

Доклад

По результатам НИР в рамках комплекса работ по долгосрочному прогнозу важнейших направлений научно-технологического развития на период до 2030 года

Тема:

«Анализ сходимости прогнозов научно-технологического развития, выполненных на базе различных методологических подходов»

Этап № 1: Анализ лучшего мирового опыта разработки средне- и долгосрочных прогнозов научно-технологического развития.

Этап № 2: Сопоставительный анализ важнейших трендов развития науки и технологий.

Организация исполнитель:

Учреждение Российской академии наук Институт

Народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук.

1. Основные цели и задачи работы.

Необходимость проведения данной научно-исследовательской работы обусловлена важностью совершенствования методологической базы для разработки эффективной стратегии научно-технологического развития в Российской Федерации и подготовки программных документов, направленных на модернизацию российской экономики на основе анализа долгосрочных прогнозов научно-технологического развития, выполненных ведущими мировыми центрами.

В мировой экономике растет интерес к научно-технологическому и социально-экономическому прогнозированию. Прогнозы используются при формировании стратегий развития, подготовки программ и корпоративных планов. Комплексный анализ результативности прогнозов, разнообразия используемых методов, форм организации прогнозов в разных странах не проводился.

В мире разрабатывается примерно 700 прогнозов научно-технологического развития, из них около 230 из них приходится на долю США, 130 — на долю Европы. В США прогнозирование считается одной из важнейших форм регулирования экономики. Подчеркивая важность прогнозирования, американский экономист О.Моргенштерн отмечал, что экономическая теория во всех ее видах в конечном итоге предназначена для построения прогнозов. На современном этапе большое внимание уделяется обеспечению надежного прогнозирования, позволяющего лучше видеть перспективу и принимать обоснованные решения. В связи с этим прогнозирование ассимилировало новейшие достижения экономической теории, математических методов и электронно-вычислительной техники.

Многие ведущие страны научно-технологическим прогнозам, формирующим перспективные решения технологических и социально-экономических проблем, уделяют значительное внимание. Для формирования прогнозов привлекаются авторитетные ученые, разработчики технологий, бизнесмены и практики. Прогнозы разрабатываются регулярно, но значимым временным интервалом считается 10 лет. В последнее время наряду с рубежными 10-ти летними прогнозами выполняются ежегодные прогнозы, корректирующие десятилетние.

Важнейшие тренды развития науки и технологий рассматриваются с позиции вклада прогнозируемых технологий в состав базовых технологий IV, V и VI технологических укладов, включая распределение базовых технологий по всему технологическому укладу, начиная с добычи ресурсов, их переработки, производства машин и оборудования и заканчивая конечным потреблением. Тренды рассматриваются как динамические последо-

вательности прогнозируемых событий, к которым относятся научные проблемы и технологии.

Выявленные тренды будут использованы в дальнейшей работе при оценке надежности прогнозов и эффективности используемых способов прогнозирования.

2. Методика проведения работы и используемая база данных.

Базовой основой для структуризации результатов научно-технологического развития является информационное пространство перемещения результатов, начиная от формирования научных идей, гипотез и предположений до их воплощения в результаты фундаментальных исследований. Последние служат основой для результатов теоретико-прикладных исследований, затем они используются в практических разработках новых и модернизации действующих технологий, при создании технологий, их опытно-промышленном освоении, эксплуатации созданных (модернизированных) технологий, завершении эксплуатации и утилизации (табл. 1).

Наиболее общими структурными элементами пространства перемещения научно-технологических результатов являются стадии. Начальной стадией такого пространства является стадия фундаментальных исследований. Признаками целей фундаментальных исследований является отсутствие обязательных требований к немедленному практическому использованию результатов их достижения. Другими признаками целей фундаментальных исследований является их ориентация на устранение противоречий в системе полученных ранее результатов, отражающих закономерности существующего материального мира.

Таблица 1. Стадии полного технологического цикла и их признаки

№№ п/п	Фундаментальные исследования	Теоретико-прикладные исследования	Практические разработки	Освоение. Опытное или(и) промышленное производство технологий	Эксплуатация	Завершение эксплуатации и утилизация
Признаки целей	Необязательное практическое использование ожидаемых результатов фундаментальных исследований; возможность заказа целей фундаментальных исследований;	Ориентация целей на улучшение свойств, качества, энергоэффективности использования ресурсов и свойств практических объектов, созданных человеком;	Эскизные, технические и рабочие проекты создания опытных образцов новых и модернизированных технологий;	Опытное изготовление, испытание и корректировка проектной документации по созданию технологий	Фазы: вхождение в рынок, устойчивое производство и эксплуатация, удержание производства на этапе завершения	Определение сроков завершения и условий утилизации
Признаки способов выполнения	Теоретические исследования, экспериментальные исследования, способы разрешения противоречий, проверка гипотез;	Теоретические и экспериментальные способы получения новых знаний о практических объектах;	Поэтапное проектирование процесса преобразования модели новой технологии в опытный образец;	Способы и условия экспериментальной проверки технологии	Мониторинг процесса эксплуатации технологии	Способы эффективной утилизации
Признаки результатов	Новые подтвержденные научным сообществом знания, закономерности, подтвержденные гипотезы, методы исследований, модели;	Новые знания о практических объектах и технологиях преобразования ресурсов и веществ из менее в более завершённое состояние;	Проект создания и испытания опытного образца технологии и ее компонентов;	Результаты положительной экспериментальной проверки;	Положительные оценки результатов эксплуатации технологии	Максимально безотходная ликвидация остатков технологий

К дополнительным признакам фундаментальных исследований относятся способы получения новых результатов, которые являются теоретическими, основанными на формировании определенных теорий, и экспериментальными, базирующимися на результатах испытаний и экспериментов. Также возможно совмещение теоретических и экспериментальных методов выполнения фундаментальных исследований.

В последние годы среди фундаментальных исследований возрастает доля целевых, ориентированных на определенные практические объекты, исследований. Также целевые заказы поступают из сферы здравоохранения, обороны, природы и общества, материального производства, изучения, извлечения и использования материальных ресурсов и др. Важным признаком результатов фундаментальных исследований является их новизна, критерии которой вырабатываются многолетним опытом – фундаментом в каждой области науки. Существуют способы экспертизы и оценки новизны научным сообществом (Нобелевская премия, премии различных международных академий, фондов и научных обществ).

Развитие мировой экономики подчиняется определенным закономерностям, а к одной из наиболее важных относится волнообразное развитие, выявленное и обоснованное в начале XX века Кондратьевым Н.Д. На неравномерность развития экономики указывали многие ученые: Шумпетер Й., Сахал Д., Туган-Барановский М.И., Пантин В.И.

Причины неравномерного развития исследовались в работах Глазьева С.Ю., Львова Д.С., Фетисова Г.Г., Яковца Ю.В. и др.

Главной из них является наличие периодически (через 40-50 лет) формирующихся технологических укладов (табл.2).

Таблица 2. Характеристика технологических укладов

Порядковый номер уклада	Время начала – завершения уклада	Базовые технологии уклада	Сопутствующие (сопровождающие) технологии	Страна-лидер технологического уклада	Преимущество данного уклада над предшествующим
1	1790-1830 гг.	Механический труд, дрова, каменный уголь, сталь, чугун, водные каналы	Потребители продуктов и услуг, сосредоточенные в городах и населенных пунктах	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия	Механизация, рост производительности труда
2	1840-1880 гг.	Каменный уголь, черная металлургия, паровой двигатель, железные дороги	Электричество, водный и морской транспорт	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США	Быстрое перемещение людей и грузов
3	1890-1940 гг.	Гидроэнергия, электроэнергия, нефть и нефтепродукты, электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания, электротехническое машиностроение, авиация, тяжелое вооружение	Линии электропередачи, автомобиле и тракторостроение, телевидение и радиосвязь.	США, Канада, Япония, Австралия, Швеция, Германия	Скоростной транспорт, оружие массового поражения
4	1950-1990 гг.	Нефть и нефтепродукты, атомная энергетика, автоматизация производства,	Автомобили, оптоволокно, дальняя авиация.	США, Канада, Япония, Австралия, Швеция, Германия.	Производство энергии в объемах, достаточных для развития про-

Порядковый номер уклада	Время начала – завершения уклада	Базовые технологии уклада	Сопутствующие (сопровождающие) технологии	Страна-лидер технологического уклада	Преимущество данного уклада над предшествующим
		роботы, химическое производство, телевидение, радиосвязь, микропроцессоры.			мышленности и производства услуг.
5	1990-2020 гг.	Природный газ, возобновляемые источники энергии, композитные материалы, компьютеры.	Трубопроводный транспорт, компьютерные системы управления.	, США, Япония Германия, Швеция, Тайвань, Южная Корея.	Скоростной информационный обмен, управление виртуальным перемещением продуктов и услуг.

Под технологическим укладом понимается согласованная, сопряженная совокупность технологий в рамках полного технологического цикла (от добычи ресурсов до конечного потребления), обладающая устойчивыми продуктово-технологическими связями и минимальными потерями продукта (вектора продуктов) с учетом сформировавшихся производственно-экономических отношений.

Формирование технологических укладов происходит постепенно за счет накопления нужных технологий, ресурсов и образования необходимых экономических условий. В табл.2 представлена динамика технологических укладов, где указаны страны-технологические лидеры в каждом укладе. Если в первых трех технологических укладах лидерами были европейские страны, то начиная с 4-го технологического уклада лидерство перешло к США и Японии, которые удерживают его и в наши дни.

Технологические уклады и формирующие их базовые технологии являются основными признаками важнейших трендов научно-технологического развития. Прогнозирование ожидавшихся базовых технологий, исследования, посвященные их реализации и массовому распространению формировали в прошлом и формируют в настоящем перспективные тренды.

Базой данных для выполнения данной работы служат прогнозы, подготовленные научно-исследовательскими и аналитическими центрами в США, странах ЕС, Японии и Китае (табл.3).

Таблица 3. Состав ведущих научных центров прогнозирования.

<p>США</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ранд корпорейшн – Массачусетский технологический университет – Департамент энергетики США – Американская Ассоциация менеджмента – Гудзонский институт – Корпорация Цортона – Совет экономических консультантов – Совет управляющих при ФРС – Совет по исследованиям промышленности – Стенфордский университет – Гарвардский Университет 	<p>Страны ЕС</p> <ul style="list-style-type: none"> – Управление К – «Общество знания и экономики, основывающаяся на знаниях»-Отдел К2 – «Научные и технологические прогностические исследования»-Институт перспективных технологических исследований – Совместный исследовательский центр – Европейская научная и технологическая обсерватория – Служба информационного обеспечения научных исследований и разработок ЕС – Европейская платформа по обмену знаниями в области Форсайт-исследований – Европейская сеть мониторинга Форсайт-исследований – Сеть Forsociety Era-Net – платформа для взаимного обучения (MPL) – Программа FOR-LEARN – Программа SCOPE-2015 – Федеральное министерство образования и науки (Германия) – Национальное технологическое агентство – Академия наук Финляндии – Обсерватория перспектив развития промышленных технологий (Испания)
	<p>Япония</p> <ul style="list-style-type: none"> – Кабинет министров Японии – Совет по научно-технической политике – Национальный институт научно-технической политики – Центр научно-технологического прогнозирования
	<p>Китай</p> <ul style="list-style-type: none"> – Академия наук Китая – 80 институтов Академия Наук Китая

3. Ключевые результаты работы.

В последние годы стирается разделительная грань между научно-технологическими и социально-экономическими прогнозами. В научно-технологических прогнозах все больше учитывается социально-экономическая составляющая, а в социально-экономических прогнозах рассматриваются новые технологические способы решения социально-экономических проблем.

В США выделяются три уровня организации прогнозных исследований: прогнозирование в системе государственного регулирования; внутрифирменное прогнозирование; коммерческое прогнозирование. На уровне государственного регулирования выделяют три основных вида государственных прогнозных разработок: федеральные, штатов, местных органов власти. Главные прогнозные разработки федерального правительства сосредоточены в трех организациях: Совете экономических консультантов, Совете управляющих федеральной резервной системы (ФРС) и Административно-бюджетном управлении (АБУ).

Совет экономических консультантов был создан специально для разработки экономической политики правительства. В функции этого Совета входят: помощь президенту при составлении экономического отчета; сбор и анализ информации об экономических процессах; оценка различных экономических программ и выработка рекомендаций; проведение специальных исследований по заказу президента.

В области прогнозирования работают десятки тысяч профессионалов. Прогнозные разработки выполняют государственные подразделения различного уровня, исследовательские организации, коммерческие прогнозные фирмы, частные промышленные, банковские и торговые корпорации. В США существует около 700 национальных лабораторий, выполняющих научно-технологические прогнозы, и около 100 крупных научных центров.

Центрами прогнозных исследований и разработок для правительственных учреждений и крупных компаний являются «РЭНД – корпорейшн», Гудзонский институт, корпорация Цортона, специализирующаяся на экономическом прогнозировании. Самая известная международная прогнозная организация - «Римский клуб», главной линией ее деятельности является стимулирование и координация исследований глобальных проблем.

В своем развитии в период (1950-1990 гг.) прогнозирование прошло разные стадии, соответствующие различным формам государственного регулирования смешанной экономики. Исторически на начальной стадии экономического прогнозирования ориентирующим началом стала конъюнктура, связанная с усилением влияния бюджета на темпы и

пропорции экономического роста по мере увеличения государственных расходов в ВВП. В условиях структурной перестройки экономики промышленно развитых стран и их ускоренного развития возникла необходимость согласования бюджетов с показателями экономических прогнозов, на которых основывались оценки налоговых поступлений и размеров доходной части бюджета.

