

## **Основные подходы к организации работ по формированию сети отраслевых центров прогнозирования**

Техническим заданием на выполнение научно-исследовательских работ по теме: «Формирование сети отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития на базе ведущих российских вузов по приоритетному направлению «Индустрия наносистем» установлено, что целью выполнения НИР является: формирование сети отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития на базе ведущих российских вузов и обеспечение их эффективного участия в подготовке информационных, аналитических и прогнозных материалов по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники. Кроме того, установлено, что при выполнении НИР должны быть получены следующие научные и научно-технические результаты:

1. Сформирована сеть отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития на базе ведущих российских вузов и создана научно-методическая и организационная база для их эффективной деятельности.

2. Определены сферы компетенции ведущих вузов, на базе которых создаются отраслевые центры, в части исследований и разработок, образовательной деятельности, кооперации с реальным сектором экономики.

3. Выявлены центры превосходства (организации и коллективы) в приоритетном направлении.

4. Сформирована сеть экспертов в соответствующих секторах и отраслях экономики, отвечающих профилю отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития.

5. Описание отраслевых кластеров (альянсов), сформировавшихся на базе кооперации вузов, научных организаций и предприятий реального сектора экономики.

6. Подготовлены материалы к долгосрочному прогнозу важнейших направлений научно-технологического развития на период до 2030 г., а также для разработки системы дорожных карт по приоритетным направлениям научно-технологического и инновационного развития для областей, соответствующих профилю отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития.

7. Организована система мониторинга научно-технологического развития секторов и отраслей на базе отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития.

8. Подготовлены результаты анализа деятельности реального сектора экономики, включая малый бизнес; рынков и отраслей, относящихся к профилю отраслевых центров прогнозирования.

9. Подготовлена серия информационных, аналитических и прогнозных материалов по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники по результатам мониторинга научно-технологического развития.

10. Основные результаты НИР должны быть опубликованы в ведущих профильных российских и зарубежных изданиях, размещены на общедоступных ресурсах в сети Интернет, представлены не менее чем на трех российских и международных конференциях, семинарах и других научных и информационных мероприятиях по проблемам развития науки и инноваций.

При выполнении НИР предполагается использовать следующий подход к формированию сети центров прогнозирования, обеспечивающий получение требуемых результатов.

Основным результатом деятельности сети центров прогнозирования научно-технологического развития являются аналитические и прогнозные материалы по направлению «Индустрия наносистем» для формирования долгосрочного прогноза важнейших направлений научно-технологического развития на период до 2030 года.

Созданные материалы должны носить публичный характер, быть освещенными в СМИ, в сети Интернет, доступны для органов государственной власти, представителей науки, образования, общественности и предприятий реального сектора экономики.

Сеть отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития по приоритетному направлению «Индустрия наносистем» формируется на базе ведущих вузов и состоит из отраслевых центров прогнозирования по предметным направлениям в рамках приоритетного направления «Индустрия наносистем». Координатором сети отраслевых центров прогнозирования по направлению «Индустрия наносистем» в целом является МФТИ.

Каждый отраслевой центр прогнозирования формируется вокруг головного вуза (координатора отраслевого центра прогнозирования) с привлечением представителей отечественного сектора генерации знаний и реального сектора экономики. В состав сети отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития будут привлекаться ведущие российские вузы, реализующие программы развития (университеты с особым статусом, федеральные университеты и национальные

исследовательские университеты), активно участвующих в кооперации с производственными предприятиями, привлекающих ведущих иностранных ученых, реализующих программы развития инновационной инфраструктуры, входящих в научно-производственные кооперации в рамках технологических платформ.

Задачей каждого отраслевого центра прогнозирования является ведение мониторинга научно-технологического развития, Форсайт и построение технологических дорожных карт по определенному предметному направлению в рамках приоритетного направления «Индустрия наносистем», а также представление полученных материалов СМИ, общественности, органам государственной власти и представителям реального сектора экономики.

Определение вузов, входящих в состав отраслевых центров прогнозирования, и выбор головного вуза (координатора отраслевого центра прогнозирования) по определенному предметному направлению в рамках приоритетного направления «Индустрия наносистем» будет осуществляться на основе анализа их сфер компетенции по следующим направлениям:

- участие вузов в конкурсах и темы государственных контрактов по направлению «Индустрия наносистем» в рамках ФЦП;
- объемы государственных контрактов в рамках ФЦП, заключенных вузам по направлению «Индустрия наносистем»;
- создание в вузах научно-образовательных центров по направлению «Индустрия наносистем»;
- участие вузов в Национальной нанотехнологической сети;
- участие вузов в проекте «Нанообр»;
- вузы-побудители конкурсов, проведенных в рамках Постановлений Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. №№218, 219, 220;
- опрос экспертов о компетенции вузов в рамках приоритетного направления «Индустрия наносистем».

