

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ФОРМИРОВАНИЕ
ИННОВАЦИОННОЙ
ЭКОНОМИКИ**
**концептуальные основы,
методы и модели**

Ответственные редакторы
член-корреспондент РАН В.И. Суслов
д. э. н., профессор Н.А Кравченко

НОВОСИБИРСК
2014

УДК 338.2
ББК 65.9(2Р)0-55
Ф 79

Ф 79 **Формирование инновационной экономики:** концептуальные основы, методы и модели / Под ред. В.И. Суслова, Н.А. Кравченко; ИЭОПП СО РАН. Новосибирск: Автограф, 2014. 346 с.
ISBN 978-5-9905592-7-1

Монография охватывает широкий спектр вопросов, посвященных исследованию проблем инновационного развития на международном, национальном, региональном и отраслевом уровнях. Рассматриваются вопросы развития теории инноваций, а также методологические и методические возможности использования экономико-математического моделирования в исследованиях инновационной экономики. Продемонстрировано развитие методического инструментария оценки инновационного развития на региональном уровне, а также отражены результаты его использования применительно к регионам России. Представлен методический подход, направленный на оценку возможностей инновационной индустриализации России и Сибири с помощью технологического форсайта отдельных отраслей промышленности.

Монография предназначена для исследователей и участников инновационной деятельности, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся на изучении проблем инновационного развития.

Программа Президиума РАН № 34
Прогноз инновационной индустриализации экономики России

Авторы: А.О. Баранов, Г.В. Бобылев, О.В. Валиева, Ю.П. Воронов, Н.В. Горбачева, М.А. Канева, Н.А. Кравченко, А.В. Кузнецов, Б.Л. Лавровский, А.С. Мишина, Д.О. Неустроев, И.В. Позднякова, А.И. Попельюх, В.И. Суслов, Г.А. Унтура, А.А. Федоров, С.Р. Халимова

УДК 338.2
ББК 65.9(2Р)0-55

ISBN 978-5-9905592-7-1

© Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2014 г.
© Коллектив авторов

ВВЕДЕНИЕ

Три года назад (8 декабря 2011 г.) была утверждена Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, которая декларировала в качестве единственного способа достижения долгосрочных целей развития России переход экономики к инновационной социально-ориентированной модели развития. Сегодняшняя ситуация в России (и мире) смирила политические и экономические приоритеты – ожидание периода экономической стагнации выдвинуло на первый план цели макроэкономической стабилизации и поддержания стабильности денежно-кредитной системы. Означает ли это, что цель формирования инновационной экономики в качестве национального приоритета отодвигается на неопределенное будущее? С нашей точки зрения, верно обратное. Неблагоприятная внешнеэкономическая обстановка (падение цен на нефть, украинский кризис, санкции, ослабление рубля и пр.) способствует очищению от «инновационной риторики» и может выступить стимулом для развития инноваций как основного направления повышения эффективности экономической деятельности, роста конкурентоспособности национальной экономики и ее субъектов.

Инновационная экономика характеризуется растущим влиянием знаний на развитие по сравнению с природными ресурсами, материальным капиталом и малоквалифицированной рабочей силой. Формирование инновационной экономики означает появление новых источников конкурентных преимуществ не только в высокотехнологичных, но и во всех секторах и отраслях экономики. Эти конкурентные преимущества опираются на эффективное использование нематериальных активов, таких как знания, умения, навыки и инновационные способности агентов экономики.

Данная монография является продолжением и развитием основных, концептуальных положений, обоснованных в ранее выполненных и опубликованных работах коллектива авторов ИЭОПП СО РАН¹. Коллектив авторов в своих исследований продолжает развивать теоретические

¹ В частности, таких как:

Экономика Сибири: стратегия и тактика модернизации / Ред. кол. А.Э. Кон-

идей и концептуальные подходы, выдвинутые нашими коллегами и друзьями В.С. Зверевым и В.Д. Маршаком.

Монография состоит из четырех крупных разделов, посвященных исследованию проблем инновационного развития на макро- (национальном и международном) и мезоэкономических (региональном и отраслевом) уровнях.

Какова роль инноваций в развитии человеческой цивилизации? Какие инновации оказали глобальное влияние на формирование социума? Каковы направления влияния культуры и религии на инновационные процессы? Что такое экономика знаний и каковы перспективы развития национальных инновационных систем? Первый раздел монографии начинается с постановки этих проблем и содержательного анализа возможностей их решения. На основе осмыслиения обширного фактического материала формируется панорама истории и теории инновационного развития, насыщенная малоизвестными в экономической среде данными, что позволяет показать современное состояние теории и методологии инноваций и обозначить главные проблемы инновационного развития.

Далее в разделе исследуются возможности операционализации основных признаков инновационной экономики и их взаимосвязей с различных теоретических позиций, а также приводятся оценки динамики показателей инновационного развития для России и ряда других стран. Особое внимание удалено опыту стран, преодолевших ресурсную зависимость, для которых сырьевые богатства оказались не тормозом, а стимулом для инноваций. Далее представлен анализ различных путей перехода к инновационной экономике в России, предлагаемых экспертным сообществом, где инвариантными условиями выступают необходимость «новой индустриализации», изменения институциональной среды, а также усиление роли государства в качестве агента модернизационных изменений.

торович, В.В. Кулешов, В.И. Суслов; ИЭОПП СО РАН. М.; Новосибирск: Анкил, 2009.

Формирование благоприятной среды для проживания в Сибири / Отв. ред. В.В. Кулешов; ИЭОПП СО РАН. Новосибирск, 2010.

Инновационное развитие Сибири: теория, методы, эксперименты / Отв. ред. В.И. Суслов; ИЭОПП СО РАН. Новосибирск, 2011.

Проектная экономика в условиях инновационного развития: модели, методы, механизмы / отв. ред. Т.С. Новикова; ИЭОПП СО РАН. Новосибирск: Параллель, 2013.

Исследование динамики и факторов, влияющих на позиционирование России с точки зрения наиболее значимых международных индексов инновационной направленности, позволило оценить перспективы изменения места России в мировых рейтингах в результате достижения целевых показателей Стратегии 2020. Достижение выдвинутых стратегических целей к 2020 г. в целом повысит рейтинг России, но в области конкурентоспособности и развития человеческого потенциала позитивные сдвиги будут определяться другими факторами, которые не нашли своего отражения в целевых индикаторах Стратегии. Поставленные в Стратегии долгосрочные цели развития ориентированы на развитие отдельных элементов инновационной системы и не фокусируются на развитии устойчивых взаимосвязей между ее элементами. Целевые показатели отражают в большей степени специфику переживаемого нашей страной периода и в меньшей степени ориентированы на накопленный мировой опыт построения экономики знаний.

Завершается раздел главой, демонстрирующей закономерности изменений производительности труда как обобщающего показателя инновационного и технологического развития. На основании статистических данных большой группы развитых и развивающихся стран продемонстрировано, что с начала 90-х годов XX века наблюдается устойчивая тенденция к сближению межстрановых показателей производительности. Иначе говоря, последние два десятилетия характеризуются преимущественными темпами роста производительности стран-аутсайдеров.

Значимым вкладом в развитие теорий инноваций и аппарата экономико-математического моделирования инновационного развития являются научные результаты, представленные во втором разделе монографии. На основе модификации модели Узавы – Лукаса исследовано влияние человеческого капитала и природных ресурсов на экономическую динамику. Показано, что большая зависимость экономики от природных ресурсов приводит к меньшим темпам экономического роста, и в случае истощения запасов природных ресурсов данная экономика переходит в стагнацию на устойчивой траектории. Эмпирический анализ влияния человеческого капитала и природных ресурсов на экономический рост группы развитых и развивающихся стран продемонстрировал определенные различия в факторах роста. В частности, для развивающихся стран темпы роста удельного ВВП в долгосрочном плане определяются как динамикой человеческого капитала, так и динамикой добычи нефти и газа. Но в то же время, влияние человеческого капитала существенно превышало влияние добычи нефти и газа. Этот результат

вполне объясним с позиции экономической теории, так как экономический рост в долгосрочном плане определяется динамикой внедрения инноваций и связанными с ней расходами на НИОКР, динамикой человеческого капитала. Более того, известный в экономике феномен голландской болезни говорит о том, что наличие значительной ренты от природных ресурсов может замедлить экономический рост в долгосрочном плане.

В третьем разделе монографии продемонстрировано развитие методического инструментария измерения, анализа и оценки инновационного развития на региональном уровне, а также отражены результаты его использования применительно к регионам России.

Одним из инструментов анализа и оценки инновационного развития с широким потенциалом применения служат композитные индексы, которые позволяют получать сравнимые оценки различных стран и регионов на основе статистической и опросной информации. В разделе представлено состояние исследований, эволюция подходов и основные особенности расчета и применения композитных индексов в отечественной практике.

Здесь представлен комплексный подход к анализу взаимосвязи между показателями инновационной динамики и экономическим ростом регионов с учетом социально-экономических, производственных и институциональных факторов. Данный подход предоставляет исследователю широкие возможности выбора показателей инновационной деятельности и включения различных фильтров – латентных факторов. Подход основан на одновременном использовании нескольких методов статистического анализа (факторного и регрессионного). Выполненные расчеты показали, что наибольший значимый эффект на экономический рост регионов РФ оказывают затраты на технологические инновации. Результаты подчеркнули важность качества институциональной среды, ясных правил и механизмов ведения бизнеса и их положительное влияние на экономический рост.

Далее в разделе описан методический подход, позволяющий учесть региональную дифференциацию инновационной деятельности. На основании довольно длительного периода статистических наблюдений было не только выявлено наличие специализации регионов на создании или использовании инноваций, но и проанализирована динамика инновационных процессов регионального уровня. Наблюдаемые тенденции показывают, что долгосрочное сбалансированное развитие, основанное на инновациях, исходит, в первую очередь, из «создания инноваций»,

именно эта сторона инновационной деятельности способствует дальнейшему инновационному развитию, запуская остальные элементы инновационной системы.

Важным прикладным результатом является демонстрация возможностей применения инструмента (разработанного авторами программы комплекса «ПАВИСЭР»), позволяющего не только сравнивать и анализировать различные показатели и индексы инновационного развития, но и визуализировать полученные результаты.

В заключительной части монографии (четвертый раздел) представлен методический подход к решению важнейшей проблемы — реиндустириализации России и Сибири. Этот подход направлен на оценку возможностей и разработку программ модернизации с помощью последовательного применения технологического форсайта для решения выявленных проблем отдельных отраслей промышленности. На основе разработанного методического подхода и выполненных экспериментальных разработок представлены результаты форсайт-прогнозов, демонстрирующих перспективы и условия развития базовых отраслей сибирской промышленности: угольной электроэнергетики и машиностроения. Представлены разработанные дорожные карты развития этих отраслей, а также обоснованы инвестиционные затраты на модернизацию. Раздел завершается исследованием возможностей создания новой высокотехнологичной отрасли — распределенной энергетики на основе умных электрических сетей (*smart grids*).

Результаты экспериментальных разработок позволяют выделить наиболее актуальные проблемы технологического развития не только включенных в форсайт-проекты отраслей, но и сибирской экономики в целом. Полученные результаты могут служить обоснованием направлений дальнейших исследований, а также позволяют аргументировать научные и методологические рекомендации по разработке инновационной, промышленной и технологической политики как на уровне Сибири, так и России в целом.

Монография подготовлена авторским коллективом в составе:

- член-корр. РАН, д. э. н. В.И. Суслов (гл. 1.1);
- проф., д. э. н. Н.А. Кравченко (введение, гл. 1.2, 1.3);
- к. э. н. О.В. Валиева (гл. 1.3);
- к. э. н. Г.В. Бобылев (гл. 1.3, 4.1, 4.3);
- к. т. н. А.А. Федоров (гл. 1.3);
- проф., д. э. н. Б.Л. Лавровский (гл. 1.4);
- А.С. Мишина (гл. 1.4);

- И.В. Позднякова (гл. 1.4);
- проф., д. э. н. А.О. Баранов (гл. 2.1, 2.2);
- к. э. н. Д.О. Неустроев (гл. 2.1, 2.2);
- проф., д. э. н. Г.А. Унтура (гл. 3.1, 3.2);
- к. э. н. М.А. Канева (гл. 3.2);
- к. э. н. С.Р. Халимова (гл. 3.3);
- А.В. Кузнецов (гл. 4.1, 4.2);
- к. э. н. Н.В. Горбачева (гл. 4.1, 4.2);
- к. т. н., доцент А.И. Попельюх (гл. 4.3)
- к. э. н. Ю.П. Воронов (гл. 4.4).

Авторы выражают свою искреннюю благодарность специалистам и экспертам, которые приняли участие в проведении форсайт-исследований и щедро делились своими знаниями и опытом.

ГЛАВА 1.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, ЭКОНОМИКА ЗНАНИЙ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Инновации в исторической ретроспективе

Всякая экономика, даже существовавшая в каменном веке, инновационна. Без инноваций не возник бы человек, не было бы человеческой цивилизации и ее истории. Но чтобы перечислить инновации цивилизационного характера, открывших новые тома в истории человечества, хватит пальцев рук.

