурентных преимуществ компании. При разработке форсайта основным является анализ взаимодействия между социально-экономическим и технологическим развитием компании. Для этих целей проводится исследование социальных тенденций и изменений поведения контрагентов в зависимости от проникновения новых продуктов и технологий на рынок. В этом случае форсайт объединяет в себе стоимостной подход к управлению компанией, методы обеспечения стратегической конкурентоспособности и интеллектуальные технологии, направленные на долгосрочное развитие (рост) компании.

Следует отметить, что иновационный форсайт обеспечивает компании выгоды за счет формирования конкурентных преимуществ и накопления ключевых компетенций менеджмента, что позволяет ей достичь стратегически устойчивого развития в долгосрочном периоде. Форсайт-исследования помогают определить основные технико-экономические характеристики корпоративных иноваций, которые предполагаются к внедрению на производстве в прогнозируемом периоде.

В условиях корпоративных форсайт-исследований используется как поисковый, так и нормативный форсайт в качестве единого основного процесса определения и оценки характеристик развития научно-технических направлений, причинно-следственных связей развития иновационных платформ и сетей,

которые будет целесообразно использовать в качестве базы данных для стратегического управления компанией.

### Анализ методов разработки инновационных форсайт-проектов

По мере усиления влияния форсайт-исследований на формирование корпоративных стратегий увеличиваются требования к качеству и обоснованности их результатов. В связи с этим важным является выбор и обоснование методов разработки и оценки корпоративных форсайт-проектов.

В процессе проведения корпоративных форсайт-исследований компании используют десятки традиционных и креативных методов [1, 5, 7]. При этом происходит их постоянное совершенствование, отработка процедур и процессов, что обеспечивает повышение эффективности форсайт-проектов.

Как показало проведенное исследование при разработке инновационных форсайт-проектов компании, как правило, применяют следующие 3 группы методов: методы анализа, эмпирические методы и креативные методы (рис. 2).

Дескриптивные методы основаны на преимущественном использовании качественных (относительных) оценок неструктурированных научно-технических проблем, что определяет эвристический (интуитивный) характер основных процедур форсайт-исследований (методы индивидуальной экспертизы, методы коллективной экспертизы, аксиоматические методы и др.).

Эмпирические методы используют модели, подтверждающие существование определенной функции полезности для решения форсайт-задач. При этом используется не только качественная, но и количественная научно-техническая информация

об альтернативных вариантах достижения инновационной цели (замысла). Они в большей степени регламентируют последовательность и содержание этапов форсайт-исследования, использующих формализованные процедуры сравнительного анализа инновационных альтернатив (аксиоматические методы, прямые методы, методы компенсации). Эмпирический анализ исходит из статистических тенденций изменений тех или иных научно-технических характеристик исследуемого форсайт-объекта, где не предвидятся существенные качественные изменения (скачки) в развитии инноваций-продуктов (инноваций-процессов), а также потенциальных рынках их реализации. При этом прогнозируемые показатели рассчитываются как продолжение динамического ряда на будущее по выявленной закономерности развития. Это основано на предположении, что существующие тенденции развития научно-технических направлений сохраняются в будущем до достижения технологического предела (метод прямой экстраполяции, метод скользящих средних, регрессионный анализ, факторный анализ). При этом определяются закономерности формирования и изменения количественных характеристик научно-технических направлений с учетом их качественного содержания. Эти методы используют в форсайт-исследованиях всю научно-техническую информацию вне зависимости от ее формы представления и степени формализации. При моделировании развития научно-технических направлений выделяют: детерминированные имитационные модели (с фиксированными параметрами) и статистические имитационные модели (со случайными значениями параметров; симуляции (метод Монте-Карло); сценарирование и другие методы.

Креативные методы основаны на преимущественном использовании качественных (описательных) оценок различных инновационных альтернатив, что определяет эвристический характер процедур форсайт-исследования<sup>1</sup>.

Как показала корпоративная практика [1, 4, 7] в любом успешном форсайт-проекте сочетаются различные методы, которые позволяют определить наметившиеся тенденции развития научно-технических направлений, базируясь не только на эмпирических данных, но и на опыте высококвалифицированных специалистов-экспертов и стейкхолдеров. При этом набор методов, применяемых в том или ином форсайт-проекте, может выбираться с учетом множества факторов: временных и ресурсных ограничений, наличия достаточного количества высококвалифицированных специалистов-экспертов, доступа к информационным источникам и др.

Эмпирические методы инновационных форсайт-исследований позволяют определить основные тенденции развития научно-технических направлений компании, но с их помощью практически невозможно определить весь набор перспективных научных исследований и разработок, а также достоверно спрогнозировать их развитие в условиях рискованных факторов внешней и внутренней социально-экономической

<p><b>1. Дескриптивные методы</b></p> <p>1.1 SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats-analysis)</p> <p>1.2 STEP (Social, Technological, Economical, Political)</p> <p>1.3 Анализ взаимного влияния (Cross-impact-Analysis)</p> <p>1.4 Сканирование внешней и внутренней среды (Environmental Scanning)</p> <p>1.5 Метод исторической аналогии (Method of Historical Analogy)</p> <p>1.6 Картирование стейкхолдеров (Stakeholder Mapping)</p> <p>1.7 Метод дерева релевантности (Relevance Trees)</p> <p>1.8 Библиографический анализ (Bibliometrical Analysis)</p> <p><b>2. Эмпирические методы (Empirical Methods)</b></p> <p>2.1 Разработка сценариев (Scenarios)</p> <p>2.2 Определение критических технологий (Key Technologies)</p> <p>2.3 Экстраполяция тенденций (Trend Extrapolation)</p> <p>2.4 Моделирование и симуляция (Modelling and Simulation)</p> <p>2.5 Игры (Gaming)</p> <p><b>3. Креативные методы (Creative Methods)</b></p> <p>3.1 Мозговые штурмы (Brainstorming)</p> <p>3.2 Метод Дельфи (Delphi)</p> <p>3.3 Метод Паттерн (Method PATTERN)</p> <p>3.4 Фокус-группы (Focus Groups)</p> <p>3.5 Конференции (Conference)</p>
--

Рис. 2. Основные методы анализа и оценки инновационных форсайт-проектов

<sup>1</sup> Более подробный анализ методов анализа и оценки форсайт-проектов приведен в работе автора [9].

