

# Информационно-логическая модель национального научно-технологического потенциала\*

А.Б. Петровский, С.В. Проничкин, М.Ю. Стернин, Г.И. Шепелёв

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия

**Аннотация.** Проведен краткий анализ особенностей инновационного развития экономик России и зарубежных стран. Описаны методологические подходы к определению приоритетов национальной инновационной политики, оценке уровня инновационного развития. Для формирования и выбора вариантов стратегии инновационного развития страны разработана многоуровневая информационно-логическая модель научно-технологического потенциала, основанная на многоаспектной оценке инноваций и методологии вербального анализа решений. Предложены качественные критерии с вербальными шкалами для экспертной оценки элементов модели и связей между ее элементами. Приведен пример анализа стратегии инновационного развития экономики.

**Ключевые слова:** инновации, инновационное развитие экономики, приоритеты, научно-технологический потенциал, информационно-логическая модель, качественные критерии, вербальный анализ решений.

DOI 10.14357/20718594180401

## Введение

Переход экономически развитых стран к новому этапу формирования инновационного общества – построению экономики, базирующейся преимущественно на генерации, распространении и использовании знаний – составляет одну из важнейших особенностей современного мирового устройства. Геополитические позиции государства, его суверенитет, устойчивость социально-экономического развития, конкуренто- и обороноспособность страны, качество жизни населения во многом стали определяться уровнем развития и использования национального научно-технологического потенциала. Нематериальные активы начинают занимать всё большую долю в экономике, а инвестиции в интеллектуальный (человеческий) капитал превращаются в наиболее

эффективный способ размещения ресурсов. Возрастание значимости научных знаний и современных наукоемких технологий сопровождается расширением фронта новых исследований и разработок, возрастанием их сложности, стоимости и ресурсоемкости. Интенсификация производства и использование новых научно-технических результатов предопределила резкое сокращение инновационного цикла, ускорение темпов обновления продукции и технологий.

Критически важная роль научных достижений и основанных на них технологий в современном и будущем мире диктует необходимость обоснованного выбора приоритетов. Приоритеты должны обеспечивать максимальный вклад науки и технологий в достижение национальных целей, что предполагает взвешенность стратегии, оптимальность распределения ресурсов, концентрацию основных уси-

\* Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проекты 16-29-12864, 17-07-00444, 17-07-00512, 17-29-07021, 18-07-00132, 18-07-00280).

✉ Петровский Алексей Борисович. E-mail: [pab@isa.ru](mailto:pab@isa.ru)

лий на ограниченном числе актуальных для страны научных направлений [1, 7, 15]. Приоритеты должны быть гармонизированы с конкурентными преимуществами страны и глобальными тенденциями социально-экономического развития общества. Сложность решения этой проблемы обостряется постоянным увеличением числа перспективных и прорывных научных направлений и порождаемых ими потенциальных точек роста, что ведет к расширению перечня возможных вариантов научно-технологического развития.

Выработка и обоснование рекомендаций по выбору ключевых направлений создания перспективных научно-технических решений и наукоемких технологий, обеспечивающих инновационное развитие экономики страны, тесно связаны с прогнозом развития научно-технологического потенциала, оценкой фундаментальной и прикладной значимости результатов научных исследований [9, 20]. Разработка методологического инструментария для многоаспектного анализа состояния и тенденций развития научно-технологического потенциала по-прежнему остается важной и еще до конца не решенной научной проблемой [10, 16].

В работе кратко проанализированы особенности инновационного развития экономики России и других стран. Изложены методологические подходы к анализу состояния и тенденций развития национального научно-технологического потенциала, определению приоритетов. Описана разработанная многоуровневая информационно-логическая модель научно-технологического потенциала, основанная на многоаспектной оценке инноваций и методологии вербального анализа решений, которая позволяет формировать и выбирать варианты стратегии инновационного развития страны. Предложены качественные критерии с вербальными шкалами для экспертной оценки элементов модели и связей между ее элементами. Приведен пример использования модели для анализа стратегии инновационного развития экономики.

## 1. Особенности инновационного развития экономики

Основным двигателем быстрого подъема экономики промышленно развитых стран во второй половине XX века стал научно-технический прогресс, проявившийся в созда-

нии, эффективном освоении и распространении научно-технических новшеств. Обоснование инновационного механизма генерации и реализации научно-технического прогресса было дано в трудах ряда выдающихся экономистов. Н.Д. Кондратьев на основе теории экономических циклов объяснил появление кризисов экономического развития и показал пути выхода из них [6]. Й. Шумпетер предложил различать экономический рост, то есть количественные изменения в экономике, увеличение производства и потребления уже существующих продукции и услуг, и экономическое развитие, то есть качественные изменения в экономике, появление новых видов продукции и услуг или новых более эффективных способов производства имеющихся [22]. Основным источником экономического развития Шумпетер видел в инновациях – коммерциализации изобретений и научных открытий и/или их новых сочетаний. В процессе инновационной деятельности в производство включаются новые виды ресурсов, а известные применяются по-новому. Развивая идеи Шумпетера, Г. Менш ввел понятие базисных, улучшающих и кажущихся инноваций [24]. Базисные инновации – это успешно реализованные фундаментальные технологические новшества, которые создают новые отрасли экономики и рабочие места. Инновации совершенствования развивают или улучшают уже существующие области деятельности, создают более качественные, надежные и эффективные известные процессы или продукты. Кажущиеся инновации не приносят экономической пользы.

Исследования, проведенные в конце прошлого столетия, показали, что различия в результативности инновационных стратегий разных стран связаны не только с предпринимательской активностью индивидуальных инноваторов, но и с системными факторами, гармоничностью взаимодействия социо-институциональной и технико-экономической систем страны. Техничко-экономическая система может быть готова к принятию базисных инноваций, но социо-институциональная система, построенная под потребности прежних преобладающих технологий, может быть не готова к необходимым социальным, организационным и институциональным сдвигам, становясь препятствием на пути широкого освоения новых технологий. Как только такие сдвиги происходят, синергия технико-

экономической и социо-институциональной систем обеспечивает крупномасштабное освоение новых технологий, приводя к смене технологического уклада. Подобная системная точка зрения на взаимодействие технико-экономической и социо-институциональной систем в инновационных процессах привела к созданию концепции национальных инновационных систем [3, 23, 25].

Национальные инновационные системы служат институциональной основой инновационного развития стран. Основной задачей национальной инновационной системы является продвижение новых знаний и технологий в экономическую среду страны и преобразование их в инновации посредством масштабной коммерциализации [3]. Можно определить национальную инновационную систему как совокупность взаимодействующих в пределах национальных границ институтов, занятых созданием и коммерциализацией знаний и технологий, и институтов правовой, финансовой и социальной направленности, обеспечивающих инновационные процессы [17]. Национальная инновационная система включает в себя:

- субъектов инновационной деятельности (организации и физические лица, создающие новые знания и коммерциализующие их как инновации);
- инфраструктуру, обеспечивающую инновационную деятельность (государственные, региональные, общественные и другие организации, которые располагают кадровыми возможностями для реализации инновационных процессов, предоставляют субъектам инновационной деятельности финансовую, материально-техническую, информационную и консультационную поддержку, осуществляют частно-государственное взаимодействие при создании и продвижении инноваций);
- нормативно-правовую базу инноваций (совокупность законов и инструкций, легитимирующих инновационные процессы).