Первыми в этом ряду следует назвать две, наверное, главные инновации, выделившие человека из животного мира и начавшие его историю. Во-первых, переход к созданию орудий труда, а не использование готовых, взятых из окружающей природы предметов (камни, палки, прутики и т. д.) для добывания пищи и др., характерное и в наше время для некоторых животных, не только приматов. Этот процесс начался в нижнем (раннем) палеолите 1–2 млн лет назад. Во-вторых, возникновение языка, принципиально отличающегося от «языков» общения животных наличием сложных семантики и синтаксиса, практически неограниченного запаса сигналов и, главное, второй сигнальной системы (по Павлову), включающей абстрактные понятия и дающей возможность абстрактного мышления. Человек стал обладать членораздельной речью уже в мезолите, 10–15 тыс. лет назад. Спустя несколько тысяч лет в неолите стали складываться первые системы письменности, их ранние (протописьменность) следы, датируемые 7–10 тыс. лет назад, обнаружены в Передней Азии и в долине Хуанхэ.

К цивилизационным инновациям, безусловно, относится освоение огня, произошедшее в среднем палеолите около 150 тыс. лет назад. Приготовление пищи с использованием огня коренным образом усилило усвоемость белков и позволило человеку быстро наращивать объем мозга (кроме того, огонь — средство защиты от хищников, освоения но-

вых, занятых лесом или более прохладных территорий). Человек стал быстро умнеть и пика в этом процессе достиг к началу формирования первых древних цивилизаций 5–7 тыс. лет назад. Потом процесс пошел вспять (мозг стал уменьшаться [Дробышевский, 2013]): жить стало гораздо проще, чем в диких лесах, саваннах и степях палеолита, и большого ума уже не требовалось.

Вероятно, в истории человечества случилось еще только три инновации такого глобального уровня — если говорить о материальной сфере. Их обычно называют революциями. Первая: переход к оседлому образу жизни и создание земледелия. Это — неолитическая революция, начавшаяся около 10 тыс. лет назад в так называемом плодородном полумесяце («рогами» вниз, на юг), охватывавшем Нижний Нил (западный «рог» полумесяца) и Месопотамию (восточный «рог»). В следующие несколько тысячелетий другие очаги этой революции возникли на всех континентах, кроме Европы и Австралии (и Антарктиды, конечно). Принципиально, что человек в результате перестал быть частью природы. Теперь он начал ее преобразовывать, подчинять, подавлять.

Вторая: возникновение промышленности — промышленная революция, начавшаяся с Западной Европы (с центром в Великобритании) 200–250 лет назад. Завершился процесс освоения человеком функций изготовления орудий труда (с чего собственно и начался человек) и полезных предметов с их помощью (ремесленничество стало оформляться в самостоятельный вид деятельности еще в мезолите). Эти функции стали передаваться машинам — именно в этом состоит смысл промышленной революции. Антагонизм между природой и человеком достиг острой фазы.

Третья, аналогичная по форме предыдущей: информационная революция. Она началась с США (и в какой-то мере — с СССР) совсем недавно — 50–60 лет назад. Теперь машины начинают выполнять функции сбора, обработки и передачи информации, организации и управления на этой основе различными процессами общественной жизни, прежде всего, в экономике, производстве товаров и услуг. Машины стали не только работать за человека, но и думать за него. Побочный эффект — многократное ускорение процессов глобализации.

Если говорить о цивилизационных инновациях в духовной сфере, то наряду с формированием языка следует вспомнить о возникновении искусства и переходе большей части людей к современным монотеистическим религиям.

Наскальная живопись и примитивная скульптура появляются в позднем палеолите 20–25 тыс. лет назад. Это означает, что у человека уже в то время возникло рефлексивное мышление, принципиально отличающееся от «мышления» в остальном животном мире.

Религиозная революция — переход человечества к монотеизму, прежде всего к христианству и исламу, свершилась 1,5–2 тыс. лет назад. Человек перестал быть язычником, обожествляющим различные силы природы, и поставил в центр мироздания себя самого — себе подобного (буддизм по разным причинам к монотеизму не относится, хотя главное действующее лицо в нем тоже человек), тем самым окончательно порвав пуповину, связывающую его с природой. Для инновационного развития (в обычном понимании этого термина) важно, что различные религии, наследуя, развивая, корректируя ментальные особенности народов, принявших их, способствуют инновационному прогрессу или препятствуют ему.

В завершение представления глобальных инноваций цивилизационного характера (впрочем, о еще двух из них будет сказано чуть ниже), следует отметить, что сейчас человечество находится, по-видимому, в точке бифуркации. Либо его история закончится глобальной экологической катастрофой, либо будет найдено новое (по отношению к тому, которое существовало до неолитической революции) равновесие с природой, найден симбиоз с ней на Земле. А свои экспансиионистские наклонности человек начнет реализовывать вне земного пространства. Интеллектуальных ресурсов для совершения этого шага должно хватить, так как выполнение всех рутинных функций, занимавшее на протяжении всей предыдущей истории до 99 % активной деятельности человека, передается и будет передано машинам. Но человеку надо снова «поумнеть». Первые шаги в этом направлении уже делаются: и в теории, и в практической деятельности возникают течения, в которых социоэкологические цели ставятся по крайней мере вровень с эгоцентричными чисто экономическими (принцип Экватора, формирование Высших ценностей).

Не меньшее значение «по интегралу» в «доинновационное» (доиндустриальное) время сыграли так называемые эпохальные инновации, открывавшие новые главы в истории человечества: искусственное жилище, одежда, керамическая посуда, праша, лук и стрелы, колесо, лодка, металлургия, сбруя и стремя, освоение силы ветра (парус, ветряная мельница) и воды (ирригация, водяная мельница), бумага, деньги, порох, часы, компас, огнестрельное оружие, книгопечатание и т. д. В наше время к инновациям такого уровня можно отнести паровой двигатель, двигатель внутреннего сгорания, электричество, полупроводник, атом-

ную энергию, освоение околоземного космического пространства, формирование генетики, освоение невозобновляемых источников энергии (уголь, нефть, газ) и немногое другое.

Можно предположить, что одной из следующих эпохальных инноваций явится возвращение к использованию возобновляемых источников энергии, прежде всего, солнечной энергии. Освоение даже нескольких десятых долей процента потока солнечной энергии, принимаемого Землей, решит энергетические проблемы человечества на долгосрочную и, вероятно, сверхдолгосрочную перспективу. Эту новую энергетику можно будет назвать водородной, или термоядерной, поскольку солнечная энергия — результат термоядерной реакции превращения водорода в гелий.

В «доинновационной» истории можно найти множество примеров так называемых базисных инноваций, инноваций улучшающих, микроинноваций, псевдоинноваций, антиинноваций и т. д.

Особенности современной инновационной экономики. Но тогда о какой, по-видимому «новой», инновационной экономике, о необходимости какого перехода к ней речь идет в наше время? Ведь все это, как оказывается, было и раньше, даже в древнейшие времена. В чем проблема? Дело в том, что, несмотря на формальную схожесть инновационных событий, в наше время с ними происходят коренные изменения. Принципиальные особенности процессов, происходящих в последние 15–20 лет, заключаются в следующем.

Во-первых, совершается скачок в интенсивности инноваций. Плотность инновационных событий во времени постоянно нарастала. Если в начале истории человека инновационные преобразования и инновационные паузы занимали сотни, потом десятки тысяч и тысячи лет, то теперь — десятки лет, годы и даже месяцы. Также росло соотношение между деятельностью традиционной, рутинной и инновационно преобразованной — в пользу последней: от сотых и тысячных долей процента до десятков процентов в наше время. Количество переходит в качество, и очередной такой переход (скачок) происходит сейчас. Он и связывается с переходом к инновационной экономике.

Во-вторых, что гораздо более важно, наступает новый этап в разделении труда, сопоставимый с возникновением сельского хозяйства или промышленности. На протяжении всей истории человечества инновации возникали случайно, стихийно, в результате естественного накопления опыта и знаний у «обычных» людей: крестьян, ремесленников, воинов, торговцев, правителей, как результат присущего человеку стремления к прогрессу, облегчению и улучшению своей жизни.

Ситуация стала меняться (в Европе) в эпоху Возрождения и возникновения капитализма, когда начали складываться общественные группы людей, ориентированных в своей деятельности на генерацию новаций для достижения личного успеха в обществе: ученых и предпринимателей. В продолжение этих тенденций в наше время формируется то, что можно назвать индустрией генерации и распространения инноваций. Это совершенно новая для человеческого общества сфера деятельности. Она обладает (начинает обладать) своими собственными весьма специфическими инфраструктурой, основными и оборотными фондами, кадрами и системой их подготовки, механизмами своего воспроизводства, способами организации и управления. Именно становление этой сферы составляет суть современного перехода к инновационной экономике.

В этом смысле сам по себе наблюдаемый в наше время «переход к инновационной экономике» можно считать крупнейшей инновацией цивилизационного характера.

Об экономике знаний. Определять ее как экономику, основанную на знаниях (знание — главный ресурс, источник и т. д.), совершенно недостаточно. Всякая экономика, даже существовавшая в каменном веке, основана на знаниях. Первобытный охотник или собиратель не мог не иметь знаний для того, чтобы добыть зверя или не съесть ядовитый гриб. Но на протяжении фактически всей истории человечества эти знания носили опытный, обыденно-практический характер. Даже первая промышленная революция конца XVIII – середины XIX вв. имела мало отношения к науке. Она произошла благодаря изобретениям парового двигателя, прядильного и ткацкого станка, переходу металлургии на каменный уголь, наследовавшим тысячелетний опыт практической деятельности человека.

Античные философы Древних Греции и Рима и ученые Средних веков внесли важный вклад в формирование науки, но современная наука как новая сфера деятельности человека, генерирующая объективные, универсальные, логически обоснованные, непротиворечивые, т. е. научные, знания, начала складываться в XVII–XVIII вв. Это событие называют научной революцией, и его можно считать еще одной инновацией цивилизационного характера (последней в нашем перечне). Опыт также имеет огромное значение для получения научных знаний, но теперь он не обыденно-практический (хотя и такой продолжает играть роль), а специально спланированный, нацеленный на получение или апробацию нового знания. Такой опыт называется научным экспериментом.

Начиная со второй промышленной революции, именно наука, научное знание становятся главным источником инноваций. Освоить электричество, атомную энергию, космическое пространство, геном человека в обыденно-практической деятельности невозможно. Но и традиционные источники инноваций продолжают оставаться заметными. Например, одна из глобальных инноваций XX в. — скотч, липкая лента — имеет весьма косвенное отношение к науке.

В одной из своих форм опытное, профессионально-практическое (термин «обыденно-практическое» в данном случае неуместен) знание продолжает играть чрезвычайно важную роль в человеческой деятельности. Это так называемое неявное (неотделяемое) знание — некодифицированное, практически не передаваемое от человека к человеку (за исключением связки «учитель—ученик»), локализованное в рамках достаточно узких групп людей. Это специфические навыки, умения, компетенции, культура отношения к делу, этика взаимоотношений внутри коллектива, с другими людьми. К этой категории знаний относятся многие ноу-хау. Такие знания, как «запас», составляют значительную часть человеческого капитала, цены фирмы. Как поток, они входят в так называемую спираль знаний — преобразования явного знания (передаваемого, кодифицированного) в неявное и обратно. Эта спираль, как считается некоторыми исследователями, может объяснить динамику развития фирмы, компании, корпорации. По-видимому, правы те исследователи, которые считают, что неявные знания выступают одним из центральных элементов в механизме превращения явных, научных знаний в инновации.

Итак, в экономике знаний основным источником инноваций становятся научные знания. Все более четко выстраивается инновационная цепочка: фундаментальные исследования — прикладные работы — опытно-конструкторские разработки — создание прототипа, промышленного образца — опытное производство — выход на рынок. На практике эта цепочка (если она успешна) «нашпигована» звеньями маркетинга и рекламы, петлями возврата к более ранним этапам. Однако сама экономика знаний как одна из ипостасей инновационной экономики (инновационная экономика и экономика знаний во многих отношениях есть одно и то же) актуализировалась, по-видимому, благодаря инверсии этой традиционной цепочки. Причинно-следственная связь «наука—практика» перевернулась в «практика — наука».

Именно этот «кульбит» стал, на наш взгляд, решающим в возникновении феномена экономики знаний — наряду с указанными выше основаниями инновационной экономики.

В экономике знаний потребности практики в инновациях — спрос — порождают заказ на новые научные знания. В основном это касается улучшающих инноваций, микроинноваций. Корпоративная наука, доминирующая по затратам на науку в развитых странах (в США ее доля выше трех четвертей), практически полностью ориентирована на удовлетворение такого спроса. Существуют и фундаментальные запросы, например: на термоядерную энергию, гиперзвуковой летательный аппарат, лечение не излечимых пока болезней и др., которые тоже нередко финансово поддерживаются частным, в том числе корпоративным капиталом. Такие запросы могут вызвать базисные, а вероятно, и эпохальные инновации. Но задача фундаментальной науки «удовлетворять любопытство ученых за государственный счет» все-таки остается главной. Фундаментальная наука развивается по своим законам, и даже государственный заказ на научное открытие бессмыслен. Крупные научные открытия порождают качественно новые потребности человека. Спрос на телевизор или компьютер не мог возникнуть до того, как фундаментальная наука открыла возможность создания таких предметов. Поэтому именно фундаментальная наука выступает источником инноваций базисного и эпохального уровня в традиционной связке «наука—практика».

Связывать становление экономики знаний с превращением знаний в товар, как это делают многие исследователи, вряд ли верно. Кодифицированное знание после своего создания становится чаще всего общедоступным или, даже в условиях жесткой системы защиты интеллектуальной собственности, — легко тиражируемым благом. Товаром можно считать даже не патент или авторское свидетельство, а лицензию на использование патента, т. е. вторую производную от знания. Феномен превращения знания в товар следует понимать иначе. Не само знание становится товаром, а на его основе, с его помощью создается продукт, на который имеется рыночный спрос. Процесс «превращения» получает смысл коммерциализации.