Объекты прогнозирования – мировая экономика, развитие отдельных стран и групп стран, экономика США в целом, ее отрасли и регионы, штаты, округа, городские районы, отдельные фирмы, товарные рынки. Осуществляется прогноз отдельных аспектов развития, таких, как загрязнение окружающей среды, обеспеченность энергоресурсами, наличие рабочей силы и др. Поток информации о прогнозных разработках значителен. Организуется десятки научных конференций по экономическому и научно-технологическому прогнозированию. Ежегодно проводится Международный симпозиум по прогнозированию, который привлекает до 2 тыс. участников.

Большинство макроэкономических прогнозов разрабатывается с помощью пяти главных методов. К ним относятся: методы экспертных оценок, экономических индикаторов, модели динамических рядов, эконометрическое моделирование, модель «затраты—выпуск».

В США на федеральном уровне существует стратегическое планирование, суть которого состоит в выборе главных приоритетов развития национальной экономики. Ведущую роль в их реализации играет государство. В рамках стратегического планирования определяются пути, по которым предстоит развиваться обществу, решаются и другие важные вопросы: на каких рынках лучше действовать, какую новейшую технологию осваивать, как обеспечить социальное единство страны, на какой сектор экономики и общественные структуры опираться. Стратегическое планирование обеспечивает основу для принятия управленческих решений. Оно охватывает разработку стратегических планов на федеральном уровне, уровне штатов и организаций. Разработчики стратегического плана контролируют внешние по отношению к объекту планирования факторы, чтобы выявить потенциальные угрозы.

Особое значение придается технологическим, экономическим, конкурентным, международным, рыночным и политическим факторам. Технологические факторы учитывают изменение технологий, что очень важно для технологического обновления; экономические — включают оценку уровня занятости, инфляции, налоговых ставок, стабильности доллара США за рубежом и др.; конкурентные — предполагают выявление действий конкурента; политические — включает учет руководством организации нормативных документов местных органов, властей штата и федерального правительства, кредитов феде-

рального правительства и штатов для финансирования долгосрочных вложений, ограничений по найму рабочей силы и возможности получения ссуд, соглашений по тарифам торговли, направленным против других стран или заключенным с другими странами, и т.д. [1,2].

Международные факторы учитывают изменение валютного курса, политических решений в странах, рыночные факторы — изменчивость рыночной внешней среды, представляющей собой область постоянного беспокойства как в целом для страны, так и для организаций (конкуренция, доходы страны, населения и др.). Стратегия фирм может быть направлена на укрепление внутреннего рынка, поиск правительственной защиты против иностранных конкурентов или на расширение международной активности для противодействия стратегиям других компаний.

В аналитической статье [1] обсуждается серия прогнозов, посвященных промышленным технологиям и практике бизнеса, с 1950-х по 2007 годы. Знакомство с подобными исследованиями позволяет увидеть, что наряду с успешными прогнозами технологий существовало также множество прогнозируемых технологий, которые затем не оправдали ожиданий ученых. Примером является идея интеграции ЭВМ и управления производством, которой в 1980х годах предсказывали огромный успех и переход к полностью автоматизированным производствам, но она не реализовала себя в полной мере. В то же время ранние предсказания о развитии Интернета не учитывали успешного развития технологий связи, почтовых сервисов, проводной сети связи и прочих технологий, которые привели к огромным изменениям во всех процессах производства. Такая же ситуация наблюдается в прогнозах об использовании нанотехнологий и биологических материалов: молекулярные технологии перечеркнули прогнозы о дальнейшем развитии химических материалов (полимеров, керамики), которые были популярны в прогнозах 1980х годов (Табл.4).

Таблица 4. Технологии и экономическая среда, промышленность в США, 1950-2000 гг.

Десятилетие	Внутренняя и мировая экономическая среда	Текущие передовые технологии	Предсказания о будущих технологиях	Тренды в менеджменте	Влияние рабочей силы, проблемы
1950-е	Подъем постиндустриального общества Развитие массового рынка и стабильный экономический рост в промышленной среде	Линия поточной сборки (конвейеры); Массовое производство; Специальные инструменты Появление обработки данных в режиме реального времени – но с высокими издержками	Автоматизация Машинное вычисление Линейное программирование Достижения в управлении запасами, контроле качества, выборочном статистическом контроле качества	Попытки решить проблему гибкости управления; Проблема черного ящика в контроле производства	Первые страхи по поводу автоматизации и производства без рабочей силы; Первые споры о компьютеризации; Озабоченность по поводу ситуации с мелкими производителями в период эры автоматизации; Нехватка инженеров и программистов
1960-е	Превращение многонациональных компаний в низкодоходные компании Растущая экономика Рост географической мобильности отраслей Расширение и диверсификация предприятий	Повышенное внимание к использованию газа, гидро- и электроэнергии, а также чистых соединений материалов Пониженное к натуральным продуктам, нефтяным смесям и минеральным веществам	Машинный перевод Закон Мура	Идея жизненного цикла продукта Отделение производства от НИОКР	Озабоченность по поводу потери рабочих мест в цехах Уверенность в сохранении эффективности управления на основе НИОКР и работ, направленных на улучшение производства
1970-е	Активное развитие идеи глобализации; Спад экономики;	Числовое программное управление; Микропроцессоры;	Система автоматизированного проектирования (CAD)	Осознание пределов вертикальной интеграции; Устаревание традицион-	Страх потери работы; сокращение количества квалифицированных ра-

Десятилетие	Внутренняя и мировая экономическая среда	Текущие передовые технологии	Предсказания о будущих технологиях	Тренды в менеджменте	Влияние рабочей силы, проблемы
	Замедление роста промышленного сектора; Создание новых отраслей промышленности, основанных на научных исследованиях ¹ Географическое расширение числа учитываемых при прогнозах стран Ограничение традиционных отраслей заботами об окружающей среде	Микроэлектроника; Многопроцессорные чипы; «Бум» компьютерного управления		новых методов серийного производства Сокращение производственного цикла Сокращение запасов Резкое снижение расходов времени на доставку товаров Радикальный пересмотр существующей структуры управления	бочих на предприятии; деквалификация; Проблема избыточных производственных мощностей; Волнение о большем правительственном контроле над технологиями
1980-е	Интенсивная глобализация; Рост экономики; Увеличение скорости изменений в экономической среде в целом	Автоматизированное производство (СІМ) Числовое программное управление (СNС) Системы электронного управления документами (EDM - Electronic Document Management) Система автоматизированного проектирования (СAD) Робототехника Системы управления	Дальнейшее развитие автоматизации производства (MAP), Автоматически управляемые транспортные средства (AGV) Двигатель с керамическими элементами Сочетание умных роботов и гибкого производства Широкое применение экспертных систем Разработка и широкое применение систем ис-	Контроль качества; методы "Тойоты" ² Управление запасами; концепция «точно в срок» (Just-in-time) Интеграция производственных функций	Высокая конкуренция заработной платы (Япония, Германия) Лучшие практики управления производством Снижение затрат за счет сокращения жизненного цикла продукции Широкое применение концепций «точно в срок» и гибкой производственной системы в Германии и Японии

¹ наукоемких отраслей

² Toyota Production System - TPS, основными принципами которой являются исключение процессов, не создающих ценность для потребителя, организация функционирования создающих ценность потоков, использование системы "вытягивания" и непрерывное совершенствование.

Десятилетие	Внутренняя и мировая экономическая среда	Текущие передовые технологии	Предсказания о будущих технологиях	Тренды в менеджменте	Влияние рабочей силы, проблемы
		(компьютерное управление, робототехника) Автоматически управляемые транспортные средства (AGV) Автоматические системы распознавания; Стандарт MAP (Manufacturing Automation Protocol) - протокол автоматизации производства Новые материалы: полимеры, керамика Гибкая производственная система (FMS)	искусственного интеллекта Необходимость в технологии автоматического хранения и извлечения отдельных предметов Гибкие крепления Необходимость унифицированного языка программирования в робототехнике Разработка информационных технологий прогнозирования		
1990е	Интенсивная глобализация и регионализация Экономическая интеграция ЕС Зоны свободной торговли Подъем «Азиатских Тигров» с последующим кризисом, рецессия японской экономики Повышение производительности труда в США Восстановление промыш-	Фокус на коммерчески-прибыльных технологиях; технология HDTV ³ , Плоские жидкокристаллические дисплеи; цифровые технологии; волоконная оптика; кремневые технологии и технологии интегральных схем Разработка программного обеспечения, MIPS (мил-	Цифровые технологии Биотехнологии (биологическая память, биологические мембранные материалы) Глобальные сети производства Самоорганизующиеся производственные системы Генная инженерия; Встроенная в объект са-	Рациональное производство Учет срока вывода продукта на рынок Упрощение иерархической системы управления Большая ответственность руководителей и уполномоченных сотрудников; Увеличение числа внутренних и международных совместных предприятий	Обучение нескольким смежным профессиям: меньше рабочей силы с сугубо техническими навыками, не привязанными к определённому бизнесу Выигрыш от дешевой рабочей силы иммигрантов

³ Телевидение высокого разрешения

Десятилетие	Внутренняя и мировая экономическая среда	Текущие передовые технологии	Предсказания о будущих технологиях	Тренды в менеджменте	Влияние рабочей силы, проблемы
	ленности Отраслевая концентрация Промышленная экология Быстрое развитие информационных технологий;	лионов операций в секунду) Критические технологии Интеллектуальное управление производством (IMC) Быстрое развитие сети Интернет (Интернет-бум) Нанотехнологии, новые материалы (получаемые посредством манипулирования молекулами) Науки о жизни	модиагностика Генная инженерия Встроенная система самоконтроля Технология «кристалл на стекле» (COG - Chip on Glass).	для сокращения издержек и доступа к новым рынкам; Большое количество слияний и поглощений корпораций Реструктуризации внутри корпораций	
2000е	Спад в экономике Развитие торговли по Интернету и электронной коммерции	Разработка на основе быстрого прототипирования Сетевые формы процессов Отказ от фиксированной структуры процессов Высокоскоростная машинная обработка Интеллектуальная сборка Гибкая обработка материалов Совмещение технологий Моделирование Унифицированный доступ к разнородным ис-	Использование нанотехнологий и живых молекул, чтобы сделать провода, биоматериалы Микроэлектромеханические системы (MEMS) Наноустройства Биологические способы переработки Производство путем быстрого прототипирования Предоставление текстовых материалов через Интернет Системы групповой (со-	Инновации и творчество являются конкурентными преимуществами Управление знаниями Умное (основанное на знаниях), он-лайн консультирование Управление производством в соответствии с требованиями заказчика ⁴ Непрерывные взаимоотношения с клиентом Безотходное производство на протяжении всего жизненного цикла изде-	Обучение по требованию

⁴ Возможно имелось в виду CSRП

Десятилетие	Внутренняя и мировая экономическая среда	Текущие передовые технологии	Предсказания о будущих технологиях	Тренды в менеджменте	Влияние рабочей силы, проблемы
		точникам информации и услугам (InfoSleuth)	вместной) работы	лий	

В аналитической статье [1] представлен обзор среднесрочных прогнозов (с горизонтом до десяти лет). Анализ этих прогнозов представлен в Табл.4, в которой собраны данные об экономических условиях, применявшихся промышленных технологиях, прогнозных технологиях, методах управления и положении в сфере трудовых ресурсов. Во второй части статьи представлен ретроспективный обзор прогнозов о будущем промышленных технологических инноваций. Для этого выбраны исследования по принципу «декада-за-декадой», т.е. отобраны прогнозы, сделанные в определенное десятилетие и посвященные следующему десятилетию (Табл.4).

Основные прогнозы о технологическом прогрессе в середине 20-го века были посвящены дальнейшему развитию массового производства посредством применения технологий, разработанных и использованных в период Второй мировой войны.

Например, Американской ассоциацией менеджмента (American Management Association) была опубликована статья [2], в которой компьютеризация и компьютерный контроль качества рассматривались как «признак» будущего. Предсказывалось, что будущие заводы будут оснащены технологиями вычисления в цифровой форме, на основе линейного программирования, контроля запасов, компьютерного контроля качества и статистического контроля качества. Также прогнозировалось то, что автоматизация сократит уровень потребления природных ресурсов, так как снизит энтропию в системах и процессах. В работе [3] Walter Buckingham предсказывал, что автоматизация станет наиболее подходящей технологией для процесса производства, особенно для управления непрерывными процессами. Он отмечал, что «Практически каждый непрерывный процесс может быть контролируем автоматически, тогда как остальные процессы не могут быть полностью автоматизированы никогда». Он разделил отрасли на 3 группы по степени возможности применения автоматизации:

- 1) Отрасли, в которых вся технология может быть сведена к непрерывному поточному процессу (резиновая промышленность, телекоммуникации, производство волокна и продовольствия);
- 2) Отрасли, в которых автоматизация возможна, но не полностью или почти полная автоматизация не желательна (производство мебели);
- 3) Отрасли, в которых масштабная автоматизация нежелательна

Автор утверждал, что автоматизация может увеличить операционные расходы из-за потерь в гибкости, роста рисков и временных затрат на перестройку. Он отмечал, что для сокращения расходов на ресурсы промышленность будет фокусироваться на использовании созданных руками человека газов, жидкостей, электроэнергии и химических соединений вместо природных продуктов, смесей из сырой нефти и природных материалов. Он также ожидал, что автоматизация увеличит географическую мобильность отраслей и привлека-

тельность регионов с дешевой рабочей силой и предсказывал, что руководящие кадры среднего звена будут частично заменены программистами, исследователями, аналитиками и координаторами, которые будут помогать топ-менеджерам в планировании.

Leon Bagrit (1965) предвидел [4], что автоматизация приведет к объединению организаций в большие корпорации и позволит производить все больше и больше товаров с меньшим числом рабочих и менеджеров, а потому небольшие организации исчезнут и станут частью больших корпораций. Он также рассматривал проблему потери рабочих мест, особенно среди низкоквалифицированной рабочей силы. «Большинство людей, вытесненных в процессе автоматизации, будут неквалифицированными или низкоквалифицированными, среди которых негры составят большую часть» [4].