Функционирование национальной инновационной системы предполагает согласованность деятельности государства, представителей бизнеса, работников научной и творческой сфер. При этом государство не только задает правовые условия выполнения инновационных процессов, но и мотивирует и поощряет авторов системы, предоставляет в их распоряжение различные ресурсы, создаёт инфраструктуру

национальной инновационной системы, снижает риски инноваторов за счет налоговой политики и частно-государственного партнерства. Регламентируя и поощряя взаимодействие науки с экономикой и обществом в целом, национальная инновационная система формирует потребности и стимулирует те направления научных исследований, которые необходимы для инновационного развития страны.

Современная мировая практика ориентирована на комплексный подход, обеспечивающий «сквозную» поддержку инновационного развития от идеи до рынка, включая формирование институтов развития, инфраструктуры, кадрового потенциала и т.п. Опыт зарубежных стран по формированию и развитию инновационных систем показывает, что независимо от национальных особенностей тщательно продуманная государственными органами система мер по созданию рамочных условий инновационной деятельности, реструктуризации государственных институтов и связей между ними нередко оказывается гораздо более эффективной, чем прямое и косвенное субсидирование государством инновационной деятельности, если выполняются основные принципы сотрудничества государственного и частного секторов [19]:

*Институционализация.* Государство должно инициировать и регулировать связи государственного и частного секторов экономики.

*Партнерство государства и частного сектора.* Государство должно выполнять не только роль катализатора и регулятора частного сектора, но и быть его партнером, а не подменять его функции, как это часто происходит сегодня.

*Координация целей государства и частного сектора.* Принимая во внимание различие своих целей и целей частного сектора, государство должно создавать условия и находить пути эффективного взаимодействия с частным сектором. Структуризация форм этого взаимодействия и координация деятельности участников процессов инновационного развития должны быть среди целей государства.

*Совместное участие в процессах принятия решений, инвестирования и регулирования.* Все партнеры должны активно участвовать в процессах принятия решений и регулировании инновационной деятельности. В случаях прямого вовлечения государства в инвестирование весьма желательно, а в большинстве случаев (за пределами зоны традиционной ответственности

государства) обязательно совместное инвестирование с частным сектором.

Практическая инновационная политика той или иной страны, как правило, представляет собой композицию мер различной направленности, при этом можно отметить существенную специфичность мер инновационного развития, реализуемых в зарубежных странах [26, 29].

Экономика России находится в настоящее время на перепутье. Мало кто сомневается, что сырьевая ориентация страны изжила себя и настала пора перехода на инновационный путь развития и построения современной национальной инновационной системы. Тем не менее, тенденции технологического отставания значительной части перерабатывающих и обрабатывающих отраслей российской экономики до сих пор не преодолены. Дальнейшая консервация сложившейся ситуации чревата потерей перспектив роста национальной конкурентоспособности на мировых рынках наукоемкой продукции, необратимым отставанием от ведущих мировых держав при переходе на технологии постиндустриальных укладов. Будущее России, ее благосостояние, место в мировом сообществе определяются тем, окажется ли она в состоянии создать эффективную инновационную систему и в конечном итоге преодолеть существующий технологический барьер, отделяющий нашу страну от промышленно развитых стран.

В переходный период развития российской экономики неоднократно предпринимались попытки сформулировать целостную государственную политику, направленную на поддержку и развитие инновационной деятельности, формирование институциональной среды и организационно-правовых форм осуществления предпринимательства, в том числе и в научной сфере. Вместе с тем место России в мировых инновационных процессах пока не соответствует имеющемуся интеллектуальному и образовательному потенциалу общества, который недостаточно эффективно задействован в решении ключевых задач развития страны [9, 11, 19].

Состояние инновационного развития национальной экономики России в значительной мере определяется рамочными условиями для инновационной деятельности, которые имеют в целом негативный характер и на самом общем уровне обусловлены:

- институциональной слабостью страны, которая заключается в неэффективности деятель-

ности имеющихся институтов развития и недостаточности их количества;

- низким уровнем экономической грамотности общества в целом и управленческого аппарата в частности;

- использованием неэффективных схем распределения бюджетных средств.

В числе факторов, препятствующих достижению высоких показателей технологической конкурентоспособности национальной экономики России, можно назвать [12]:

- высокую долю теневой и «серой» экономики, низкую эффективность налоговой системы;

- неразвитость фондового рынка;

- недоверие к банковской системе страны и утечку капитала;

- высокую долю неэффективных собственников, неэффективность процедуры банкротств;

- недостаточность правовой защиты инвестиций и соответствующей правоприменительной практики;

- отсутствие опыта работы в системе мирохозяйственных связей.

Серьезное влияние на мотивацию к инновационной деятельности оказывает состояние рынка, на котором действуют многие производители, и особенно провалы рынка, когда ресурсы не распределяются по принципу их наиболее ценного использования. Классические типы провалов рынка связаны с асимметрией информации, злоупотреблением рыночной властью [2]. Если рынок не является конкурентным и состязательным, а производители легко извлекают монопольную ренту, то маловероятно, что у предпринимателей возникнут склонности к риску и переходу на инновационный тип развития.

Низкая конкурентность российского рынка связана со следующими обстоятельствами [18]:

- сохраняющийся олигопольный характер экономики;

- избыточность административного регулирования рынка;

- неполнота и неодинаковость для всех правил игры, в частности, большое различие для разных участников условий вхождения в рынок и функционирования на нем;

- ограниченность доступа в рынок, преференции при выдаче кредитов, проведении тендеров и т.п., которые зачастую определяются не деловыми качествами предпринимателя, а его связями.

Успешность инновационного развития экономики России зависит также от условий развития

предпринимательства, человеческого капитала и рынка труда. Ключевой проблемой в силу технологической отсталости производственной базы России является отсутствие достаточного набора условий для вовлечения известных лидеров мирового высокотехнологического бизнеса в инвестирование наукоемких производств. Серьезными проблемами остаются создание условий, способствующих развитию малого и среднего бизнеса, венчурного бизнеса.

## 2. Приоритеты национальной инновационной политики

Главная задача национальной инновационной политики на современном этапе – создание гибкого, быстро перепрофилирующегося рынка научно-технических кадров, формирование рабочей силы, способной к созданию инновационных продуктов и новых методов производства, распространение технологий в наиболее важных областях научно-технологического развития страны. Основой, обеспечивающей эту способность рабочей силы, является образование. Большое влияние на развитие абсорбционных свойств предпринимательской среды оказывает ее открытость для знаний и идей, генерируемых в сфере исследований и разработок.

Основная миссия приоритетов инновационного развития экономики состоит в выявлении технологических возможностей эффективного решения задач, которые значимы для современного развития общества и государства, либо могут возникнуть в будущем. При формировании, сопоставительной оценке и отборе предложений по приоритетам должны, в первую очередь, учитываться и рассматриваться через призму национальных интересов внешние факторы, такие как: социально-экономические и военно-политические вызовы и их проекции на страну; мировые тенденции развития научно-технологической сферы и роль разных стран в их реализации; мировые социально-экономические и научно-технологические тренды; конкурентные преимущества страны и реальные материальные и финансовые возможности достижения целей инновационной политики.