Перечень предметных направлений в рамках приоритетного направления «Индустрия наносистем» определен на основе продуктовых групп индустрии наносистем:

- функциональные наноматериалы;
- высокодисперсные, высокопористые и другие традиционные материалы, включающие субмикронные фрагменты;

- наноэлектроника: физические принципы и объекты новой цифровой наноэлектроники;
- объекты для квантовых вычислений и квантовых телекоммуникаций;
- наноэлектронные источники и детекторы;
- нанофотоника и коротковолновая нелинейная оптика;
- сенсоры на основе наноструктур и наноматериалов;
- бионанотехнологии;
- наномедицина и диагностика;
- микро- и нано-механика, нанотрибология и нанофлюидика.

Для распределения участников сети отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития по соответствующим отраслевым центрам разработан классификатор по приоритетному направлению «Индустрия наносистем». Разработанный классификатор включает три основных раздела классификации (по продуктовой направленности (раздел «Продукты»), по технологиям производства (раздел «Технологии производства»), по направлению исследований (раздел «Научные исследования»), а также две обособленные области (нанометрология и безопасность в сфере нанотехнологий). Каждый раздел классификатора разделен на подразделы, содержащие методы производства наносистем (для раздела «Технологии производства»), продуктовые группы (для раздела «Продукты»), направления исследований (для раздела «Научные исследования»). При разработке классификатора использовались как уже имеющиеся на сегодняшний день классификаторы для «Индустрии наносистем», так и опросы экспертов в предметной области.

Для вовлечения участников прогнозирования научно-технологического развития предполагается проведения постановочных совещаний и круглых столов на уровне Министерства образования и науки Российской Федерации. На данные мероприятия будут приглашаться представители реального сектора экономики, взаимодействующие с вузами в рамках формирования и реализации программ инновационного развития компаний с государственным участием, деятельности технологических платформ, реализующие совместные проекты в рамках Постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. №218, а также участники Национальной нанотехнологической сети.

По результатам проведения указанных мероприятий предполагается запустить работу по выявлению центров превосходства, представляющих собой коллективы, обладающие передовой в стране или мире компетенцией в рамках одного или нескольких

направлений индустрии наносистем. Выявлению центров превосходства будет способствовать анализ следующей информации:

- количество и объемы выполненных работ в рамках направления «Индустрия наносистем»;
- количество публикаций;
- выполнение научных работ по заказам реального сектора экономики;
- число патентов в рамках приоритетного направления «Индустрия наносистем»;
- мнений экспертов о компетенции коллективов, работающих по приоритетному направлению «Индустрия наносистем».

Проведение работ по прогнозированию научно-технического развития предполагает проведение большого количества рабочих встреч с различными категориями экспертов, формирование постоянно действующих коммуникационных площадок с участием представителей органов управления, ведущих НИИ и вузов, крупных компаний, бизнес-ассоциаций, технологических платформ, проведение экспертных опросов, глубинных интервью, заседаний экспертных панелей, мозгового штурма, а также выполнение аналитических работ (например, библиометрический и патентный анализы), применение статистических методов прогнозирования, метод аналогий и т.д.

Основным методом работы с экспертами предполагается метод Дельфи. Отбор экспертов будет осуществляться по двух ключевым интегральным критериям: признание научным сообществом и компетенция. Признание научным сообществом характеризуется наличием ученой степени/звания, количеством публикаций, патентов, авторских свидетельств и т.п., индексом цитируемости, наличием наград, участием в выставках и конференциях. Компетенция определяется участием и ролью в фундаментальных и прикладных исследованиях и разработках особенно по заказам реального сектора экономики, их успешностью, опытом работы в отрасли и занимаемой должностью.

Пул экспертов будет формироваться из числа представителей органов управления, ведущих НИИ и вузов, крупных компаний, бизнес-ассоциаций, технологических платформ по приоритетному направлению «Индустрия наносистем». Отбор экспертов будет осуществляться в три этапа: сбор кандидатов в экспертную сеть; сбор информации о кандидатах; отбор и приглашение экспертов. Планируется привлечение на конец 2011 года 20 экспертов, а начиная с 2012 – 150 экспертов.