Точно так же, считать, что экономика знаний — это своеобразная реинкарнация концепций информационного или постиндустриального общества, наследующая набор их «красивых» характеристик, по меньшей мере, неконструктивно. После мирового финансово-экономического кризиса (а до этого — кризиса «доткомов») эти концепции заметно «потускнели». Даже в странах, кичившихся своей «постиндустриальностью», пришло понимание того, что без индустрий экономическое развитие невозможно. Правда, теперь говорят о «новой индустриализации», среди атрибутов которой качественно новая структура стоимости

производимых товаров и услуг. В ней стремительно сокращается доля традиционных затрат — на сырье, материалы, зарплату — вследствие роста интеллектуальной составляющей, возмещающей затраты на исследования и разработки, продвижение, проектирование, дизайн, юридическое обеспечение и т. д. (для каких-нибудь смартфонов или планшетов эта составляющая может быть три четверти и выше). Именно эта интеллектуальная составляющая начинает формировать львиную долю добавленной стоимости.

Существует весьма обширная литература, посвященная инновациям, инновационной экономике, экономике знаний. Дать обзор этой литературы, сравнительный анализ различных течений, точек зрения, направлений исследований в задачи этого раздела не входит. Однако определить свои позиции по ряду ключевых моментов имеет смысл.

Инновации: определения, классификации. Как известно, понятие инновации как внедренного новшества, давшего заметный экономический эффект, ввел в экономику Йозеф Шумпетер. Этот американский экономист австрийского происхождения заложил основы теории инновационной экономики в начале первого десятилетия прошлого века, развел их в 20–30-е гг. и впервые концептуально разделил в рамках этих идей понятия экономического роста и развития. Среди ученых, внесших весомый вклад в становление этого нового направления экономической теории, принципиально отличающегося от неоклассики (экономическая динамика — последовательная смена состояний равновесия, происходящая под влиянием внешних причин) и кейнсианства (динамика во многом задается госрегулированием), таких как С. Кузнец, Р. Соллоу, Э. Тоффлер, Ф. Фукуяма, Д. Белл, Дж. Нейсбит, П. Друкер, Г. Менш и др. [Друкер, 2007; Макаров, 2003; Яковец, 2004; Миндели, Пипия, 2007], не следует забывать наших соотечественников.

По-видимому, впервые в мировой науке идеи инновационного обновления (в других терминах) как причины экономических циклов высказаны в самом начале прошлого века М.И. Туган-Барановским. Одним из основоположников инновационной теории считается Н.Д. Кондратьев с его «длинными волнами», порождаемыми обновлением технологического базиса экономики (в 1939 г. отмечен высшей наградой СССР за выдающиеся открытия — расстрелом). Хотелось бы этот список продолжить именем Питирима Сорокина, но он в 1922 г. на так называемом философском пароходе (реально поездом в Берлин) был выдворен из Советской России и основоположником теории социальных инноваций стал в США (похожую судьбу имел С. Кузнец, он эмигрировал из Укра-

ины в США тоже в 1922 г., но самостоятельно). Несомненен вклад в науку о цивилизационных циклах Л.Н. Гумилева с его пассионарной теорией этногенеза (нравы смягчились: он два раза отсидел и всего лишь не был, в конце концов, признан достойным докторской степени).

Наши современники, академики РАН С.Ю. Глазьев и Д.С. Львов (ушел от нас в 2007 г.) в середине 80-х гг. XX в. ввели в научный оборот ставшее общепринятым понятие технологического уклада, которое конкретизирует и развивает идеи «длинных волн» Кондратьева. Работы Ю.В. Яковца (в последние годы в соавторстве с академиком РАН Б.Н. Кузыком) внесли заметный вклад в теорию экономических и цивилизационных циклов, объясняемых инновационными ритмами разной частоты и амплитуды. Заслуженное уважение вызывают работы академика РАН В.М. Полтеровича, в которых вводится понятие институциональной ловушки, объясняющее во многом неудачи России на инновационном пути; инновационной паузы (вслед за технологическим патом Г. Менша) как причины глобальных кризисов, в том числе последнего мирового финансово-экономического; модернизации как альтернативы инновации; промежуточных институтов как необходимых этапов на пути догоняющего развития. Огромную роль для становления в России исследований по экономике знаний, по моделированию инновационных процессов, по анализу и оценке тенденций инновационного развития сыграли работы академиков РАН В.Л. Макарова, В.В. Ивантера, Н.И. Ивановой и их соратников.

Говоря о науке, научно-техническом прогрессе, их влиянии на экономическое развитие, нельзя не вспомнить наших блестящих ученых Г.М. Доброда, А.И. Анчишкина, Ю.В. Яременко, Ю.С. Ширяева и многих других. Реальный вклад россиян, украинцев в инновационную теорию велик, несопоставим (усилиями нашего высшего руководства) с вкладом современной России и других стран СНГ в мировую инновационную практику.

Международные стандарты [Руководство Осло, 2010], законодательства разных стран, в том числе России [Федеральный закон, 2011], определяя виды инноваций, в той или иной степени повторяют «пять типичных изменений» Шумпетера [Винокуров, 2005]: внедрение нового технологического процесса, нового продукта или услуги, использование нового сырья, нового способа организации производства, освоение новых рынков сбыта. Акцент обычно делается на первых двух нововведениях: процессных и продуктовых инновациях.

Имеется много вариаций на тему «классификации инноваций по глубине вызываемых преобразований». Ставший уже классическим список Г. Менша таков: базисные, улучшающие, псевдоинновации. С. Кузнец предложил из базисных инноваций выделить эпохальные, Ю.В. Яковец из улучшающих — микроинновации, а из псевдоинноваций — антиинновации. Мы предлагаем еще из эпохальных инноваций выделить цивилизационные. И на этом остановиться, хотя в этой области существует множество вполне разумных других предложений, более полно учитывающих классификационные признаки, более развернутых и научно обоснованных, но менее важных с концептуальных позиций.

В результате получается следующая классификация типов инноваций по глубине вызываемых изменений.

1. Цивилизационные, выводящие человеческую цивилизацию на качественно новый этап своего развития. Выше названы десять таких инноваций, произошедших за всю историю человечества. Их последовательность «в порядке поступления» под условными именами такова: орудия труда, огонь, язык, искусство, сельское хозяйство, религия, наука, промышленность, информация, инновации. Высказано также предположение о грядущей в перспективе нескольких десятков лет очередной инновации такого уровня — образованию нового симбиоза с природой и выходу в космос. Эти инновации настолько масштабны, что применить к ним критерий «быть воспринятыми рынком», который нередко выдвигается, чуть ли не главным при определении, что такая инновация, можно лишь при весьма широкой трактовке понятия «рынок».

Лишь половина из десяти перечисленных инноваций относится к материально-технологической сфере. Но остальные типы инноваций в этой классификации — процессные и продуктовые. И они вполне удовлетворяют указанному выше «рыночному» критерию.

2. Эпохальные, открывающие новый технологический уклад. В.М. Полтерович предлагает применять для обозначения таких инноваций более гибкий и, по-видимому, более универсальный термин «технологии широкого применения» (введенный в 1995 г. в США) — ТШП. Такие инновации находят применение во многих направлениях человеческой деятельности, революционизируя их, открывают новые направления.

3. Базисные, конкретизирующие эпохальные инновации для различных направлений человеческой деятельности. Примеры связи «эпохальная инновация — базисные инновации»: паровой двигатель — паровоз, пароход; электричество — электродвигатель, нагревательные и осветительные устройства.

4. Улучшающие, приводящие в рамках базисных продуктово-технологических решений к новым поколениям техники. Например, к истребителям или подводным лодкам 4-го, 5-го поколения.

5. Микроинновации, улучшающие отдельные параметры и характеристики техники одного поколения.

6. Псевдоинновации, не приводящие к реальным улучшениям, выражаемым в каких-то экономических эффектах.

7. Антиинновации, продлевающие срок жизни устаревшей техники, приводящие к снижению экономических эффектов, отодвигая во времени начало нового роста эффективности.

Можно, безусловно, привести множество примеров инноваций, которые не укладываются в «прокрустово ложе» этой классификации. Но она — эта классификация — позволяет сформировать некий концептуальный взгляд на инновационный процесс.

Существуют экстремальные, по нашему мнению, взгляды на инновации. Так, по мнению В.М. Полтеровича [2009], инновация — это внедрение принципиально нового, того, чего еще не было на мировом рынке. Внедрение же нового «здесь и сейчас» (в стране, отрасли, регионе, на предприятии) того, что уже где-то используется, следует считать модернизацией, заимствованием, атрибутом догоняющего развития. При таком подходе инновационная экономика оказывается исчезающим феноменом. Она может существовать на небольших отрезках времени в самых развитых странах мира и их самых ближайших странах-последователях. Вряд ли это правильно.

Всякая инновация, если это не имитация, ремейк или дубль (вероятность которых в эпоху глобализации быстро стремится к нулю), нова в мировом масштабе. Она возникает в определенном месте, не обязательно в одном из мировых научно-технологических центров, и далее распространяется. Диффузия глобальной инновации охватит весь мир. Но диффузионные волны могут по разным причинам двигаться с разной скоростью и некоторых регионов, стран, территорий, предприятий и фирм достигнуть с большим опозданием. Диффузионный лаг может составлять годы и десятилетия (столетия и тысячелетия в истории человечества). От этого инновации не перестают быть инновациями.

Волны диффузии некоторых инноваций могут иссякнуть в пределах некоторого региона, страны, ограниченной территории, отдельного предприятия. Такие инновации называются региональными, национальными, локальными, точечными. Но от того, что они есть «здесь и сейчас», инновациями быть не перестают.

На наш взгляд, инновация и модернизация — это две стороны одного и того же процесса. Инновация — внедрение нового, модернизация — замена старого. В этом смысле модернизация всегда является инновацией, а инновация модернизацией только тогда, когда речь идет о «браун-филд».

Инновационные затраты и результаты. Для иллюстрации инновационного цикла в пространстве «накопленные затраты — накопленные доходы» используют логистическую кривую (рис. 1.1). Она подходит в той или иной степени для любых инноваций, любого масштаба или типа. Но в силу естественной синхронизации отдельных инновационных процессов, обусловленной наличием общего начала — возникновением ТШП, логично относить эту иллюстрацию к эпохальной инновации и, соответственно, к технологическому укладу в целом.

A_1 — возникновение инновационной идеи, начало прикладных исследований и фундаментальных — в той мере, в которой затраты на них могут быть отнесены на данную (эпохальную, базисную) инновацию.

B_1 — текущие вложения становятся прибыльными, начинается бурный рост на базе данной инновации. Точка максимальных накопленных убытков.

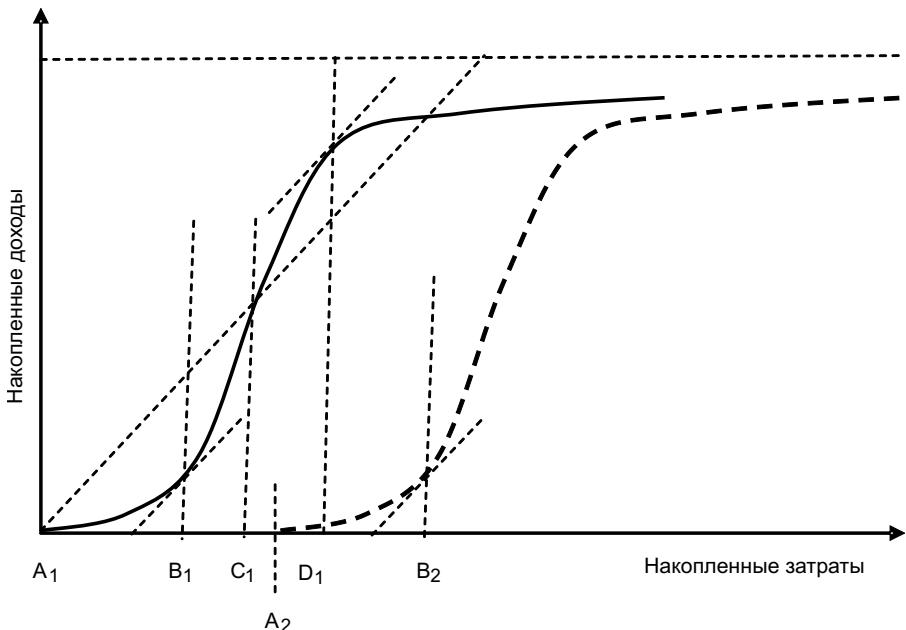


Рис. 1.1. Инновационный цикл

Где-то в середине этого пути (A_1B_1) лежит обширная «долина смерти», в которой гибнет подавляющая часть инновационных идей субъектов-участников процесса.

C_1 — общий доход окупил общие затраты. Логиста еще раз пересечет гипотенузу гораздо правее, т. е. позже. С этого момента, если продолжать вкладывать деньги в данную инновацию, накопленные затраты опять начнут превышать накопленный доход. Но «копить» затраты на данную инновацию следует прекратить гораздо раньше — в точке D_1 .

D_1 — вложения в данную инновацию опять перестают быть доходными. Это точка максимума накопленной прибыли. Дальше вкладывать в эту инновацию, которая уже давно не инновация, а устаревшая техника, смысла нет. Псевдоинновации могут закамуфлировать отсталость, а антиинновации — продлить жизнь этого технологического уклада, но только ценой отдаления (во времени, вправо на рисунке) точки A_2 — начала следующего инновационного цикла, которое «по интегралу» означает снижение общего экономического эффекта.