Существующие в России и других странах подходы к определению приоритетов инновационного развития экономики и инструментов их реализации имеют заметные отличия. В большинстве экономически развитых стран во

главу угла ставятся не столько научно-технологические, сколько функциональные задачи и факторы – социально-экономические вызовы, развитие высокотехнологических отраслей, проблемы охраны окружающей среды, формирование и освоение рынков.

Одним из ключевых элементов системы определения приоритетов инновационной и научно-технологической политики является *целеполагание*. В мировой практике наряду с конкретными целями формируются задачи более высокого порядка – ориентиры будущего, понятные и разделяемые большинством участников процесса определения приоритетов.

К примеру, в США верхний уровень целеполагания связан с идеей американской исключительности и глобального лидерства, а среди политических и корпоративных элит сформировался консенсус относительно необходимости усиления американской науки и на этой основе промышленного потенциала. В Европейском Союзе целеполагание ориентируется на завоевание передовых позиций в научной сфере через развитие интеграционных процессов между государствами – членами ЕС вплоть до создания единого исследовательского пространства. В странах Северной Европы приоритеты научных исследований и разработок обусловлены стратегией социально-экономического развития, направленной на построение «государства благосостояния». Научно-технологическую политику Японии во многом определяет стремление встать во главе азиатского блока и играть роль ведущей региональной державы [5, 15].

В Советском Союзе роль «научно-технического прогресса» состояла в демонстрации превосходства социалистического типа хозяйствования и во многом была подчинена достижению паритета с США по основным видам вооружений [1]. В современной России при формировании и реализации приоритетов предпочтение по-прежнему отдается не столько внешним по отношению к науке вызовам, сколько специфическим особенностям научно-технологического развития. Глобальный контекст рассматривается преимущественно с позиций перспективных тенденций развития науки и технологий, а не оценки потенциальных рынков, привлечения «внешних» ресурсов, обеспечения конкурентоспособности. Фактически нет скоординированных программ реализа-

ции приоритетов. В определении и реализации приоритетов практически не участвует крупный бизнес, субъекты малого и среднего предпринимательства. Это не позволяет в полной мере осуществлять разделение расходов, при котором государство берет на себя инфраструктурные затраты и начальную стадию финансирования исследовательских работ, снижая уровень государственной поддержки на конечных этапах инновационного процесса. В России при формулировании приоритетов развития науки, технологий и техники обходятся вниманием запросы и интересы общества как конечного потребителя результатов научной и инновационной деятельности, а следование мировым трендам не всегда позволяет учитывать национальные интересы, конкурентные преимущества и доступные ресурсы.

Разнообразие внешних вызовов по масштабам, формам проявления и динамике нарастания рисков для стабильности социально-экономической системы диктует необходимость формирования приоритетов, различающихся критериями выбора, инструментами реализации и ожидаемыми результатами [7]. Предлагается выделить *три категории приоритетов*:

- текущие, ориентированные на решение социально-экономических проблем, актуальных в краткосрочной (менее 3 лет) и среднесрочной (3-7 лет) перспективе;
- стратегические, ориентированные на решение задач, которые могут возникнуть в долгосрочной (более 7 лет) перспективе;
- функциональные, определяющие направления деятельности, которые обеспечивают успех инновационной и научно-технической политики.

Текущие приоритеты формируются исходя из оценки экономических, геополитических, культурных факторов, принимая во внимание исторический опыт и существующие ограничения, а также наличие аналогичных достижений в других странах, возможности их заимствования, адаптации и использования. Приоритеты этой категории должны в полной мере ориентироваться на запросы российской экономической и социальной сферы.

Стратегические приоритеты должны фокусироваться на причинах возникновения тех или иных вызовов, а не на ликвидации их последствий, оттапливаться от зачастую слабых внеш-

них сигналов, которые характеризуют будущие потребности, а не стремиться к усовершенствованию того, что отвечает исключительно сегодняшним интересам. Выбор стратегических приоритетов во многом определяется внутренней логикой развития науки, которая связана с получением фундаментальных научных знаний об основных закономерностях существования и структурах организации живой и неживой природы, общества; расширением методологии изучения различных явлений; созданием инструментария нового уровня и применением существующих методов в новых областях. Реализация долгосрочных приоритетов должна способствовать ускоренному развитию научно-технической и промышленной сфер, переходу к следующему технологическому укладу, получению принципиально новых результатов, дающих мультипликативный эффект.

Функциональные приоритеты определяют направления деятельности по созданию социальных и экономических условий, способствующих вовлечению максимального числа заинтересованных лиц из различных слоев общества в формирование и реализацию приоритетов, превращению государственных приоритетов в приоритеты бизнеса и общества. Важно создавать новые формы коммуникации, открывать новые форматы взаимодействия науки и общества, увеличивать запросы общества и бизнеса на инновации, развивать механизмы частного-государственного партнерства, повышать уровень информированности общества о передовых научных исследованиях, повышать привлекательность науки и инженерного дела.

Можно определить *три базовые области приоритетов*, которые значимы для любого общества и имеют первостепенное значение для включения России в мировую систему разделения труда в качестве равноправного партнера.

Энерго- и ресурсообеспеченность как основа устойчивого и динамического роста является показателем и одним из основных условий технологического прогресса, ключевым элементом для развития многих критически важных высокотехнологичных отраслей экономики России. Особое значение, учитывая размеры и климатические особенности нашей страны, имеют проблемы получения, передачи и хранения энергии. Несмотря на расширение применения альтернативных источников энергии, значительную долю в мировом энергопотреблении

сохраняют углеводороды. Россия является богатейшей страной по обеспеченности природными ресурсами, однако вопросы их рационального использования должным образом не решены. Исчерпание доступных месторождений, добыча ископаемых в значительной степени за счет импортных технологий и оборудования означает существенное увеличение издержек и создает спрос на отечественные технологии и оборудование для добычи и переработки углеводородов и других ресурсов на сложных месторождениях.

Технологическая конкурентоспособность продуктов и услуг, формирование и развитие современной высокотехнологичной промышленности, реиндустриализация экономики является важнейшим вызовом для России. Наличие развитой производственной базы, построенной на интеллектуальных принципах, позволит России на равных с развитыми странами участвовать в международной кооперации и сохранять самодостаточность по ряду стратегических направлений. Внедрение цифровых информационно-коммуникационных технологий в производственную сферу ведет к новой промышленной революции, основанной на интеллектуальном производстве и сетевых принципах организации, сокращает издержки и повышает добавленную стоимость продукции.

Качество жизни как интегральный показатель развития общества и конкурентоспособности государства характеризует уровень удовлетворенности жизнью и востребованности в обществе, а также безопасности – как личной, так и общества в целом. Одной из главных составляющих качества жизни является здоровье и «здоровьесберегающие» технологии, основанные на сочетании научных подходов и современных технологий. Граждане должны иметь возможности получать качественное образование, потреблять полезные и безопасные продукты питания, приобретать недорогое и комфортабельное жилье. Человеческий капитал является восполняемым, но ограниченным ресурсом. Обеспечение качества жизни закладывает основы для развития человеческого потенциала, повышает привлекательность страны, способствует росту ее конкурентоспособности.

Перечисленные области в своей совокупности представляют основу для обеспечения национальной безопасности Российской Федерации в широком понимании этого термина.

