

Автор анализирует путь Японии к мировому научно-техническому лидерству, основанный на реализации селективной стратегии развития. Описывается комплекс важнейших социально-экономических задач, на решение которых ориентируются японские исследования и разработки.

Подчеркнута ключевая роль государства в поддержке новых научно-технических направлений («Большие проекты», ERATO, PRESTO и др.). Рассматриваются меры по содействию научной и изобретательской деятельности и ее оценке.

Рассмотрены приоритеты, сформулированные в японских «Базовых планах научно-технического развития» (зеленые инновации, инновации для жизни, киберфизические технологии). Приведены конкретные направления и темы из прогнозов мирового инновационного развития, разработанных японским Национальным институтом научно-технической политики.

Ключевые слова: Япония, наука и техника, инновации, приоритеты исследований и разработок, селективная стратегия, научно-технические прогнозы, научно-техническое лидерство.

Известно, что как бы ни было трудно завоевать позиции лидера, удержать их еще труднее. Однако Япония, выдвинувшись в число научно-технических лидеров еще в далекие 1970-е годы, входит в их число и сегодня. Сосредоточив основную часть национальных ресурсов на тщательно отобранной группе научных и производственных направлений, японцы не только опередили на них ближайших конкурентов, но и вышли на 1-е место в мире. Основные усилия они направили на то, чтобы обеспечить себе доминирование на наиболее емких рынках – автомобилей, аудио- и видеотехники, фотоаппаратов, медицинского оборудования, станков и инструмента, дорожных машин, качественных сортов стали, химической продукции, изделий из синтетических материалов. Позднее к этому перечню были добавлены персональные компьютеры, офисная и коммуникационная техника, цифровые фото- и видеокамеры, жидкокристаллические и плазменные панели и др.

В то же время за рамки приоритетов был выведен целый ряд научно-производственных направлений, например, разработка и производство самолетов и авиационных двигателей. Поскольку после войны японская авиационная промышленность была ликвидирована, возродить ее на высоком уровне не представлялось возможным. Небольшими заказами для Сил самообороны было ограничено и создание военной техники. Продукция, на которую на мировых рынках и в самой Японии спрос был невелик, также исключалась из планов японских разработчиков и продуцентов. Поэтому, например, электронную технику, необ-

ходимую для исследования проблем ядерного синтеза, сверхпроводимости, различного рода экстремальных явлений, японцы стали закупать за рубежом.

Несмотря на то, что японские научные исследования и разработки и по своему объему, и по уровню достижений существенно уступали американским, страна занимала прочные позиции на рынках многих видов продукции тяжелой и легкой промышленности и теснила традиционных лидеров, давая повод говорить о «японском вызове» или даже о «японской угрозе».

Тесная привязка японской внешней политики к интересам США существенно облегчала реализацию избранной селективной стратегии и обеспечивала возможность получения новейших американских технологий и оборудования, а также участия в научных исследованиях и разработках стран Запада. Кроме того, так как проблемы обороны страны в основном решались благодаря существованию японо-американского договора безопасности, японский научно-технический потенциал был ориентирован на развитие гражданских отраслей. Так, в общем стоимостном объеме японских исследований и разработок военная тематика, как правило, занимает менее одного процента¹.

Особенно прочные позиции обеспечили себе японские станкостроители. Хотя их станки уступали многим зарубежным как по точности, так и по производительности, они являлись лидерами продаж на мировых рынках. Японцев стали подозревать в необоснованном занижении цен на экспортируемую продукцию, т. е. в демпинге. Однако специальное исследование, проведенное Объединением западногерманских машиностроителей, показало, что это не так – просто японские компании сосредоточились на выпуске лишь тех станков, на которые был особенно высокий рыночный спрос. И это были отнюдь не особо точные или необыкновенно скоростные станки. Но они требовались всем без исключения машиностроительным производствам по всему миру, что и учли японские станкостроители, организовав их массовый выпуск. А его крупносерийность позволила реализовать принцип экономии на масштабах производства и существенно снизить цену изделий. Ведь удвоение объема выпуска удешевляло продукцию примерно на 30%.

Японские промышленники весьма активно пользовались этим принципом, стремясь, в первую очередь, удовлетворять запросы именно массового потребителя и заботясь при этом, чтобы продукция была современной с точки зрения реализованных в ней инженерных подходов и дизайна и превосходила по качеству зарубежные аналоги. Для этого они широко использовали наиболее совершенные технологии, закупая за рубежом необходимое оборудование, патенты, лицензии и ноу-хау и

¹ 0,6% в 1975 г., 0,7% в 1985 г., 1,1% в 1995 г., 0,8% в 2005 г., 0,85% в 2014 г. (Кагаку гидзюцу ёран, 1991–2016 гг.).