среды. Это объясняется тем, что корпоративные инновационные исследования характеризуются многофакторностью процедур, сложностью иерархических структур и стохастическим характером развития, поэтому получить удовлетворительные прогнозные оценки развития инновационных процессов. С помощью строго формализованных методов форсайта либо вообще невозможно, либо возможно с довольно большими допущениями. В связи с этим в настоящей работе автором предлагается программно-проблемный метод анализа и оценки инновационных форсайт-проектов, который относится к синтетическим методам и успешно сочетает в себе достоинства эмпирических и креативных методов и концептуальные требования форсайт-исследований.

В качестве методической основы при разработке программно-проблемного подхода использовались методы сценарирования, картирования стейкхолдеров, Делфи, PATTERN, PERT, CPM и др.

### Основные положения программно-проблемного метода разработки и оценки инновационного форсайт-проекта

В настоящей статье приведены следующие основные принципы программно-проблемного подхода при разработке форсайт-проектов на корпоративном уровне [9]:

- анализ множественности вариантов решения одной и той же научно-технической проблемы (инновационного замысла), выявление альтернативных путей решения, оценки их по критерию перспективности и величине затрат;
- систематическое решение задачи выбора и обоснования альтернативных вариантов создания новых продуктов (технологий);
- использование системы критериев оценки перспективности выдвигаемых НИОКР;
- использование рекуррентного математического аппарата расчета интегрированной оценки перспективности НИОКР на основе агрегации коэффициентов полезности и вклада иерархического дерева «цель–НИОКР–ресурсы»;
- верификация результатов форсайт-исследования на основе прогнозной экстраполяции динамического ряда финансирования форсайт-проекта;
- разработка имитационных моделей форсайт-исследования, обеспечивающих сочетание эвристических способностей, опыта и интуиции специалистов, стейкхолдеров и научно-технических экспертов с возможностями использования имитационного моделирования.

С учетом отмеченных положений программно-проблемный метод представляет собой сложный организационно-функциональный механизм, регламентирующий порядок многотурового опроса экспертов с целью получения согласованной интегрированной оценки перспективности НИОКР на основе системы критериев и иерархического дерева «цель–НИОКР–ресурсы».

В процессе реализации программно-проблемного подхода осуществляется разработка интегрированной

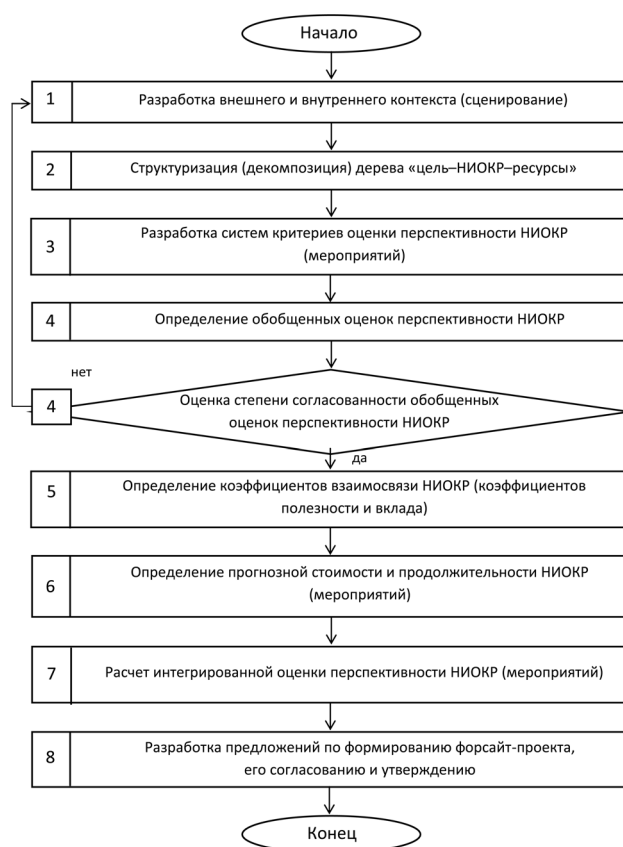


Рис. 3. Укрупненная блок-схема основных стадий (этапов) анализа и оценки инновационного форсайт-проекта

метрики анализа и оценки инновационного форсайт-проекта. Укрупненная блок-схема основных процедур интегрированной метрики представлена на рис. 3.

### Внешний и внутренний контекст (сценарирование) форсайт-проекта

В процессе определения внешнего и внутреннего контекста проекта (establishing the context) компания определяет параметры, влияющие на результаты форсайт-исследований, устанавливает области их применения и критерии оценки перспективности НИОКР (мероприятий). Как правило, внешний контекст (external context) включает: культурную, социальную, правовую, регулирующую, финансовую, научно-техническую среду на международном, национальном или региональном уровне, а также их взаимосвязи с заинтересованными сторонами (stakeholders). В то время как внутренний контекст (internal context) включает в себя анализ деятельности менеджмента компании, ее организационно-функциональную структуру, а также политики и стратегии в области бизнес-процессов, ресурсов и знаний. Такой анализ позволяет выявить взаимосвязи с внутренними заинтересованными лицами, их ожидания и ценности в области развития тех или иных научно-технических направлений, разрабатываемых компанией.