Производство машин, станков, оборудования для ключевых отраслей промышленности и сельского хозяйства, проведение собственных научных исследований и развитие кадрового потенциала, обеспечивающего их воспроизводство, – определяет научно-технологическую безопасность. Обладание стратегическими видами сырья, методами их разведки, добычи, переработки, технологиями для производства и распределения энергии, наличие природных условий и технологий для обеспечения населения страны продуктами питания, питьевой водой и создания комфортных условий жизни – определяет безопасность жизнедеятельности. Наличие собственного оборудования, технологий для обеспечения людей медицинской помощью и лекарственными препаратами, противодействия инфекциям, эпидемиям – определяют биологическую безопасность.

### 3. Подходы к оценке уровня инновационного развития

Инновация определяется Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) как применение новой значительно улучшенной продукции (материальных товаров и услуг), процессов, новых рыночных методов или новых организационных методов в бизнес-практике, при организации рабочих мест или при налаживании внешних отношений [23]. По российскому ГОСТу инновация – это «конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, или нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности» [4].

Принято выделять следующие типы инноваций:

- по направленности действия – базисные, реализующие крупные открытия и изобретения; улучшающие, реализующие мелкие и средние изобретения; рационализирующие, направленные на частичное улучшение устаревших поколений техники и технологий;
- по виду и технологическим параметрам – продуктовые, процессные (технологические), организационно-управленческие (нетехнологические);
- по масштабу распространения – весь мир, страна, отрасль, предприятие.

Практика показывает, для того чтобы хорошая идея превратилась в успешную инновацию, она обязательно должна пройти несколько стадий «жизненного цикла». Обычно выделяют пять стадий развития инновационного процесса:

- зарождение идеи – возникает идея возможного использования в коммерческих целях какого-либо научного достижения;
- вынашивание идеи – разработка технологии производства нового продукта, которая может быть коммерчески реализована;
- демонстрация образца – создание прототипа и представление его потенциальным инвесторам и заказчикам;
- продвижение продукта – создание спроса на рынке на новую продукцию;
- закрепление на рынке – приобретение уверенности в том, что новый продукт или технология будут иметь долгое и успешное будущее на существующем рынке.

Если хотя бы одна из этих стадий не будет пройдена успешно, то нет никаких шансов на трансформацию знания в инновацию. Не менее важны и переходы между разными стадиями инновационного процесса. На этих стадиях решаются технические, производственные или маркетинговые проблемы. На переходных участках мобилизуются ресурсы, необходимые для решения проблемы.

Среди существующих подходов к оценке уровня инновационного развития наиболее проработанными являются подход группы Портера к оценке технологической конкурентоспособности [27] и Евростата – к построению интегральной оценки национальной инновационной системы [30]. При анализе состояния и тенденций развития национальная инновационная система рассматривается как черный ящик. Основная проблема состоит в том, как определить содержание входов и выходов инновационной системы и сопоставить их друг с другом. Выходом системы является конкурентоспособность продукции и услуг, которая характеризуется показателями технологического состояния производства и экспортной способности страны по высокотехнологичным продуктам и услугам. Входами системы на уровне макроэкономического анализа служат специально сконструированные синтетические характеристики и соответствующие им следующие индикаторы.

Национальная ориентация на достижение технологической конкурентоспособности стра-

ны. Характеризует приверженность властей страны, национальной экономической среды к поддержке предпринимательства, обеспечения конкурентоспособности, основанной на развитии и применении технологий. Соответствующий индикатор формируется путём синтеза статистического показателя инвестиционного риска, вычисляемого по методологии Мирового банка [28], и экспертных оценок национальной стратегии развития и её реализации, уровня развития технологического предпринимательства, отношения экономической среды и общества в целом к институтам технологического развития страны.

Социально-экономическая инфраструктура, необходимая для функционирования научно-технологического потенциала страны. Характеризует национальные институты, способные привлечь и поддержать человеческие, организационные и экономические ресурсы, необходимые для функционирования экономики, основанной на современной технологической базе. Соответствующий индикатор определяется на основе оценок эффективности функционирования рынка капитала, величины нормы накопления, капиталовложений, уровня прямых иностранных и национальных инвестиций в систему образования.

Производственный потенциал, обеспечивающий производство и эффективность высокотехнологичной продукции. Характеризует материальные и человеческие ресурсы, способные производить современную продукцию и возможности их эффективного использования. Соответствующий индикатор конструируется из показателей объемов производства высокотехнологичных секторов экономики и экспертных оценок квалификации рабочей силы, качества управления и способности национальной промышленности обеспечивать компоненты для современных производств.

Технологическая инфраструктура, обеспечивающая возможности разрабатывать, производить и продавать новые технологии. Характеризует социально-экономические институты, оказывающие поддержку продвижению на рынок технологий, их абсорбцию и использование; способствующие развитию производства, технологических мощностей, элементов социально-экономической инфраструктуры. Соответствующий индикатор синтезируется как комбинация статистических показателей и экспертных оце-

нок. Статистические показатели определяют число исследователей, занятых в науке, связи исследований и разработок с производством. Эксперты оценивают качество технического образования, охрану интеллектуальной собственности, технологическую базу и услуги по технологической поддержке производителя.

В указанных подходах входные индикаторы основываются на количественных показателях и экспертных оценках, которые переводятся в баллы с последующим усреднением, то есть используется так называемый количественный подход. Вместе с тем количественные модели являются слишком упрощенными для анализа состояния и тенденций развития научно-технологического потенциала страны [5, 31]. Многоаспектная оценка средств достижения целей национальной инновационной политики, направлений и результатов научных исследований, наукоемких технологий и областей их практического применения относятся к числу так называемых плохо формализованных и слабо структурируемых задач принятия решений, где присутствуют как количественные, так и, преимущественно, качественные показатели с вербальными шкалами оценок. В качестве методологического подхода к решению подобных задач целесообразно использовать отечественные методы вербального анализа решений [8, 13].

Предлагаемый подход к структурированию предметной области, разработке концептуальной модели и критериев оценки национального научно-технологического потенциала основан на системном анализе современной инновационной системы России. Метод многоуровневых информационно-логических структур (МИЛС) ориентирован на экспертную оценку вариантов стратегических решений [8, 10]. Основные идеи метода МИЛС состоят в следующем.

1. Строится концептуальная модель предметной области в виде многоуровневой информационно-логической структуры.

2. Формируются перечни элементов каждого уровня иерархии.

3. Разрабатываются показатели и критерии оценки элементов всех уровней иерархии и связей между элементами разных уровней.

4. Осуществляется сбор фактографических данных и экспертных оценок для каждого элемента всех уровней иерархии.

5. Осуществляется сбор экспертных оценок по связям элементов различных уровней иерархии.

6. Строятся решающие правила на каждом уровне иерархии.

7. На основе совокупности решающих правил, требований к интенсивности связей между элементами разных уровней выбираются наилучшие или допустимые варианты решений.

#### 4. Концептуальная модель научно-технологического потенциала

Опишем концептуальную информационно-логическую модель научно-технологического потенциала, предназначенную для формирования и выбора альтернативных вариантов стратегических решений по инновационному развитию страны. Модель включает следующие блоки:

- цели научно-технологического развития;
- инновации в отраслях экономики;
- критические технологии;
- научно-технические направления;
- ресурсы, обеспечивающие достижение целей инновационного развития;
- механизмы, способствующие достижению целей инновационной политики.

Каждый из элементов модели и связи между элементами оцениваются экспертами по специальным критериям, имеющим шкалы с развернутыми словесными формулировками градаций качества. Разработанная многоуровневая информационно-логическая модель научно-технологического потенциала представлена на Рис. 1.