В начале интервала B_1D_1 достигается получение инноваторами инновационной ренты, т. е. дохода, превышающего их затраты и «нормальную» прибыль. Это эффект инновационного монополизма инноваторов (в инновационной, шумпетерианской экономике, в отличие от неоклассической, совершенной конкуренции быть не может). Эта часть данного интервала заканчивается, по-видимому, в точке смены знака второй производной: период растущей доходности сменяется периодом сокращающейся доходности. Скорее всего, эта точка находится левее C_1 (на рисунке эти две точки визуально совпадают), т. е. в ней кумулятивные затраты всех участников процесса еще не окупились кумулятивным доходом. В выигрыше оказываются лишь непосредственные инноваторы. Далее, правее точки смены знака второй производной начинается этап массовой диффузии, постепенного сокращения доходности, «старения» инновации и достижения конца срока ее жизни в точке D_1 . Но уже в точке C_1 окупаются затраты всех участников инновационного процесса, в том числе все потери в «долине смерти».

Драматизм ситуации в том, что окупаются (в конце концов) все затраты всех участников в целом, а не по отдельности. И даже чаще всего — не по отдельности. Это значит, что некоторые участники процесса оказываются в огромном выигрыше (непосредственные успешные инноваторы), а некоторые разоряются. Риск попасть в число последних — главный тормоз для инновационного развития. Задача государства заключается, во-первых, в создании или способствовании формированию

такого механизма инновационного процесса (страхование, хеджирование, венчурное финансирование, защита интеллектуальной собственности и т. д.), который перераспределял бы общие инновационные доходы в соответствии с инновационными затратами, понесенными отдельными субъектами-участниками процесса. Во-вторых, те затраты, которые не могут окупиться (могут не окупиться) в рамках существующих организационных структур субъектов-участников инновационного процесса, принять на себя (на государство).

Интервал D_1B_2 оказывается инновационной паузой, ложем всех глобальных кризисов. Есть мнение, высказываемое в частности В.М. Полтеровичем, что именно такая инновационная пауза имеет место в настоящее время. На роль очередных ТШП претендуют, видимо, нанотехнологии, но они еще не «дозрели». Возможно, предстоящий инновационный подъем, — один из последних в истории человечества. В дальнейшем инновационные паузы сократятся настолько, что будут статистически нерегистрируемыми.

Две стороны инновационной экономики. Инновационная экономика может восприниматься двояко: как система, генерирующая (а) и воспринимающая (б) инновации. В первом случае речь идет о том, что в экономике наряду с промышленностью, сельским хозяйством, транспортом, наукой и образованием, культурой и спортом имеется сопоставимая по масштабам и значению с этими секторами развитая инновационная система (точнее, инновационные системы разного уровня — мирового, национального, регионального, отраслевого, локального), в зоне ответственности которой находится реализация инновационной цепочки «наука — практика». Во втором случае имеется в виду экономика как таковая, но основным фактором воспроизведения и развития которой являются инновации или, если хотите, знания. В этом срезе восприятия инновационной экономики все большее значение начинает принимать обратная связь «практика — наука», но главную роль играют стимулы к внедрению новаций и механизмы диффузии инноваций.

Экономика, воспринимающая инновации, распределена в пространстве более или менее равномерно, хотя, конечно, есть регионы-лидеры и аутсайдеры, процветающие и депрессивные. Именно эта экономика создает спрос на инновации разной степени интенсивности в зависимости от институциональной среды, менталитета населения, уровня свободы конкуренции и др. Спрос — не только как конкретный заказ, но и как готовность воспринять новое.

Экономика, генерирующая инновации, размещена крайне неравномерно. Существует несколько десятков мировых научно-технологических центров в местах базирования ТНК, крупных университетских комплексов, международных исследовательских организаций. Примерами являются Кремниевая долина, Исследовательский треугольник, София-Антиполис, ЦЕРН, Цукуба, Z-парк (на такую роль могут, наверное, претендовать Московский Физтех или Новосибирский Академгородок — в некоторой перспективе и при умелом управлении их развитием) и т. д. В них генерируется большинство глобальных и региональных инноваций эпохального, базисного и улучшающего характера. Именно они определяют мировой социально-экономический прогресс.

Конечно, огромное количество инноваций постоянно генерируются в сотнях и тысячах существующих инновационных центров разного характера, научно-образовательных учреждениях, компаниях и фирмах разного профиля. Эта среда распределена географически более равномерно, но генерируемые ей инновации имеют в лучшем случае улучшающий характер и национальный, локальный или точечный уровень. Порождаемые — как исключения — этой средой идеи и начинания высокого уровня обычно скапуваются и концентрируются, в конечном счете, в мировых научно-технологических центрах. И совсем уж в виде исключения на базе таких инновационных идей могут зарождаться новые научно-технологические центры мирового уровня. Ведь и существующие мировые центры когда-то таковыми не были.

Значение экономических критериев. Решающую роль в инновационном прогрессе играет не генерация и диффузия инноваций, знания, наука, а экономика. Инновации возникают, когда экономика созрела для них, требует их.

Иллюстрация из истории.

Две тысячи лет назад в I в. в Александрии, входившей тогда в Римскую Империю, жил Герон. Может быть, самый гениальный в истории человечества инженер-изобретатель. Он не просто изобрел много чего, но и воплотил это в действующие механизмы. Из всего того, что он на-придумывал, следует: тогда было известно, что такое электричество, паровая машина, использовались разнообразные правила механики и построения автоматических устройств.

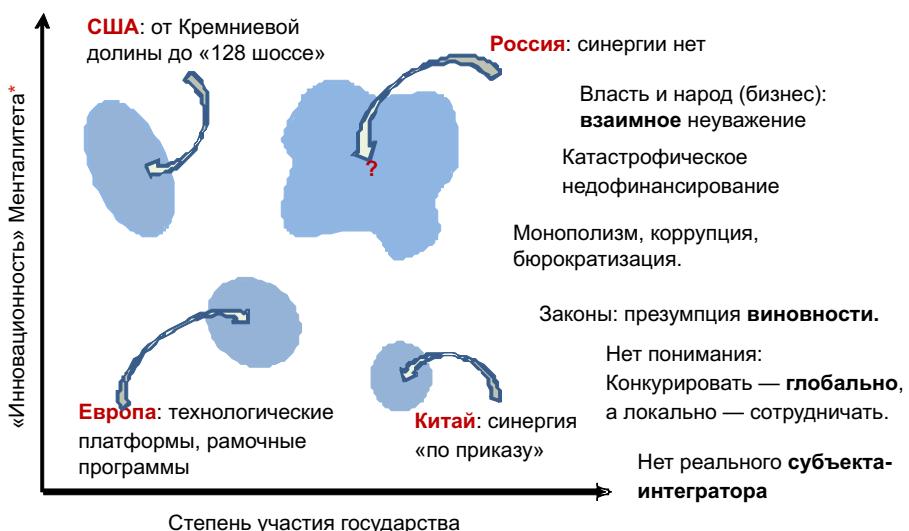
Было практически все готово для промышленной революции. Но ее не случилось. Использовалось все это для развлечения, поражения публики, утверждения величия тогдашних богов. Почему? Тогда никому

это не было нужно. Практически бесплатный труд рабов блокировал всякие стремления к прогрессу.

Первая промышленная революция случилась почти через две тысячи лет, когда человечество переболело рабством, феодальным крепостничеством. И труд стал свободным и, поэтому, дорогим.

Наличие технологий — лишь достаточное условие технологического прогресса. Необходимые условия обеспечиваются экономикой.

Типы инновационных систем. Инновационная система (совокупность организаций, участвующих в инновационной деятельности, взаимодействующих друг с другом в процессе генерации и диффузии инноваций), как и всякий другой сектор экономики, добывает сырье и перерабатывает его в готовый продукт. В данном случае сырьем являются знания, готовым продуктом — инновации. Как и всякая система, она обладает свойством эмерджентности, или синергии, т. е. ее эффект выше (гораздо выше) суммы эффектов, которые можно было бы получить от ее элементов по отдельности. Различные инновационные системы получают синергию по-разному. Мы выделили четыре типа инновационных систем по двум классификационным признакам — «инновационности» менталитета населения и степени участия государства: американский, западноевропейский, китайский и российский (рис. 1.2).



*Предприимчивость, склонность к риску, спокойное отношение к неудаче, нацеленность на победу

Рис. 1.2. Типы инновационных систем [Суслов, 2012]

Американская модель начала складываться в середине прошлого века. Для нее характерно: минимальная роль государства — главным образом поддержка фундаментальной науки, образования и малого бизнеса. «Долина смерти» преодолевается с помощью венчурного капитала, предпринимательского духа, граничащего с авантюризмом, и, конечно, благодаря толерантному отношению к неудаче, умению падать и вставать — «лузерскому капитализму».

Европейские инновационные системы начали складываться позже, в конце 80-х – начале 90-х прошлого века в ходе разработки самолета Airbus A380. Важнейшим элементом этих систем стали так называемые технологические платформы, т. е. объединения представителей государства, бизнеса, науки и образования вокруг общего видения научно-технического развития и общих подходов к разработке соответствующих технологий — в той или иной научно-технической сфере. Ключевым участником платформы является государство, что отличает европейскую модель от американской, но инициатива в образовании платформ принадлежит разным ассоциациям частного, как правило, крупного бизнеса, что роднит ее с американской. Основа синергии, как и в США, — внутреннее понимание пользы от взаимодействия и интеграции усилий.

Китайские инновационные системы также весьма эффективны, но основаны они на других принципах. Предпринимательский дух — не самая сильная сторона восточного менталитета, чужд ему и «лузерский капитализм». Зато весьма сильны уважение к старшим по возрасту, по должности, уважение к власти, приказу, чинопочтание в позитивном смысле. Такая особенность менталитета и делает, по-видимому, успешным китайский путь. Китайские территории научно-технологического развития, технопарки и инкубаторы создаются не снизу, как в Западной Европе и, особенно, в США, а сверху под строгим руководством китайского правительства и коммунистической партии. Можно сказать, что в Китае синергия инновационных систем возникает «по приказу» (而非 *по приказу*) функционировала в СССР в 40–50-х, частично в 60-х гг. прошлого века для создания ряда «изделий» военного и двойного назначения). Еще одна, может быть решающая, особенность китайского пути: все инновационные начинания получают чрезвычайно щедрое государственное финансирование.

В России ситуация особая, поскольку инновационные системы здесь пока синергии практически не обрели (при внешнем наличии всех необходимых элементов). Возможно, это — главная причина прогрессирующего отставания страны на пути перехода к инновационной экономике. Если говорить о менталитете, то россияне в целом не менее инициатив-

ны и креативны, чем американцы, да и неудачи в бизнесе не склонны воспринимать как трагедии. Тем не менее, «снизу», как в США или Западной Европе, процесс не идет. Некоторые причины инновационного фиаско в России обозначены на схеме.

Учет только двух, возможно не самых важных классификационных признаков при анализе инновационных систем явно недостаточен. В настоящее время разворачиваются исследования, в которых этот недостаток будет преодолен.

О роли религии. Тем не менее, к роли национального менталитета в экономическом развитии, явно не дооценной в экономической теории, стоит вернуться еще раз, сделав акцент на религии.

Опираясь на общедоступную статистику, сравнительно несложно (с точностью до особенностей методики разнесения стран по религиям и конфессиям) сопоставить религиозные предпочтения населения разных стран с их уровнем экономического развития. Результаты одного из таких исследований приведены в табл. 1.1 [Плясовских, 2011].

Эта таблица составлена непрофессиональным экономистом, не знающим, что такое ВВП, что в доллары его можно перевести по номинальному курсу или по паритету покупательной способности, и использование номинального курса (имевшее, скорее всего, место) сильно преувеличивает дифференциацию стран. Не обсужден вопрос о том, в какой мере демонстрируемая этой таблицей корреляция может быть ложной (обусловленной не учтенными в ней причинами), религия ли влияет на экономику (как представлено в таблице) — по Веберу, или зависимость обратна — по Марксу. Тем не менее, совершенно очевидно, что уровень экономического развития страны связан с ментальностью ее населения, обусловленной его религиозными представлениями.

Таблица 1.1

Влияние основных мировых религий и конфессий на экономическое развитие стран мира

Религия (конфессия)	Душевой ВВП к среднемировому	Религия (конфессия)	Душевой ВВП к среднемировому
Христианство в целом	5	Буддизм	0,2
Протестантизм	8	Индуизм	0,1
Католицизм	1,5	Атеизм	0,1
Православие	0,8	Христианские секты	0,3
Мусульманство	0,3	Коммунистическая идеология	0,2

Впервые эта зависимость профессионально изучена в теперь уже классических работах начала прошлого века М. Вебера. Он доказывал, что одной из причин бурного развития капитализма (породившего позднее инновационную экономику) в Западной Европе (далеко не передовой на старте) и затем в Северной Америке, принявшей европейских авантюристов-пассионариев, является «протестантская этика». Во всех мировых религиях так или иначе присутствует мотив: «На бога надейся, но сам не плошай». Но именно в протестантизме он едва ли не главный: трудолюбие, нацеленность на личный успех, материальное богатство провозглашаются богоугодными.