Помимо этого центры прогнозирования будут участвовать в организации и проведении экспертных исследований для подготовки материалов к долгосрочному

прогнозу важнейших направлений научно-технологического развития на период до 2030 года, включая экспертные опросы, глубинные интервью, заседания экспертных панелей.

Одним из важнейших направлений работы отраслевых центров прогнозирования является мониторинг научно-технологического развития. Под мониторингом научно-технологического развития понимается деятельность по формированию актуального образа текущего состояния дел в области разработки и внедрений новых технологий и выводу новых продуктов и услуг на рынок. Целью мониторинга научно-технологического развития является обеспечение процессов принятия решения или прогнозирования актуальной информацией о текущем состоянии дел в области разработки и внедрения новых технологий и выводу новых продуктов и услуг на рынок.

Система мониторинга научно-технологического развития будет функционировать в непрерывном режиме на основе единых стандартов и регламентов организации работы, содержание которых планируется доносить путем проведения серия обучающих тренингов для участников сети отраслевых центров прогнозирования. Для проведения указанных тренингов будут привлекаться ведущие отечественные и зарубежные эксперты в области долгосрочного прогнозирования научно-технологического развития, организации Форсайт-проектов, проведения экспертных исследований, построения дорожных карт и формирования технологических платформ.

Результатом мониторинга научно-технологического развития будут являться отчеты, статьи и презентации для органов государственной власти, для представителей науки, бизнеса и общественности. В качестве возможных тематик рассматриваются:

- сравнение уровня отечественных и зарубежных производств в рамках отдельных направлений индустрии наносистем;
- обзор проектов, выполненных по направлению;
- оценка роли малого бизнеса в наноиндустрии;
- оценка инвестиционного климата в наноиндустрии.

Распространение материалов, подготавливаемых участниками сети отраслевых центров прогнозирования, будет проведено с использованием следующих форм: организация регулярных презентаций и обсуждений результатов прогнозов научно-технологического развития в разрезе соответствующих технологических направлений и отраслей; подготовка регулярных информационно-аналитических обзоров по глобальным тенденциям научно-технологического развития отраслей; кроме того, распространение материалов предполагается осуществлять с использованием профильных

информационных порталов в сети Интернет, таких как innoedu.ru, www.portalnano.ru, www.rusnanonet.ru и др.

### **Основные методологические подходы деятельности сети отраслевых центров прогнозирования**

Под научно-технологическим развитием фирмы, региона, страны или мира понимается разработка и внедрений новых технологий, вывод новых продуктов и услуг на рынок фирмой, в регионе, стране или мире. Под мониторингом научно-технологического развития понимается деятельность по формированию актуального образа текущего состояния дел в области разработки и внедрений новых технологий и выводу новых продуктов и услуг на рынок.

*Мониторинг научно-технологического развития* не является прогнозированием, так как описывает состояние в настоящем, а прогнозирование описывает состояние в будущем. Целью мониторинга научно-технологического развития является обеспечение процессов принятия решения или прогнозирования актуальной информацией о текущем состоянии дел в области разработки и внедрения новых технологий и выводу новых продуктов и услуг на рынок.

Мониторинг научно-технологического развития может быть организован исходя из двух противоположных принципов. В соответствии с первым принципом мониторинг научно-технологического развития инициализируется, как только возникает в нем необходимость (нерегулярный мониторинг). Мониторинг заканчивается, как только необходимая информация о состоянии научно-технологического развития получена, и не начинается новый, пока не устареет старый и не возникнет необходимость в новом. При возникновении новой задачи мониторинга научно-технологического развития персонал, выполняющий работу, назначается каждый раз заново.

В соответствии со вторым принципом мониторинг научно-технологического развития ведется постоянно (регулярный (перманентный) мониторинг). Даже если непосредственной необходимости в получении информации о состоянии научно-технологического развития нет, мониторинг все равно ведется. За мониторингом научно-технологического развития закреплен конкретный персонал.

Непериодический мониторинг обладает тем преимуществом, что он не требует постоянного отвлечения персонала на его ведение. Персонал задействован в мониторинге только тогда, когда возникает необходимость. Если данная необходимость в актуализации

мониторинга возникает достаточно редко, то данный мониторинг является наиболее приемлемым вариантом.