*Целью научно-технологического развития Российской Федерации* является обеспечение независимости и конкурентоспособности страны за счет создания эффективной системы наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала нации [21]. Целями национальной инновационной политики выступают следующие утвержденные приоритетные направления научно-технологического развития.

А. Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

Б. Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии.



Рис. 1. Информационно-логическая модель научно-технологического потенциала

В. Переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных).

Г. Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания.

Д. Противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства.

Е. Связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики.

Ж. Возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук.

*Инновации* представляют возможные способы достижения целей инновационного развития и распределяются по отраслям экономики. Перечень инноваций формируется экспертами. Инновация характеризуется следующими показателями:

И1. Направленность инновации (базисная, улучшающая, рационализирующая).

И2. Вид инновации (продуктовая, процессная, организационно-управленческая).

И3. Масштаб инновации (мировой, национальный, отраслевой, внутрифирменный).

И4. Значимость инновации для развития экономики России (высокая, средняя, низкая, оценить затруднительно).

И5. Конкурентоспособность инновации (высокая, средняя, низкая, оценить затруднительно).

И6. Стадия развития инновации (зарождение идеи, вынашивание идеи, демонстрация образца, продвижение продукта, закрепление на рынке).

И7. Реализуемость инновации (менее 3 лет, 3-7 лет, более 7 лет, оценить затруднительно).

Отрасли экономики образуют социально-экономическую и производственно-технологическую базу, где практически используются наукоемкие инновации. К межотраслевым и отраслевым комплексам относятся: 1. Добывающая промышленность; 2. Энергетика; 3. Металлургия; 4. Машиностроение и приборостроение; 5. Оборонная промышленность; 6. Химия, лесное хозяйство и биотехнологии; 7. Агропромышленный комплекс; 8. Легкая промышленность; 9. Строительство; транспорт, связь, информационно-коммуникационные техноло-

гии; 10. Охрана окружающей среды; 11. Охрана здоровья и социальное обеспечение; 12. Образование, наука, культура, спорт; 13. Торговля и услуги; 14. Жилищно-коммунальное и домашнее хозяйство.

*Критическими технологиями* являются технологии, которые имеют важное социально-экономическое значение или важное значение для обороны страны и безопасности государства. Перечень критических технологий РФ утверждается указом Президента РФ и периодически пересматривается. В настоящее время в перечень входят 44 критические технологии. Критерии оценки технологии:

T1. Направленность технологии (базисная инновация, улучшающая инновация, рационализирующая инновация).

T2. Значимость технологии для создания инновации (высокая, средняя, низкая, оценить затруднительно).

T3. Стадия разработки технологии (разработана полностью, разработан опытный образец или прототип, разработана техническая документация, находится на начальной стадии разработки).

T4. Реализуемость технологии (менее 3 лет, 3-7 лет, более 7 лет, оценить затруднительно).

*Научно-технические направления* создают фундамент для разработки критических технологий и включают в себя исследования в области понимания процессов, происходящих в обществе и природе, развития природоподобных технологий, человеко-машинных систем, управления климатом и экосистемами; исследования, связанные с этическими аспектами технологического развития, изменениями социальных, политических и экономических отношений; фундаментальные исследования, обусловленные внутренней логикой развития науки, обеспечивающие готовность страны к большим вызовам, еще не проявившимся и не получившим широкого общественного признания, возможность своевременной оценки рисков, обусловленных научно-технологическим развитием. Перечень направлений формируется экспертами. Научно-техническое направление оценивается по следующим критериям:

N1. Влияние результатов, полученных по направлению, на создание критической технологии (сильное, умеренное, слабое, оценить затруднительно).

N2. Изменение влияния направления на создание критической технологии в перспективе (будет увеличиваться, не изменится, будет уменьшаться, оценить затруднительно).

*Ресурсы, обеспечивающие достижение целей инновационного развития*, подразделяются на производственные, научные и кадровые.

Производственные ресурсы образуют:

Pп1. Производственные мощности для выпуска наукоемкой продукции.

Pп2. Производственные мощности для выпуска комплектующих изделий и компонентной базы.

Pп3. Современное технологическое оборудование, оснастка, приборы, инструменты.

Pп4. Функционирующий рынок услуг по технологической поддержке производителей.

Научные ресурсы включают:

Pн1. Результаты революционных научных исследований, способные кардинально повлиять на развитие науки и техники.

Pн2. Результаты перспективных фундаментальных и прикладных научных исследований, которые можно быстро практически использовать в наукоемких и высокотехнологичных областях.

Pн3. Научно-технические результаты возможного заимствования новых знаний и воспроизводства передовых перспективных технологий.

Кадровые ресурсы включают:

Pк1. Научные работники и высококвалифицированные специалисты.

Pк2. Инженерно-технические работники.

Pк3. Рабочие, служащие и вспомогательные работники.

Pк4. Административно-управленческий персонал.

Для оценки ресурса используются следующие критерии:

P1. Соответствие ресурса потребностям инновационного развития экономики (полностью, частично, не соответствует).

P2. Наличие ресурса (имеется в достаточном объеме, имеется частично, находится на начальной стадии формирования, отсутствует).

P3. Изменение ресурса в перспективе (будет увеличиваться; не изменится; будет уменьшаться; оценить затруднительно).

P4. Влияние ресурса на инновационное развитие экономики (сильное, умеренное, слабое, оценить затруднительно).

P5. Изменение влияния ресурса на инновационное развитие экономики в перспективе

(будет увеличиваться, не изменится, будет уменьшаться, оценить затруднительно).

Взаимные связи элементов информационно-логической модели, относящихся к разным уровням иерархии, предлагается оценивать по следующим критериям:

С1. Интенсивность связи элементов (высокая, умеренная, низкая, отсутствует).

С2. Изменение интенсивности связи элементов в краткосрочной перспективе менее 3 лет (будет увеличиваться, не изменится, будет уменьшаться, оценить затруднительно).

С3. Изменение интенсивности связи элементов в среднесрочной перспективе от 3 до 7 лет (будет увеличиваться, не изменится, будет уменьшаться, оценить затруднительно).

С4. Изменение интенсивности связи элементов в долгосрочной перспективе более 7 лет (будет увеличиваться, не изменится, будет уменьшаться, оценить затруднительно).

*Механизмы, способствующие достижению целей инновационной политики*, располагаются на уровне целей и подразделяются на экономические и административные. Экономические механизмы направлены на создание и освоение инноваций, стимулирование производства наукоемкой и высокотехнологичной продукции и включают:

Мэ1. Спрос на наукоемкую и высокотехнологичную продукцию.

Мэ2. Спрос на перспективные научно-технические результаты.

Мэ3. Инновационная активность предприятий реального сектора экономики.

Мэ4. Инновационная активность малых предприятий.

Мэ5. Функционирование рынка капитала.

Мэ6. Внутренние инвестиции в высокотехнологичное производство.

Мэ7. Внешние инвестиции в высокотехнологичное производство.

Мэ8. Трансфер знаний и наукоемких технологий на внутренний и мировой рынки.

Административные механизмы направлены на формирование условий, обеспечивающих осуществление инновационной деятельности, восприимчивость экономики к инновациям и включают:

Ма1. Национальная стратегия инновационного и научно-технологического развития.

Ма2. Законодательная и нормативно-правовая база регулирования инновационной деятельности.