В отличие от западноевропейского, восточный менталитет и поддерживающие его религии личную инициативу и стремление к личному успеху не поощряли. Даосизм и конфуцианство — жестким подчинением старшим, индуизм — такой же жесткой кастовостью (каким ты был, таким и останешься, чтобы ни предпринял), буддизм — созерцательностью и надеждой на лучшую участь в следующей жизни (реинкарнация). Впрочем, в наше время, когда в Китае «старшие» сказали: «Вперед к капитализму и инновациям», — дело пошло семимильными шагами. А в Индии по мере преодоления кастовости и возникновения социальных лифтов на первую роль вышла другая ментальная особенность религиозного происхождения: уважение к знаниям и интеллекту. Дело в том, что религиозные взгляды и мифология индусов очень сложно, весьма замысловато устроены. Надо быть «семи пядей во лбу», чтобы их освоить и осознать. «Натренированные» умы индусов уверенно выходят на передовые позиции в мировом ИТ-аутсорсинге.

Многочисленные исследования на тему «религия — экономика» проводились и после Вебера [Гараджа, 2005]. Мы обратимся к вопросу: «Почему аутсайдерами стал исламский и, в определенной степени, православный мир?».

Мусульманские страны достигли пика своего развития к концу Средних веков, да так там и остались. Одно из возможных, на наш взгляд, верных объяснений выглядит следующим образом. Важнейшим принципом естественного отбора в животном мире, обеспечивающим развитие фауны, является право самки на выбор самца для продолжения рода. Самцы в борьбе, часто очень жестокой, должны заслужить этот выбор. В человеческом обществе условием реализации этого принципа является равноправие женщин. В исламе в отличие, например, от христианства женщина бесправна. Она уже кому-то принадлежит и бороться за нее не надо. Жизнь спокойна, стимулов к прогрессу нет.

Теперь о православии. Эта ветвь христианства граничит с восточными религиями, что вносит некоторые особенности. В православной традиции — воспринимать мир как нечто целостное, неразделимое, что ведет к некоторой созерцательности, «налету» агностицизма и умиротворенности, к неприятию аналитического отношения к бытию. В такой среде не получает стимулов к развитию наука. В то время как католицизм и, особенно, протестантизм склоняют своих адептов к анализу, а не синтезу. Отставание в развитии науки в XVII–XVIII вв. негативно сказалось на всем последующем капиталистическом развитии России и других православных государств.

Еще одна особенность православия, противостоящая стремлению к свободе, проявлению личной инициативы, капиталистического предпринимательства, заключается в гипертрофировании общинности. Но, как ни странно, именно эта особенность способствовала развитию капитализма в России на ранних стадиях. Центральную роль в этом сыграл Раскол. Старообрядцы в противостоянии официальной религии и государственной идеологии смогли объединиться под знаменем своей веры (общинность) и прикрыться мощным щитом — капиталом. Вытесненные на периферию средневековой России они, «взявшись за руки», стали строить капитализм в Поволжье, на Урале, в Сибири. Освоившись и окрепнув, вернулись в Центральную Россию уже не изгоями, а хозяевами.

Раскол в России оказался аналогичным по своей роли Реформации в Европе. Только там он породил индивидуализм, а у нас — сконцентрировал общинность в определенных слоях населения. Конечно, впоследствии капиталистический индивидуализм начал брать свое и в России.

Более поздние исследования выявили еще одну возможную причину победы Западной Европы в капиталистическом соревновании. Народы, населявшие ее в древности, — кельты, галлы, германцы, норманны, славяне — были весьма свободолюбивыми и воинственными. Недаром именно здесь образовались первые современные демократии (для всех, а не только для «граждан», как в античных Греции и Риме), возникли институты защиты частной собственности («мой дом — моя крепость» — чего нет даже в современной России), уважения прав человека. Важно и другое (возможно, как следствие только что отмеченной особенности): здесь не нашлось силы, объединившей европейские народы в единое государственное образование. В отличие от России (потенциальные восточнославянские государства не могли бы поодиночке противостоять монгольскому завоеванию), Китая, Индии, мусульманских стран (для которых такой силой явился сам ислам).

Вся средневековая история Западной Европы — история междуусобных войн. В них зарождалась и зрела весьма продуктивная конкурентная среда, крепло толерантное отношение к поражению [Дерлугьян, 2014]: побежденные нередко выносили победителям символические ключи от города (с мыслью: «сегодня вы, а завтра мы»), что было (и есть) немыслимо для России.

Свобода предпринимательства, институциональная защищенность частной собственности, развитая конкурентная среда, толерантное отношение к неудаче, глубокими корнями уходящие в европейскую историю, определили Западную Европу, а позже Северную Америку (случай, когда ученик пошел дальше, гораздо дальше учителя) плацдармом капитализма (и инновационной экономики) в мире. Не прав ли Маркс в своем заочном споре с Вебером: религия вторична по отношению к экономике?

Особенности России. Особенности национального менталитета и национальной государственности играют очень важную роль в продвижении инновационного прогресса в стране. Весьма своеобразна в этом отношении Россия.

Все чаще западные историки науки и техники признают [Лорен, 2014], что русские действительно построили первый паровоз и тепловоз, первыми осветили крупные города электрическим светом, стали передавать радиоволны, предложили строить нефтепроводы, построили многомоторный пассажирский самолет, были пионерами в области разработки транзисторов и диодов, лазерных технологий, электронно-вычислительной техники. Хотя предвзятое и нарочито пренебрежительное отношение к российским научно-технологическим достижениям остается характерным для европейцев и североамериканцев. Так, известный экономист «социалистического» происхождения Янош Корнаи в одной из своих последних работ [Корнаи, 2012] практически все научно-технологические достижения последних 100–150 лет отдает США (чуть-чуть — Франции, Великобритании, Японии). Он не нашел места СССР даже в тех областях, в которых современная Россия все еще значима: атомной и аэрокосмической.

Но придумать и изобрести — одно дело, внедрить, говоря современным языком, коммерциализировать — дело совсем другое. Российские ученые-изобретатели по-интеллигентски, в российском же смысле этого слова, коммерцией пренебрегали. Да и общая атмосфера этому не способствовала. Цитата из книги Грэхэм Лорен: «Общество должно ценить такие качества, как способность к изобретению и практичность. Экономи-

ческая система должна обеспечивать инвестиционные возможности. Законодательная система — защищать интеллектуальную собственность и вознаграждать изобретателей. А политическая система должна не бояться технологических инноваций, успешных предпринимателей, а продвигать их. Необходимо снизить административные барьеры, обуздеть коррупцию». Всего этого не было и нет в России. Современные тенденции лишь ухудшают ситуацию: Россия все в большей мере становится сырьевым придатком мировой экономики, не только в части газа-нефти-металлов, но и научно-технологической сферы, выступая поставщиком инновационной «руды» — знаний, идей и начинаний.

Новые технологии, в том числе имеющие российские корни, приходят в Россию как иностранные, очень недешевые, ставящие Россию в зависимость от развитых мировых держав, нанося тем самым все возрастающий ущерб национальной безопасности. Механизмов генерации новых технологий, поддержания внутреннего научно-технологического прогресса в России так и не было создано. Инициатором очередного технологического прорыва приходилось выступать государству. Ускорение России придавал государственный «пинок в зад», инерция которого быстро иссякала.

Самые технологичные по своим временам заводы, построенные при Петре, к концу XVIII в. пришли в упадок, но обеспечили процветание Екатерининской России, победы Меньшикова, Шереметева, Орлова, Румянцева, Суворова (Швеция, Турция, Польша, Чехия и т. д.), колонизацию Сибири и Дальнего Востока. Модернизация промышленности, проведенная Александром I по западным лекалам, обеспечила победу над Наполеоном, но иссякла к Крымской войне с Англией, Францией и Турцией. Начавшийся было естественный рост капитализма в конце XIX – начале XX вв. не успел дать окрепнуть России перед Русско-Японской войной и противостоять краху Российской Империи Романовых. Сталинская индустриализация, разорив крестьянство и позволив, тем не менее, СССР победить во Второй мировой войне, исчерпала свой потенциал к «брежневскому застою», породив, в конце концов, «горбачевскую перестройку» и «ельцинский беспредел». А нынешнее руководство России даже очередной «пинок в зад» дать не в состоянии, ограничиваясь разговорами и призывами к инновациям и принимая в действительности решения, порой прямо противоположные требуемым.

Грэхэм Лорен дает такой рецепт лечения российской «отсталости»: стать «обычной» капиталистической страной. Не хотелось бы применить этот рецепт. Ведь достаточно успешные в современном экономи-

ческом развитии Япония, Китай, Южная Корея, Малайзия, Таиланд, Бразилия, Южная Африка остаются самими собой, а ставшие «обычными» капиталистическими страны центральной Европы потеряли свою национальную независимость и самобытность, попав в орбиту сателлитов стран «золотого миллиарда».

Экономическая теория. Согласно Томасу Куну, американскому историку и философу науки [Кун, 1975], задачи — это то, что можно решать в рамках текущей научной парадигмы, а проблемы — то, что решать пока не научились. Когда проблем накапливается слишком много, требуется новая научная парадигма (совокупность концепций, представлений, подходов, методов...), и переход к ней называется научной революцией. Такая революция (в данном случае — не в цивилизационном, представленном выше, а более прагматичном смысле) в экономической науке происходит в наше время.

Происходит, но не произошла.

Шумпетерианские идеи инновационной экономики, несмотря на свою столетнюю историю, глубоко в экономическую теорию все еще не проникли. Как справедливо отмечает В.И. Маевский [Маевский, 2001, 2012], экономическая неоклассика, формирующая до сих пор «мэйнстрим» в теории, глубоко противоречит шумпетерианским идеям. В ней нет принципиального для инновационной экономики деления экономических субъектов на предпринимателей-новаторов и «обычных хозяев». При этом только новаторы в действительности ориентированы на максимизацию прибыли (классический критерий рационального поведения), «хозяева» стремятся лишь к ее сохранению. Классический идеал — совершенная конкуренция, когда никто из участников экономического процесса не в силах повлиять на его результаты — несовместим с реалиями процесса инновационного. Инноватор — монополист-«временщик», и возможность получения им инновационной ренты выступает главным стимулом социально-экономического прогресса, экономической динамики, развития. Нежелательные в «классике» и не объясняемые ею переходы между состояниями равновесия для инновационной экономики являются основными, составляющими главное содержание экономического процесса. Инновационная экономика в отличие от классической или неоклассическойнеравновесна. Для нее важно изучение и понимание роли инновационного монополизма, олигополистической конкуренции в процессах перманентного «ускользания» равновесия.

Теория инновационной экономики еще очень далека от зрелости. Она в самом начале стандартного пути развития любой научной дисцип-

лины: описание, объяснение, управление. Малоконструктивны даже предложенные схемы описания. Говоря об инновационном процессе, о научно-техническом или научно-технологическом (в чем разница?) прогрессе, используют понятия волн разной длины и амплитуды, технологических укладов, промышленных или индустриальных революций, росте производительности труда и т. д. Количественные характеристики этих понятий совершенно неопределены. Насколько растет производительность труда (или какая-то другая результирующая величина) при переходе от одного технологического уклада к другому? Какие затраты на фундаментальную науку, прикладную, в образование и т. д. надо осуществить, чтобы такой переход произошел? А как обстоят дела с затратами и результатами при сравнении базисных инноваций с улучшающими, с микроинновациями? Как количественно можно разграничить микроинновации с псевдо- или антиинновациями? По мере погружения в тему таких вопросов становится все больше. А попытки ответить на них — все сомнительнее.

Более того, с позиции теории производственной функции совсем не очевидна возможность адекватно оценивать результаты инновационного процесса, научно-технологического прогресса ростом производительности труда. В пространстве «труд— капитал» одинаковый рост производительности труда может сопровождаться как движением вдоль одной и той же изоквант, так и переходом к более удаленным от начала координат изоквантам. Очевидно, что это процессы совершенно различного качества. Хуже другое: ни тот, ни другой процесс — в рамках стационарных изоквант — теоретически технологическим прогрессом не является. Технологический прогресс приводит к движению изоквант, и о чем в этом случае говорит рост производительности труда, совершенно не понятно. А с точки зрения теории инновационной экономики снова возникает поставленный выше вопрос: сколько и каких затрат надо произвести чтобы «сдвинуть» изоквант с места (в каком направлении и насколько)? И что будет означать в этом случае тот или иной рост производительности труда?

Операциональных определений таких понятий, как инновация, инновационность, инновационная деятельность, инновационная продукция, высокотехнологическая, научноемкая продукция, теория не выработала. Количественные границы этих понятий не определены. Например, одним из признаков инновационно активного предприятия является внедрение новой техники. Новой — по сравнению с чем? И насколько по своим параметрам? И каким параметрам? Не только с точки зрения теории, но

и с позиции юридической практики четкие ответы на эти вопросы необходимы. Если государство собирается стимулировать инновационную деятельность, то оно точно и однозначно должно знать, что это такое.

Количественно не решены и другие фундаментальные вопросы. Инновация это «палка о двух концах». Она несет не только созидание, но и разрушение. Нормальное функционирование любой системы — и экономической тоже — возможно лишь в состоянии стабильности. Баланс между изменениями-инновациями (обеспечивающими прогресс) и стабильностью нужно соблюдать. Пусть точно (операционально) известно, что такая инновационная продукция, и оказалось, что на одном предприятии эта продукция составляет 10 % от общего выпуска, а на другом — 40 %. Что лучше? Кого поощрить, а кому указать? Понятно, что соотношение между стабильностью и изменчивостью различны для разных предприятий на разных этапах их развития. Что может сказать теория на этот счет?