внедряя организацию труда, ориентирующую персонал на постоянное повышение эффективности производства.

Огромную роль сыграла ставка на микроэлектронные технологии, которые являлись базой для радикального улучшения потребительских свойств продукции и быстрого освоения ее новых видов. Было организовано широкое внедрение в производственное оборудование микропроцессоров и микро-ЭВМ. Стало возможным придать практически каждой единице оборудования, задействованного в экономике, индивидуальное управляющее устройство. Микроэлектроника обеспечила также миниатюризацию и резкое удешевление всех видов информационной техники – как компьютеров, так и средств связи, открыв широкую дорогу процессу информатизации производства и общества.

Для успешного движения по пути высокотехнологичного развития требуются крупные финансовые затраты. В США в 2015 г. на исследования и разработки было израсходовано 502,9 млрд долл., в Китае – 408,8 млрд, в Германии – 112,8 млрд (при пересчете валют по покупательной способности). Япония также находится в группе стран с весьма высоким уровнем затрат на указанные цели, они составили 170,1 млрд долл. Далеко не многие страны могут позволить себе такие расходы: так, во Франции они составляют 60,9 млрд, в Великобритании – 46,3 млрд, в России – 40,5 млрд долл.²

Японские исследования и разработки почти на 80% финансируются частным сектором, он также выполняет на свои средства 1/3 общего объема фундаментальных исследований. Руководство компаний отлично понимает, что выстоять в международной конкурентной борьбе смогут только лидеры инновационного развития, способные обеспечивать в самые сжатые сроки создание новых знаний и их практическое применение. Мир начал жить в режиме «гиперконкуренции», чтобы добиться успеха, необходимо удовлетворять не одному-двум, а одновременно всем основным требованиям рынка, таким, как оригинальность продукции, качество, цена, сроки поставки, послепродажный сервис и др.

В то же время и правительственные органы Японии активно содействуют тому, чтобы компании не упустили из виду важнейшие тенденции мирового научно-технического прогресса. Иллюстрацией этого направления государственной политики служит деятельность Министерства внешней торговли и промышленности (МВТП), предшественника нынешнего Министерства экономики, торговли и промышленности.

Так, еще в 1960-е годы МВТП учредило Национальную программу исследований и разработок, известную как «Большие проекты». На ее основе были созданы многие образцы новой техники и отработаны прогрессивные промышленные технологии. В работах по каждому из «Больших проектов» участвовало достаточно большое число фирм,

² Main Science and Technology Indicators. 2016/2. OECD, 2017. P. 14.

формировалось временное объединение из нескольких сильных компаний, что способствовало выравниванию их стартовых позиций. В области электронной техники – это «Нихон дэнки», «Тосиба», «Хитати», «Фудзицу», «Мицубиси дэнки» и др. Логика дальнейших работ заключалась в том, что участвующие в них компании решают основные вопросы по стандартизации, знакомят друг друга с актуальной технической информацией и отлаживают схемы взаимодействия друг с другом, совместно формируют основы базового нововведения.

Таким образом, начальный этап характеризовался межфирменной кооперацией компаний, а также финансовой и организационной поддержкой государства. Конкурентная борьба между компаниями началась лишь на следующем этапе, когда происходил переход к производственному, товарному освоению результатов исследований и разработок, на котором каждая фирма уже самостоятельно их развивала и совершенствовала.

Система «Больших проектов» была открыта работами по созданию большого быстродействующего компьютера, которые продолжались в течение пяти лет и завершились созданием ЭВМ с использованием больших интегральных схем. Эти работы стали основой для развития электронно-вычислительной техники в 1970-е годы, позволив японским фирмам значительно увеличить выпуск как интегральных схем, так и самих ЭВМ.

На смену этим работам пришел проект «Создание системы обработки символьной информации». Работы велись десять лет, в этот период была в основном решена проблема компьютерной обработки информации в виде букв, иероглифов, графиков и различных изображений. Тем самым был сформирован крупный задел для развития информационной техники в 1980-е годы. Следующий проект – создание сверхбыстродействующего компьютера для научных и инженерных вычислений, работы над которым продолжаются восемь лет. Одновременно проводились работы по созданию универсальных баз данных, важнейшего элемента инфраструктуры информационного общества.