Прогнозы ожидаемой глобализации и роста международных корпораций также появляются в 60е годы. Вернон (Raymond Vernon, 1966) описывал в [5] эти тренды в своей теории жизненного цикла продукта, которая была разработана для того, чтобы объяснить как США из экспортеров продукции стали импортерами, поскольку производство стало концентрироваться в зарубежных регионах с дешевой рабочей силой.

Вернон замечал, что большинство американских компаний изначально производили новые товары в Америке, так как было лучше держать производственное оборудование ближе к непосредственному рынку и главному офису компании из-за неопределенности и рисков, связанных с введением нового продукта. Пока спрос на данный товар начинал быстро расти в Америке, спрос в других странах был ограничен до групп лиц с большим доходом. Первоначально в других странах было невыгодно производить новый продукт и для этих групп производился экспорт этого продукта из США. Затем спрос в других странах начинал расти и национальным компаниям становилось выгодно перенимать технологию и производить товар для своего внутреннего рынка, что ограничивало возможности экспорта из США. По мере укрепления рынка данного продукта во всех странах, производство становилось все более освоенным, стандартизированным, а цена - главным оружием в конкуренции. В итоге концентрация производства товара формировалась в тех странах, где рабочая сила была дешевле и затем они могли экспортировать данный товар в США.

Технологические прогнозы в 1970-х годах обращались к развитию микропроцессоров и их влиянию на цеховое производство. Параллельно обсуждалось, снизит ли новая технология квалификацию рабочих или наоборот приведет к более творческой и квалифицированной работе.

Павитт (Keith Pavitt, 1973) отмечал в [6], что в течение 1960-х годов многонациональные фирмы проявили тенденцию к переносу производства и сборки продукции в менее развитые страны ради выигрыша от дешевой рабочей силы. Он высказал мысль, что подобная деятельность будет продолжена и в будущем: «...учитывая, что население имеет начальное образование, там издержки от найма рабочей силы значительно ниже, чем уровень продук-

тивности по сравнению с развитыми странами...». Ожидалось, что технологический прогресс в развитых странах приведет к замене и/или экономии природного сырья и изменит условия торговли для менее развитых стран, зависящих от экспорта сырья.

В 70-х годах прогнозировалось и наблюдалось развитие микропроцессоров и использование компьютеров в производственных процессах. Дэвис (Ruth Davis, 1977) предсказывал в [7]: «К 1980 году число миникомпьютеров (мини-ЭВМ) достигнет 750000, а число микропроцессоров превысит 10 миллионов. Они будут настолько маленькими и недорогими для центральных производящих и логических отделений, что будет практичнее купить несколько, чем тестировать каждый на надежность». Из-за высокой трудоемкости процесса разработки программного обеспечения, его реализации и тестирования издержки на его создание будут повышаться вместе с его рыночной стоимостью. Дэвис отмечал, что «действительно полезные и большие преимущества от прогресса в компьютеризации будут получены только при одновременном прогрессе в области создания программного обеспечения, а это будет происходить очень медленно».

Дэвис в [7] предсказывал использование компьютерного управления непрерывными и дискретными процессами в реальном и почти реальном времени. Он прогнозировал, что компьютеризация управления будет результатом замены традиционных систем управления созданием полностью новых процессов, ранее невозможных без компьютерного управления. Помимо прочего прогнозировалось применение компьютеров для создания роботов и для освоения космоса.

Концепция логистики была предложена при анализе проблем глобализации. Тавел (Charles Tavel, 1975) выделил в [8] 3 фактора, которые будут оказывать наибольшее влияние при разработке стратегии компании: транспортировка, компьютеры и коммуникации. Он отметил, что дистанция перестанет быть препятствием, а границы между странами – барьерами. Избыточные производственные мощности и часто меняющиеся цены на сырье повысят интерес многонациональных компаний к менее развитым странам. Поэтому эти страны смогут увеличить свое влияние на корпорации (по сравнению с ситуацией в 1950-1970 гг.) Одной из проблем индустриализации менее развитых стран станет контроль качества, а последствия этого могут стоить дороже, чем производство внутри страны (Tavel, 1975). Единственным эффективным решением проблемы избыточных мощностей и сырья будет сохранение лучших процессов внутри страны, что означает обеспечение технологического лидерства при конкуренции.

Влияние технологических инноваций и изменений в практике бизнеса на рабочую силу было рассмотрено в двух противоречащих друг другу работах. Бэлл (Daniel Bell, 1973 [9]) предложил понятие постиндустриального общества, которое охватывало изменения в эконо-

мике, в системе профессий, в социальной структуре. Постиндустриальное общество, по Бэллу, характеризуется: созданием экономики услуг, превосходства профессионального и технического классов, первенством теоретического знания, подъемом интеллектуальных технологий. Он предсказывал, что производство будет расти меньшими темпами, поэтому будет меньше рабочих мест в производстве. Технология позволит людям заниматься творческой, умственной работой. Формальную иерархическую структуру управления сменит новая сетевая структура управления, характерная для постиндустриального общества.

Браверман (Henry Braverman, 1974), наоборот, в [10] прогнозировал, что тренды в практике бизнеса приведут к снижению квалификации рабочей силы. Он утверждал, что большие корпорации будут стремиться к максимизации прибыли, минимизируя издержки. Это приведет к использованию системного анализа и прочих способов для упрощения операций и замене квалифицированных рабочих менее квалифицированными и менее дорогими рабочими.

Нефтяной шок 70-х годов привел к обсуждению проблем конкурентоспособности промышленности США в 80-х. Исследования отражали подъем европейской промышленности и, в особенности, быстрое развитие Японии. Американские компании сталкивались с жесткой конкуренцией, как на внутреннем, так и на внешнем рынках, не только в отраслях, производящих текстиль, сталь, электронику, но и во все более сложных. Это породило новую волну исследований и прогнозов, посвященных промышленности и технологиям, а также политическим реформам и конкурентоспособности США.

Совет по исследованиям промышленности (MSB) выпустил отчет [11], в котором выявлялись технологии, которые должны были оказать позитивное влияние на конкурентоспособность США.

Новые материалы (New Era materials). Ожидалось, что развитие в будущем получат композиты с металлической матрицей, полимеры и керамические материалы. Прогресс в использовании композитов с металлической матрицей влиял на развитие порошковой металлургии, суперпластического формообразования, сверхпластичных сплавов, лазерной сварки, термической и холодной обработки стальных деталей, композитов с металлической матрицей с усилением из карбида кремния и др. Полимеры и композиты с полимерной матрицей должны были заменить углеродистую сталь и алюминий в строительстве и в автомобильной отрасли, при производстве электронной аппаратуры, шасси и строительстве домов. Ожидалось, что развитие этих материалов в лучшую сторону повлияет на производство различных клеящих веществ. Керамические материалы такие, как оксид алюминия, двуокись циркония, оксид иттрия, нитрид кремния, должны были сыграть важную роль в развитии электроники, в частности оптоволокон.

В настоящее время системную работу по мониторингу текущего состояния мировой энергетики и перспектив ее развития проводят в основном три организации:

- *Международное Энергетическое Агентство (www.iea.org)*
- *Департамент Энергетики США (www.doe.gov)*
- *Корпорация British Petroleum, Великобритания (www.bp.com)*

Все они могут полностью или в значительной степени считаться разработчиками, действующими в интересах США: МЭА – в силу наличия там представителей от этой страны и их политическому авторитету в Агентстве; в ВР присутствует влиятельная группа американских акционеров (и обслуживающих их менеджеров, советников и международных экспертов), благодаря которым поддерживается мнение, что страна, потребляющая до 40% мировых энергетических ресурсов, задает общий вектор развития ТЭК во всем мире.

В последнее время растет число сторонников альтернативной идеи мирового локомотива ТЭК – в лице КНР и ряда других стран Юго-Восточной Азии (прежде всего, Индии), обладающих наиболее высокими темпами роста потребления первичных энергоресурсов. В прогнозах упомянутых трех организаций, развитие экономики стран ЮВА рассматривается как очевидная угроза американскому лидерству в том числе, и в ТЭК.

Главный акцент в прогнозах этих организаций делается на макроэкономическую составляющую энергетики: глобальные объемы потребления ресурсов по регионам мира и укрупненным секторам экономики, а также влияние цен и некоего абстрагированного – совокупного и постоянно растущего уровня технологий – на объемы производства и потребления топливно-энергетических ресурсов. Сами технологии как в производстве, так и в потреблении топливно-энергетических ресурсов как таковые не являются объектами прогнозирования. Объемные и ценовые показатели производства, потребления и международной торговли выступают как пассивные результаты внедрения тех или иных новых технологий: гибридных двигателей, когенерации, солнечной энергетики, водородного топлива.

Как самостоятельный центр прогнозирования энергетических технологий в США признан Технологический институт штата Массачусетс. Проект «МИТ-энергетическая инициатива» действует с 2002-2003 гг. За это время были выполнены следующие прогнозы по базовым секторам энергетического комплекса [12]:

1. Роль методов повышения нефтеотдачи пластов в ухудшении коллекторских свойств и истощении карбонатных коллекторов нефтяных пластов, июль 2010 г.

Работа представляет интерес в свете перспектив развития Российской нефтяной промышленности и использования новых методов увеличения нефтеотдачи пластов. В частности, закачка сухого углеводородного газа, которому посвящено исследование, рассматривается в России как перспективный метод увеличения нефтеотдачи.

2. *План мероприятий для автомобильного транспорта: политика, необходимая для сокращения потребления нефти в США и выбросов парниковых газов, декабрь 2009 г.*

Обзор следует рассматривать как продолжение реакции на финансово-экономический кризис. Фактически признается, что технологии потребления ресурсов исследованы недостаточно.

3. *Возрождение угольной энергогенерации для сокращения выбросов углекислого газа, март, 2009 г.*

Применительно к экономике США речь идет не столько о сокращении выбросов парниковых газов, сколько о сокращении зависимости энергетических компаний США и Канады от стремительно дорожающей нефти.

4. *Критические элементы для новых энергетических технологий, апрель 2010 г.*

Исследование стало исключительно популярным у экспертов благодаря открытому признанию угрозы со стороны Китая полностью подчинить себе добычу редкоземельных металлов в мире и контролировать производство микроэлектроники, в т.ч., и необходимой для новых технологий в производстве и передаче электроэнергии.

5. *Электрификация транспорта, апрель 2010 г.*

Определенное внимание уделяется ориентированным фундаментальным исследованиям, контролируемым американскими компаниями.

6. *Будущее геотермальной энергетики: влияние роста производства геотермальной энергии на экономику США в XXI столетии, ноябрь, 2006 г. (Аналогичное исследование выполнялось и в 2003 г.)*

Прогноз принципиально не пересматривался в течение последних 5 лет во многом из-за того, что интерес инвесторов к геотермальной энергетике носит регионально-ограниченный характер, а технологические и экономические параметры геотермальных электростанций в значительной мере «разбросаны» от вполне приемлемых до сверхдорогих и ненадежных.

7. *Будущее природного газа: междисциплинарное исследование МИТ, июль 2010 - май 2011 г. (2 этапа)*

Потребовался пересмотр ранее проведенных исследований 2003 и 2009 годов из-за динамичного развития газовых рынков как в Европе, так и в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

8. *Будущее ядерной энергетики, 2003 г.*

9. *Будущее ядерной энергетики, обновленный отчет, 2009 г.*

10. *Технологические уроки аварии на АЭС Фукусима-Даичи. Авария и возможные противоаварийные мероприятия для атомной промышленности: предварительные оценки, июль 2011 г.*

До аварии на АЭС в Японии в марте 2011 г., обновление прогнозов и обзоров по ядерной энергетике шло раз в три года, что соответствовало существующим в стране представлениям о приоритетном развитии данной отрасли, а также интересам к диверсификации в ядерную энергетическую деятельность ряда американских сервисных компаний.

11. «На дорогах в 2035 году»: сокращение потребления нефти на транспорте и снижение выбросов парниковых газов, июль, 2008 г.

Пересмотр ранее проведенного исследования потребовался, предположительно, ради демонстрации возможностей экономики США сократить количество потребляемой нефти (мазута) и газа в свете глобальной тенденции роста цен на энергоресурсы и необходимости сократить зависимость США от ресурсодобывающих развивающихся стран. Кроме этого, прогноз был подготовлен накануне наиболее острой фазы кризиса в автомобильной промышленности США, сопровождавшейся банкротством GM. Одним из направлений реструктуризации бизнеса этого американского автопроизводителя стало закрытие производства мощных внедорожников и начало работы над моделью более экономичного автомобиля.

12. Будущее угольной промышленности: выбор для мира, ограниченного в углеводородных ресурсах, 2007 г.

Прогноз в целом показал неплохую сходимость и принципиально не пересматривался в течение последних 4-х лет. Большинство угольных технологий известны в мире, и решающим фактором их внедрения является цена добычи и транспортировки угля в отдельных странах и регионах.

Состав и организация участников разработки прогноза представляет собой стандартный структурированный «пул», в котором четко распределены состав и функции. Он состоит из следующих групп:

1) Эксперты - 10-15 человек, в зависимости от направлений исследования. Участвуют собственные эксперты МИТ (до 30% численности) и приглашенные эксперты, включая зарубежных. В последние годы растет число специалистов из технических вузов КНР. Задача их – сбор и подготовка материала, написание отчета и формирование исходного массива прогнозной информации для обсуждения наблюдателями и кураторами.

2) Наблюдатели - до 5-7 чел., представители компаний-попечителей МИТ, возможно участие представителей других компаний, заинтересованных в развитии определенного типа технологий, отраслей или проектов. Задачи их могут быть различны: от предоставления корпоративной информации до выработки перечня приоритетных направлений технологий и подотраслей, перспективы развития которой представляют интерес. Возможно спонсорство исследований.