Качественных прорывов в области моделирования инновационной экономики пока также не произошло. Известны попытки применить старые модели: межотраслевого баланса, производственной функции. Более продуктивны, на наш взгляд, опыты с агентно-ориентированными моделями. Имеются работы в этом направлении [Макаров, 2009]. В нашем коллективе такие работы также ведутся. Хотелось бы, чтобы по аналогии с классическим экономико-математическим моделированием (производственно-транспортные, межотраслевые модели, производственные функции) стали разрабатываться модели, объясняющие связь между инновационными затратами: на науку, образование, проектирование, инжиниринг, дизайн, маркетинг и т. д., — и инновационными результатами: ростом эффективности, производительности, переходом к новым технологическим укладам и др. Пока такие исследования нам не известны.

Говорить о переходе процесса развития теории инновационной экономики к стадии объяснения или тем более регулирования пока не приходится. Принимаемые меры по стимулированию становления инновационной экономики пока теоретического фундамента не имеют. Может быть, именно поэтому они часто не эффективны.

1.2. Развитие концепции экономики знаний

Формирование концепции экономики знаний стало одним из лидирующих направлений в социальных науках примерно с середины 90-х гг. XX в. Роль знаний в экономическом развитии служит основным предметом ис-

следований в рамках новой теории роста, эволюционной теории экономических изменений, концепций инновационных систем, «тройной спирали» и других теоретических построений. Безусловно, данный перечень далеко не исчерпывает возможностей современного аналитического инструментария, который постоянно пополняется новыми подходами и методами.

В рамках данной концепции предложено несколько аналитических схем, которые широко используются различными исследователями и международными организациями. Представим один из упрощенных вариантов типологии методологических подходов к определению роли знаний и инноваций в социально-экономическом развитии [Dang, Umemoto, 2009].

В фокусе новой теории роста, основы которой заложены П. Ромером, Р. Лукасом, и другими исследователями (более подробно рассмотрены в главе 2), знание рассматривается в качестве *ресурса*, или фактора роста. Накопление знаний отражается в росте производительности за счет качества человеческого капитала, новых технологий, новых форм организации производственных процессов и так далее. Страны формируют запас знаний как за счет собственных инвестиций в исследования, разработки и в образование, так и за счет импорта из других стран. Из отечественных исследователей в русле данного направления работают В. Макаров, А. Бахтизин и др.

Мировой банк реализует долгосрочную программу «Знание для развития» (K4D), направленную на поддержку использования знаний в качестве источника устойчивого развития [КАМ, 2012]. В следующей главе монографии методология оценки уровня развития экономики знаний и индексы знаний рассматриваются более подробно. По оценкам специалистов банка, действительно существует корреляция (она составляет 87 %) между накопленными знаниями, измеренными с помощью индекса экономики знаний, и уровнем экономического развития. Страны с высоким уровнем развития более продвинулись в экономике знаний, верно и обратное. Безусловно, положительная корреляция не означает причинно-следственной связи между накопленными знаниями и экономическим развитием. Возможно, страны с высоким уровнем доходов могут позволить себе больше инвестировать в знания. Наличие корреляции отнюдь не означает, что бедные страны, вложившиеся в определенные формы знаний, с уверенностью достигнут процветания в ближайшем будущем. Тем не менее, высокие показатели индекса экономики знаний сопровождаются в будущем более высокими показателями производительности труда — это показывает сравнение индексов с темпами роста производительности в период 1996–2006 гг. (с поправками на различия

в первоначальном уровне душевого ВВП и фондооруженности работников). Расчеты банка показывают, что повышение индекса экономики знаний на 1 балл приводит к повышению темпа экономического роста на 0,49 %, с поправками на стартовые условия.

Концепция инновационных систем (К. Фриман, Б.-А. Лундвалл, Р. Нельсон, Edquist, другие) рассматривает процесс создания, распространения и использования знаний и инноваций как сложную *систему взаимодействий* между множеством акторов экономики в целом и ее подсистем. По определению К. Фримана, «национальная инновационная система — это сеть институтов в государственном и частном секторе, которые, взаимодействуя, инициируют, импортируют, модифицируют и распространяют новые технологии». Особую роль играет государство, которое выступает координатором действий различных акторов, формирует приоритеты и снижает барьеры для взаимосвязей участников инновационных процессов. Исследования инновационных систем охватывают не только национальный уровень, но и региональный и отраслевой уровни. Большой вклад в развитие представлений о национальной инновационной системе России вносят О. Голиченко, И. Дежина, В. Иванов, Н. Иванова, В. Полтерович (и др.). Региональным аспектам функционирования инновационных систем посвящены разделы 3.1–3.3 данной монографии.

На базе концепции инновационных систем формируются многие аналитические и стратегические документы международных организаций, в частности, обзоры инновационной политики ОЭСР.

По сути близка к концепции инновационных систем теория «тройной спирали» (Г. Ицковиц, L. Leydesdorf), которая связывает развитие экономики знаний с взаимодействиями науки (в оригинал — университетов), бизнеса и государства на двух уровнях: институциональном и функциональном, так что общая схема взаимодействий подобна цепочке ДНК живого организма. Все элементы спирали стремятся к сотрудничеству, при этом функциональные взаимодействия переплетаются, так что каждый из участников выполняет как основные, так и новые функции, происходят взаимное обучение, накопление и диффузия знаний, что и приводит к созданию нового знания и инноваций. В различных странах (например, в Швеции, Нидерландах, Бразилии) концепция «Тройной спирали» используется как основа для разработки стратегий развития на региональном и местном уровнях.

Следующий подход к исследованию знаний ориентирован на определение и развитие способностей экономики создавать и использовать знания для устойчивого роста.

В соответствии с этим подходом, для успешного инновационного развития страна должна обладать набором разнообразных способностей, среди которых авторы (Stern, Porter, Furman; Archibugi, Castellacci, Fagerberg и др.) выделяют социальные, технологические, институциональные и другие характеристики, отражающие готовность к восприятию и полезному использованию нового знания. Само определение способностей многоаспектно и трудно поддается измерению, и потому вполне закономерно, что многочисленные эмпирические работы демонстрируют различные результаты в зависимости от выборки стран, используемых индикаторов, методов оценивания. Под национальной инновационной способностью понимается способность страны производить и коммерциализировать поток новых технологий на длительном отрезке времени. Абсорбционная способность¹ — это способность определить ценность новой внешней информации, ассимилировать ее и использовать для коммерциализации.

Так, существуют противоречивые результаты оценок абсорбционной способности развитых и развивающихся стран (в какой группе стран есть преимущества), оценок влияния открытости экономики на абсорбционную способность и так далее.

В исследованиях Фурмана, Стерна и Портера [Furman et al., 2002] инновационная способность оценивается числом патентов и доказывается, что она зависит от уровня душевого дохода, числа исследователей и инженеров, величины накопленных знаний (измеренной с помощью накопленного числа патентов), величины затрат на исследования и разработки.

В работе Фагерберга [Fagerberg, Srholes, 2008] использована обширная база данных, которая включает 115 стран и 25 индикаторов, и два временных периода: 1992–1994 и 2002–2004 гг.

С помощью факторного анализа было выделено четыре блока факторов, объясняющих 74 % общей изменчивости. Первый блок обозначен как «инновационная система» и включает показатели патентной активности, публикации, информационно-коммуникационную инфраструктуру, доступ к финансам и сертификацию по ISO 9000. Второй фактор отражает качество правительства и институтов: права собственности, уровень коррупции, бизнес-среду. Третий фактор преимущественно

¹ Стоит отметить, что в английском языке инновационная и абсорбционная способности обозначаются разными терминами: инновационная capability, но абсорбционная capacity. И то, и другое слово можно перевести как способность и возможность, но у слова capacity есть еще смысл «мощность» и «емкость».

ориентирован на качество политической системы, и четвертый отражает открытость экономики.

На следующем этапе исследования была оценена связь между выделенными группами способностей и уровнем экономического развития (ВВП на душу населения) с помощью эконометрических моделей. Главным результатом моделирования стало выявление значимой положительной связи между экономическим ростом и 1) развитием инновационной системы; 2) качеством государственного управления. Для других факторов значимой зависимости с экономическим ростом не обнаружено.

Таким образом, эффективная инновационная система является необходимым, но недостаточным условием для развития, требуется также «хорошее» государственное управление. Автор отмечает, что государственная система западного, демократического типа важна для развитых стран, а для более бедных стран институциональные условия могут быть другими. Еще один вывод заключается в том, что для развивающихся стран с низким уровнем дохода открытость экономики для иностранных инвестиций значительно менее значима, чем для развитых стран, как следствие низкого уровня абсорбционной способности.

В дальнейшем Фагерберг и др. [Fagerberg et al., 2013] с помощью аналогичной методологии исследовали технологическую динамику более однородной по уровню развития совокупности: 48 штатов США и 27 стран Европейского Союза, с 1998 по 2008 г. В работе подтверждается, что рост инвестиций в исследования и разработки является верной стратегией для развитых стран, но он должен сопровождаться развитием социальной способности, при этом отставание ЕС в целом от США определяется технологической отсталостью новых членов союза из Восточной Европы. США опережает ЕС по развитию инфраструктуры знаний, а страны Европы — по уровню социальной сплоченности.

Технологически отсталые страны могут использовать преимущества использования знаний, созданных в других странах, однако, как показывают исследования, потенциал быстрого роста страны или региона высок не в том случае, когда страна вообще отсталая, но в случае, когда технологически страна отсталая, но социально развита. То есть способность учиться, заимствовать и осваивать технологии зависит от большого числа социальных, институциональных и экономических факторов.

В данном направлении в России плодотворно работают В. Полтерович, А. Тонис, которые подчеркивают необходимость наращивания абсорбционной способности нашей страны для успешного заимствования технологий, которое должно стать основным направлением инноваци-

онного развития. В свою очередь, абсорбционная способность зависит от качества институтов и системы государственного интерактивного управления ростом экономики.

Измерение и оценка инновационной экономики. Для операционализации понятия экономики знаний необходимо как-то идентифицировать, измерить и оценить те формы и виды экономической деятельности и социальной активности, которые ее составляют. Проблемой остается то, что экономика знаний — сложная система и пока нет, и, на-верное, в ближайшем будущем не ожидается единого понимания данной категории. Исследователи выделяют разные аспекты в этом понятии и концентрируют свое внимание на различных направлениях. В настоящее время международная и отечественная системы статистического учета быстро развиваются и в распоряжении исследователей появляется все больше актуальной информации. Конечно, потребности ученых больше, чем может предложить статистика, к тому же российская статистика инноваций, родившаяся в 1994 г., не располагает длинными временными рядами наблюдений, однако ситуация меняется к лучшему.

Для того чтобы оценить состояние и перспективы развития экономики знаний (инновационной экономики), можно воспользоваться различными показателями и методами в зависимости от целей проводимой оценки.

Исторически первым и наиболее широко используемым и сейчас показателем инновационности экономики служит величина затрат на исследования и разработки (R&D), осуществляемых в стране за счет как государственных, так и частных источников. Исследования показывают, что динамика этого показателя коррелирует с экономическим ростом в долгосрочном периоде, хотя более сложные синтетические показатели более полно выявляют зависимости между различными аспектами инновационной деятельности и ростом благосостояния [Archibugi et al., 2009]. В последующих главах данной монографии эти зависимости рассматриваются более подробно.

Для появления инноваций недостаточно только инвестиций в исследования и разработки. Необходимы инвестиции в развитие комплементарных ресурсов, таких как человеческий капитал, программное обеспечение, организационные структуры и другие. Развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) способствует инновационной деятельности и росту производительности труда по нескольким направлениям: рост выпуска и производительности в отраслях ИКТ, распространение ИКТ в других отраслях экономики, взаимосвязанные инновации, обусловленные применением ИКТ.

Капитал, основанный на знаниях (нематериальный, или интеллектуальный) капитал статистика ОЭСР разделяет на три группы: компьютеризированная информация (программное обеспечение и базы данных), инновационная собственность (исследования и разработки, торговые марки, копирайт и т. д.) и экономические компетенции (включая брэнды, рекламу и маркетинг, ноу-хау и др.). Не все из перечисленного признается статистическим учетом, и по многим из перечисленных активов отсутствует сравнимая международная статистика. ОЭСР разработало экспериментальную методологию, оценивающую инвестиции в капитал, основанный на знаниях. Эти инвестиции в развитых странах растут быстрее, чем инвестиции в физический капитал. По оценкам ОЭСР, инвестиции в интеллектуальный капитал в Дании, Финляндии, Франции, Нидерландах, Великобритании и США к 2010 г. превысили величину инвестиций в машины и оборудование.

Большое распространение получили синтетические показатели, которые объединяют набор первичных индикаторов в комплексные индексы (см. следующую главу). Наборы первичных показателей для построения индексов разнообразны, наиболее широко используются следующие группы статистических показателей, учитывающих затраты, результаты и условия инновационной деятельности:

- Затраты включают расходы на научные исследования и опытно-конструкторские разработки, на высшее образование, на развитие сектора информационно-коммуникационных технологий.
- Показатели, отражающие результаты научной и инновационной деятельности, обычно включают число патентов и научных публикаций, объем инновационных товаров, инновационную активность фирм, величину высокотехнологичного сектора экономики, число созданных новых инновационных компаний и др.
- Качество человеческого капитала как необходимого условия экономики знаний оценивается уровнем образования, числом исследователей, мобильностью ученых и специалистов и так далее.
- Развитие инфраструктуры знаний оценивается развитием финансового рынка, в том числе венчурного финансирования, доступностью ресурсов, качеством регуляторной и бизнес-среды и др.
- Открытость экономики и межстрановые потоки знаний в различных формах (экспорт и импорт высокотехнологичной продукции, технологий, патентов, лицензий и пр.) также включаются в показатели развития экономики знаний.