Ма3. Государственно-частное партнерство при реализации инноваций.

Ма4. Прямая государственная поддержка малых инновационных предприятий.

Ма5. Поддержка фундаментальных и прикладных исследований, опытных разработок со стороны крупных государственных и частных корпораций.

Ма6. Отраслевые и региональные венчурные фонды, агентства по финансированию инноваций с государственным участием.

Ма7. Поддержка наукоградов, технополисов, научных и технологических парков.

Ма8. Информационное обеспечение инновационной деятельности.

Для оценки механизма используются следующие критерии:

М1. Соответствие механизма целям инновационной политики (полностью, частично, не соответствует).

М2. Наличие механизма (имеется в достаточном объеме, имеется частично, находится на начальной стадии формирования, отсутствует).

М3. Изменение механизма в перспективе (будет увеличиваться, не изменится, будет уменьшаться, оценить затруднительно).

М4. Влияние механизма на достижение целей инновационной политики (сильное, умеренное, слабое, оценить затруднительно).

М5. Изменение влияния механизма на достижение целей инновационной политики в перспективе (будет увеличиваться, не изменится, будет уменьшаться, оценить затруднительно).

## 5. Многоаспектный анализ стратегии инновационного развития экономики

Элементы построенной информационно-логической модели научно-технологического потенциала и связи между элементами оцениваются несколькими независимыми экспертами по многим критериям. Особенностью процедур групповой экспертизы является наличие многих индивидуальных суждений, которые могут не совпадать друг с другом. Несогласованность индивидуальных мнений обусловлена неоднозначностью понимания решаемой задачи разными людьми, различием оценок одних и тех же объектов, сделанных разными персонами, специфичностью знаний самих экспертов, и многими другими обстоятельствами. Совокупность таких оценок может иметь в пространстве признаков сложную

структуру, достаточно трудную для анализа. Не просто ввести в этом пространстве и метрику для сопоставления объектов. Указанные трудности можно преодолеть если воспользоваться иным способом представления многопризнаковых объектов, основанным на формализме теории множеств [13, 14], который позволяет одновременно учесть различные комбинации значений качественных признаков, а также их многозначность.

Многоаспектный анализ влияния результатов научных исследований на создание перспективных научно-технических решений и наукоемких технологий, основанный на этом анализе выбор наилучшей или допустимой стратегии инновационного развития экономики России для заданного временного горизонта с учетом меняющихся ограничений на ресурсы предполагают наличие нескольких допустимых альтернатив и некоторого «решающего правила», позволяющего сравнивать качество альтернатив. Варианты инновационного развития экономики конструируются как совокупности многокритериальных экспертных оценок элементов модели. Различные решающие правила, связывающие между собой элементы модели, формируются лицом, принимающим решение (ЛПР), или руководителем планового органа. Решающее правило представляет собой алгоритм, позволяющий перейти от целей-директив планового органа к наборам средств и ресурсов, необходимых для достижения целей. Решающее правило строится путем последовательного выделения на каждом уровне структуры подмножеств элементов модели, обеспечивающих реализацию элементов вышележащего уровня.

Отбор элементов и их включение в «обеспечивающее подмножество» производится на основе предпочтений планового органа или ЛПР. В зависимости от специфики решаемой задачи могут использоваться различные способы формирования «обеспечивающего подмножества», например, устанавливая инновациям определенные оценки по критериям. При этом каждому варианту политики будет соответствовать свой набор средств и ресурсов, необходимых для реализации политики, и свои наборы механизмов, способствующих достижению целей. В результате может быть получено несколько качественно разных сценариев развития, для окончательного сравнения которых необходи-

мо использовать другие методы, в частности, проводить анализ совпадений и отличий «обеспечивающих подмножеств» для выделенных инноваций, оценивать степень влияния разных механизмов на достижение целей. По результатам анализа и сравнения сценариев формируются перечни проблем, требующих решения, для перспективных направлений исследований, образовательных программ, законодательной деятельности и пр., обеспечивающих инновационное развитие экономики.

Выбор альтернативных вариантов инновационного развития может рассматриваться как двусторонний процесс, в котором происходит переход либо из текущего состояния в возможное будущее («прямой процесс»), либо из требуемого будущего состояния в необходимое текущее («обратный процесс»). «Прямой процесс» – так называемое планирование снизу – отталкивается от имеющихся в настоящий момент возможностей и переходит в процессе реализации при традиционных затратах ресурсов в состояние, определяемое «естественным» ходом событий. «Обратный процесс» – планирование сверху – строится от потребностей (то есть желаемого будущего состояния) и переходит посредством поэлементной декомпозиции в перечень необходимых для их реализации мероприятий и ресурсов, которые следует задействовать сегодня для достижения желаемого состояния, если это возможно. Иногда о прямом и обратном процессах планирования говорят как об исследовательском и нормативном подходах соответственно.

Нормативный подход используется при необходимости структурировать проблему целиком, адекватно учесть требования внешнего окружения системы, цели планирующего органа. Именно поэтому на нем базируются различные методики программного планирования, ориентированные на решение «прорывных» революционизирующих проблем, чаще всего охватывающие полный жизненный цикл будущих нововведений (от научных исследований до создания головного образца, а иногда и далее).

Методики, основанные на исследовательском подходе, как правило, менее трудоемки и не требуют исчерпывающей структуризации проблемы. Это достоинство, однако, оказывается в ряде случаев недостатком, связанным с необходимостью создания для решения каждой конкретной проблемы адекватной методики. В

этом случае выбор стратегии развития может быть сведен к отбору (в рамках той или иной политики) наиболее значимых результатов исследований с их возможным последующим агрегированием. Рациональной будет считаться такая стратегия, следование которой приемлемо при любом сценарии.

Многоуровневая информационно-логическая модель научно-технологического потенциала позволяет осуществить «проходы» по иерархической структуре в различных направлениях: «сверху-вниз» (от заданных целей к наиболее подходящей совокупности средств их достижения; «снизу-вверх» (от располагаемых ресурсов к возможным целям); «от середины» (от какого-либо уровня вверх к целям и вниз к более детальным средствам). Модель предоставляет возможности выявить базовые инновации, влияющие на формирование новых секторов экономики и возможных рынков сбыта; улучшающие инновации, влияющие на развитие многих секторов экономики и существующие рынки сбыта; уникальные прорывные технологии и перспективные технологии с потенциалом быстрого распространения и применения; замещающие технологии и непередаваемые наукоемкие технологии.

Такой инструментарий позволяет исследовать инновационные процессы в рамках единой системы взаимосвязанных целей и средств их достижения при производстве, использовании и распространении научного знания, прояснить роль элементов национальной инновационной системы в трансфере знаний и технологий, оценить эффективность воздействия научной и инновационной деятельности на экономическое развитие страны.

Очевидно, что для устойчивого экономического развития России необходима генерация, как базисных, так и улучшающих инноваций. Базисные инновации реализуемы, скорее всего, в долгосрочной перспективе, а инновации улучшения – в краткосрочной перспективе. Поскольку путь заимствования инноваций будет, по-видимому, затруднен для нашей страны в обозримом будущем, то придётся опираться преимущественно на собственные силы. По этим причинам приоритет следует отдать инновациям улучшения, что особенно оправдано вследствие наличия у нас таких благоприятных факторов, как значительные запасы полезных ископаемых, благоприятное географическое по-

ложение между Европой и Азией, значительный исходный инновационный потенциал, представленный развитой наукой и высшим образованием. Это позволяет предположить, что в качестве первоочередных могут быть выбраны инновационные проекты в нефте- и газодобыче и переработке, лесном и зерновом хозяйстве, водоснабжении, железнодорожном и других видах транспорта, – в отраслях, где можно получить наискорейшую отдачу от инновационных преобразований и куда можно направить дополнительные ресурсы для поддержки процессов генерации базисных инноваций.