Ряд проектов был направлен на совершенствование технологий промышленного производства. В их числе гибкая производственная система с лазерным инструментом, система оптических измерений и контроля, средства высокоточной обработки лазерным и ионным лучом, микромашины и др.

Большая группа проектов была посвящена созданию принципиально новых сырьевых технологий. В нескольких из них в качестве источника сырья фигурировал Мировой океан – разрабатывалась техника подводной добычи нефти, разработки марганцевых и других рудных скопленений на дне Тихого океана, создавались системы получения химических веществ из морских организмов и очистки воды с извлечением растворенных в ней ценных химических соединений. Осуществлялся проект,

посвященный разработке аппаратуры для космической разведки земных ресурсов. Один из «Больших проектов» был посвящен расширению сырьевой базы путем утилизации отходов, в ходе его выполнения были построены два экспериментальных завода.

На экологическом направлении был учрежден проект по разработке технологий улавливания серы при сгорании нефтепродуктов, а также по ее удалению из самой нефти. Другой «экологический» проект был посвящен освоению процесса прямого восстановления железа из руды, т. е. без применения коксующихся углей.

С целью повысить уровень исследований в области материалов и технологических процессов на основе новейших принципов МВТП в 1981 г. учредило государственную программу «Базовые технологии промышленности следующего поколения». Ее тематика – новые материалы, электронные компоненты, биотехнологии, сверхпроводимость и системы программного обеспечения. Самым крупным был раздел «Новые материалы», т. е. особо прочные сплавы, композиционные и керамические материалы, полимеры на основе кремния, материалы для экстремальных условий. В основном исследовались и разрабатывались конструкционные материалы, но несколько работ было посвящено материалам для оптоэлектроники и синтетических мембран, разделяющих смеси газов или жидкостей на составляющие их компоненты, а также электропроводящим полимерам.

В области новых электронных компонентов были проведены разработки трехмерных интегральных схем, обеспечивающих миниатюризацию электронных приборов, а также интегральных схем для работы в экстремальных условиях. Разрабатывались приборы на «сверхструктурах», в которых электронные процессы реализуются в масштабах всего нескольких межатомных расстояний, обеспечивая сверхвысокое быстрое действие.

Биотехнологическое направление было представлено такими темами, как биореакторы, массовое выращивание клеток, рекомбинация ДНК, молекулярные системы для комбинирования протеинов, технологии получения сложных углеводов и др. Все эти работы закладывали основы новой биоиндустрии.

В работах по сверхпроводимости основное внимание было направлено на сверхпроводящие материалы и использующие их приборы. Эта тематика финансировалась в приоритетном порядке, на нее расходовалось до 1/3 средств, ассигнованных на всю программу.

С целью расширения возможностей энергопроизводства в Японии успешно реализовывалась программа МВТП «Саншайн» («Солнечное сияние»). Почти половину объема всех работ по этой программе составляла угольная тематика: изучались возможности превращения угля в жидкое топливо, наиболее экономичные методы производства необходимого для этого водорода, перспективные методы газификации уг-

ля. Разрабатывались системы кондиционирования помещений за счет тепловой энергии солнечного излучения и методы использования энергии геотермальных источников. Еще одно направление – работы по водородной энергетике, где водород выступает в качестве идеального с экологической точки зрения топлива.

Энергетическая программа МВТП «Мунлайт» («Лунный свет») была ориентирована на создание новой энергосберегающей техники. Тематика входивших в нее проектов предусматривала разработку технических средств с повышенным КПД: высокотемпературной газовой турбины, электрогенерирующей установки на топливных элементах, энергоустановок с двигателем Стирлинга, керамической газовой турбины. Ряд проектов был посвящен созданию оборудования, обеспечивающего более рациональное энергопотребление. Был проведен большой объем работ с целью повысить рабочие параметры электрических аккумуляторов. Велась работа по созданию тепловых насосов, способных перекачивать тепловую энергию от окружающего воздуха к средам с более высокой температурой, и разрабатывалось электротехническое оборудование, использующее сверхпроводимость.

Государство в Японии старается оказывать помощь небольшим компаниям по обеспечению выхода их разработок в практическую сферу. В этих целях была организована Японская корпорация по исследованиям и разработкам (Research Development Corporation of Japan – JRDC), преобразованная впоследствии в Японское агентство по науке и технологиям – Japan Science and Technology Agency (JST). В число приоритетов исследовательской деятельности, контролируемой агентством, входили: иммунные повреждения и инфекционные болезни, биологические системы, материаловедение, оптоэлектронные и квантовые ИКТ, исследования мозга, вычислительная техника, энергетика и экология, нанотехнологии.