Однако непериодический мониторинг обладает рядом существенных недостатков:

- меньшая степень достоверности, т.к. во-первых, при непериодическом мониторинге персонал будет выполнять его каждый раз впервые, а во-вторых, при непериодическом мониторинге времени подборки материалов меньше чем при постоянном мониторинге;
- большой срок формирования результатов, т.к. включает в себя не только содержательные, но и организационные работы по формированию команды и первичной сбору информации.

Если периодичность возникновения необходимости в мониторинге является достаточно частой и времени на выполнение мониторинга отводится мало, то более приемлемым является периодический мониторинг.

В основу мониторинга научно-технологического развития, который будет вестись отраслевыми центрами научно-технологического прогнозирования, будет положен принцип периодической (перманентной) организации мониторинга.

Целью *Форсайта* является формирование согласованного образа будущего определенного объекта прогнозирования в рамках некоторого предмета прогнозирования. Формирование образа будущего осуществляется для решения следующих задач:

- определение приоритетных направлений научно-технического развития объекта прогнозирования;
- согласование действий заинтересованных субъектов, направленных на достижение сформированного образа будущего.

Форсайт не является только попыткой предугадать ход НТР (изыскательное прогнозирование). Форсайт заключается в том, чтобы сформировать желаемый образ хода НТР, который затем будет реализовываться с помощью стратегий и программ развития. Таким образом, Форсайт более тяготеет к нормативному прогнозированию.

Форсайт исходит из того, что наступление «желательного» варианта будущего во многом зависит от действий, предпринимаемых сегодня, поэтому выбор вариантов сопровождается разработкой мер, обеспечивающих оптимальную траекторию инновационного развития.



Форсайт, как правило, не ограничивается использованием только одного метода. При проведении Форсайта могут использоваться самые различные методы, в том числе методы, которые не относятся к экспертным.

Проведение Форсайта включает в себя следующие этапы:

1. Определение задачи, для решения которой проводится Форсайт. Определение конечных потребителей результата.
2. Определение объекта и предмета прогнозирования.
3. Определение образа конечного результата Форсайта. Формирование перечня показателей, в том числе качественных, значение которых будет оцениваться в ходе Форсайта.
4. Выбор экспертов.
5. Проведение экспертных опросов.
6. Формирование отчетных и презентационных материалов.

На первом этапе определяются конечные потребители результатов Форсайта, а также определяются задачи, для решения которых потребители будут использовать данные результаты. На данном этапе также определяются конкретные требования к конечному результату.

На втором этапе определяются объект и предмет прогнозирования. Под объектом прогнозирования понимается фрагмент реальности, образ будущего которого формируется. Иными словами, объект прогнозирования – это то, образ будущего чего формируется. Примерами объектов прогнозирования являются: фирма, регион, страна, отрасль экономики, рынок и т.д.

Под предметом прогнозирования понимается круг научных направлений, технологий и продуктов, развитие которых рассматривается.

На третьем этапе формируется детальный образ конечного результата Форсайта. Формируются перечень показателей, в том числе качественных, значение которых будут оцениваться в ходе Форсайта.

На четвертом этапе осуществляется выбор экспертов. Для этого формируется концепция эксперта, которые отражают требования к экспертам и методика выбора, в соответствии с которой формируется экспертная группа для проведения Форсайта.

На пятом этапе осуществляется работа с экспертами. При этом могут использоваться различные методы работы с экспертами: экспертные панели, метод дельфи, опросы, анкетирование, мозговые штурмы и т.д.

На шестом этапе обрабатываются результаты работы с экспертами, делаются содержательные выводы и формируются отчетные и презентационные материалы.

*Дорожная карта* – комплексное наглядное представление пошагового сценария развития определенного объекта. В качестве объекта могут выступать отдельные продукты, класс продуктов, некоторые технологии, группы смежных технологий, бизнес, целые отрасли, индустрии и т.п.

Технологическая дорожная карта – это дорожная карта, объектом которой является технология или группы технологий.

Целью технологических дорожных карт является формирование комплексного представления о развитии рынка, продукции, технологий и т.п. во времени.

В отличие от приоритетных направлений развития, которые охватывают большие группы технологий, технологические дорожные карты оперируют с более конкретными технологиями. Например, в качестве приоритетных направлений могут быть выбраны нанотехнологии в целом. Однако нанотехнологии в свою очередь, включают в себя сотни разнообразных направлений, обладающих различной перспективностью. Следовательно, внутри приоритетного направления необходимо выделит более частные направления, на которых затем будут концентрироваться исследования.