При форсайт-проектировании происходит постоянный обмен информацией и консультирование с внешними и внутренними стейкхолдерами на всех этапах разработки и комплексного оценивания форсайт-

проекта. На основе этой информации компания разрабатывает несколько сценариев развития научно-технического направления (проблемы). При этом, как правило, используются системный анализ, эмпирические и креативные методы (Scenarios). Сценарии предполагают подробное описание множества ситуаций форсайт-проекта, на основе которого устанавливается логическая последовательность выполнения научных исследований и разработок (мероприятий) с учетом последовательного деления научно-технических проблем на последующие подпроблемы и т. д.

### Структуризация (декомпозиция) дерева «цель–НИОКР–ресурсы»

Особое место при использовании программно-проблемного метода занимает структуризация (декомпозиция) инновационной цели (замысла) форсайт-проекта, которая осуществляется на основе построения дерева «цель–НИОКР–ресурсы» (методической основой такого построения является метод PATTERN<sup>2</sup>) (рис. 4). Основной целью такого дерева является обеспечение перехода от цели (замысла) форсайт-исследования, заданной в достаточно обобщенном виде, к перечню перспективных НИОКР (мероприятий), представляющих собой совокупность средств достижения цели форсайт-проекта. В этом случае дерево «цель–НИОКР–ресурсы» представляет собой опорный граф, содержащий обобщенное и формализованное коллективное суждение специалистов-экспертов, а также внешних и внутренних стейкхолдеров о совокупностях НИОКР (мероприятий), путях, средствах и сроках их выполнения для обеспечения инновационных стратегий компании.

Дерево «цель–НИОКР–ресурсы» строится путем постепенного разбиения цели (замысла) проекта на отдельные проектные НИОКР (мероприятия) 1-го, 2-го и т. д. уровней до работ, для которых не нужно проводить новые научные исследования и разработки. При этом необходимо придерживаться следующего принципа: перечень проектных НИОКР (мероприятий) должен полностью обеспечивать достижение цели форсайт-проекта. В состав проектных НИОКР включаются работы, проводимые в период построения дерева и ранее, если они имеют непосредственное отношение к достижению проектных целей. Построение дерева «цель–НИОКР–ресурсы» осуществляется сверху вниз, поэтапно, уровень за уровнем так, чтобы НИОКР последующего уровня обеспечивали решение задач предыдущего. При его построении учитываются возможные альтернативные варианты, т. е. взаимоисключающие схемы выполнения проектных НИОКР.

Построенное таким образом дерево «цель–НИОКР–ресурсы» должно удовлетворять следующим условиям: содержать всю совокупность НИОКР, выполнение которых необходимо для достижения цели (замысла) форсайт-проекта; в дереве не должно быть НИОКР,

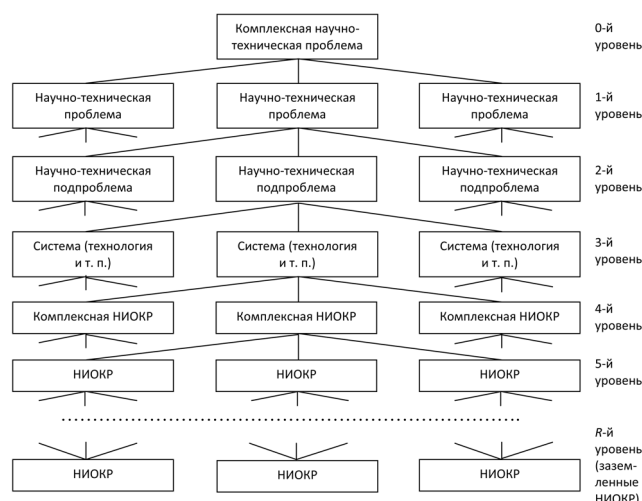


Рис. 4. Структурная схема дерева «цель–НИОКР–ресурсы» инновационного форсайт-проекта

в которые не входит ни одной связи, если только эти работы не завершающие (заземленные), т. е. находятся на последнем уровне; в дереве не должно быть НИОКР, из которых не выходит ни одной связи, если только эти работы не исходные цели проекта (т. е. находятся на нулевом уровне); в дереве не должно быть замкнутых контуров, т. е. не должно быть связей, соединяющих какую-либо НИОКР с ней же самой.

### Система критериев оценки перспективности НИОКР (мероприятий)

Для комплексного оценивания перспективных НИОКР (мероприятий) форсайт-проекта используется система критериев, которая представляет собой совокупность абсолютных и относительных, качественных и количественных показателей (выраженных в баллах), характеризующих относительную полезность (перспективность) выдвинутой НИОКР для реализации форсайт-проекта. Следует отметить, что разработать единую (типовую) систему критериев не представляется возможным. Для каждого конкретного проекта такая система будет своей. Примерная система критериев оценки перспективности НИОКР (мероприятий) форсайт-проекта представлена в табл. 1.

В соответствии с принятой системой критериев оценки перспективности НИОКР члены экспертных комиссий представляют оценку по каждому отдельному критерию в соответствующих графах таблицы прогнозных оценок перспективности НИОКР по проекту. Оценка может принимать значение от 1,0 до 5,0 баллов (например, эксперт считает, что аналогичные НИОКР в компании уже проводились, тогда его индивидуальная оценка по критерию «степень новизны» может принять значение, равное 1,5).