Важнейшей частью работы этой организации являлся анализ информации о результатах исследований, завершенных в государственных НИИ и госуниверситетах, коммерциализация которых имела бы большой социально-экономический эффект. Она также подбирала компанию, способную довести результаты исследований до коммерческого использования, и обеспечивала широкое распространение результатов успешно завершенных работ, подготавливая информацию об их коммерческой значимости и юридических аспектах их использования.

Агентством были организованы две системы проектов: «Исследования для разработки продвинутых технологий (Exploratory Research for Advanced Technology – ERATO)» и «Исследования в новых, зарождающихся областях (Precursory Research for Embryonic Science and Technology – PRESTO)». Эти исследования были ориентированы на развитие фундаментальной и прикладной тематики и создание глубоких научных заделов для этапа инженерных разработок.

Первая система представляет собой поисковые исследования, организованные в формате проектов, выполняемых в течение нескольких лет создаваемыми под них небольшими группами специалистов. Руководство проектами поручается виднейшим японским специалистам, признанным авторитетам в соответствующих научных отраслях. Рабочие группы численностью до 20 человек формируются из числа молодых, но уже известных своими успехами исследователей, работающих в университетах, НИИ, компаниях, в том числе и за рубежом. Максимальная продолжительность работ над проектом устанавливается в пять лет, на этот срок арендуются лабораторные помещения и оборудование.

Так, проектом «Кристаллы совершенной структуры» руководил один из крупнейших японских специалистов в области микроэлектроники профессор Д. Нисидзава. Основной целью работы было получение новых материалов для полупроводниковых приборов и разработка технологий, позволяющих формировать из них элементы интегральных схем и дискретных транзисторов с бездефектной кристаллической структурой. Органической частью проекта также являлось создание ряда полупроводниковых приборов на кристаллах кремния и арсенида галлия.

Вторая система проектов рассчитана на выполнение не группами, а индивидуальными исследователями, предлагающими для развития оригинальную, никем ранее не высказанную научную идею фундаментального плана и обещающую в случае успешного развития значительный практический эффект. Агентство обеспечивает исследователей научными консультантами на весь пятилетний период работы над их проектами и оказывает им широкую организационную поддержку в установлении контактов с другими учеными и представителями компаний.

В процессе выполнения указанных проектов проводится мониторинг параметров, характеризующих публикационную и патентную активность конкретных исполнителей и соответствующие итоги в целом по проекту. В число этих параметров входят:

- количество статей, опубликованных участниками работ по проекту (как в целом по проекту, так и каждым участником) в Японии, за рубежом и суммарно;
- количество цитирований этих статей;
- количество статей, опубликованных в ходе работ по проекту к стоимости проекта;
- общее число патентных заявок, поданных участниками проекта как в национальное, так и в зарубежные патентные ведомства;
- отношение числа внутренних и зарубежных заявок к стоимости работ по проекту;
- общее число патентов, выданных участникам проекта национальным и зарубежными патентными ведомствами;
- отношение этих чисел к стоимости работ по проекту.

По этим параметрам подводятся ежегодные итоги проводимых исследовательских работ и корректируется ход выполнения их промежуточных этапов.

Для оценки работ, курируемых агентством, периодически организуется комиссия, наполовину представленная зарубежными специалистами. Она знакомится с организационными аспектами, с тематикой работ, их потенциальным вкладом в социально-экономическую сферу, дает оценку по каждому из этих пунктов и формулирует по ним свои рекомендации.

К началу 2000-х годов начали проявляться тенденции к снижению конкурентоспособности японской продукции на мировых рынках. Поэтому, выступая в парламенте в январе 2002 г., премьер-министр Дз. Коидзуми потребовал рассматривать интеллектуальную собственность как важнейший национальный ресурс. Был сформирован Стратегический совет по интеллектуальной собственности, который тщательно проанализировал сложившуюся ситуацию и подготовил развернутые рекомендации.

Японские аналитики внимательно изучили, что и как делают американцы, располагающие большим опытом в этой области. Особый интерес они проявили к такому основополагающему документу, как объявленные еще президентом Д. Картером «Инициативы в сфере промышленных инноваций», которые положили начало целой серии законодательных актов, регулирующих распространение информации о новых научно-технических достижениях. Важнейшими среди них явились федеральные законы Стивенсона-Уайдлера и Бэя-Доула, принятые в 1980 г. Согласно первому из них передача объектов интеллектуальной собственности, представленных успешными результатами исследований и разработок, стала осуществляться через специальное управление, созданное при Министерстве торговли. В задачи этого управления входило как выявление экономических объектов, требующих содействия в повышении их конкурентоспособности, так и организация надлежащих мер в плане информационного обеспечения, стандартизации и патентных процедур.