Технологические дорожные карты являются также некоторым обобщенным планом развития технологий, в котором учитываются также тенденции развития рынка, продукции, тенденции развития конкурентов и т.д.

Дорожная карта содержит набор (спектр) конкретных научных, технических или технологических результатов, которые определяют:

- параметры и свойства организационных, исследовательских и технологических процессов, необходимых для того, чтобы предсказанные тенденции стали реальностью с учетом ресурсных и других ограничений;
- целевые характеристики или свойства продуктов, которые будут востребованы рынком, либо необходимы для обеспечения национальной безопасности, либо имеют значимый социальный эффект. Одновременно с этим определяются

- потенциальные возможности, выгоды и угрозы, связанные с применением продуктов с данными свойствами, либо ущерб, вызванный их отсутствием, другие побочные эффекты;
- области фундаментальной или прикладной науки, а также отрасли, которые необходимо развивать для достижения целей, определяемых данной дорожной картой;
- потребности в ресурсах и специалистах, необходимых для реализации дорожной карты.

Также как и Форсайт, дорожное картирование подразумевает вариативность путей развития объекта. Однако если Форсайт является образом будущего рассматриваемого объекта в рамках предмета прогнозирования в долгосрочной перспективе, а также видение путей достижения данного будущего, что дорожные карты представляют собой наглядное представление во времени шагов по достижению данного будущего.

Дорожная карта взаимосвязанным образом определяет несколько целевых результатов (показателей), строится на основе вероятностных допущений, имеет несколько путей достижения поставленных целей, причем все точки выбора возможных вариантов дальнейшего движения по дорожной карте имеют набор условий (критериев) для принятия решения. При создании дорожных карт учитываются научные и производственные возможности в целом, а не возможности отдельных производителей или научных коллективов.

Создание дорожных карт состоит из двух этапов. На первом этапе проводится опрос экспертов с целью выявления будущих потребностей рынка и общества в новых видах продукции.

На втором этапе происходит формирование планов, описывающих пути удовлетворения потребностей рынка и общества в продукции, с указанием временных горизонтов и точек принятия ключевых решений.

Дорожные карты формируются для каждого направлений развития, описанных на этапе Форсайта. Дорожные карты также определяют:

- круг возможных участников, сторон, заинтересованных в реализации данной дорожной карты (бенефициаров);

- ресурсы, которые могут быть привлечены для решения задач, определяемых дорожной картой, и ограничения по их привлечению и/или использованию;
- роль государственных институтов в реализации дорожной карты;
- порядок координации усилий всех участников процесса.

Представленные виды деятельности будут вести с применением различных методов, как экспертных, так и методов, не основанных на работе с экспертами. Из экспертных методов планируется использовать следующие: анкетирование, глубинные интервью, экспертные панели и метод Дельфи.

Анкетирование экспертов планируется проводить среди широко круга экспертов для сбора информации в целях мониторинга научно-технического развития, Форсайта и построения технологических дорожных карт. Возможно проведение анкетных опросов, как посредством электронной почты, так и посредством сбора данных через веб-интерфейс и опроса по телефону.

Глубинные интервью планируется осуществлять среди узкого круга наиболее компетентных в области проведения исследования экспертов. Глубинные интервью будут заключаться в комплексном и детальном интервью эксперта, что позволит выявить дополнительную информацию о предметной области, которую нельзя получить при использовании прочих методов исследований. Глубинные интервью будут вестись устно с привлечением опытных интервьюеров. Результаты глубинных интервью будут использоваться при мониторинге научно-технического развития, Форсайте и построении технологических дорожных карт.

Экспертные панели планируется использовать преимущественно в целях мониторинга научно-технического развития, однако результаты могут быть использованы в Форсайте и при построении технологических дорожных карт. Метод экспертных панелей заключается в том, что формируются тематические списки экспертов (панели), которые с регулярной периодичностью опрашиваются о текущем состоянии научно-технического развития. Периодические опросы одних и тех же групп экспертов на заданную тему позволят проследить динамику изменения состояния научно-технического развития, а также будут способствовать обдумыванию экспертом предмета исследования, что будет способствовать росту достоверности результатов. Списки экспертов для формирования панелей будут составляться из ведущих ученых и представителей реального сектора экономики в области индустрии наносистем.