3) Научные кураторы и руководители, представляющие главным образом МИТ. Их основной функцией является контроль научно-исследовательского уровня материала, и главное - обеспечение баланса между интересами попечителей, экспертов и некими представлениями об «объективном знании», отраженном в анализе закономерностей функционирования и развития отрасли.

Отличительными чертами всех рассмотренных прогнозов является:

1). Тесный контакт с компаниями-владельцами и разработчиками технологий, что приближает прогнозы по форме и сути к маркетинговым отчетам для изделий промышленного назначения. Однако в отличие от маркетинговых исследований, в них крайне незначительное внимание уделяется стоимостным показателям.

2). Сконцентрированность на производственных технологиях, представляющих собой приоритетные направления технологического развития самих США - аэрокосмические проекты, медицинские и биотехнологии, микроэлектроника и робототехника, разработка альтернативных топлив, разработка углеводородных и месторождений полезных ископаемых международными компаниями по всему миру.

Подобная направленность указывает на сугубо утилитарную нацеленность прогнозов, поскольку из поля зрения разработчиков могут выпасть конкурирующие технологии, в т.ч., закрывающие, а также в определенной степени - и смежные отрасли, обеспечивающие успех головной компании.

3). Недостаточная проработка ключевых аспектов экономической, ресурсной и технологической безопасности (вызовы - угрозы - риски), равно как и отсутствие структурированного SWOT-анализа. Несмотря на то, что именно американские специалисты считаются разработчиками этих методик анализа различных аспектов безопасности, результаты их не демонстрируются.

Также характерно запаздывающее отображение в обзорно-прогнозных исследованиях наиболее очевидных угроз американским компаниям, и в еще меньшей степени - экономике США. Известный обзор «Критические элементы развития энергетики»(2009 г.), посвященный анализу ресурсной базы полупроводниковой и фотоэлектронной промышленности - редкоземельные и щелочные металлы, - отмечает в качестве главной опасности для компаний США и частично - Японии и Тайваня, сформировавшийся контроль Китая за 90% запасами редкоземов в мире.

Аналогично в новом исследовании перспектив развития мировой газовой промышленности (2011 г.) прослеживается признание того, что рост газового рынка в Европе на фоне сохранения промышленных производств внутри национальных границ, особенно в ФРГ и Франции, стал одним из факторов сохранения растущей экономики этих стран даже на фоне

кризисного периода 2007-2010 гг. Это, в свою очередь, контрастирует с положением самой американской экономики, где наряду с проблемами на финансовом рынке, факторами кризиса стали ведение войн в Афганистане и Ираке, перегруженность бюджета военными расходами, перевод промышленности в страны ЮВА и сдерживание внутреннего рынка природного газа. По сути, угроза разбалансирования американской экономики, снижения ее устойчивости и глобальной конкурентоспособности прогнозными аналитиками не была своевременно оценена.

4). Определенная упрощенность методов и методологии исследований. В основе прогнозирования «дельфийским методом» лежат аналитические сводки и группировки статистической информации. Поверхностное знакомство с результатами группировки не может в принципе обеспечить полноценный анализ трендов, тем более - спрогнозировать т.н. «точки реверса», или окончания и смены главенствующих технологий. Поверхностный подход к методологическому обеспечению не создает «встроенных фильтров» для предупреждения искажения прогноза из-за попадания в исходный материал также информации и стереотипов, в пропаганде которых заинтересованы компании-держатели ныне действующих технологий.

5). Наиболее реалистичными - по факту достоверными и реже пересматриваемыми - являются прогнозы развития тех отраслей, которые меньше подвергаются влиянию международных финансовых рынков и крупных политических событий. Одним из качественных прогнозов стал прогноз развития мировой угольной отрасли (2006 г.), в целом сохраняющий хорошую сходимость. По ядерной энергетике за этот период было выпущено три обзора, причем два – за 2011 год, последний с учетом аварии на АЭС Фукусима-Даичи в Японии, а также инициатив ФРГ и Италии о полном отказе от ядерной энергетике.

6). Рассматриваются в прогнозах, главным образом, технологии производства энерго-ресурсов и ряд смежных сервисных технологий, таких как захоронение ядерных отходов, производство фотоэлементов и микросхем, газовая генерация и т.п. Технологии потребления ресурсов, в отличие от ФРГ, рассматриваются существенно меньше, и начата эта работа была в 2008 г., накануне реструктуризации американской автомобильной промышленности. Из-за развертывания боевых действий в Ливии весной 2011 года, уровни потребления одних только нефтяных топлив в США возросли, даже на фоне формирования позитивного маркетингового образа экономичного автомобиля и начала переориентации гражданских отраслей США на энергоэкономные автомобили.

7). Чрезвычайно характерно для прогнозов, финансируемых заинтересованными компаниями-разработчиками т.н. провоцирование интереса к собственным разработкам. Например, водородное топливо и передача электроэнергии на основе высокотемпературной сверхпроводимости, объявляются приоритетом развития энергетических технологий в мировом

масштабе. Реально же речь идет о создании интереса потенциальных инвесторов в прикладные и даже ориентированные фундаментальные исследования по этим тематикам.

8). Далеко не во всех прогнозных исследованиях указывается, когда появятся практически используемые технологии. Это не позволяет полностью считать такие работы прогнозными исследованиями; вместе с тем, наличие жестких временных горизонтов прогнозов у МЭА, ВР и Департамента энергетики приводит к тому, что «реализуемость» прогнозов этих трех организаций по макроэнергетической ситуации в США и крупнейших энергопотребляющих экономиках не превосходит 45% за последние 15 лет.

К настоящему времени в Европейском Союзе сформирована и довольно успешно функционирует система научно-прогностического обеспечения долгосрочного планирования, которая представлена тремя ее уровнями – коммунитарным (надгосударственным в рамках ЕС), регионально-страновым и корпоративным. Деятельность Евросоюза в этой области является системообразующей. Она формирует организационно-институциональную и координационную основу форсайт-прогнозирования в рамках всего европейского региона для реализации практически всех форсайт-проектов регионального, национального и корпоративного уровней [13-15].

Важным элементом формирующейся инфраструктуры современной инновационной экономики в ЕС (и практически во всей Европе) являются действующие и успешно развивающиеся организации по оценке состояния, перспектив и последствий освоения современных технологий. Центральное место среди них занимает упомянутый выше Институт перспективных технологических исследований (Institute for Prospective Technological Studies - IPTS) - один из восьми институтов Совместного исследовательского центра ЕС (JRC), основанный в Севилье, Испания, в 1993 г. [16].

На Институт возложена обязанность предоставления технико-экономического аналитического обеспечения принимающим решения представителям руководящего уровня. Выполнение этой задачи осуществляется путём анализа и мониторинга тенденций развития науки и технологии.

Наряду с акцентированием внимания на ключевых областях научно-технологического развития, призванных сыграть решающую роль в преобразовании общества, важное значение придаётся углублению представлений о комплексных взаимодействиях между наукой, технологией, экономикой и обществом в целом. Для Европы это представляется особенно важным, поскольку вопросы влияния технологии на общественное развитие и, наоборот, общественных сдвигов на технологическое развитие здесь относят к кругу наиболее важных в процессе принятия политических решений.

В своей деятельности Институт опирается не только на собственные ресурсы. В дополнение к ним привлекаются внешние консультативные группы, а также осуществляется руководство и координация деятельности европейских институтов, занимающихся разработками в аналогичных областях. Используемый экспертами Института при разработке различных прогнозов междисциплинарный подход позволяет обеспечивать необходимой информацией процесс принятия решений с учетом более ясного понимания актуальных проблем научно-технического развития. Институт в своей работе использует также результаты деятельности других учреждений Совместного исследовательского центра.

В 1997 г. при поддержке Еврокомиссии была создана сеть по оценке технологий – так называемая Европейская научная и технологическая обсерватория (*European Science and Technology Observatory* - ESTO), которая входила в состав IPTS [17]. Институты этой сети специализировались на оценках научного и технологического развития на национальных уровнях и были представлены большинством авторитетных европейских экспертов.

Членам ESTO вменялось в обязанность обеспечивать IPST актуальной высококачественной информацией по проблемам научного и технологического развития, получаемой со всего мира. Это становилось возможным благодаря присутствию на местах соответствующих сетевых структур и наличию широкого спектра контактов. Главный акцент в такой информации делался на анализе прорывов, узких мест и тенденций, имеющем важное значение для оценки перспектив социально-экономического развития и требующем осуществления адекватных действий на европейском уровне. Информация предназначалась не только для экспертов Комиссии ЕС, формирующих инновационную, научно-техническую и промышленную политику и принимающих решения по её реализации в регионе, но также и для более широкого круга специалистов, представляющих соответствующие национальные органы, неправительственные организации и промышленность.

Через сеть ESTO институт IPTS [18] обеспечивал себе доступ к лучшим экспертным оценкам проблематики научно-технического развития, разработкой которой были заняты около 21 000 человек, из них 4 300 учёных осуществляли преимущественно прогностические исследования в научно-технической сфере. В их число не входили специалисты, работающие в филиалах и учреждениях ассоциированных членов данного института.

После 8 лет успешной работы сеть ESTO в 2005 г. была преобразована в две сети. Одна из них ERAWATCH (наблюдение за развитием Европейского научно-исследовательского пространства) представляет собой сервисный портал, предназначенный для сбора информации по вопросам национальных научно-исследовательских политик, соответствующих программ и организационных структур, обеспечивающей формирование Европейского научно-исследовательского пространства. Эта информация поставляется национальными подсетями

сети ERAWATCH, в рамках которых происходит сбор и анализ данных, имеющих отношение к научно-технической политике в каждой из стран ЕС и за его пределами. Формирование сети ERAWATCH – результат совместной инициативы Совместного научно-исследовательского центра и Генерального департамента научных исследований Европейской комиссии. Ее Интернет-обслуживание осуществляется Службой информационного обеспечения научных исследований и разработок ЕС – CORDIS. В настоящее время в сети задействованы 43 государства – 27 стран-членов ЕС и 16 его основных торговых партнеров [18].

Другая сеть ETEPS (*European Techno Economic Policy Support Network*) – обеспечивает поддержку Европейской политики в области технологического и экономического развития и представляет собой объединенные в сетевую структуру европейские организации, обеспечивающие IPTS-институт высококачественной информацией по широкому кругу вопросов, касающихся деятельности этой организации. Эта сеть, заменив прежнюю сеть ESTO, явилась ее более совершенным преемником. В 2005 г. IPTS-институт образовал консорционное соглашение с 19 странами Евросоюза и 17 его ассоциированными странами с целью налаживания сотрудничества между ведущими национальными институтами в области технологического и экономического прогнозирования [18].

Это позволило осуществлять экспертизу теперь уже во всех 27 странах-членах Евросоюза в таких важных областях, как сельское хозяйство, защита потребителей, энергетика, охрана окружающей среды, предпринимательство, здравоохранение, информационное общество, научные исследования, транспорт и инновационное развитие.

IPTS-институт Совместного научно-исследовательского центра Евросоюза обладает экспертной информацией, сотрудничая с другими институтами Центра, особенно в области энергетики и охраны окружающей среды, а также в качестве соисполнителя в примерно в 20 проектах седьмой рамочной программы научных исследований ЕС.

В настоящее время действительными членами сети ETEPS являются 19 организаций из 15 стран Евросоюза и 19 ассоциированных членов, а также ряд внешних организаций из других регионов мира. Ее главной задачей определено предоставление интеллектуальных услуг, необходимых для проведения разработок в области технико-экономического развития и обеспечения процесса принятия решений политическим руководством ЕС. С этой целью организации, входящие в сеть ETEPS, осуществляют [18]:

- научные исследования по проблематике взаимосвязанного развития науки, технологии, экономики и общества с акцентом на форсайт-прогнозирование, формулирование политических решений и оценку последствий освоения технологий;
- мониторинг прогностических тенденций и их потенциального воздействия;

- разработку и использование моделей, баз данных и других инструментов для совершенствования выработки на научной основе европейской политики в научной, технологической и смежных областях;

- соответствующие мероприятия с целью освоения полученных в результате этих мер знаний, включая их распространение среди заинтересованных пользователей.

Так, первостепенной задачей мониторинга является предоставление клиентам ETEPS-сети эффективного доступа к информации о систематически выявляемых и оцениваемых трендах в части их потенциального воздействия. Эти данные являются результатом анализа научно-технологического и социально-экономического развития и его использования при выработке европейской политики. В итоге обнаруживаются новые факторы, способные оказывать влияние на политические планы мероприятий и их приоритетность.

Итоги мониторинга этих тенденций и возможных последствий их развития служат важной основой для инициирования обстоятельных обсуждений по широкому кругу вопросов европейской политики, в частности, в области исследований и разработок, инноваций и предпринимательства, конкурентоспособности, транспорта, энергетики, сельского хозяйства, охраны окружающей среды.

3.3. Опыт разработки научно-технологических прогнозов в Японии и Китае.

В Японии действуют 4 научно-технологических центра, которые сконцентрированы в государственных структурах, корпорациях и негосударственных центрах. [19]. В Японии раз в пять лет разрабатывается долгосрочный прогноз научно-технологического развития страны. Первый прогноз был опубликован в 1971 г. Горизонт прогнозирования составляет 30 лет. Разработка прогноза опирается на технологию Форсайта, основанную на методе Дельфи. Тематика прогнозов в перспективных отраслях на протяжении всего времени их проведения постепенно расширялась. Если первый прогноз охватывал пять тематических областей, то последние – более 15-ти.

Число экспертов, участвующих в опросах, к последнему прогнозу превысило 4 тыс. Цель прогноза – получение наиболее полного представления о направлениях развития науки и техники на длительную перспективу и оценок для принимающих решения о финансировании НИОКР во всех секторах экономики. Технологический Форсайт в Японии формирует основы государственной научно-технической политики и является исходным для разработки технологических стратегий в корпоративном секторе.