- Так как знания и инновации в развитых странах выступают главным фактором экономического роста, то часто в качестве обобщающих индикаторов развития рассматриваются общая производительность экономики и уровень благосостояния и др.

В российском экспертном сообществе существующие статистические оценки результатов инновационной деятельности вызывают определенные сомнения, связанные как с несовершенством статистического учета, так и с незаинтересованностью многих предприятий в адекватном отражении ситуации. Например, инициативные обследования предприятий российской промышленности показывают значительно более высокий уровень инновационной активности предприятий, чем аналогичные статистические данные. Расходятся мнения и по поводу того, что такое инновационный сектор экономики.

С нашей точки зрения, для проведения исследований требуются сопоставимые и достоверные данные, для получения которых в представительном масштабе нет другого метода, кроме статистических наблюдений, даже с учетом их несовершенства.

ОЭСР разработала композитный индикатор инвестиций в знания, который состоит из инвестиций в исследования и разработки (R&D), инвестиций в высшее образование (HE) и инвестиций в информационно-коммуникационные технологии (ICT). На основе такого измерителя затрат были идентифицированы три группы экономик: страны с высоким уровнем инвестиций в знания (около 6 % ВВП); со средним уровнем (между 3 и 4 % ВВП) и страны с низким уровнем (между 2 и 3 % ВВП). В группу стран с высоким уровнем инвестиций в знания вошли Швеция, США, Финляндия, Корея, Дания, Япония и Канада (2002 г.).

Величина инвестиций в знания значительно отличается по странам. По последним данным ОЭСР [OECD Factbook, 2014], в 2010 г. вложения в высшее образование в США, Канаде и Корее составили около 2,5 % ВВП, в то время как большинство стран, входящих в ОЭСР, инвестировали менее 1,5 % ВВП. С 2001 по 2011 г. инвестиции в R&D в зоне ОЭСР немного увеличились — с 2,2 до 2,4 % ВВП, но за средними цифрами скрываются заметные межстрановые различия. Инвестиции в ICT в 2011 г. все еще находились ниже исторического максимума 2000 г. почти во всех странах, преимущественно из-за снижения инвестиций в оборудование, в том числе и благодаря снижению цен на ICT продукты.

В табл. 1.2 приведены основные показатели, отражающие инвестиции в развитие экономики знаний в наиболее развитых странах и в России. Представлена первая десятка стран, упорядоченная по интенсив-

Таблица 1.2

Основные показатели экономики знаний

Страна	ВНД на душу населения, \$, по ППС, текущие цены	Производительность: ВВП/часы работы, \$, по ППС, текущие цены	Затраты на исследования и разработки, % ВВП	Доля занятых в R&D, % к общей численности занятых	Затраты бизнеса на R&D, % ВВП	Затраты на высшее образование, % ВВП		Доля ИКТ в добавленной стоимости, %
						2012	2011	
Израиль	28 430	41,7	4,38	4,58	Н.д.	3,51	3,54	1,7
Корея	30 178	28,9	4,03	2,47	14,91	7,69	3,09	1,88
Финляндия	39 159	49	3,78	3,32	21,72	22,99	2,66	2,36
Япония	36 752	40,1	3,39	3,07	13,51	13,3	2,61	2,27
Швеция	43 967	54,7	3,37	4,13	17,04	16,44	2,34	3,20
Исландия	34 775	Н.д.	3,11	2,95	22,38	18,24	1,64	1,74
Дания	44 079	59,5	3,09	2,39	20,38	14,32	2,09	1,64
Германия	42 924	58,3	2,88	2,47	13,51	12,17	1,94	1,73
Швейцария	55 465	55,1	2,87	2,47	13,65	12,7	2,11	1,82
США	52 547	64,1	2,77	2,72	Н.д.	1,89	1,97	2,8
Норвегия	67 440	86,6	1,66	1,59	14,02	11,47	0,86	0,95
Нидерланды	43 757	60,2	1,85	1,93	11,64	11,22	0,89	1,05
Россия	21 792 (2011)	24	1,09	1,18	11,87	15,48	0,67	0,83
Китай	8 316 (2011)	Н.д.	1,84	0,95	3,77	1,31	Н.д.	Н.д.

Источники: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013; OECD Factbook, 2014.

ности инвестиций в исследования и разработки (инвестиции в R&D за счет всех источников по отношению к ВВП), а также Норвегия и Нидерланды, входящие в список инновационных лидеров Мирового банка (см. приложение 1.1) и Китай.

Даже приведенный в табл. 1.2 ограниченный список индикаторов демонстрирует существенное отставание России от стран-лидеров по величине инвестиций в инновационное развитие, при этом за прошедшее десятилетие, во время которого Россия 7 лет демонстрировала высокие темпы роста, инвестиции в исследования и разработки, а также численность исследователей сократились.

Проблемы и особенности российской инновационной системы известны и представлены во многих отечественных и зарубежных аналитических и исследовательских работах. Это недофинансирование научных исследований, преобладание государственных источников финансирования науки и инноваций, недостаточное соответствие системы высшего образования потребностям рынка труда, низкая инновационная активность бизнеса, низкий спрос на инновации со стороны производственного сектора и многое другое.

Внутренние затраты на исследования и разработки за счет всех источников финансирования в 2012 г. составили 1,12 % к ВВП, что значительно ниже, чем показатели стран-лидеров, и 66 % этих затрат осуществляется за счет бюджетных средств. Численность исследователей продолжает снижаться, если в 1995 г. численность персонала, занятого исследованиями и разработками, составляла 1 061 тыс. человек, то в 2000 г. — 887,7, а в 2012 г. — 726,3 тыс. человек. В развитых странах тенденция прямо противоположная — численность исследователей растет, как и должно быть в экономике знаний.

По результатам научной деятельности, учитываемым в международных сравнениях, — числу публикаций и числу патентов, Россия значительно отстает от развитых стран. В 2012 г. удельный вес России в общемировом числе публикаций, учитываемых в Web of Science, составил 1,9 %, а в Scopus — 1,7 %, что меньше, чем показатели Индии и Бразилии. В мировом рейтинге по этому показателю мы на 16-м месте. В 2012 г. в России было подано 243 патентные заявки в расчете на миллион населения, в то время как в Германии — 2 184, в Корее — 4 068, в Швейцарии — 4 982.

Россия слабо вовлечена в международный технологический обмен и занимает очень скромное место на международном рынке технологий: поступления от экспорта технологий в 2012 г. составили 688,5 млн \$, а выплаты по импорту технологий — 2 043 млн \$, т. е. импорт примерно в три раза

превышает экспорт. Лидерами по данному показателю являются США (экспорт — 113 057 млн \$, импорт — 77 286 млн \$) и Германия (экспорт — 611 103 млн \$, импорт — 27 223 млн \$) [Индикаторы науки..., 2014].

На протяжении последних десяти лет доля организаций, осуществляющих технологические инновации, не превышает 10 % в общем числе организаций (в ЕС в среднем — 50 %), а доля новых для рынка товаров в 2012 г. составляла 1,1 % в общем объеме отгруженных товаров (в Германии — 13 %).

В соответствии с международной статистической системой, которую поддерживает Российская Федерация, инновационно-активными признаются предприятия, которые осуществляют затраты на инновации (Статистика инноваций в России). В свою очередь, затраты учитываются:

- по типам инновации: технологические (процессные и продуктовые) и нетехнологические инновации (маркетинговые, организационные, экологические)¹;
- по видам экономической деятельности (в 2012 г. наибольшие объемы затрат на технологические инновации в обрабатывающей промышленности были в производстве кокса и нефтепродуктов — 17,7 % в структуре всех затрат на технологические инновации и в металлургическом производстве — 15,4 %);
- по видам инновационной деятельности²: приобретение машин и оборудования (в 2012 г. составили 55,2 % в структуре затрат на технологические инновации); исследования и разработки (20,4 %); другие виды подготовки производства (7,8 %); прочие затраты (7,2 %); производственное проектирование (5,4 %); приобретение новых технологий (1,9 %); приобретение программных средств (1,3 %); обучение и подготовка персонала (0,6 %); маркетинговые исследования (0,2 %).

Производственной базой инновационной экономики принято считать обрабатывающую промышленность и ее высокотехнологичные отрасли. За последние 20 лет отставание российской промышленности от развитых стран по производительности труда, доле продуктов с высокой добавленной стоимостью, энерго- и ресурсоемкости практически не сократилось, а в ряде областей увеличилось. Энергоемкость российской экономики в три раза превышает среднеевропейский уровень и значительно выше, чем в странах БРИКС. По производительности экономики мы отстаем от стран — лидеров в 2–3 раза (см. табл. 1.2).

¹ В планах Госкомстата учет также стратегических, управлеченческих, эстетических типов инноваций.

² Перечисление в порядке убывания объемов затрат.

В соответствии с Индексом обрабатывающей промышленности, который рассчитывает компания Deloitte в сотрудничестве с Советом по конкурентоспособности США, Россия за пять лет (с 2007 по 2012 г.) переместилась с 23 на 28 место. Первое место занимает Китай, за ним следуют Германия, США, Индия, Корея, Тайвань, Канада, Бразилия, Сингапур и Япония [Global Manufacturing Competitiveness Index, 2013].

По мнению российских экспертов [Иноземцев и др., 2009], которые оценили технологическое состояние и конкурентоспособность базовых отраслей российской промышленности (нефтегазовой промышленности, угольной, химической, черной и цветной металлургии, энергомашиностроения, машиностроения и станкостроения, электронной промышленности), «практически во всех отраслях наблюдается явное отставание наших производителей от мировых лидеров. Большинство образцов современного высокотехнологичного оборудование не может быть воспроизведено силами отечественных разработчиков в среднесрочной перспективе (7–10 лет)». Особенно удручающая ситуация в станкостроении и в электронной промышленности. С этим мнением солидарны и другие авторы, которые приходят к однозначному выводу, что происходит разрушение гражданского машиностроения России [Модернизация..., 2010]. Приведенная выше цитата относится к 2009 г., однако за прошедшие пять лет ситуация мало изменилась. По данным Центра краткосрочного макроэкономического прогнозирования ГУ ВШЭ [Тенденции..., 2014], в 2013 г. продолжалась стагнация в промышленности, объемы производства продукции машиностроения сократились, отмечается слабый рост объема инвестиций и производительности на фоне ухудшения финансового состояния.

Показателем изменений физического объема промышленного производства могут служить индексы интенсивности, которые рассчитывает НИУ ВШЭ в разрезе 303 видов продукции. С января 2000 г. по июнь 2014 г. индекс промышленности в целом увеличился на 52,6 %. Около двух третей валового прироста обеспечили добыча сырой нефти и нефтяного (попутного) газа; производство приборов и инструментов для измерения, контроля и испытаний; производство пластмассовых изделий; производство кокса и нефтепродуктов; производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака.

В июне 2014 г. по сравнению с январем 2000 г. снизилась интенсивность производства машин и оборудования (без производства оружия и боеприпасов); электронных компонентов, аппаратуры для радио, телевидения и связи; фармацевтической продукции [Индексы интенсивности..., 2014].

Ситуация в отечественной высокотехнологичной промышленности противоречива. Главным критерием отнесения отрасли к высокотехнологичной служит уровень затрат на исследования и разработки. В соответствии с международными классификациями, используемыми Росстатом, к высокотехнологичным видам экономической деятельности относятся производство фармацевтической продукции, офисного оборудования и вычислительной техники, аппаратуры для радио, телевидения и связи, изделий медицинской техники, средств измерений, оптических приборов и аппаратуры, часов, летательных аппаратов, включая космические. Доля таких отраслей в экономике России невелика. В структуре добавленной стоимости промышленности высокотехнологичные обрабатывающие виды экономической деятельности (коды ОКВЭД 30, 32, 33, 35), по данным Росстата, в 2008 г. составляли 3,33 %, а в 2010 г. — 4,58 %. В расчет не включена продукция фармацевтической промышленности, но вряд ли она существенно изменит результат. Для того чтобы получить хотя бы приблизительную оценку для более позднего периода, мы использовали данные Росстата об Индексе производства по высокотехнологичным обрабатывающим видам экономической деятельности (обновлен в апреле 2014 г.). К сожалению, имеются данные всего за два года, что не позволяет делать какие-то содержательные выводы. В 2012 г. этот индекс составил 108,3 % к предыдущему году, а в 2013 — 101,8 %.

Таким образом, в настоящее время Россия не входит в группу стран, которые лидируют в построении экономики знаний и инноваций. Российская экономика в целом и ее инновационные составляющие значительно отстают от более развитых стран, более того, успехи по одним составляющим экономики знаний (например, рост числа мобильных телефонов) сопровождаются ухудшением других составляющих (например, сокращение численности исследователей).

Единственный показатель, входящий в набор индикаторов наук, технологий, и инноваций ОЭСР, по которому мы стоим на первом месте, — это доля женщин, занятых в научно-технической сфере (64,4 % занятых в 2010 г.), однако не вполне очевидно, является ли это нашим преимуществом, или наоборот.