Одновременно закон Бэя-Доула способствовал резкой активизации научной деятельности в университетах, поскольку передавал им права на изобретения, сделанные в ходе работ, проведенных на государственные средства. Уже за первые десять лет после принятия этого закона годовой уровень подачи патентных заявок университетами и их доходы от продажи лицензий возросли в десятки раз. В результате промышленность получила значительный приток новых технологий, а университеты повысили финансирование научных исследований. Кроме того, возрос и интерес инвесторов к деятельности университетских лабораторий, что обеспечило их дополнительное финансирование.

Японские эксперты также обратили внимание на то, что в США количество патентных заявок не служит главным мерилем творческих достижений. Рассматривая предлагаемые заявки, компании подразделяют их на три группы: для использования в текущей производственной деятельности, потенциально важные в перспективе, интересные, но не обещающие сколь-либо существенной прибыли. Они идут на снижение общей численности своих патентов за счет последней группы, т. е. не оформляют заявки на практически малозначачие решения. В отдельных случаях подобные меры позволяют в течение нескольких лет сократить объем годового патентования на треть. В численном выражении это может означать отсеивание компанией нескольких тысяч заявок, подготовленных ее сотрудниками, что существенно сокращает затраты на оформление и поддержание ненужных компании патентов.

В Японии было проведено специальное обследование, показавшее необходимость позаимствовать у американцев подобный подход к оценке заявок. При этом было установлено, что содержание более 70% патентов, получаемых японскими компаниями, относится к усовершенствованию уже известных технических решений. Это, в свою очередь, говорит о том, что сама стратегия разработок недостаточно ориентирована на получение оригинальных результатов и что в технической политике фирм изначально присутствуют просчеты, препятствующие повышению конкурентоспособности. Было также установлено, что по сравнению с американскими и европейскими разработчиками японцы намного менее активны в таких областях, как средства связи, биотехнологии, медицинские приборы и препараты³.

Предметом особых забот стало оформление прав на интеллектуальную собственность, относящуюся к национальным приоритетам инновационной политики Японии. В их число входят: а) живые системы; б) информатика и связь; в) нанотехнологии и материалы; г) средства сохранения окружающей среды. Именно в этих областях появляются принципиально новые научные и технические решения, своевременная коммерциализация которых способна обеспечить инноваторам серьезные преимущества. Однако все эти решения должны быть быстро и грамотно защищены во избежание использования конкурентами. В этих целях было увеличено число специалистов, работающих в патентной сфере. В результате на решение юридических вопросов по патентованию стало уходить почти вдвое меньше времени.

Большое внимание уделяется и «расчистке» путей для внедрения результатов исследований и разработок в промышленность. С этой целью были введены в действие Законы о трансфере технологий из университетов в промышленность, о специальных мерах по оживлению про-

³ Task Force on Industrial Competitiveness and Intellectual Property Policy / METI. Tokyo, 2002. P. 7.

мышленности и о совершенствовании промышленных технологий. Одновременно это способствовало активизации исследований и разработок в университетах и НИИ, поскольку широкое практическое использование их результатов являлось весьма весомым стимулом для ученых и инженеров.

«Основной закон об интеллектуальной собственности», вступивший в силу в декабре 2002 г., стал правовым фундаментом, обеспечивающим ускорение инновационного развития Японии. Суть новой концепции, на основе которой должно происходить это развитие, состоит в том, чтобы организовать в масштабах всего японского общества «цикл интеллектуального созидания», который схематически изображается в виде трех узловых позиций, объединенных в замкнутую систему: интеллектуальное созидание – приобретение и охрана прав на интеллектуальную собственность – коммерциализация интеллектуальной собственности.

Закон устанавливает, что ответственность за разработку общенациональной политики, обеспечивающей формирование и непрерывное воспроизводство цикла, а также за ее проведение в жизнь возлагается на государство. В то же время региональные власти обязаны обеспечивать реализацию этой политики на своих территориях с учетом местных особенностей. В Законе содержатся установки на более эффективное использование знаний и опыта исследователей и инженеров, а также на создание наиболее благоприятных условий для их деятельности.