Правительство – самый активный участник инновационной политики Японии. Ведомства, занимающиеся формированием и управлением национальными научно-

технологическими программами, в том числе и Форсайтом, включают: управление Кабинета министров, отвечающего за формирование государственных приоритетов, разработку национальной научно-технической политики и общую координацию важнейших проектов в данной области, а также семь министерств, в рамках которых реализуются намеченные планы в области научно-технической политики.

Ведущей организацией по формированию и разработке государственной политики в области науки и технологии, основанной на прогнозировании важнейших тенденций, является Национальный институт научно-технологической политики. Его главным звеном стал центр Научно-технологического прогнозирования. Центр отвечает за информирование Совета по научно-технической политике (Council for Science and Technology Policy – CSTP) и собственного министерства о сложившихся тенденциях и реальных прорывах в науке, а также за выполнение каждые пять лет долгосрочного национального прогноза в данной области по методу Дельфи.

Формированием у первых лиц исполнительной власти страны цельного и достаточно полного представления о состоянии и перспективах развития научно-технологической сферы занимается CSTP. Председателем CSTP является премьер-министр страны, членами Совета – все министры, а также ведущие ученые страны. CSTP проводит регулярные конференции по наиболее актуальным вопросам научно-технологической политики Японии и вырабатывает официальные рекомендации по ее проведению.

Научный совет в Японии представляет научную общественность, занимающуюся вопросами обсуждения и формирования национальных приоритетов в области науки и технологий в течение последних 20-ти лет. Совет ежегодно готовит до 30-ти докладов по наиболее актуальным вопросам организации отечественной науки и международного научно-технического сотрудничества.

При исключительно высокой роли государственных структур в организации Форсайта удается добиться широкого представительства в нем и других секторов путем привлечения экспертов из бизнеса, научных организаций, университетов. Так, среди экспертов, занятых в подготовке седьмого прогноза, 36% работали в частных фирмах, 37% – в университетах, 15% – в государственных организациях и 12% – в некоммерческих организациях. Это позволило обеспечить широкий охват рассматриваемых технологических достижений.

Метод технологического прогноза Дельфи является ключевым, используемым в японском Форсайте. Разработанная в США в конце 1950-х годов для развития оборонного сектора эта методология в Японии была усовершенствована и переориентирована на социально-экономические цели страны.

Седьмой прогноз, опубликованный в 2001 г. под названием «Будущие технологии Японии на период до 2030 года», включал 16 тематических разделов, по которым были сформулированы 1065 конкретных тематических направлений в различных областях жизни деятельности человека, добиться которых можно лишь за счет новых технологических решений. Эти тематические направления были ранжированы по степени значимости. Наивысшая значимость была присвоена темам:

- развитие технологии прогнозирования крупных землетрясений за семидневный срок до их начала;
- усовершенствование технологии утилизации использованных промышленных товаров;
- практическое использование технологии безопасной утилизации твердых радиоактивных отходов;
- определение и классификация генов, вызывающих возникновение типичных болезней;
- широкое распространение надежных систем защиты частной и секретной информации отдельных людей и сообществ от несанкционированного доступа.

Сто наиболее значимых тем были проклассифицированы и разбиты на группы:

- технологии, направленные на охрану окружающей среды – от глобальных вопросов экологии до проблем утилизации отходов;
- информационные технологии – полупроводники, Интернет и другие сетевые технологии;
- технологии, связанные с науками о жизни, включающие генные технологии и лечение заболеваний;
- технологии, связанные с исследованиями стихийных бедствий, предупреждением и предотвращением землетрясений и др.;
- новые энергетические технологии, связанные с использованием солнечной энергии и других возобновляемых источников.

Научно-технологические прогнозы в Китае выполняются в основном силами и под руководством Академии наук Китая [23].

Академия наук Китая – это национальный «мозговой центр» науки. Его главная задача – консультации Правительства Китая и хозяйствующих структур по проблемам развития науки и технологий, а также руководство научно-техническим развитием страны.

В августе 2007 года Президент АН Китая Лу Юнсян заявил: «Стратегическое планирование требует опережающих взглядов на мир, Китай, науку и технологию до 2050 года. Во-первых, в разрезе того, каким будет мир в 2050 году, нам следует изучить перспективы

экономики, общества, национальной безопасности, экологической обстановки, науки и технологии, в особенности, в таких научных областях, как энергетика, ресурсы, население, здравоохранение, информационные технологии, безопасность, экология окружающей среды, космос и океан. И нам необходимо выяснить, где для Китая существуют потенциальные возможности, а где таятся проблемы. Во-вторых, в контексте экономики и социальной сферы Китая к 2050 году, нам следует учитывать следующие факторы: цели, методы и научную поддержку, необходимые для экономики, социального развития, энергетики, населения и здравоохранения, экологии окружающей среды, национальной безопасности и инноваций. В-третьих, исходя из положений методического руководства к Научному обзору развития науки и технологий, необходимо подчеркнуть взаимосогласованность определенных направлений в контексте стоящих перед страной задач: соблюдения интересов населения и развития страны в целом; развития науки и техники; науки и энергетики; науки и общества; науки и окружающей среды; науки и культуры; инноваций и развития сотрудничества. В-четвертых, с точки зрения основополагающей роли исследования в научном развитии, план включает следующие аспекты: как оптимизировать структуру экономики и дать толчок ее развитию, развитию сельского хозяйства, структуры энергетики, сохранности ресурсов, перерабатывающей промышленности, обществу, основанному на знаниях, гармоничному сосуществованию человека и природы, балансу регионального развития, социальной гармонии, национальной безопасности и международному сотрудничеству. Учитывая вышеизложенные факторы, роль Академии наук КНР в дальнейшем будет уточняться».

Соответственно, Академия наук Китая начала своё фундаментальное исследование дорожной карты для приоритетных областей до 2050 г., в которые входят 18 направлений: энергетика, водные ресурсы, минеральные ресурсы, морские ресурсы, нефть и газ, население и здравоохранение, сельское хозяйство, экология окружающей среды, ресурсы биомассы, региональное развитие, космос, информатизация, передовые технологии, новейшие материалы, нано-наука, крупные научные лаборатории, междисциплинарные и пограничные научные исследования, национальная и общественная безопасность. В данное исследование вовлечены свыше 300 экспертов Академии наук в области науки, техники, управления, документальной информации, в том числе около 60 членов Академии наук Китая более чем из 80 институтов Академии.

Через один год были выработаны стратегические требования по приоритетным направлениям модернизации Китая до 2050 года; сформулированы основные научные и технологические проблемы; разработан релевантный перспективный научно-технический план. Итогом работы стали подготовленные фундаментальные доклады о научно-техническом перспективном плане развития Китая до 2050 г. по восемнадцати приоритетным направлени-

ям. Основываясь на изученном материале, Редакционный комитет и группа аналитиков под председательством Президента Академии наук подвели итоги, выступив со сводным отчетом. Исследовательские доклады публикуются в форме серий фундаментальных исследовательских докладов Академии наук, под заголовком «Дорожная карта научно-технического развития Китая до 2050 года: фундаментальные доклады Академии наук Китая».

Уникальная черта данного исследования – использование приема создания дорожной карты для развития науки и технологий. Дорожная карта научно-технического развития отличается от обычно принятого планирования и технологии предвидения тем, что она охватывает: изучение науки и технологий, которые необходимы для будущего, детальное объяснение плана для достижения целей, описание изменений окружающей среды, потребности исследователей, тенденции развития технологий, инновационное и техническое развитие. Научное планирование в форме дорожной карты имеет более ясную научную цель, формирует более тесные связи с рынком, выбранные проекты становятся интерактивными и более систематичными, определяются пути и способы достижения целей, план в целом выглядит более реальным. Дополнительно к этому, учитывая как зарубежный, так и отечественный опыт при разработке и изучении дорожной карты, были сформированы собственные пути создания дорожной карты для следующих приоритетных областей:

1. Создание организационного механизма для фундаментального изучения дорожной карты научно-технического развития по приоритетным направлениям.
2. Установление принципов для дорожной карты научно-технического развития по приоритетным направлениям.
3. Определение состава экспертной группы для фундаментального исследования дорожной карты научно-технического развития.
4. Организация проведения регулярных семинаров на различных уровнях.
5. Установление механизма экспертной оценки для исследования перспективного плана.
6. Установление непрерывного механизма для исследования дорожной карты.

3.4. Тенденции развития технологий в прогнозируемых областях науки и техники в США

Сопоставительный анализ развития технологий в важнейших областях экономики США позволил установить, что большинство базовых технологий 4 и 5 технологического уклада в мировой экономике было отмечено в прогнозах ведущих прогностических центрах США. Так, с начала 50-х и в 60-х годах важное значение при выполнении прогнозов в США уделялось технологиям автоматизации и управления производством [1-4]. Организация тех-

нологий посредством установления взаимосвязанной совокупности прошлых операций послужили основой для автоматизации как непрерывных, так и дискретных процессов. Развитию этих технологий способствовал рост заработной платы в США и последовательное повышение стоимости живого труда. Необходимо отметить, что интенсивные прогнозные исследования технологий автоматизации производств в США послужили стимулом для поиска инновационных решений по созданию технологий управления производством на базе вычислительной техники. Последующее совершенствование прежде всего элементной базы цифровых вычислительных машин в США привело к уменьшению их габаритов, росту быстродействия и объемов перерабатываемой информации, что предопределило появление персональных компьютеров и микропроцессоров.

Сходная ситуация поверхностного заимствования экономикой СССР прогнозных оценок перспективности технологий производства новых композитных и полимерных материалов в США на основе развития нефтехимической промышленности имела место в 70-80-е годы. Именно развитие технологий этого направления существенно расширило номенклатуру и мощности отрасли конструкционных материалов, что также нашло свое положительное проявление и в обрабатывающей промышленности: снизился вес, сократилась стоимость создаваемой с помощью новых материалов техники и оборудования, повысилась их надежность и снизилась стоимость их создания. Стратегический просчет плановой экономики СССР в неадекватном учете перспектив новой отрасли привел к резкому росту станочного парка для механической обработки деталей, который в середине 80-х годов почти на порядок превосходил станочный парк США. Заметим, что неразнообразие конструкционных материалов (металлопроката) приводило к тому, что при обработке почти 40% металла шло в стружку, в отходы.

Прогнозные исследования технологий в США, начиная с середины прошлого века, опережают прогнозы других стран и являются более достоверными. В качестве методической основы организации прогнозов в США используются самые разнообразные методы технологических прогнозов, число которых в XXI веке приблизилось к 200. При выполнении технологических прогнозов преимущество отдается количественным методам, использующим статистику либо установленные закономерности (например, закон Мура), справедливые в определенных областях техники и экономики. Эти прогнозы выполняются на уровне крупных корпораций, а условия используемых методов являются конфиденциальными.

На федеральном уровне преимущество имеют экспертные методы (метод Дельфи), позволяющий проводить системную увязку разных направлений решения проблем и разработки новых технологий, прогнозирование которых наиболее предпочтительно количественными методами.

В прогнозах научно-технологического развития экономики США, выполненных в период с 1950 по 2000 годы, указывались многие передовые технологии, ставшие базовыми в пятом, действующем в настоящее время укладе. Однако некоторые прогнозные исследования по развитию технологий, выполнявшиеся в США, через некоторое время исчезали из поля зрения прогнозистов. К таким технологиям, имеющим стратегическое значение, относятся технологии добычи природного газа из сланцев. Ускоренный рост объемов нефтехимического производства указывался в прогнозах научно-технологического развития в США в 60-70-х годах перед началом формирования ядра 4-го технологического уклада. Затем в оценках прогрессивности экономики ведущих стран отмечался фактический ускоренный рост нефтехимического производства на протяжении 80-х – 90-х годов. Этим качеством обладали не только США, но и ряд европейских стран (Германия, Франция, Голландия и др.). Важность опережения нефтехимии, как основы прогрессивных сдвигов в экономике, своевременно не была замечена плановыми органами в СССР. Более того, закупка по импорту нефтехимического и нефтеперерабатывающего оборудования ориентировалась на устаревшие технологии, где почти $\frac{3}{4}$ объема переработанной нефти составляли мазут и дизтопливо. В итоге в 80-х годах в СССР ощущалась острая нехватка светлых нефтепродуктов (бензина и керосина).

Расчеты показывают, что с позиций устойчивого функционирования промышленно развитой экономики России соотношения объемов экспорта к объемам внутреннего потребления должно быть 1:3 для ресурсо добычи; 1:2 для перерабатывающих отраслей и 1:1 для обрабатывающих. Хотя объемы производства нефтепереработки и нефтехимии в пост кризисный период восстанавливаются к до кризисному уровню, качество производственной продукции остается низким, а себестоимость растет, что неизбежно приводит к росту цен. Большинство действующих НПЗ построены еще в период СССР ориентированы на производство мазута и дизтоплива ($\frac{3}{4}$ объема перерабатываемой нефти), а не светлых нефтепродуктов. Поэтому модернизация действующих НПЗ и переход к ЕВРО-3; ЕВРО-4; ЕВРО-5 происходит со значительными задержками по срокам, а намеченные затраты значительно превышают согласованный уровень.

России необходимо отказаться от «заплаточной» модернизации устаревших НПЗ и перейти к строительству новых производственных мощностей в рамках создания инновационно-технических кластеров, объединяющих связанные производства нефтепереработки и нефтехимии.

Заслуживает внимания объяснение причин то, что в США, как и в Японии преимущество имеют методы Форкаст, а не Форсайт, т.е. технологическая составляющая имеет преимущество над социально-экономической, хотя в последние годы эта грань постепенно сти-

рается, о чем свидетельствует изменение содержания прогнозов, выполняемых корпорацией Рэнд.