## Заключение

Для выбора стратегии достижения целей национальной инновационной политики предложен научно-методический инструментарий построения многоуровневых информационно-логических структур, основанный на методологии вербального анализа решений. Наилучшие или допустимые цели инновационного развития и наиболее подходящие средства их достижения, обеспеченные соответствующими ресурсами, выбираются исходя из многокритериальных экспертных оценок элементов модели и интенсивности связей между элементами разных уровней. Численные коэффициенты важности критериев и численные значения ценности вариантов стратегических решений не рассчитываются, а качественные оценки факторов не преобразуются в какие-либо числовые показатели. Полученные итоговые результаты описываются с помощью вербальных признаков, что позволяет дать их объяснение на естественном языке, привычном для человека.

Метод многоуровневого информационно-логического моделирования может использоваться при разработке прогнозов, программ, планов для решения трёх типов задач: определение совокупности средств, необходимых для достижения поставленных целей (выбор из имеющегося множества средств такого их подмножества, которое обеспечивает достижение заданных целей); анализ вариантов распределения ресурсов (определение совокупности целей, которые могут быть достигнуты при имеющихся средствах); анализ возможности достижения заданных целей при заданных ресурсных ограничениях. Предлагаемый подход позволяет находить лучшую совокупность це-

лей и средств, то есть лучший в многокритериальном смысле вариант стратегии развития при имеющихся ресурсах.

## Литература

- Бойченко В.С., Петровский А.Б., Стернин М.Ю., Шепелёв Г.И. Выбор приоритетов научно-технического развития: опыт Советского Союза // Труды Института системного анализа РАН. 2015. Т. 65. Вып. 3. С. 3-12.
- Воронцова О.В. Инновации на развивающихся рынках: факторы успеха и провала // Экономика и предпринимательство. 2016. № 75. С. 987-992.
- Голиченко О.Г. Национальная инновационная система: от концепции к методологии // Вопросы экономики. 2014. № 7. С. 35-50.
- ГОСТ Р 56261-2014. Инновационный менеджмент. Инновации. Основные положения. Дата введения 01.01.2016.
- Гранты в науке: накопленный потенциал и перспективы развития / Бойченко В.С., Петровский А.Б., Проницкий С.В., Стернин М.Ю., Шепелёв Г.И. Под ред. А.Б. Петровского. – М.: Поли Принт Сервис, 2014. - 444 с.
- Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. – М.: Экономика, 2002. - 767 с.
- Кошкарёва О.А., Миндели Л.Э., Остапок С.Ф. Системные аспекты процедуры выбора и актуализации приоритетов развития науки // Инновации, 2015, № 6. С. 20-31.
- Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002. - 392 с.
- Ларичев О.И., Минин В.А., Петровский А.Б., Шепелёв Г.И. Российская фундаментальная наука в третьем тысячелетии // Вестник РАН. 2001. Т. 71. № 1. С. 13-18.
- Минин В.А. О моделировании логических связей между элементами процесса астрономического исследования // Астрономический совет АН СССР. Научные информации. 1975. Вып. 36. С. 27-41.
- Модернизация российской экономики: структурный потенциал / Куренков Ю.В., Петров В.К., Кондратьев В.Б. и др. Отв. ред. Н.И. Иванова. – М.: ИМЭМО РАН, 2010. - 228 с.
- Носова С.С. Инновационное развитие экономики - ключевое звено роста национальной конкурентоспособности // Инновации и инвестиции. 2008. № 4. С. 2-5.
- Петровский А.Б. Теория принятия решений. – М.: Издательский центр «Академия». 2009. - 400 с.
- Петровский А.Б. Показатели сходства и различия многопризнаковых объектов в метрических пространствах множеств и мультимножеств // Искусственный интеллект и принятие решений. 2017. № 4. С. 78-94.
- Петровский А.Б., Бойченко В.С., Стернин М.Ю., Шепелёв Г.И. Выбор приоритетов научно-технического развития: опыт зарубежных стран // Труды Института системного анализа РАН. 2015. Вып. 3. С. 13-26.
- Петровский А.Б., Проницкий С.В., Стернин М.Ю., Шепелёв Г.И. Подходы к анализу состояния и тенденций развития национального научно-технологического потенциала // Седьмая Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии»: Труды конференции. – Светлогорск, 2017. С. 385-390.
- Петровский А.Б., Проницкий С.В., Стернин М.Ю., Шепелёв Г.И. Национальные инновационные системы: структуры, цели, функции, пути развития // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Экономика, Информатика. 2018. Т. 45. № 1. С. 149-158.
- Полтерович В.М. Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // Вопросы экономики. 2009. № 6. С. 4-22.
- Поспелова Т.В. Перспективы взаимодействия науки, бизнеса и государства в условиях формирования инновационной экономики России. – М.: Издательский дом «Наука», 2012. - 104 с.
- Прогнозирование и комплексное планирование медицинской науки в СССР / Петровский А.Б., Погодаев Г.В., Филиппов О.В. Под ред. А.М. Чернуха. – М.: Медицина, 1984. - 152 с.
- Официальный сайт Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию. – <http://www.snto.ru/>
- Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / Пер. с нем., пер. с англ. – М., ЭКСМО, 2007. – 864 с.
- Dynamising National Innovation Systems. – Paris: OECD Publishing, 2002. - 100 p.
- Mensch G. Stalemate in Technology: Innovations Overcome the Depression. – Cambridge, Ballinger Publishing Co, 1979. 240 p.
- National Innovation Systems: A Comparative Analysis / Ed. by R.R. Nelson. – New York: Oxford University Press, 1993. - 541 p.
- Pece A., Olivera E., Salisteanu F. Innovation and Economic Growth: An Empirical Analysis for CEE Countries // Procedia Economics and Finance. 2015. Vol. 26. P. 461-467.
- Porter M., Snowdon B., Stonehouse G. Competitiveness in a Globalized World: Michael Porter on the Microeconomic Foundations of the Competitiveness of Nations, Regions, and Firms // Journal of International Business Studies. 2006. Vol. 37. P. 163-175.
- Record R., Clarke G., Lowden R. Investment climate assessment 2014. – Washington: World Bank Publ., 2015. - 124 p.
- Reid A., Walendowski J. Innovation policy in candidate countries. – Brussel: ADE Press, 2014. - 153 p.
- Sustainable development in the European Union. – Luxembourg: Eurostat Publ., 2016. - 168 p.
- Wilson K. An investigation of dependence in expert judgement studies with multiple experts // International Journal of Forecasting, 2016. Vol. 33. P. 325-336.