Метод Дельфи планируется использовать в целях осуществления Форсайта, однако результаты могут быть использованы также для мониторинга научно-технического развития и построения технологических дорожных карт. Метод Дельфи заключается в проведении серии итерационных опросов экспертов. При проведении каждого последующего тура экспертам предлагается ознакомиться с результатами предыдущего в целях корректировки ответов.

Кроме экспертных методов, планируется также использовать методы, не основанные на работе с экспертами. Данными методами являются библиографический анализ, патентный анализы и различные статистические методы.

Библиографический метод заключается в анализе динамики и числа публикаций по тематическим направлениям в области индустрии наносистем. Быстрый рост числа публикаций в рамках определенного направления свидетельствует об интенсивных поисковых исследованиях, ведущихся по данному направлению. Быстрый спад числа публикаций в рамках некоторого направления является симптомом того, что исследования вышли на прикладной уровень и результаты носят закрытый характер. Аналогичные исследования возможны при анализе баз данных патентов.

Кроме того, могут быть также использованы статистические методы. Статистические методы применимы в тех случаях, когда имеется значительный массив статистических данных за прошедшие годы, которые можно экстраполировать на определенный отрезок в будущем, и в прогнозируемый период времени не предвидится кардинальных социально-экономических изменений. При экстраполяции могут быть использованы различные экстраполирующие кривые (линейная функция, экспонента, квадратичная функция, кривая роста). Выбор экстраполирующей кривой зависит от специфики процесса научно-технологического развития.

При проведении конкретных работ по мониторингу научно-технического развития, Форсайту и построению технологических дорожных карт с использованием перечисленных методов необходима также модель структуры исследуемой предметной области. Данная модель может быть представлена в форме одно- или многоуровневого классификатора направлений индустрии наносистем, перечня используемых и перспективных технологий, перечня продуктовых групп или в иных формах. При отсутствии модели предметной области будет невозможно даже составить вопросы для экспертов или сформировать библиографический классификатор. От качества и полноты модели предметной области непосредственно зависит качества вопросов для экспертов, что напрямую сказывается на качестве конечных результатов.

При формировании модели предметной области «Индустрия наносистем» будет использоваться метод морфологического анализа. В результате применения морфологического анализа к определенной технической системе<sup>1</sup> получается полный перечень вариантов реализации данной технической системы. Суть данного метода заключается в следующем: техническая система разбивается на функциональные подсистемы. Для каждой функциональной подсистемы формируется список альтернативных вариантов ее выполнения. В число альтернатив входят не только технические решения, используемые на текущий момент, но и перспективные варианты, находящиеся в стадии разработки, или даже устаревшие варианты. Последовательный перебор альтернатив реализации всех функциональных подсистем позволяет составить полный перечень вариантов реализации технической системы.

Практическое использование вариантов технической системы неравномерно распределено во времени. В различные периоды времени используются различные варианты технической системы. Суть развития технической системы заключается в «соперничестве» между вариантами технической системы и смене используемых вариантов. При смене вариантов происходит также изменение функциональных характеристик технической системы.

Суть прогнозирования научно-технологического развития заключается в определении «перспективных» вариантов технической системы, которые будут использоваться в будущем, и «неперспективных» вариантов, которые не будут иметь практического значения. Это позволит сконцентрировать ресурсы на исследования только в области развития перспективных вариантов технической системы.

Развитие технической системы, как процесс смены ее альтернативных вариантов для различных областей использования, зависит не только от функциональных характеристик технической системы, но и от множества иных факторов, таких как стоимость, функциональные требования пользователей, социально-экономическое состояние общества и т.д. Данные факторы составляют социально-экономическую среду развития технической системы. Поэтому прогнозирование научно-технического развития должно вестись также с учетом развития социально-экономической среды.

При реализации различных вариантов технической системы используются технические решения, которые составляют технологии. Кроме того, при производстве

---

<sup>1</sup> В настоящем документе под технической системой понимается метод выполнения определенной функции. Например, самолет, как метод выполнения функции реализации полета; углеродные нанотрубки, как электрические проводники в микросхемах нового поколения.

технической системы также используются различные технические решения, что составляет технологии производства.

Между технологиями могут устанавливаться сложные отношения. Как правило, технологии могут стоять в отношении конкуренции или в отношении дополнения. Отношение конкуренции заключается в том, что две технологии могут использоваться для решения одной и той же задачи. Отношение дополнения заключается в том, что некоторая технология может быть использована при условии наличия второй технологии.

Прогнозирование развития технологий должно осуществляться также с учетом данных отношений.