По нашему мнению, это связано с различиями в однородности научно-технологического и социально-экономического пространства с одной стороны, США, Японии, а с другой – стран ЕС и Китая, где это пространство менее однородно. Кроме того, США и Япония накопили достаточные традиции в разработке более конкурентоспособных технологий. Это позволяет странам ЕС в своих прогнозах меньше уделять внимание поиску новых технологических решений в производстве, и более внимательно относиться к распространению технологий в этих странах. Поэтому метод Форсайт, имеющий более значимую социально-экономическую сопоставляющую, предпочтителен для сообщества разных по технологическому уровню стран, где освоение технологий крайне разнородно и может породить конфликтные ситуации и проблемы для всего ЕС.

3.5. Важнейшие тренды глобального научно-технического развития

В ряде прогнозов научно-технологического развития содержатся результаты анализа основных глобальных тенденций и вызовов мировому развитию, определяющих внешние императивы для каждой страны [11,12,13,18,22,23]. Среди глобальных изменений внешних условий научно-технологического развития и распространения технологий в мировой экономике отмечаются следующие.

Во-первых, современный этап глобализации общественного и экономического развития обостряет целый ряд проблем, которые регулярно на протяжении многих лет приходится учитывать при выполнении прогнозных исследований. Неравномерность экономического роста, демографические дисбалансы, старение населения развитой части мира порождают мощные миграционные потоки, создают и обостряют серьезные межцивилизационные противоречия. Остро стоят проблемы обеспечения международной безопасности, предотвращения и урегулирования региональных конфликтов, создания средств для борьбы с международным терроризмом, преодоления кризиса нераспространения ядерного оружия. К этому следует добавить глобальные экологические проблемы, в том числе, потепление климата, рост числа природных катастроф и т.п.

Во-вторых, возрастает неопределенность мирового развития. Возросшее число игроков, определяющих формирование мировой экономической динамики, принципиально отличает ситуацию первых десятилетий XXI века. К сложившимся в середине XX века центрам силы уже добавились такие крупные страны, как Китай, Индия, Бразилия, Иран. Новые центры силы оказывают растущее воздействие на все мирохозяйственные тренды, меняют кон-

фигурацию мировой торговли, валютной сферы, потоков капитала и трудовых ресурсов. Обострение конкуренции в этих направлениях чревато рецидивами экономического национализма, протекционизма, а также изменением ряда принципов мирохозяйственного регулирования.

В-третьих, нарастает скорость изменения ряда ключевых мирохозяйственных тенденций, обусловленная активизацией инновационной деятельности. В условиях глобализации процессы тиражирования инноваций, их освоения в сфере производства идут настолько стремительно, что зачастую происходящие перемены трудно зафиксировать. Это обстоятельство связано и с тем, что центральным направлением инновационной активности становится сфера услуг – информационных, финансовых, инженерно-конструкторских, медицинских и социальных. «Виртуальный» характер многих услуг принципиально меняет саму возможность их анализа, оценки и прогноза.

Под воздействием всех этих факторов формируется новая архитектура мировой экономики и международных отношений, намечается возврат к политике баланса сил на основе использования как научно-технического и экономического потенциала, так и элементов военной силы. Скорость и многовекторность мирового развития, повышение рисков при реализации крупных долгосрочных проектов во всех областях социально-экономического развития усложняют задачи долгосрочного прогнозирования. Анализ сценариев будущего требует применения нестандартных подходов и привлечения специалистов самых разных профилей. Процессы глобализации на основе НТП и ускорения инновационных процессов в большинстве регионов мира, особенно в крупных развивающихся странах, приведут к росту их доли в мировом валовом продукте, и усилению роли в глобальном технологическом развитии.

Повышение показателей мирового экономического роста в прогнозном периоде (повышение темпов производительности труда и общей эффективности хозяйства) будет во многом достигнуто благодаря усиливающемуся эффекту глобализации: использованию все большим числом стран достижений в сфере инноваций, передовых технических стандартов и методов корпоративного и государственного управления. При этом усилится глобальная конкуренция, повысятся требования к качеству и улучшению использования вовлекаемых в мировой производственный процесс ресурсов – труда, капитала и знаний.

Концепция конвергенции технологий, или «конвергентных технологий» - КТ (“converging technologies”), была предложена Национальным научным фондом и Министерством торговли при поддержке военных ведомств [9]. Ряд положений этого неофициального документа (часто рассматриваемого в качестве официальной государственной инициативы) вызвали ожесточенные дебаты, как в экспертной среде, так и в средствах массовой информации с участием представителей частного бизнеса и гражданского общества. Американский под-

ход к КТ отдавал приоритет развитию будущего научно-технического комплекса на основе синергии 4-х элементов: нано-, био-, инфо-, когно- (NBIC), благодаря прогрессу в нанотехнологиях, и в целях «улучшения возможностей человека». Основные составляющие этого комплекса:

- нанонаука и нанотехнологии;
- биотехнология и биомедицина, включая генетическую инженерию;
- информационная технология, включая новые компьютерные технологии и средства связи;
- когнитивная наука, включая когнитивную нейронауку.

Конвергенция технологий может привести к синергетическому эффекту, результаты которого будут значительно превышать сумму возможных эффектов каждой отдельной технологии. Американские исследования содержат не только широкую постановку технологических задач, встающих в долгосрочной перспективе перед человечеством и способных быть решенными с помощью NBIC, но и социальную направленность многих новых технологий, их ориентированность на человека – его физическое и психическое здоровье, продолжительность и качество жизни, расширение использования данных от природы возможностей и т.д.

Современные, наиболее перспективные исследования и разработки в области биотехнологии и биомедицины, также вышли на наноуровень, в их числе - работы в области геной инженерии (молекула ДНК в ширину имеет 3 нанометра), биосовместимое протезирование (искусственные молекулы), целевая доставка лекарств в больные клетки с помощью наночастиц и многое другое. О направлениях биотехнологии, перед которыми стоит задача улучшения понимания процессов, дающих жизнь клеткам, можно также говорить как о разделах нанотехнологии или бионанотехнологии. Основные работы в области биоинформатики направлены на исследование геномов, анализ и предвидение структуры белков, изучение взаимодействий молекул белка друг с другом и другими молекулами, а также на моделирование процессов эволюции. В науке появился термин "биология *in silico*", буквальный смысл которого - "биология на кремнии", или, иными словами, проведение биологического эксперимента на компьютере.

Общий объем накопленной информации таков, что на первый план выходит системная биология, цель которой - не просто объединить достижения, полученные различными методами, но интегрировать имеющиеся знания и перевести их на качественно новый уровень. Новые разработки в биоинформатике и генетике, например, так называемая фармакогенетика (изучение взаимосвязей между болезнями, генами, протеинами и фармацевтическими средствами), дадут медицине такой инструмент лечения человека как подбор лекарств и средств воздействия, в зависимости от его генетической предрасположенности, а также

конструирование лекарств направленного действия. Компьютерные технологии в таких разработках незаменимы.

Наномедицина может изменить традиционное представление о болезни и здоровье человека и, в конечном итоге, привести к медицине, основанной на предвидении и предотвращении, вместо лечения, заболеваний. Более того, если создание наноприборов, как одна из наиболее радикальных форм нанотехнологий, получит существенное развитие, ее можно будет отнести к числу важнейших разработок в истории технологий.

Европейская концепция ориентирована на подход «снизу» - на социальные нужды, носит нейтральный характер, поскольку выходит за рамки 3-х или 4-х основных элементов (нано-, био-, инфо- и когнитивной науки), включает множество дисциплин (в т.ч., экологию, географию, социологию), при этом придавая большое значение социальным и гуманитарным наукам при ключевой роли когнитивных наук.

Таким образом, в настоящее время в западной научной литературе закрепился термин «конвергенция технологий» или «конвергентные технологии», под которым понимается широкий круг процессов – как конвергенция отдельных областей наук, так и непосредственно технологий. Следует отметить, что при этом высказываются две крайние точки зрения на существование самого процесса конвергенции:

- простая междисциплинарная конвергенция на основе горизонтального влияния нанотехнологии на другие технологии [12],

- появление полностью новых направлений науки и технологий, которые в будущем будут развиваться по своим собственным траекториям [13].

Подтверждением идущих процессов конвергенции могут служить государственная стратегия финансирования новых направлений, библиометрические и патентные показатели, растущая научно-техническая кооперация в областях КТ (альянсы и сети), диверсификация деятельности частных компаний (компании ИКТ развивают аутсорсинг с биотехническим бизнесом), потоки венчурного капитала, политика университетов (перестраиваются учебные курсы), создание научно-промышленных кластеров.

Добыча природных ресурсов и производство электроэнергии на протяжении всего периода формирования и существования всех пяти технологических укладов (начиная с конца XVIII века и до начала XXI века) всегда была системообразующей основой каждого технологического уклада.

Базовой технологией четвертого технологического уклада была нефть и сопутствующие ей компоненты: природный газ и конденсат. В прогнозах Министерства энергетики США и Массачусетского Технологического Университета 50-х – 60-х годов отмечались перспективы и условия создания и распространения технологий добычи нефти и утилизации по-

путного нефтяного газа [16]. Так, в них указывалось на стремительное сокращение на многих месторождениях США и Канады периода фонтанной эксплуатации месторождений и необходимость перехода к использованию технологий поддержания пластового давления на основе закачки в продуктивный пласт воды и очищенного попутного газа, а также применения механизированной добычи нефти с использованием погружных и центробежных плюсов. В силу ряда геологических особенностей разработки месторождений в США и Канаде (низкой доле песчаных продуктивных пород) технология закачки воды в пласт применялась ограниченно, что позволило США довести коэффициент нефтеизвлечения до 0,55, в то время как в СССР он был равен 0,38, а в России в 90-х годах этот коэффициент оказался близок к 0,3. Одной из особенностей использования технологий добычи нефти в США было стремление к максимальной продолжительности периода стабильных объемов добычи нефти на месторождениях (стратегия «длинной площадки»).

Если в США продолжительность «длинной площадки» составляла на крупных и средних месторождениях от 30 до 50 лет, то в СССР такая площадка насчитывала всего 5-10 лет, после чего начиналось интенсивное осводнение и падение добычи. Например, крупнейшее в СССР нефтяное месторождение в Западной Сибири Самотлор имело такую площадку длиной в 7 лет, а обводненность добываемой продукции через 15 лет составила 95%, коэффициент нефтеизвлечения не достиг и 0,3.

Другой важный элемент технологии нефтедобычи – утилизация попутного нефтяного газа, а прогнозные оценки его полной утилизации в США и Канаде находились на рубеже 60-х – 70-х годов. Причины распространения технологии утилизации три: необходимость соблюдения экологических требований, высокая ценность попутного нефтяного газа как исходного сырья для нефтехимии и возможность использования газа, как средства поддержания пластового давления. В СССР доля утилизации попутного газа в конце 80-х годов находилась на уровне 50%, а в России она не превышает 60%.

Особенность структуры нефтяных запасов в США состоит в том, что у них доля крупных месторождений очень мала (около 30%), а в остальном – это мелкие и средние месторождения с величиной извлекаемых запасов от нескольких млн.т до нескольких десятков млн.т. В США часть этих запасов включена в состав стратегических и не разрабатывается по соображениям соблюдения национальных интересов. В тоже время прогнозы оценки технологий разработки малых месторождений с использованием методов 3Д и наклонного бурения свидетельствуют о достижении высоких возможных коэффициентов нефтеизвлечения, приближающихся к 0,5.

На стадии переработки ресурсов при формировании комплекса базовых технологий четвертого технологического уклада на ведущие позиции стали выдвигаться прогнозы 50-х

годов [20] о возможности создания человеком новых материалов и продуктов, отсутствовавших ранее в природе. Первоначально речь шла о создании систематических материалов на основе углеводородного сырья, которые достаточно быстро стали успешно конкурировать и заменять традиционные природные материалы: дерево, сталь, чугун, каучук и др. Такая замена стала возможной за счет совершенствования и роста масштабов производства новых продуктов.

Успешное мировое развитие экономик стран Европы в послевоенные годы основывалось на быстром технологическом обновлении их производств, которое строилось на импорте оборудования и машин из США, а также передачи лицензий и патентов на производство новых продуктов. Европейские страны и Япония в тот период не являлись мировыми лидерами технологического развития, но, в силу разных причин, были активными агентами трансфера новых базовых технологий четвертого технологического уклада.

Следующая тенденция мирового масштаба по формированию технологий четвертого технологического уклада, охватившего практически сферы экономики, была автоматизация, технологические основы которой зародились в США [1,3] Успешное развитие автоматизации на следующем этапе привело к созданию технических роботов, которые представляли собой обособленные устройства, обладающие памятью и широким спектром выполняемых функций. Такие устройства нашли широкое распространение при производстве электронных изделий, а также на сборочном производстве в автомобильной промышленности.

Вопреки мнению отдельных исследователей в США автоматизация распространилась и на дискретные процессы в машиностроении (станкостроении, производстве подшипников и др. изделий).

Если на этапе добычи ресурсов в 4-м технологическом укладе базовой технологией была добыча нефти, то в пятом укладе ведущим энергоносителем стал природный газ. Многие крупные месторождения были открыты ранее на суше с использованием традиционных технологий, но транспорт газа на сверхдальние расстояния (несколько тысяч километров) требовал новых технологий. Наиболее простой оказалась технология транспорта в естественном, газообразном состоянии. Однако, необходимо было прокладывать магистральные газопроводы не только на суше, но и в морских акваториях [17]. Также к базовым технологиям добычи газа относится добыча газа на шельфе (Северное море, Баренцево море, Охотское море и др.)