Научно-техническое развитие Японии органически встроено в общую систему социально-экономического развития японского общества и, в конечном счете, подчинено его целям. Эти цели и задачи, которые требуется решить для их достижения, были сформулированы Национальным институтом научно-технической политики Японии в следующем виде⁴.

1. Продолжая лидировать в научно-технической сфере, увеличивать вклад в развитие науки и создание новых технологий.

Быть активным участником общечивилизационного процесса, проявлять креативность и передавать свой опыт другим странам. Содействовать распространению культуры за пределы национальных границ.

2. Активно участвовать в решении глобальных проблем.

Вести работу на всех направлениях, обеспечивающих сохранение окружающей среды, продовольственную безопасность, выживание при природных катаклизмах, активизировать деятельность в гуманитарной сфере.

3. Обеспечивать высокую международную конкурентоспособность путем непрерывного создания новых производств.

⁴ Comprehensive Analysis of Science and Technology Benchmarking and Foresight. NISTEP Report № 99. Tokyo, 2005. P. 46–47.

Применять новейшие производственные технологии и осуществлять политику энергосбережения, используя международные стандарты. Создавать условия для разработки прорывных технологий. Содействовать стартующим компаниям в освоении тактики, связанной с риском, совершенствовать квалификацию работников.

4. Формировать основы устойчивой социальной системы.

Способствовать участию региональных производств в глобальных процессах, поддерживать участие городов в развитии прилегающих территорий, повышать качество жилья. Обеспечивать рациональное распределение воды, продовольствия и энергии. Развивать отрасли, активно утилизирующие ранее произведенную продукцию.

5. Осуществлять оперативное реагирование на изменения в возрастной и социальной структуре населения.

Совершенствовать систему подготовки и переподготовки по новым специальностям, организовать гибкую систему найма с учетом миграции персонала. Создать хорошие условия для иностранных работников, полнее использовать способности пожилых людей. Активно поддерживая национальную культуру и традиции, проявлять благожелательное отношение к другим религиям и культурам.

6. Обеспечивать мирные и безопасные условия жизнедеятельности.

Предотвращать военные угрозы, преступления, акты терроризма. Создать безопасные транспортные системы и свести к минимуму последствия несчастных случаев. Анализируя перспективы науки и техники, выявлять оптимальные пути развития.

7. Предотвращать стихийные бедствия, смягчать их последствия.

Не допускать серьезных последствий природных и иных катастроф, повысить точность их прогнозирования. Оперативно и эффективно реагировать на чрезвычайные происшествия

8. Обеспечивать здоровые условия жизни общества.

Развивать и использовать новые медицинские технологии. Для всех сделать доступной информацию о состоянии здоровья и способах лечения. Создать условия для максимального проявления индивидуальных способностей. Исключить беспокойство по поводу занятости и получения средств к жизни как у молодежи, так и у пожилых. Обеспечить независимость жизненного процесса у инвалидов и престарелых. Понижать стоимость жизни и улучшать бытовые условия.

9. Создать благоприятные условия для самовыражения и взаимопомощи в быту и общественной сфере.

Обеспечить условия взаимного партнерства, при которых личные интересы сочетаются с общественными и достигается удовлетворенность своими достижениями. Дети и молодежь должны развиваться свободно и независимо, в обществе должен господствовать интерес к жизни.

10. Сформировать систему непрерывного и целенаправленного обучения.

Опираясь на международные стандарты, разработать новые, в том числе индивидуальные, методы обучения, развивающие интеллект обучаемых и делающие обучение более интересным. Общество должно развиваться на основе научных взглядов на мир.

Начиная с 1996 г., после принятия «Основного закона о науке, технике и технологиях», научно-техническое развитие стало осуществляться в соответствии с пятилетними «Базовыми планами» и сформулированными в них приоритетами. Во «Втором базовом плане» (на 2001 – 2005 гг.) к числу приоритетных областей исследований и разработок были отнесены: 1) науки о жизни, 2) информатика и телекоммуникации, 3) экология, 4) нанотехнологии и материалы, 5) энергетика, 6) производственные технологии, 7) инфраструктура, 8) космос, Земля и Мировой океан. В «Четвёртом базовом плане» (на 2011 – 2015 гг.) приоритеты были представлены в более общем виде: «зелёные инновации» и «инновации для жизни». Тем самым внимание концентрировалось на конечных целевых ориентирах, которым подчинялись все научно-технологические направления.