### Обобщенные оценки перспективности НИОКР (мероприятий)

Одним из основных элементов интегрированной оценки перспективности НИОКР является обобщенная оценка, которая характеризует связь между от-

<sup>2</sup> Инициатором создания метода PATTERN (Planning Assistance Through Technical Relevance Number) являлся вице-президент компании Honeywell (корпорация REND) У. Девис (1963 г.).

Примерная система критериев оценки перспективности НИОКР (мероприятий) форсайт-проекта

Наименование критерия	Относительный вес критерия	Качественные уровни критерия	Оценка уровня в баллах
1. Степень соответствия инновационной стратегии (инновационному замыслу)	0,2	1.1. Инновационный проект может быть выполнен только при условии выполнения данной НИОКР	3,6-5,0
		1.2. Возможно наличие других средств решения инновационной задачи (замысла), но наиболее вероятно, что выполнение данной НИОКР окажется самым приемлемым по срокам и затратам	2,5-3,5
		1.3. Инновационный проект может быть выполнен и без данной НИОКР, однако вероятность его выполнения, в случае успешного хода работ, существенно повышается	1,0-2,4
		1.4. Выполнение данной НИОКР не влияет на выполнение инновационного проекта в целом	0,1-0,9
2. Степень новизны	0,2	2.1. НИОКР такого рода еще нигде не проводились	3,6-5,0
		2.2. Аналогичные НИОКР выполнены за рубежом	2,5-3,5
		2.3. Аналогичные НИОКР на предприятии (организации) уже проводились	1,0-2,4
		2.4. Аналогичные НИОКР имеют высокую степень морального и физического старения	0,1-2,9
3. Степень прогрессивности	0,2	3.1. Улучшение второстепенных характеристик, не являющихся определяющими для конкретной инновации-продукта	1,0-2,9
		3.2. Улучшение основных технических характеристик, являющихся определяющими для конкретной инновации-продукта	3,0-4,0
		3.3. Получение инновации-продукта (инновации-процесса), обладающего более высокими основными техническими характеристиками среди аналогичных известных видов	4,1-5,0
4. Научно-технический уровень	0,3	4.1. Научно-технический уровень оцениваемой НИОКР превышает показатели базовой НИОКР ( $НТУ > 1,5$ )	3,6-5,0
		4.2. Научно-технический уровень оцениваемой НИОКР соответствует показателям базовой НИОКР ( $1,0 < НТУ < 1,5$ )	2,5-3,5
		4.3. Научно-технический уровень оцениваемой НИОКР ниже показателей базовой НИОКР ( $НТУ < 1,0$ )	1,0-2,4
5. Инновационный риск	0,1	5.1. Инновационный риск наверняка реализуется	0,1-0,9
		5.2. О появлении инновационного риска ничего определенного сказать нельзя	1,0-2,5
		5.3. Инновационный риск скорее всего не реализуется	2,6-3,5
		5.4. Данная НИОКР инновационного риска не имеет	3,6-5,0

дельными индивидуальными оценками специалистов-экспертов и служит инструментом объединения (свертки) усредненных оценок в общую<sup>3</sup>. При этом само экспертное оценивание осуществляется с использованием метода непосредственной оценки, который предусматривает последовательное оценивание всех входящих в дерево «цель–НИОКР–ресурсы» перспективных НИОКР по 5-балльной шкале на основе принятой для данного форсайт-проекта системы критериев перспективности НИОКР (мероприятий).

Непосредственно расчет обобщенной оценки осуществляется следующим образом:

$$C_{ij} = \sum_{l=1}^L \beta_l \bar{C}_{ijl},$$

где  $C_{ij}$  – обобщенная оценка перспективности  $i$ -й НИОКР  $j$ -го проекта;  $\beta_l$  – вес  $l$ -го критерия; и

<sup>3</sup> Метод экспертного прогнозирования Дельфи был разработан в 1950-е гг. в корпорации REND и опубликован в работе Т. Гордона и О. Хеллера [15] в 1964 г. Использование усредненной экспертной оценки при расчете обобщенной оценки перспективности НИОКР вытекает из аксиом теории полезности фон Неймана–Моргенштерна и условий «частичного» принципа Парето [8].

$$\bar{C}_{ijl} = \frac{\sum_{v=1}^v \text{ККЭ}_v^f C_{ijvl}}{\sum_{v=1}^v \text{ККЭ}_v^f},$$

где  $\bar{C}_{ijl}$  – усредненная экспертная оценка  $i$ -й НИОКР по  $j$ -му проекту по  $l$ -му критерию;  $C_{ijvl}$  – оценка  $i$ -го НИОКР по  $j$ -му проекту по  $l$ -му критерию  $v$ -го эксперта;  $\text{ККЭ}_v^f$  – коэффициент компетентности  $v$ -го эксперта  $f$ -й комиссии.

В качестве меры рассеяния (расхождения) обобщенных оценок в настоящей работе используется величина дисперсии, которая характеризует степень согласованности оценок и не требует при ее вычислении условного допущения о необходимости суммирования индивидуальных оценок от средней с учетом их знака.

Обобщенные экспертные оценки перспективности НИОКР, данные членами экспертной комиссии, считаются согласованными в том случае, если величина дисперсии их обобщенных оценок не превосходит наперед заданного порогового значения дисперсии (т. е.  $D_{ij} \leq D_{j0}$ ). В этом случае пороговое значение дисперсии ( $D_{j0}$ ) определяется как некоторая часть от

максимально возможной дисперсии. При количестве экспертов ( $V$ ) и 5-балльной шкале оценок максимальная дисперсия получается в том случае, если половина экспертов дает минимальную оценку, а другая половина — максимальную. Следовательно, значение ( $D_{j0}$ ) можно задать как  $6,25 a_{j0}$ , где  $a_{j0} < 1$  и означает ту долю от  $\bar{C}_{ijl}$ , выше которой обобщенная экспертная оценка считается несогласованной. При нарушении условия  $D_{ij} \leq D_{j0}$  по несогласованным перспективным НИОКР определяется дисперсия индивидуальных экспертных оценок по каждому отдельному критерию.