Существенному увеличению масштабов распространения природного газа как эффективного энергоносителя способствовали криогенные технологии сжижения и транспорта газа морским путем на судах метановозах. Первоначальным ограничением стоимости сжиженного природного газа была цена для потребителей, которая сначала превышала в 3-5 раз стои-

мость магистрального газа. Далее, в начале XXI века стоимость сжиженного газа снизилась до соотношения (2-3) к 1 стоимости магистрального газа, а масштабы его распространения возросли до 20% от общего объема добычи и транспорта газа.

Другой базовой технологией добычи газа в рамках 5 технологического уклада стала технология разработки газовых гидратов. Интерес к разработкам газогидратов обусловлен огромными запасами, эффективное освоение которых может обеспечить потребности в газе на несколько столетий.

Газовые гидраты представляют собой твердые соединения молекул газа и воды, существующие при определенных давлениях и температурах. В одном кубометре природного гидрата содержится до 180 куб.м газа и 0,78 куб.м воды. Если раньше гидраты изучались с позиции технологических осложнений при добыче и транспорте природного газа, то с момента обнаружения огромных залежей природных газовых гидратов их стали рассматривать как наиболее перспективный источник энергии. В настоящий момент известно более двухсот месторождений газовых гидратов, большая часть которых расположена на морском дне. По последним оценкам, в залежах природных газовых гидратов сосредоточено 10-1000 трлн.куб. м метана [23], что превосходит запасы традиционного газа. Поэтому стремление многих стран (особенно стран-импортеров газа: США, Японии, Китая, Тайваня) освоить этот ресурс вполне объяснимо. Но, несмотря на последние успехи геологоразведочного бурения и экспериментальных исследований гидратов в пористых средах, вопрос об экономически рентабельном способе добычи газа из гидратов остается по-прежнему открытым и требует дальнейшего изучения.

К числу базовых технологий пятого технологического уклада на этапе переработки ресурсов относится широкое применение нанотехнологий для производства композитных материалов и материалов с новыми свойствами, превосходящие традиционные материалы из стали и полимерных материалов. Другой базовой технологией производства новых конструкционных материалов стали технологии создания материалов с новыми свойствами на основе использования углеродных соединений (нанотрубки). Возможные масштабы их использования в рамках 5-го технологического уклада не достигли своего максимума, который следует ожидать и на следующем технологическом укладе.

В мире происходит быстрое накопление в огромных масштабах промышленных твердых отходов. По разным оценкам, их масса достигает нескольких трлн. тонн. Истощение «хороших» запасов полезных ископаемых с высоким содержанием монопродукта, рост мировых цен на ресурсы и накопление технологий безотходной переработки твердых промышленных отходов послужили необходимым базисом для увеличения масштабов переработки накопленных отходов. Отработка этих технологий позволит не только сократить объемы на-

копленных отходов, но и перейти на следующем, VI технологическом укладе к безотходным технологиям добычи и переработки ресурсов.

Настоящий технологический переворот состоялся в сфере обрабатывающих отраслей за счет использования результатов других технологий – новых материалов, микропроцессоров и компьютеров. Новые материалы были использованы для производства готовых конструкций, исключая процессы литья и обработки поверхностей. Все это привело не только к сокращению объемов технологий обработки металлов, но и к использованию интеллектуальных технологий в обрабатывающих отраслях. К числу базовых технологий обрабатывающих отраслей на пятом технологическом укладе относится совмещение разных технологий обработки (резания, сверления, фрезерования и др.) в одном обрабатывающем центре. При этом значительно сокращается время на подготовительные операции и существенно растет производительность труда.

В сфере конечного потребления базовыми технологиями в рамках пятого технологического уклада стали новые способы связи: мобильная связь и Интернет. Масштабы и скорость их развития существенно превзошли темпы роста экономик развитых и развивающихся стран. Технологическими лидерами в области связи стали США, Япония и страны ЕС..

Успешно развивались технологии в сфере медицинских услуг. Их продвижение было обусловлено успехами в области выращивания стволовых клеток, клонированием животных и др.

Возобновляемая энергетика (солнечная, ветровая, приливная и др.) постепенно расширяет свои масштабы, приближая их по прогнозным оценкам, для ряда стран к уровню 30% в 2030 году от общего уровня потребляемой энергии в стране. По прогнозным оценкам использование всего 5% солнечной энергии при КПД 35% солнечных батарей и пленок (гибких батарей) позволит сократить потребление невозобновляемых ресурсов на 20-30%.

В секторе перерабатывающих отраслей существенно возрастет масштаб безотходных технологий разработки твердых полезных ископаемых, а коэффициент извлечения нефти приблизится к 70%. Близки к масштабному промышленному освоению технологии добычи углеводородов в акваториях морей и океанов на глубине до 3 км. Продолжится развитие технологий производства новых конструкционных материалов на основе нанотехнологий. Ожидается новое направление использования нефти (в том числе матричной нефти) для производства новых материалов, а переработка нефти в моторное топливо будет сокращаться в связи с распространением электромобилей различного назначения.

В обрабатывающих отраслях продолжится расширение масштабов применения компьютеров для моделирования при проектировании сложных видов техники (авиалайнеров, морских и океанских судов, скоростного транспорта и др.).

Рост численности населения на земном шаре (в 2011 году она достигла 7 млрд. чел.), климатические изменения, договоренности мировых держав о регулировании финансовой деятельности и другие условия в значительной степени будут влиять не только на масштабы конечного потребления, но также станут определяющим фактором масштабов развития добывающих, перерабатывающих и обрабатывающих секторов мировой экономики.

Многие экологические проблемы и проблемы здравоохранения будут решаться не консервативно, после их появления, а путем предупреждения их формирования за счет новых технологий в других отраслях экономики.

Прогнозирование оценок мировых запасов природных ресурсов является важнейшей составляющей прогнозов научно-технологического развития ведущих мировых центров, как в США [11], так и в Европе [18].

По мнению центров прогнозирования США оценка ресурсов первичных энергоносителей, ключевые среди которых – нефть и газ, как достаточных для развития нефтегазового комплекса в долгосрочной перспективе, является решающей для формирования стратегий развития экономик ресурсодобывающих стран.

Проблема оценки достоверности (сходимости в широком смысле) запасов ресурсов имеет важное значение для принятия управленческих решений. Так в 1990-х годах появилось множество противоречивых оценок запасов нефти и газа в России.

Доверие к российским методикам расчета запасов было подорвано в начале 90-х годов после того, как стали известны факты нарушений технологии и экологических требований при разработке российских нефтяных и газовых месторождений. На загубленных месторождениях даже имеющиеся запасы сырья становились недоступными для дальнейшей эксплуатации, что вызывало скептическое отношение к возможностям российского ТЭК. Но подобные оценки были опровергнуты практикой.

Прогнозные оценки запасов углеводородов нередко искажаются и используются в спекулятивных целях, не являющихся профессионалами в области нефтегазовой геологии. К примеру, накануне резкого роста котировок нефтяных фьючерсных контрактов до 55 долл./барр. и более, во второй половине 2004 г., в научных и политических кругах был популярен прогноз фонда «Территория будущего», в котором, в частности, предсказывалось исчерпание запасов нефти в РФ уже через 10-15 лет. В материале отсутствовали ссылки на какую-либо из признанных отечественных научных школ, но приводились мнения зарубежных экспертов, в том числе из Норвегии, ближайшего конкурента России на европейском рынке. Весьма показательным, что после снижения мировых цен на нефть тема «заката углеводородной эры в России» утратила свою популярность.

Переход к постиндустриальной модели развития объективно совпал с моральным и физическим старением основного капитала традиционных базовых отраслей материалопроизводящего комплекса в большинстве развитых стран. Это способствовало усилению роли организационно-управленческих факторов (в том числе мер государственного регулирования), развитию программ рационализации производства и помощи «структурно больным»

отраслям, нацеленным на повышение конкурентоспособности, стимулирование инвестиций, поддержку НИОКР и т. д. Вместе с тем усилилась и ограничительная сторона регулирования, проводимого при поддержке государства, по сокращению «избыточных» мощностей экологически сложных и энергоемких переделов, квотированию производства некоторых видов массовой продукции, тарифным и ценовым ограничениям. Так, в последние 20 лет в черной металлургии США ликвидировано около 30% мощностей по выплавке стали, в Японии – 20%, в ФРГ – более 30%. Заметно сократились и мощности по выпуску цветных металлов. При этом выпуск традиционных и массовых товаров по каналам ТНК переводился в страны с развивающейся и переходной экономиками.

В разработке новых материалов заметно возросла роль сравнительно небольших специализированных фирм и компаний, способных гибко адаптировать свои программно-целевые установки к требованиям рынка. Кроме того, в процессе разработки новых модификаций материалов резко расширяется сотрудничество с потребителями в различных формах: от обмена информацией до совместных конструкторских и технологических разработок и маркетинговых программ. По прогнозам [21] все эти факторы сохранят в целом свою роль и в будущем.

Среди *основных направлений технического развития* отраслей материалопроизводящего комплекса по-прежнему ведущее место будут занимать малоотходные ресурсосберегающие технологии, непрерывные производства, (непрерывное литье металлов, высокоселективные электро-, био-, плазмо- и фотохимические процессы), технологии комплексной переработки сырья (особенно в химии и цветной металлургии), компактные мини-заводы, развитие автоматизированных систем управления и контроля технологических процессов. Усиление ресурсосберегающих и природоохранных тенденций еще больше ограничит экономическую роль фактора роста единичной мощности основных агрегатов и установок. Существенно возрастет роль модульного принципа в проектировании промышленного оборудования.

Наиболее динамично будут развиваться направления, связанные с созданием материалов с новыми свойствами, обеспечивающих опережающий рост инновационных производств (композиты, новые поколения конструкционной и функциональной керамики и полимеров, металлические и гибридные материалы). Хотя черные металлы в обозримой перспективе сохранят роль основного конструкционного материала, дальнейшее развитие получат новые тенденции выбора, создания и использования материалов. Новизна подхода заключается в следующем[21]:

– материал рассматривается как интегральное понятие, объединяющее в себе вещество заданного химического состава, конструкцию и технологию его изготовления и обработки;

– наблюдается интенсивный переход к использованию материалов в метастабильном (неравновесном) состоянии;

– возрастает роль технологии, которая должна обеспечить создание заданной структуры материала, способной к самоорганизации в неравновесном состоянии;

– развивается тенденция создания так называемых интеллектуальных материалов и технологий их изготовления, в процессе которого закладываются принципы самодиагностики и самовосстановления, что позволяет исключить деградацию свойств в процессе эксплуатации изделий, а в ряде случаев даже существенно их улучшить (материалы с эффектом памяти, функционально-градиентные и композиционные);

– в характеристике материала резко возрастает роль поверхности и ее свойств в обеспечении надежности и эксплуатационных показателей; отсюда появление нового направления – инженерии поверхности с прогрессивными методами ее обработки (в том числе, с использованием концентрированных потоков энергии в химических, плазменных, ионных и лазерных процессах);

– запас прочности как традиционно важнейший критерий создания материала занимает второе место после показателя надежности поведения материала в процессе его эксплуатации.

Реализация этих положений предполагает развитие технологических процессов нового уровня, характеризующихся ограниченным количеством операций, безотходностью и глубоким переделом исходного сырья. По всей вероятности, при этом сохранится использование в промышленном масштабе и многих существующих видов материалов, особенно имеющих определенные ресурсы улучшения потребительских свойств. По некоторым оценкам, мощным фактором, стимулирующим развитие этих процессов, должен стать прогнозируемый в ближайшее десятилетие рост спроса и повышение цен на многие виды минерального сырья, связанные в значительной степени с ускоренным экономическим ростом крупнейших азиатских стран.

Развитие глобализации будет способствовать вовлечению в мировой инновационный процесс новых индустриальных стран (Китая, Индии, Республики Корея, Мексики, Тайваня, Бразилии и др.), сумевших к началу столетия создать достаточно мощный потенциал материалопроизводящих отраслей. При этом США, Япония и страны Западной Европы сохранят лидерство в производстве наукоемкой продукции специального назначения.

Свойства организационно-экономического пространства научно-технологических прогнозов существенно влияют на масштабы и темпы реализации ожидаемых их результатов. Эти отличия существенны даже для промышленно развитых стран, лидирующих в разработке и освоении технологий. К таким характеристикам относятся объем и доля финансирования науки, степень участия бизнеса в ее финансировании, механизмы стимулирования инноваций, организационные формы поддержки инновационного развития, уровень государственной поддержки науки, инноваций, технологий и др.

Важными факторами, определяющими ускорение реализации прогнозов, и высокую приоритетность научно-технических программ в иерархии государственных приоритетов развитых и развивающихся стран, становятся новые задачи государственной научно-технологической политики, ее ответы на глобальные вызовы и новые стратегии лидеров наукоемкого бизнеса, расширяющих поле глобальной конкуренции в инновационной сфере.

Стратегия повышения наукоемкости, т.е., расширения масштабов научной и инновационной деятельности относительно размеров ВВП или стоимости продукции отдельных компаний, распространяется все шире на страны [21], отрасли и корпорации. При этом для развитых стран характерна высокая наукоемкость, обеспечиваемая, прежде всего, высокой долей участия частного сектора в общих затратах на НИОКР. Это свидетельствует о зрелости национальных инновационных систем. В прогнозном периоде до 2030 года для группы наиболее развитых стран возможно небольшое наращивание или стабилизация показателей наукоемкости ВВП. Опережающие темпы роста затрат на НИОКР в Китае и Индии к концу прогнозного периода приведут к существенному приближению их показателей наукоемкости к показателям развитых стран. При сохранении современных тенденций они существенно опередят Россию. Уже в настоящее время по отдельным направлениям ИКТ Южная Корея, Китай и Индия перешли от «догоняющего» развития к «лидирующему».