На «зелёные инновации» возлагалось формирование «низкоуглеродного общества» и «низкоуглеродной экономики» путем радикального снижения выбросов углекислого газа в атмосферу. Это позволило бы существенно расширить использование возобновляемых источников энергии, активизировать переработку и использование отходов (бумаги, пластмасс, металлов, стекла и др.), снизить энергоёмкость производств и усовершенствовать энергосберегающие технологии. «Инновации для жизни» ориентировались на борьбу с онкологическими и генетическими заболеваниями, СПИДом и другими тяжёлыми болезнями, на качественное совершенствование средств диагностики и всей системы здравоохранения, а также на обеспечение высокого качества жизни людей с ограниченными возможностями.

Существенно обогатил представления о содержании важнейших задач, на которых должны сосредоточиться японские специалисты, «Пятый базовый план» (на 2016 – 2020 гг.). В нем указывается, что пришло время, когда особые усилия следует направлять на объединение в единый комплекс технологий «физического пространства» и «киберпространства». Робототехнические системы, био- и нанотехнологии, фотоника, квантовая техника, человеко-машинный интерфейс – все это необходимо органически сращивать с новейшими достижениями технической кибернетики, искусственным интеллектом, большими данными, Интернетом вещей и др. По существу, речь идет о начавшемся в глобальных масштабах переходе к новому технологическому укладу, которое в Японии охарактеризовано как Society 5.0 (четвертым считается

«информационное» общество, а третьим – «индустриальное»). С учетом этих радикальных сдвигов была подготовлена новая редакция японской стратегии научно-технологического развития⁵.

Регулярный мониторинг глобальных трендов научно-технического развития является одним из важнейших инструментов, способствующих повышению конкурентоспособности японской экономики. Он осуществляется на основе экспертного анализа мирового научно-технологического пространства, в ходе которого оцениваются: (1) актуальность стоящей на повестке дня тематики исследований и разработок, (2) ожидаемая продолжительность выполнения работ, (3) виды необходимого содействия этим работам.

Результаты оформляются как подробный прогноз развития науки, техники и технологий на предстоящий 30-летний период. Первый такой прогноз – на период до 2000 г., был опубликован Управлением по науке и технике еще в 1971 г.

Для работы над прогнозом Национальный институт научно-технической политики (NISTEP) создает руководящий комитет, который осуществляет организационные и методические функции и определяет перечень тематических разделов и состав отвечающих им секций, в которых будут формироваться и обсуждаться конкретные темы раздела. В комитет входят руководители известных научных центров, главы промышленных компаний, президенты и профессора университетов. В состав секций входит до 15 человек, это также видные специалисты в областях и дисциплинах, закрепленных за данной секцией. В качестве экспертов, привлекаемых к работе над прогнозом, выступают специалисты из компаний, университетов и исследовательских центров, а также известные обозреватели, журналисты и даже писатели, специализирующиеся на научной фантастике.

Так, в девятом по счету прогнозе (2010 г.) оценивались перспективы мирового научно-технического развития до 2040 г., и из проанализированных 832 тем было выявлено немало прорывных направлений, обещающих качественно изменить техносферу современного общества. Ниже даются их конкретные примеры с указанием спрогнозированного срока реализации⁶.

- Перенастраиваемые производственные системы, которые позволяют производить широкую номенклатуру продукции и которые можно внедрить более чем на 50% предприятий (2017 г.)

- Технологии бесконтактной передачи энергии на расстояние нескольких метров для автономно работающих роботов (2017 г.)

⁵ Comprehensive Strategy on Science, Technology and Innovation 2016 / Cabinet Decision. Tokyo, 2016.

⁶ The 9th Science and Technology Foresight. Delphi Survey. NISTEP Report № 140. Tokyo, 2010.

- Технологии изготовления изделий заданной формы (путем литья, спекания, формовки) с точностью до 1 мкм (2017 г.)
- Системы связи между автомобилями, предотвращающие лобовые столкновения и другие ДТП (2018 г.)
- Технологии создания компонентов машин и механизмов, не требующих в процессе эксплуатации специального ухода и смазки (2019 г.)
- Технологии, превращающие в повторно используемые материалы до 90% массы выводимого из эксплуатации оборудования (2019 г.)
- Медицинские технологии, использующие наночипы и микросенсоры, которые вживляются в организм или перемещаются по кровеносным сосудам, осуществляя лечебные функции (2021 г.)
- Технологии производства водорода из каменного угля, при которых не происходит выделения углекислого газа в атмосферу (2023 г.), а также получение его из воды путем использования солнечной энергии (2024 г.)
- Полимерные материалы, обладающие при комнатной температуре электропроводностью меди (2026 г.)
- Технологии инженерного проектирования с использованием вводимых в компьютер мыслей человека, которые будут регистрироваться путем сканирования волн, эмитируемых его мозгом (2027 г.)