Математические формулы расчета дисперсии обобщенной оценки перспективности НИОКР имеют следующий вид:

- а) установление порогового значения меры согласованности оценок экспертов:

$$D_{\max}^0 = \frac{(C_{\min} - \bar{C})^2 v_{\min}}{v_{\min} + v_{\max}} + \frac{(C_{\max} - \bar{C})^2 v_{\max}}{v_{\min} + v_{\max}} = 6,25,$$

$$\text{при } v_{\min} = v_{\max}; D_{j0} = d_{j0} D_{\max}^0 = 6,25 d_{j0},$$

где  $D_{\max}^0$  — максимальное значение дисперсии;  $C_{\min}$  — минимальная оценка по шкале (0,5) ( $C_{\min} = 0$ );  $C_{\max}$  — максимальная оценка по шкале (0,5) ( $C_{\max} = 5$ );  $\bar{C}$  — середина интервала шкалы ( $C = 2,5$ );  $V_{\min}$  — количество членов комиссии, давших минимальную оценку;  $V_{\max}$  — количество членов комиссии, давших максимальную оценку;  $D_j$  — пороговое значение дисперсии;  $d_j$  — коэффициент, характеризующий долю от  $D_{\max}^0$ , выше которой оценка считается несогласованной;

- б) определение дисперсии индивидуальных оценок экспертов по критериям:

$$D_{ijl} = \frac{\sum_{v=1}^V (C_{ijvl} - \bar{C}_{ijl}) K K \mathcal{E}_v^f}{\sum_{v=1}^V K K \mathcal{E}_v^f},$$

где  $D_{ijl}$  — дисперсия оценок  $i$ -й НИОКР  $j$ -й проблемы по  $l$ -му критерию;  $\bar{C}_{ijl}$  — усредненная оценка  $i$ -й НИОКР  $j$ -й проблемы по  $l$ -му критерию.

В случае расхождения индивидуальных оценок экспертов по отдельным критериям проводится повторное оценивание по несогласованным НИОКР. При этом важно определить группы экспертов, имеющих оригинальные суждения, отличающиеся от мнения большинства. При повторном оценивании это позволит форсайт-менеджерам провести дополнитель-

ные исследования по выявлению причин появления резко отличающихся оценок отдельных членов экспертных комиссий.

### Коэффициенты взаимосвязи НИОКР дерева «цель–НИОКР–ресурсы»

В процессе структуризации (декомпозиции) дерева «цель–НИОКР–ресурсы» необходимо проанализировать степень взаимосвязи НИОКР между собой. Для этого в работе предлагается использовать коэффициенты полезности и вклада в НИОКР.

Коэффициент полезности ( $J_{ijx}$ )  $i$ -й НИОКР форсайт-проекта характеризует степень полезности результатов  $i$ -й НИОКР для выполнения  $x$ -й НИОКР данного уровня дерева «цель–НИОКР–ресурсы» и определяется в интервале (0, 1) по шкале, представленной в табл. 2. Значение коэффициента полезности ( $J_{ijx}$ ) определяется экспертом для каждой НИОКР, включенной в состав дерева «цель–НИОКР–ресурсы» последовательно, начиная с нижнего уровня (уровень «заземленных» НИОКР), справа налево.

Коэффициент вклада ( $U_{ijx}$ ) НИОКР форсайт-проекта характеризует степень полезности (взаимосвязи) результатов выполнения НИОКР данного уровня дерева «цель–НИОКР–ресурсы» для выполнения НИОКР предыдущего уровня и определяется в интервале (0, 1) по шкале градаций, представленной в табл. 3.

Условный пример определения коэффициентов взаимосвязи (полезности и вклада) НИОКР дерева «цель–НИОКР–ресурсы» представлен на рис. 5.

При оценивании элементов дерева, представленного на рис. 5, член экспертной комиссии считает, что результаты выполнения оцениваемой НИОКР-201 необходимы для выполнения НИОКР-202 и НИОКР-101, а также не оказывают существенно влияния на проведение НИОКР-203.

В этом случае соответствующие коэффициенты полезности могут принимать значения:  $J_{201/202} = 1,0$ ;  $J_{201/203} = 0,5$ , а коэффициент вклада  $U_{201/101} = 0,5$ . Если эксперт не считает возможным определить значения коэффициентов полезности и вклада по данной НИОКР, он может в соответствующей графе таблицы сделать прочерк.