**Information and logical model of national scientific and technological potential**

A.B. Petrovsky, S.V. Pronichkin, M.Yu. Sternin, G.I. Shepelev

Federal Research Center "Computer Sciences and Control", Russian Academy of Sciences

The analysis of innovative development features of the economies of Russia and foreign countries is carried out. Methodological approaches to determining the priorities of the national innovation policy and assessing the level of innovative development are described. A multilevel information and logical model of scientific and technological potential was developed for the formation and selection of variants of the innovative development strategy of the country. The model is based on a multi-aspect assessment of innovations and methodology of verbal decision analysis. Qualitative criteria with verbal scales for expert evaluation of model elements and relationships between the elements are proposed. An example of analysis of the economy innovative development strategy is given.

**Keywords:** innovation, innovative development of economy, priorities, scientific and technological potential, information and logical model, qualitative criteria, verbal decision analysis.

DOI 10.14357/20718594180401

**References**

1. Boychenko V.S., Petrovsky A.B., Sternin M.Yu., Shepelev G.I. Vybor prioritov nauchno-technicheskogo razvitiya: opyt Sovetskogo Soyuza // Trudy Instituta sistemnogo analiza RAN. 2015. T. 65. No 3. S. 3-12.
2. Vorontsova O.V. Innovatsii na razvivayushchikh rynkakh: factory uspekha i provala // Ekonomika i predprinimatel'stvo. 2016. No 75. S. 987-992.
3. Golichenko O.G. Natsional'naya innovatsionnaya sistema: ot kontseptsii k metodologii // Voprosy ekonomiki. 2014. No 7. S. 35-50.
4. GOST R 56261-2014. Innovatsionnyy menedzhment. Innovatsii. Osnovnyye polozheniya. Data vvedeniya 01.01.2016.
5. Granty v nauke: nakoplenyy potentsial i perspektivy razvitiya / Boychenko V.S., Petrovsky A.B., Pronichkin S.V., Sternin M.Yu., Shepelev G.I. Pod red. A.B. Petrovskogo. – M.: Poly Print Service, 2014. - 444 p.
6. Kondrat'ev N.D. Bol'shie tsikly konyunktury i teoriya predvideniya. – Moscow, Ekonomika, 2002. - 767 p.
7. Koshkaryova O.A., Mindeli L.E., Ostapyuk S.F. Sistemnyye aspekty protsedury vybora i aktualizatsii prioritov razvitiya nauki // Innovatsii, 2015, No 6. S. 20-31.
8. Larichev O.I. Teoriya i metody prinyatiya resheniy. – M.: Logos, 2002. - 392 p.
9. Larichev O.I., Minin V.A., Petrovsky A.B., Shepelev G.I. Rossiyskaya fundamental'naya nauka v tret'yem tysyacheletii // Vestnik Rossiyskoy akademii nauk. 2001. T. 71. No 1. S. 13-18.
10. Minin V.A. O modelirovani logicheskikh svyazey mezhd elementami protsessy astronomicheskogo issledovaniya // Astronomicheskii sovet AN SSSR. Nauchnyye informatsii. 1975. Vyp. 36. S. 27-41.
11. Modernizatsiya rossiyskoy ekonomiki: strukturnyy potentsial / Kurenkov Yu.V., Petrov V.K., Kondrat'ev V.B. i dr. Otv. red. N.I. Ivanova. – M.: IMEMO RAN, 2010. - 228 p.
12. Nosova S.S. Innovatsionnoye razvitiye ekonomiki - klyuchevoye zveno rosta natsional'noy konkurentosposobnosti // Innovatsii i investitsii. 2008. No 4. S. 2-5.
13. Petrovsky A.B. Teoriya prinyatiya resheniy. – M.: Izdatel'skiy tsentr "Akademiya", 2009. - 400 p.
14. Petrovsky A.B. Pokazateli skhodstva i razlichiya mnogopriznakovykh ob'ektov v metricheskikh prostranstvakh mnozhestv i mul'timnozhestv // Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy. 2017. No 4. S. 78-94.
15. Petrovsky A.B., Boychenko V.S., Sternin M.Yu., Shepelev G.I. Vybor prioritov nauchno-technicheskogo razvitiya: opyt zarubezhnykh stran // Trudy Instituta sistemnogo analiza RAN. 2015. T. 65. No 3. S. 33-26.
16. Petrovsky A.B., Pronichkin S.V., Sternin M.Yu., Shepelev G.I. Podkhody k analizu sostoyaniya i tendentsiy razvitiya natsional'nogo nauchno-tekhnologicheskogo potentsiala // Sed'maya Mezhdunarodnaya konferentsiya "Sistemnyy analiz i informatsionnyye tekhnologii": Trudy konferentsii. – Svetlogorsk, 2017. S. 385-390.
17. Petrovsky A.B., Pronichkin S.V., Sternin M.Yu., Shepelev G.I. Natsional'niye innovatsionnyye sistemy: struktury, tseli, funktsii, puti razvitiya // Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Ekonomika, Informatika. 2018. T. 45. No 1. S. 149-158.
18. Polterovich V.M. Gipoteza ob innovatsionnoy pauze i strategiya modernizatsii // Voprosy ekonomiki. 2009. No 6. S. 4-22.
19. Pospelova T.V. Perspektivy vzaimodeystviya nauki, biznesa i gosudarstva v usloviyakh formirovaniya innovatsionnoy ekonomiki Rossii. – M.: Izdatel'skiy dom "Nauka", 2012. - 104 p.
20. Prognozirovaniye i kompleksnoye planirovaniye meditsinskoy nauki v SSSR / Petrovsky A.B., Pogodayev G.V., Filippov O.V. Pod red. A.M. Chernukha. – M.: Meditsina, 1984. - 152 p.
21. Ofitsialniy sayt Soveta pri Prezidente Rossiyskoy Federatsii po nauke i obrazovaniyu. – Available at: <http://www.snto.ru/>
22. Schumpeter J.A. Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. – Munchen, Duncker und Humblot, 1926. - 369 p. Schumpeter J.A. Capitalism, Socialism, and Democracy. Third edition. – New York, Harper and Row, 1950. - 431 p. (Schumpeter J.A. Teoriya ekonomicheskogo razvitiya. Kapitalizm, sotsializm i demokratiya. – Moscow, EKSMO, 2007. - 864 p.).
23. Dynamising National Innovation Systems. – Paris: OECD Publishing, 2002. - 100 p.

24. Mensch G. *Stalemate in Technology: Innovations Overcome the Depression*. – Cambridge, Ballinger Publishing Co, 1979. 240 p.
25. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis* / Ed. by R.R. Nelson. – New York: Oxford University Press, 1993. - 541 p.
26. Pece A., Olivera E., Salisteanu F. *Innovation and Economic Growth: An Empirical Analysis for CEE Countries* // *Procedia Economics and Finance*. 2015. Vol. 26. P. 461-467.
27. Porter M., Snowden B., Stonehouse G. *Competitiveness in a Globalized World: Michael Porter on the Microeconomic Foundations of the Competitiveness of Nations, Regions, and Firms* // *Journal of International Business Studies*. 2006. Vol. 37. P. 163-175.
28. Record R., Clarke G., Lowden R. *Investment climate assessment 2014*. – Washington: World Bank Publ., 2015. - 124 p.
29. Reid A., Walendowski J. *Innovation policy in candidate countries*. – Brussel: ADE Press, 2014. - 153 p.
30. *Sustainable development in the European Union*. – Luxembourg: Eurostat Publ., 2016. - 168 p.
31. Wilson K. *An investigation of dependence in expert judgement studies with multiple experts* // *International Journal of Forecasting*, 2016. Vol. 33. P. 325-336.