Несколько неопределенными выглядят перспективы ресурсного обеспечения НИОКР в ЕС. Как известно, ЕС в целом отстает от США и Японии по уровню и динамике наукоемкости. Еще в 2000 г. в Лиссабоне было принято решение ускорить темпы роста финансового и кадрового обеспечения НИОКР и к 2010 г. довести их до уровня стран-лидеров. Однако, уже в 2005 г. стало ясно, что эти решения выполнить не удастся, и их реализация была перенесена на 2013 г. Вместе с тем, текущие показатели свидетельствуют о том, что разрыв в инновационной сфере продолжает углубляться: европейские компании относительно слабо осваивают высокотехнологичные отрасли: биотехнологию, фармацевтику, информационные технологии. Опережающий рост государственных расходов на НИОКР в ряде новейших областей (альтернативные источники энергии, нанотехнологии, новые материалы и др.) пока не стал позитивным сигналом и ориентиром для частного бизнеса стран ЕС.

В настоящее время основной объем научно-технических ресурсов мира сосредоточен в США, странах ЕС, а также в Японии и Китае. На долю США приходится около 30% мировых расходов на НИОКР, на долю ЕС – около 25%, Японии – 13%. Сложившаяся триада основных научно-технических центров (США, ЕС, Япония) будет далее расширяться в сторону динамичных стран Азии, прежде всего, - Китая, Кореи и Индии.

В прогнозном периоде возрастет отношение затрат на НИОКР к стоимости производимой продукции, а также к капитальным вложениям в расчете на одного исследователя. Наибольшей наукоемкостью (отношение затрат на НИОКР к продажам) сейчас обладают компании фармацевтической промышленности, производства средств связи и услуг в этой области, а также приборостроения и программного обеспечения.

Основные тенденции ресурсного обеспечения НИОКР начала XXI в. в развитых странах будут, вероятно, продолжать действовать без кардинальных изменений в последующие 10-15 лет: рост расходов на НИОКР преимущественно за счет предпринимательского сектора; расширение кооперации частного бизнеса с университетами и государственными исследовательскими центрами; снижение прямого государственного финансирования частной промышленности и усиление косвенного стимулирования. Соотношение частного и государственного секторов в финансировании НИОКР будет стремиться в среднем к пропорции 70:30, но с колебаниями, отражающими специфику отдельных стран.

Постепенная смена государственных приоритетов научно-технологического развития растянулась на несколько десятилетий. В США, Великобритании и Франции ее основными чертами в предшествующие 20 лет являлись:

- относительное сокращение доли военных НИОКР в общей сумме государственных ассигнований;
- ускоренный рост инвестиций в фундаментальные исследования, связанные с системой здравоохранения;
- заметное падение интереса к исследованиям и разработкам в сфере ядерной энергетики.

В странах ОЭСР в целом возможно сокращение или стабилизация относительной доли государственного сектора в общенациональном финансировании НИОКР. В 1990-е годы величина этого показателя по странам ОЭСР сократилась с 35 до 29,9%, а по странам ЕС (Европа-15) - с 40 до 34%. Этот процесс затронул даже такую страну, как **Франция**, где очень сильны традиции дирижизма. В результате, за 1990 - 2001 гг. этот показатель сократился с 55 до 37%. Среди важнейших факторов, вызвавших относительное снижение доли государства в финансировании НИОКР, можно назвать сокращение военных расходов и отход от национальных крупномасштабных государственных научно-технологических про-

грамм. Что касается таких программ, мобилизующих национальные ресурсы для решения тех или иных научно-технологических задач стратегического характера, то на современном этапе развития они уже не могут быть эффективными без участия бизнеса.

В первых десятилетиях XXI в. продолжится начатый в 90-е гг. переход большинства развитых индустриальных стран к новой фазе государственной научно-технологической политики, генеральной направленностью которой становится решение *социально-экономических задач*. На первый план выходят требования решения наиболее насущных проблем, связанных с безработицей, здравоохранением и качеством жизни.

Центром новой государственной научно-технической политики становится комплекс мер по *стимулированию* инновационных процессов во всех сферах. Ставка на нововведения рассматривается как приоритетное средство социально-экономических изменений. Государство все более играет роль партнера предпринимательского сектора, причем не в целях помощи предприятиям в деле максимизации прибыли, а для содействия коммерциализации наиболее эффективных в социальном плане нововведений.

В этих условиях первоочередными при выборе направлений развития становятся следующие факторы [21]:

- *общественный спрос на базе ожиданий широких масс населения* (здравоохранение; окружающая среда; качество и условия жизни; безопасность людей и имущества);
- *необходимость поддержки секторов деятельности со значительным потенциалом роста* (точки роста ВВП; экспорт; новые рабочие места);
- *междисциплинарность исследований* (окружающая среда; нанотехнологии; создание информационного общества).

На основе указанных критериев будет происходить выбор основных приоритетных направлений государственного финансирования. Специфика каждой страны будет заключаться в той комбинации различных дисциплин, методов, подходов, а также различных организационных, институциональных, финансовых и прочих механизмов, которая позволяет реализовать эти намеченные генеральные приоритеты.

Приоритетность инновационной политики среди средств и инструментов государственного регулирования характерна для всех развитых стран. На высшем политическом уровне провозглашается и затем активно проводится в жизнь задача ускорения инновационного развития как «мотора» экономического роста, происходит мобилизация политических элит с участием всех слоев бизнеса, а также гражданского общества.

В ЕС перспективные научно-технические направления отбираются по следующим параметрам:

- наличие кадровых и материальных ресурсов, необходимых для исследований в передовых направлениях (например, для геномики, нанотехнологии и др.);
- уровень развития других, сопряженных, направлений (например, нового исследовательского оборудования, компьютерного моделирования и т.п.);
- наличие условий для междисциплинарного, международного или глобального сотрудничества (например, науки об окружающей среде, космические науки);
- большой ожидаемый результат для общества в форме создания нового богатства, преодоления тех или иных форм отсталости, улучшения качества жизни или снижения рисков (новые материалы, лекарства, предупреждение землетрясений и других катастроф);
- направления вносят вклад в достижение целей ЕС; укрепляют научный потенциал и могут внести большой вклад в создание новой стоимости.

В 2006 г. эксперты ЕС выделили новое научно-техническое направление, развитие которого наиболее актуально для западноевропейского региона – «здоровое старение» [22] - комплекс, связанный с проблемами старения населения этого региона. Основой данного комплекса являются научно-технические достижения в медицинских науках и инновации в целях повышения эффективности здравоохранения. Потребуется активизировать исследования механизма старения, разработку системы профилактики и реабилитации, расширение использования ИКТ и телемедицины, создание новых технологий лечения, новых лекарств, новых услуг, одежды, стандартов жилищного строительства, городского планирования, а также затрагивает вопросы увеличения стоимости медицинских и социальных услуг, изменения структуры рынка труда и давления на пенсионную систему. Этим проблемам были посвящены последние Форсайт-проекты Великобритании, Дании, Германии и ЕС.

Во Франции основную ответственность за выбор и реализацию приоритетных направлений будущего развития науки, техники и технологии несёт государство. Определение, координация и утверждение приоритетов происходит на самом высоком государственном уровне (парламент, министерства и пр.). Однако, список приоритетов, выбранных правительством, не является жестко фиксированным и не утверждается специальным указом.

В процесс принятия решения о приоритетах активно привлекаются все участники социально-экономической жизни страны: органы государственной власти, крупные компании, научные организации, вузы, а также отдельные ученые, предприниматели, журналисты и даже обычные потребители. Для этого, в рамках прогнозной работы Министерства промышленности *«Ключевые технологии 2010: решение основных проблем будущего»*, был создан современный организационный механизм. Каждый гражданин имеет возможность через специальный сайт (www.tc-2010.fr), созданный Министерством промышленности, предложить

для рассмотрения и включения в список то или иное направление науки и технологии, которое он считает важным.

В настоящее время во Франции на первый план как в области текущей государственной научно-технической политики, так и в сфере прогнозирования выходят требования обеспечить решение наиболее важных для страны социально-экономических проблем, связанных с безработицей, здравоохранением и качеством жизни. Прежние приоритеты - национальная безопасность, развитие знаний и конкурентоспособность промышленности - более не являются достаточными для обоснования значительных государственных расходов в области НИОКР.

4. Ключевые бенефициары (потребители)

При подготовке и выполнении средне и долгосрочных прогнозов научно-технологического развития важно внимательно и критически относиться к результатам прогнозов, выполненных в США, странах ЕС, Японии и Китае, а также учитывать достигнутое состояние развития, сформировавшиеся в отечественной экономике.

Предпринятые в прошлом попытки простого копирования новых технологий без учета их сопряжения с действующими, а также игнорирование опыта стран ЕС, в основном осваивающих передовые технологии с учетом специфических особенностей каждой страны, могут оказать лишь негативное воздействие на технологический уровень страны

При этом целесообразно:

1) приблизить степень готовности конечных результатов отечественных научно-технологических прогнозов к уровню обоснованных политических решений на федеральном и региональном уровнях (Минобрнаука РФ, Минэкономики РФ, РАН);

2) при подготовке научно-технологических прогнозов и построении «дорожных карт» важно обязательно учитывать социально-экономическую составляющую и национальные интересы страны (Минобрнаука РФ, РАН);

3) лидерам российского ТЭК (ОАО «Газпром» и нефтяным компаниям), а также федеральным структурам, контролирующим добычу природных ресурсов (Минприроды РФ, Комитету по запасам РФ) необходимо внимательно изучать опыт США и ведущих мировых компаний по формированию стратегий «длинных площадок» эксплуатации залежей. Минэкономразвитию РФ, Минфину РФ следует оперативно устанавливать гибкие тарифы, налоги и экспортные пошлины с целью более полного извлечения запасов;

4) целесообразно Правительству РФ предпринять усилия по привлечению ведущих мировых компаний к участию в России по воссозданию на новой экономической основе утраченного потенциала стратегически важных отраслей (электроники, станкостроения, точного машиностроения и приборостроения, средств современной связи, производства суперкомпьютеров, современных авиалайнеров);

5) наращиваемый отечественный потенциал перерабатывающих отраслей по производству новых материалов на основе нанотехнологий необходимо ориентировать не только на экспорт, но и принимать меры по использованию в достаточном объеме новых материалов в отечественной обрабатывающей промышленности;

6) важно Минприроды РФ объединить усилия стран СНГ по увеличению разведки и добычи редкоземельных металлов, содержащихся не только в новых месторождениях, но и в накопленных промышленных отвалах. Это позволит ограничить монополизм Китая

в контроле мирового рынка редкоземельных металлов, являющихся ресурсной базой для производства базовых элементов современных компьютеров, средств связи и микропроцессоров;

7) необходимо внимательно изучать опыт стран ЕС и США по реформированию национальных инновационных систем, не с целью простого копирования принимаемых решений, а для направленного изменения функций и условий отечественной инновационной системы. Здесь важно оперативно и объективно учитывать результаты реформирования, а не ограничиваться только динамикой оценки количества статей или патентов;

следует учитывать опыт стран ЕС, США и Японии, уделяющих повышенное внимание интеллектуальному капиталу и стимулированию бизнеса к проведению НИОКР. Важно совместно с промышленностью, РАН и вузами найти правильное решение по повышению восприимчивости отечественных предприятий к отечественным разработкам.

5. Библиография

1. Семинар Georgia Institute of Technology. Jan Youtie, Philip Shapira, Aselia Urmanbetova and Jue Wang. Краткая история «будущего» промышленности: ретроспективный обзор прогнозов для технологий в промышленной отрасли в США с 1950-2007 гг.
2. *Toward the Factory of the Future*. American Management Association, 1957
3. *Automation: Its Impact on Business and People*, 1961.
4. *The Age of Automation*, 1965.
5. *International Investment and International Trade in the Product Cycle*, 1966
6. *Technology, International Competition and Economic Growth: Some Lessons and Perspectives*, 1973.
7. *Evolution of Computers and Computing*, 1977.
8. *The Third Industrial Age: Strategy for Business Survival*, 1975.
9. *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*, 1973.
10. *Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century*, 1974.
11. *Toward a New Era in U.S. Manufacturing*, 1986.
12. www.web.mit.edu/initiatives/energy
13. *The New Economy Beyond the Hype*. The OECD Growth Project. Paris: OECD, 2001.
14. *Report on Research and Development*. Economic Policy Committee, Working Group on Research and Development, EPC/ECFIN/01/777-EN Final. Brussels, 2002.
15. Schibany A., Streicher G., Gassler H. *Der European Innovation Scoreboard: Vom Nutzen und Nachteil indikatorgeleiteter Länderrankings*. InTeReg Research Report № 65-2007. Vienna: Joanneum Research, 2007.
16. Stampfer M. *European Research Area: New Roles for National and European RTDI Funding Programmes?* In: Edler J., Kuhlmann S., Behrens M. (Eds.). *Changing Governance of Research and Technology Policy: The 'European Research Area'*. Chettenham: Edward Elgar, 2003.
17. Guellec D. *R&D and Productivity Growth: a Panel Data Analysis of 16 OECD countries*. DSTI/EAS/STP/NESTI(2000)40. Paris: OECD, 2002.
18. *Science, Technology and Industry Scoreboard*. Paris: OECD, 2007.
19. *Japanese Technology Evaluation Center (JTEC) (1994), Future Composites Manufacturing Technology*, Baltimore, MD: WTEC, Inc.
20. Ishii, Kosuke (2001), "Modular Design for Recyclability: Implementation and Knowledge Dissemination," in Richards, Deanna J., Braden R. Allenby and W. Dale Compton (ed.), *Information Systems and the Environment*, National Academy of Engineering.

21. The Coming of Post-Industrial Society: A Venture In Social Forecasting, New York: Basic Books, 1973.
22. EFMN Issues Analysis Report 2006 . Healthy Aging : Challenges and Options for Research. Dusseldorf 08.09.2006. www.efmn.eu
23. «China's Report of Technology Foresight (Summary)». People's Republic of China. National Research Center for Science and Technology for Development. Research Group of Technology Foresight. September 2005. <http://www.foresight.org.cn/>