Расчет и анализ коэффициентов взаимосвязи НИОКР осуществляется с использованием индивидуальных экспертных оценок перспективных НИОКР следующим образом:

Таблица 2

Качественные уровни коэффициента полезности НИОКР

Наименование качественного уровня	Содержание уровня	Балльная оценка
1. «Максимальная полезность»	Результаты оцениваемой $i$ -й НИОКР необходимы для выполнения $x$ -й НИОКР данного уровня дерева «цель–НИОКР–ресурсы»	1,0
2.	Промежуточная оценка	0,75
3. «Минимальная полезность»	Результаты оцениваемой $i$ -й НИОКР не оказывают существенного влияния на выполнение $x$ -й НИОКР данного уровня дерева «цель–НИОКР–ресурсы»	0,5
4.	Промежуточная оценка	0,25
5. «Целесообразность»	Результаты оцениваемой $i$ -й НИОКР отрицательно влияют (по срокам и стоимости) на выполнение $x$ -й НИОКР данного уровня дерева «цель–НИОКР–ресурсы»	0

Качественные уровни коэффициента вклада НИОКР

Наименование качественного уровня	Содержание уровня	Балльная оценка
1. «Максимальный вклад»	Результаты оцениваемой <i>i</i> -й НИОКР данного уровня необходимы для выполнения <i>x</i> -й НИОКР предыдущего уровня дерева «цель–НИОКР–ресурсы»	1,0
2.	Промежуточная оценка	0,75
3. «Минимальный вклад»	Результаты оцениваемой <i>i</i> -й НИОКР данного уровня не оказывают существенного влияния на выполнение <i>x</i> -й НИОКР предыдущего уровня дерева «цель–НИОКР–ресурсы»	0,5
4.	Промежуточная оценка	0,25
5. «Не целесообразность»	Результаты выполнения оцениваемой <i>i</i> -й НИОКР отрицательно влияют (по срокам и стоимости) на выполнение <i>j</i> -й НИОКР предшествующего уровня дерева «цель–НИОКР–ресурсы»	0

а) определение обобщенной оценки коэффициентов полезности НИОКР:

$$J_{ijx} = \frac{\sum_{v=1}^V J_{ijxv} \text{ККЭ}_v^f}{\sum_{v=1}^V \text{ККЭ}_v^f},$$

где  $J_{ijx}$  – обобщенная оценка коэффициента полезности *i*-й НИОКР для выполнения *x*-й НИОКР по *j*-му проекту;  $J_{ijxv}$  – оценка коэффициента полезности *i*-й НИОКР *j*-го проекта, данная *v*-м экспертом;  $\text{ККЭ}_v^f$  – коэффициент компетентности *v*-го эксперта *f*-й комиссии;

б) определение обобщенной оценки коэффициентов вклада НИОКР:

$$U_{ijx} = \frac{\sum_{v=1}^V U_{ijxv} \text{ККЭ}_v^f}{\sum_{v=1}^V \text{ККЭ}_v^f},$$

где  $U_{ijx}$  – обобщенная оценка коэффициента вклада *i*-й НИОКР для выполнения *x*-й НИОКР по *j*-му проекту;  $U_{ijxv}$  – оценка коэффициента вклада *i*-й НИОКР *j*-го проекта, данная *v*-м экспертом.

Согласование обобщенных оценок (значений) коэффициентов полезности и вклада НИОКР осуществляется аналогично основному алгоритму согласования обобщенных оценок перспективности НИОКР, описанному выше. Математические формулы расчета дисперсии обобщенных оценок (значений) коэффициентов взаимосвязи имеют следующий вид:

а) определение порогов значения дисперсии оценок коэффициентов взаимосвязи НИОКР:

$$D'_{\max} = \frac{[J_{\min}(U_{\min}) - \bar{J}(\bar{U})]^2 V_{\min}}{V_{\min} + V_{\max}} + \frac{[J_{\max}(U_{\max}) - \bar{J}(\bar{U})]^2 V_{\max}}{V_{\min} + V_{\max}} = 0,25,$$

при  $V_{\min} = V_{\max}, D_{j1} = \alpha_{j1} D'_{\max} = 0,25 \alpha_{j1}$ ,

где  $J_{\min}(U_{\min})$  – минимальная оценка коэффициентов взаимосвязи НИОКР по шкале (0,1);  $J_{\max}(U_{\max})$  – максимальная оценка коэффициентов взаимосвязи НИОКР по шкале (0,1);  $\bar{J}(\bar{U})$  – значение середины интервала шкалы (0,1);  $D'_{\max}$  – максимальное значение дисперсии оценок коэффициентов взаимосвязи

НИОКР;  $D_{j1}$  – пороговое значение дисперсии оценок коэффициентов взаимосвязи НИОКР;

б) определение дисперсии оценок коэффициентов взаимосвязи НИОКР:

$$D_{ijx} = \frac{\sum_{v=1}^V [J_{ijxv}(U_{ilxv}) - J_{ijx}(U_{ilx})]^2 \text{ККЭ}_v^f}{\sum_{v=1}^V \text{ККЭ}_v^f},$$

где  $V_{\min}$  ( $V_{\max}$ ) – количество экспертов в комиссии, давших минимальную (максимальную) оценку коэффициентов взаимосвязи НИОКР;  $d_{j1}$  – коэффициент, характеризующий долю от  $\text{ККЭ}_v^f$ , выше которой оценки коэффициентов взаимосвязи считаются несогласованными;  $D_{ijx}$  – значение дисперсии оценок коэффициентов взаимосвязи НИОКР;  $J_{ijxv}$  – значения индивидуальных оценок *v*-го эксперта коэффициентов взаимосвязи *i*-й и *x*-й НИОКР *j*-го проекта.

Расчет коэффициентов взаимосвязи НИОКР (полезности и вклада) по данному алгоритму позволяет значительно повысить объективность экспертного оценивания всех элементов дерева «цель–НИОКР–ресурсы» в процессе его структуризации (декомпозиции).