В 2015 г. был опубликован очередной, десятый прогноз мирового развития науки, техники и технологий на период до 2050 г.⁷ В его подготовке участвовало 4309 экспертов. В нем проанализированы 932 наиболее перспективные темы исследований и разработок, относящиеся к следующим тематическим разделам:

1. Информационно-коммуникационные технологии, аналитика.
2. Здравоохранение, медицина, науки о жизни.
3. Сельское, лесное и рыбное хозяйство, продукты питания.
4. Исследования Земли, Мирового океана и космоса.
5. Окружающая среда, ресурсы, энергетика.
6. Материалы, приборы, процессы.
7. Социальная инфраструктура.
8. Сервисизация и управление.

Обращают на себя внимание последние два раздела прогноза, которые касаются вопросов практической организации использования передовых технологий в социальной и управленческой сферах, и потому имеют особую общественную значимость.

Так, прогнозируемые технологии раздела «Социальная инфраструктура» ориентированы на применение в таких областях деятельности, как:

- освоение и охрана территорий;
- строительство;

⁷ 1st Preliminary Report on the 10th Science and Technology Foresight Survey / NISTEP. Tokyo, March 2015.

- защита окружающей среды;
- коммуникации и логистика;
- эксплуатация транспортных систем;
- преодоление чрезвычайных ситуаций.

Технологии раздела «Сервисизация и управление» включают:

- инструментарий осуществления социально-экономической политики и управленческой деятельности,
- техническое обслуживание сложных систем и отдельных объектов,
- расширение роботизации обслуживающих функций,
- меры, связанные с маркетингом и проектированием услуг.

Ниже даны примеры наиболее актуальных, по мнению японских экспертов, инноваций из разных тематических разделов прогноза. В скобках – вероятные сроки принципиального технического решения.

- Технологии распознавания динамических изменений «атакующего паттерна» и автоматического осуществления защиты, эффективной при данной атаке (2020).
- Технология, на два порядка увеличивающая мощность и производительность в системах обнаружения вторжений (IDS) и компьютерах с количеством узлов более 1 млн (2021).
- Технологии высокопроизводительных вычислений в экза- и зеттабайтах для научных исследований и разработок, а также анализа социальных феноменов (2022).
- Технологии для осуществления диагностики износа конструкций с помощью сенсоров длительного использования, сигнализирующих об изменениях состояния деталей, внешних воздействиях, влиянии окружающей среды и др. (2024).
- Технология разработки программного обеспечения, не допускающего дистанционного использования «брешей» в защите (2025).
- Автомобильные аккумуляторы с плотностью энергии более 1 кВт·ч/кг и удельной мощностью более 1 кВт/кг, способные обеспечить пробег в 500 км (2025).
- Топливные элементы для автомобилей, не требующие применения редких металлов (2025).
- Новые методы лечения депрессии, основанные на диагностической классификации патологий мозга, обеспечивающие быстрый эффект и отсутствие рецидивов (2025).
- Узлы сетей, при которых электроэнергия, потребляемая на единицу объема отправленных данных, благодаря нанофотонным технологиям будет сокращена в 1 тыс. раз (2025).
- Солнечные батареи с эффективностью преобразования энергии свыше 50% (2025).
- Технологии добычи минеральных ресурсов на дне Мирового океана (2025).

Даже эти краткие фрагменты из последних японских прогнозов показывают, что в ближайшее десятилетие практически во всех областях практической деятельности будет происходить принципиальное качественное обновление множества ключевых технологий. И это явится серьезным вызовом для всех производственных отраслей, которым потребуется быстро перейти на новые траектории развития.

Естественно, что радикальные инновационные изменения возможны лишь при условии, что общество сумело сформировать достаточно высокий научно-технический и производственный потенциал. Однако в Японии добились еще большего – здесь не только освоен самый широкий спектр технологий, но и имеются в наличии практически любое оборудование, материалы и инструменты, что позволяет быстро перенастраиваться на новые задачи. Страна располагает еще и уникальными трудовыми ресурсами, способными активно и заинтересованно поддерживать и развивать производственную культуру, которая является и залогом высокого качества, и главным условием реализации сегодняшних, а тем более завтрашних высоких технологий. Успешно овладев искусством *устойчивого инновационного развития*, Япония обеспечила себе надежные позиции среди мировых научно-технических лидеров.