**Прогнозная стоимость и продолжительность перспективных НИОКР (мероприятий)**

Для технико-экономического обоснования форсайт-проекта в компании осуществляется определение прогнозной стоимости ( $S_{ij}$ ) и продолжительности ( $D_{ij}$ ) перспективных НИОКР, обеспечивающих выполнение конкретного проекта. При этом определение  $S_{ij}$  и  $D_{ij}$  зависит от множества случайных рыночных факторов, учесть которые в полной мере не представ-

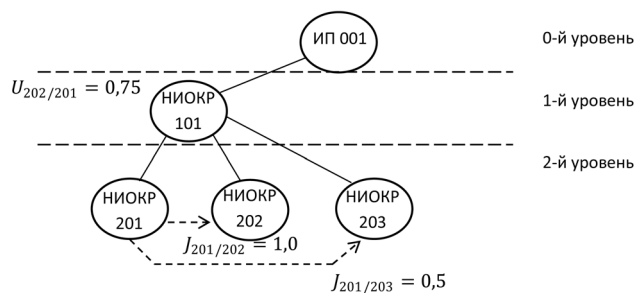


Рис. 5. Фрагмент дерева «цель–НИОКР–ресурсы» (условный пример)



ляется возможным, поэтому в работе автор предлагает осуществлять их определение на основе двухуровневой качественной оценки:

- минимальной временной (стоимостной) оценки, определяющей выполнение НИОКР форсайт-проекта при наиболее благоприятных условиях проведения работ;
- максимальной временной (стоимостной) оценки, необходимой для выполнения НИОКР форсайт-проекта при неблагоприятных условиях проведения работ;

В этом случае прогнозная продолжительность (стоимость) НИОКР рассчитывается на основе минимальных и максимальных временных (стоимостных) оценок и рассматривается как случайная величина, имеющая определенный закон распределения вероятностей, относящихся к классу  $\beta$ -распределений. Расчет прогнозных значений стоимости и продолжительности НИОКР осуществляется с использованием следующих формул:

- а) определение прогнозной стоимостной оценки выполнения перспективной НИОКР:

$$S_{ij}^{\text{ож}} = \frac{3S_{ij}^{\text{min}} + 2S_{ij}^{\text{max}}}{5},$$

где  $S_{ij}^{\text{ож}}$  – прогнозная стоимость перспективной  $i$ -ой НИОКР  $j$ -го проекта;  $S_{ij}^{\text{min}}$  – минимальная прогнозная стоимость  $i$ -й НИОКР  $j$ -го проекта при наиболее благоприятных условиях проведения работ;  $S_{ij}^{\text{max}}$  – максимальная прогнозная стоимость  $i$ -й НИОКР  $j$ -го проекта при неблагоприятных условиях проведения работ;

- б) определение прогнозной продолжительности выполнения перспективной НИОКР:

$$D_{ij}^{\text{ож}} = \frac{3D_{ij}^{\text{min}} + 2D_{ij}^{\text{max}}}{5},$$

где  $D_{ij}^{\text{ож}}$  – прогнозная продолжительность перспективной  $i$ -ой НИОКР  $j$ -го проекта;  $D_{ij}^{\text{min}}$  – минимальная временная оценка  $i$ -й НИОКР  $j$ -го проекта при наиболее благоприятных условиях проведения работ;  $D_{ij}^{\text{max}}$  – максимальная временная оценка  $i$ -й НИОКР  $j$ -го проекта при неблагоприятных условиях проведения работ.

В настоящей работе расчет оценок (значений) прогнозной стоимости и продолжительности перспективных НИОКР осуществляется в соответствии с рассмотренным основным алгоритмом расчета и согласования экспертных оценок перспективности НИОКР (с учетом принятой двухоченочной системы).

### Интегрированная оценка перспективности НИОКР (мероприятия)

Для выбора наиболее эффективных перспективных НИОКР, для включения их в состав форсайт-проекта и разработки в дальнейшем технологической «дорожной карты» в рамках процедуры комплексного экспертного оценивания осуществляется расчет интегрированной оценки перспективности НИОКР.

Непосредственно алгоритм расчета интегрированной оценки перспективности НИОКР представляет собой итеративную процедуру последовательного

просчета всех уровней дерева «цель–НИОКР–ресурсы» с использованием специального рекуррентного соотношения:

$$Z_{ij} = 1 \text{ при } i=0,$$

$$Z_{ij} = 0,2 l_{ij} \left( \sum_{x=1}^J C_{ijx} Z_{ij} + \sum_{x=1}^J U_{ijx} Z_{xj} \right),$$

где  $Z_{xj}$  – обобщенная оценка перспективности  $i$ -й НИОКР  $j$ -го проекта;  $J_{ijx}$ ,  $U_{ijx}$  – значение оценок коэффициентов взаимосвязи  $i$ -й и  $x$ -й НИОКР  $j$ -го проекта;  $Z_{ij}$  – значение интегрированной оценки перспективности  $i$ -й НИОКР  $j$ -го проекта;  $C_{ij}$  – обобщенная оценка перспективности  $i$ -й НИОКР  $j$ -го проекта

Определение интегрированной оценки позволяет выявить обобщенный количественный показатель, характеризующий интегрированную (комплексную) оценку перспективности НИОКР, основанную на объединении оценок, полученных с использованием системы критериев и коэффициентов взаимосвязи НИОКР дерева «цель–НИОКР–ресурсы». При этом рассчитанное значение интегрированной оценки является основанием включения (не включения) выдвинутой перспективности НИОКР в состав форсайт-проекта. Значение интегрированной оценки растет с увеличением комплексной оценки перспективности данной НИОКР.

### Заключение

В настоящей статье был осуществлен анализ тенденций разработки и оценивания корпоративных инновационных форсайт-проектов, и на основе полученных результатов предложена концептуальная модель проектирования форсайт-проектов с использованием программно-проблемного метода. Конструкция данной модели позволяет осуществить анализ множественности сценариев решения научно-технической проблемы, выявить альтернативные пути решения, а также осуществить их экспертное оценивание по системе критериев перспективности НИОКР (мероприятий). Основой данного подхода является структуризация (декомпозиция) дерева «цель–НИОКР–затраты» с использованием обобщенных оценок перспективности НИОКР и коэффициентов взаимосвязи (полезности и вклада) дерева. Кроме этого, с целью определения технико-экономических параметров проекта определяются прогнозная стоимость и продолжительность выполнения работ. При этом выбор и обоснование перспективности НИОКР (мероприятий) осуществляется с использованием рекуррентного расчета интегрированных экспертных оценок на основе агрегации коэффициентов взаимосвязи и обобщенных оценок по системе критериев.

Разработанные в процессе исследования математические модели и алгоритмы интегрированного экспертного оценивания инновационного форсайта являются универсальными инструментами повышения эффективности форсайт-проектов в условиях изменяющейся рыночной среды.

Разработка корпоративных форсайт-проектов с использованием предложенной интегрированной метри-

ки обеспечивает проведение форсайт-исследований на всех уровнях управления компании, дает возможность привлекать внешних (внутренних) стейкхолдеров и специалистов-экспертов к разработке форсайт-проектов, тем самым обеспечивая инновационно-ориентированность и конкурентоспособность компании в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Предложенный методический подход дополняет существующий спектр методов экспертного оценивания и системного анализа форсайт-проектов, позволяет повысить качество научно-технических экспертиз и подготовить обоснованные предложения по разработке «дорожных карт» по реализации корпоративных инновационных форсайт-проектов.

*Список использованных источников*

1. А. Н. Барыкин, Е. В. Субботина. Методика внедрения корпоративного форсайта на крупном промышленном предприятии на примере компании Michelin//Менеджмент инноваций, № 3, 2011. С. 243-261.
2. Н. В. Гапоненко. Форсайт теория. Методология. Опыт: монография. М.: Юнити-Дана, 2008.
3. Ж. Гине, Д. Майсснер. Открытые инновации: эффекты для корпоративных стратегий, государственной политики и международного «перетока» исследований и разработок//Форсайт, № 1, 2012. С. 25-36.
4. Л. М. Гохберг. Новые тенденции в российской практике форсайт-исследований//Форсайт, № 3, 2009. С. 5.
5. М. Джемала. Корпоративная «дорожная карта» — инновационный метод управления знаниями в корпорации//Российский журнал менеджмента. Т. 6. № 4. 2008. С. 149-168.
6. Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 г. (<http://prognoz2030.hse.ru>).
7. Е. А. Макарова, А. В. Соколова. Лучшие практики оценки научно-технологического Форсайта: базовые элементы и ключевые критерии//Форсайт. Т. 6. № 3. 2012. С. 62-75.
8. Дж. Мартино. Технологическое прогнозирование/Пер. с англ. М.: «Прогресс», 1977. С. 591.
9. С. К. Швец. Программно-проблемный метод разработки корпоративного инновационного форсайт-проекта//Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета, № 6, 2014, С. 93-100.
10. P. Becker. Corporate Foresight in Europe: A First Overview. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. P. 7.
11. K. Cuhls, R. Lohnston. Corporate foresight In: C. Cagnin et al. (eds). Future-oriented Technology Analysis. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.
12. Daheim. Corporate Foresight. How to Organize, Run and Manage a Corporate Foresight Exercise. Examples and Experiences. Future-oriented Technology Analysis. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.
13. C. Daheim, B. Uerz. Corporate foresight in Europe. Ready for Next Step, 2006.
14. H. A. Gracht, C. R. Vennemann, I. L. Darkow. Corporate foresight and innovation management: A portfolio-approach in evaluating organizational development . Futures, 2010. P. 380-393.
15. T. Gordon, O. Helmer. Report on a Long Range Forecasting Study. Rand Paper. Rand Corporation, Santa Monica, California, 1964. Delphi'98 Umfrage. Zukunft Nachgefracht. P. 2982.
16. D. Meissner, L. Gokhberg, A. Sokolov (eds.). Science, Technology and Innovation Policy for the Future — Potentials and Limits of Foresight Studies. Springer, Heidelberg–New York–Dordrecht–London, 2013.
17. R. Popper. Mapping Foresight — Revealing how Europe and Other World Regions Navigate into the Future. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2009.
18. R. Rohrbeck, N. Thom. IT-tools for foresight: The integrated insight and response system of Deutsche Telekom Innovation Laboratories. Technological Forecasting & Social Change, 2013. P. 1-12.
19. Unido technology foresight manual. Organization and Methods. Volume 1. United nations industrial development organization. Vienna, 2005. P. 260.
20. R. Vecchiato, C. Roveda. Strategic in corporate organizations: Handling the effect and response uncertainty of technology and social drivers of change//Technological Forecasting & Social Change, Vol. XXX, 2010. P. 1527-1539.

**Integrated metric analysis and evaluation of corporate innovation foresight project**

**S. K. Shvets**, doctor of economics, professor, National Research University – Higher School of Economics.

The article examines approaches to the development and evaluation of innovative corporate foresight projects. The proposed metric of evaluation of innovative foresight-based software-problem method. Designed the main procedures of the integrated evaluation of foresight projects based on the scenario of development of the scientific and technical direction. Developed algorithms for estimating R&D using the system of criteria of the prospects of R&D and coefficients of mutual relation of wood «targeting R&D resources». Formulates proposals for the formation of the innovation of the innovation roadmaps of the company.

**Keywords:** scientific-technical direction, research and development, innovation foresight project, program and problem-solving method, integrated assessment of R&D, the purpose of the tree (solutions), innovative roadmaps.