Инновационная система продолжает оставаться недостаточно развитой, фрагментированной, состоящей из отдельных институтов и организаций, слабо взаимодействующих между собой. Реальный сектор не предъявляет спроса на инновации, которые не являются фактором конкурентных преимуществ, высокотехнологичный сектор мал, сохраняет-

ся сырьевая направленность экономики (см. Приложение 1.2). Российская инновационная система может служить зеркалом экономики в целом, которая обладает исключительными природными богатствами, но недостаточно эффективно их использует.

В то же время Россия обладает значительными природным и человеческим потенциалами, российские ученые и исследователи высоко котируются в развитых странах, демонстрируя достижения мирового уровня, сохранились некоторые конкурентоспособные подотрасли машиностроения, сильны мировые позиции России в атомной промышленности и космической промышленности (по количеству запусков и выведенных на орбиту спутников Россия превосходит США, ЕС и Китай), появились отдельные высокотехнологичные предприятия, конкурентоспособные в глобальном масштабе.

Переход к экономике знаний и достижение уровня развитых стран в инновационном развитии является стратегической целью России. Существуют примеры стран, которым удалось решить такую задачу, и было бы хорошо использовать их опыт при разработке стратегий и программ модернизации отечественной экономики.

Международный опыт преодоления технологической отсталости. Обычно в качестве примеров стран, которые в послевоенный период за короткий промежуток времени добились впечатляющих темпов роста и преодолели технологическую и экономическую отсталость, приводят «южноазиатских тигров»: Южную Корею, Сингапур, Гонконг и Тайвань, которые с 1960-х гг. демонстрировали очень высокие темпы роста, послевоенную Германию и Японию, с конца 1980-х гг. — Ирландию, Грецию. Во многом их опыт уникален, они отличаются как по масштабам, так и по стратегиям трансформации отсталой экономики в развитую [Полтерович, 2008; Guriev, Zhuravskaya, 2010].

Мы приведем примеры нескольких стран, для которых сырьевой характер экономики оказался не тормозом, а стимулом инновационного развития. Это Финляндия, Норвегия и (немножко) Австралия.

Финляндия за относительно короткий срок совершила переход от ресурсной экономики к экономике, основанной на знаниях. Среди стран ОЭСР она одна из последнихступила на путь индустриализации (в конце XIX в.), при этом доход на душу населения долго оставался примерно в два раза меньше, чем в Великобритании — лидирующей экономике того времени. В послевоенный период, вплоть до начала 1960-х гг., Финляндия была страной догоняющего развития, используя преимущественно импортные технологии и обильные лесные ресурсы. Уровень ин-

вестиций в основной капитал был одним из самых высоких в Европе, при этом внешняя торговля и финансовые рынки были предметом жесткого регулирования. В настоящее время Финляндия не только одна из наиболее открытых экономик мира, но и лидер в рейтинге самых инновационных экономик. Затраты на исследования и разработки составляют около 3,5 % по отношению к ВВП; охват высшим образованием значительно выше среднего в Европе; доля исследователей в числе занятых выше всех в мире [Pekka, 2012].

К началу XXI века Финляндия стала наиболее специализированной в мире страной по развитию ИКТ. Инновационное развитие Финляндии в значительной степени определялось одной компанией — Nokia. С 1998 до 2007 г. Nokia обеспечивала четверть роста финской экономики, 30 % всех затрат на исследования и разработки, 27 % патентных заявок, 23 % корпоративных налоговых выплат и почти пятую часть экспорта.

Однако небольшая страна с населением в 5,4 млн человек, в которой экономика почти на 20 % определяется деятельностью одной компании, в условиях глобализации оказалась весьма уязвимой к рыночным шокам.

После 2007 г. Nokia уступила в конкурентной борьбе американской Apple (хотя и вкладывала в исследования и разработки в 4–5 раз больше). С 2007 г. стоимость акций Nokia упала на 90 %, что заметно сказалось на перспективах Финляндии. По словам министра иностранных дел Финляндии, «iPad убил финскую бумажную промышленность, а iPhone — финскую отрасль информационно-коммуникационных технологий» [The Nokia Effect, 2012].

Каким образом Финляндия находит выход из этой ситуации?

Примечательно завершение выступления министра, который повторил слова финского магната — «*поэтому мы должны придумать что-то новое*». И сейчас Финляндия ориентируется на создание и использование «чистых» технологий в глобальном масштабе. Если доля Финляндии в мировом ВВП составляет 0,4, то ее доля в мировых «чистых» технологиях в два с половиной раза больше — 1 %. В то время, как мировая экономика в последние годы не росла, чистые технологии в Финляндии с 2011 по 2012 г. выросли на 15 %.

Кроме того, Финляндия накопила многолетний опыт повышения эффективности использования ресурсов в производстве целлюлозно-бумажной и в добывающих отраслях, и сейчас собирается экспортствовать эти знания в развивающиеся страны. Велики достижения страны в энергоэффективности, она является мировым лидером в комбинированном использовании энергии и тепла.

Tekes, правительенная организация, которая финансирует исследования и разработки, планирует потратить почти половину своего бюджета на чистые технологии, прежде всего на энергосбережение, экспорт которых планируется осуществлять в развивающиеся страны — в Китай, Бразилию и Индию. Финляндия уверена, что даже небольшой части мирового «клинтех-пирога» будет достаточно, чтобы заполнить экономическую дыру, оставленную Nokia.

Какие уроки можно извлечь из опыта Финляндии?

1. Использование кризиса как возможности осуществить изменения и выбрать новые пути развития. Южная Корея также использовала кризис 1997 г. как возможность и предприняла масштабные реформы экономических стимулов и институционального режима.

2. Экономика знаний — это ансамбль процессов и элементов, которые должны быть сбалансированы. Тормозить экономическое развитие может не недостаток инноваций или инфраструктуры, а недостаток квалифицированных кадров, предпринимателей, экономических стимулов или ограниченность государственной политики.

3. Институты и политика имеют значение. Основной движущей силой финской трансформации был и остается бизнес, однако с 1990-х гг. произошла смена политического курса — от политики, направленной на макроэкономическую стабильность, к политике микроэкономического уровня: инновационной, научной и образовательной, то есть бизнес и государство осуществляют совместные и скординированные действия. Финский опыт подтверждает, что институты и организации играют важнейшую роль, и в качестве своих особых достижений финские эксперты отмечают два элемента: систему образования и механизмы формирования общественного консенсуса.

Новые технологии не будут пользоваться спросом и не будут восприняты в отсутствие высокообразованных пользователей. Финская система образования построена на эгалитарных принципах — равные возможности и бесплатное образование для всех.

Без действенных механизмов достижения консенсуса по вопросам внутренней социально-экономической политики были бы невозможны изменения 1990-х. Один из примеров институциональных инноваций для достижения консенсуса — это Комитет Будущего финского парламента, который занимается вопросами информационного общества и оценками социальных последствий технологического развития, а также будущими социальными реформами. Безусловно, достичь консенсуса в экономической и социальной политике нелегко и затратно, но финны считают его достижение необходимым условием эффективной деятельности всех

участников инновационной системы. Таким образом, агентами изменений становятся широкие круги участников — бизнес, правительство, исследователи, общество в целом.

Наконец, последний вывод — необходимо не только фокусироваться на уроках прошлого, но предсказывать и готовиться к будущему. Это ключевые уроки Финляндии, которая не только трансформировалась в экономику знаний за короткий срок, но и способна продолжать оставаться конкурентоспособной.

Опыт Финляндии показывает, что возможны значительные структурные изменения за короткий промежуток времени — это возможно в том случае, если в обществе существует ощущение необходимости перемен; существуют поддерживающие изменения институты и достигнут политический консенсус по поводу необходимых действий.

Экономика **Норвегии** исторически основывалась на использовании природных ресурсов. Эта ситуация сохраняется и в настоящее время. Маленький внутренний рынок (5 млн человек) вынуждает Норвегию ориентироваться на экспорт. Норвегия в значительной степени использовала иностранные технологии, адаптированные к местным условиям усилиями высококвалифицированных специалистов, многие из которых обучались за границей. Тем не менее, в ответ на потребности национальных компаний, постепенно развивалась национальная исследовательская инфраструктура, которая ориентировалась на запросы традиционных отраслей — добывающей промышленности, рыболовства и сельского хозяйства. Первый технический университет, ориентированный на подготовку кадров для промышленности, был создан в 1910 г., почти на 100 лет позже, чем в Швеции.

Примерно в середине XX в. сформировалась национальная инновационная система Норвегии, основные черты которой сохраняются и сейчас: хотя норвежские фирмы инновационно активны и используют высококвалифицированный персонал, они меньше инвестируют в собственные исследования и разработки, чем фирмы в других развитых странах. Вместо этого они используют «локализованный поиск» для решения проблем, получая технические знания от других фирм, исследовательских институтов, государственных источников и др. Таким образом, доминирующей инновационной стратегией для фирм служат взаимодействия с другими участниками инновационной системы в комбинации со скромными инвестициями во внутриfirmенные исследования и разработки. Когда в 1970-е гг. возник новый сектор, связанный с эксплуатацией природных ресурсов, — добыча нефти и газа, он развивался по

аналогичной траектории. В настоящее время норвежские фирмы также предпочитают совместные формы инновационной деятельности, комбинируя их с невысокой долей «собственных» внутрифирменных затрат на R&D. Около 30–40 % компаний в промышленности взаимодействуют с государственными исследовательскими институтами, в то время как доля затрат бизнес-сектора на R&D составляет менее половины по сравнению с другими скандинавскими странами.

В последние годы в Норвегии научная политика и инновационные стратегии были сфокусированы на развитии следующих отраслей: нефть и газ, энергетика, окружающая среда, «зеленые» технологии, биотехнологии, нанотехнологии, морской сектор и аквакультура. Эта политика поддерживается достигнутым консенсусом заинтересованных сторон.

Дешевая электроэнергия и нефть позволили Норвегии достичь высокого уровня развития человеческого потенциала и ВВП. Многие другие страны, богатые энергетическими ресурсами, не смогли этого сделать. Норвегия является исключением, так как она добилась успехов в создании нового знания, новых технологий и высокотехнологичной промышленности. В настоящее время нефтяная промышленность Норвегии представляет собой сектор экономики знаний. Как это произошло?

Масштабная добыча нефти и газа, которая началась в 1969 г., не только сделала Норвегию одним из лидеров мирового экспорта нефтеводородов, но и сопровождалась значительными синергетическими эффектами, распространившимися на технологии подводных операций, глубоководного бурения и многие другие прорывные технологии, которые позволили повысить уровни извлечения нефти и минимизировать воздействие на окружающую среду. Эти эффекты продолжают действовать, в том числе на технологии возобновляемой энергии [Research..., 2013].

Приведем некоторые результаты сравнительного исследования двух ресурсных экономик [Ville, Wicken, 2012], которые доказывают, что в основе устойчивого роста Норвегии и Австралии лежит диверсификация структуры экономики за счет инноваций, возникновение которых обеспечивали тесные связи между отраслями, использующими природные ресурсы, и создающими и распространяющими знания секторами экономики. Анализ развития двух стран продемонстрировал высокую значимость связей между добывающими природные ресурсы и сопутствующими отраслями, обеспечивающими потребности добывающего сектора. Ресурсный сектор экономики формирует высокий спрос на услуги транспорта, финансового сектора и маркетинга. Добыча природных ресурсов нуждается в транспорте и перевозках. Глобальные и вола-

тильные рынки ресурсов требуют от участников сложных маркетинговых стратегий. Наконец, эксплуатация природных ресурсов связана с использованием земли, машин и оборудования и постоянным финансовым обслуживанием.

Исследования показывают, что инновации в ресурсных секторах зависят от того, насколько они взаимосвязаны и взаимодействуют с остальной частью экономики. Авторы приходят к выводу, что в успешных странах ресурсные сектора служат драйверами развития знаний в других секторах, которые, в свою очередь, распространяют новые технологии на многие другие сектора экономики. Сопутствующие отрасли поддерживают создание новых ресурсных отраслей.

Отрасли по добывче природных ресурсов: сельское хозяйство, рыболовство, добыча полезных ископаемых, нефть и газ, др.

Сопутствующие отрасли: средства производства, оборудование, бизнес-услуги, исследования и разработки, ИКТ.

Новые ресурсные отрасли: возобновляемые источники энергии, освоение морских богатств.

В результате динамические взаимодействия между фирмами и институтами в разных секторах экономики способствуют диверсификации экономической деятельности и увеличивают инновационную и абсорбционную способности.

И Австралия, и Норвегия длительное время экспортируют традиционные ресурсы, такие как продовольствие, лес, кожа, мех, уголь, нефть. В конце XX в. перечисленные продукты продолжают оставаться значимой статьей экспорта, поддерживаются постоянными инновациями в производстве и маркетинге на основе возникающих технологий, например такими, как дистанционное управление процессами добычи, рынки фьючерсов, электронная торговля. Старые отрасли трансформированы в современные производственные системы.

Однако наибольшее значение имеют процессы другого типа: возникновение и рост новых отраслей, основанных на природных ресурсах, использующих новые элементы природной среды. Эти новые ресурсные отрасли часто возникают не потому, что были открыты новые источники сырья, а в результате появления новых технологий, позволивших коммерциализировать существующие ресурсы. Например, Австралия добывала природный газ с 1970-х гг., однако его поставки были ограничены внутренним рынком из-за высоких затрат на транспортировку. Два технологических достижения позволили сделать газ главным продуктом экспорта в развивающиеся экономики Азии: технология сжижения газа

и строительство специальных океанских танкеров. В свою очередь, преимущества новых технологий стимулировали поиск новых источников газа, что привело к освоению значительно более эффективных технологий экстракции газа. Подобным образом развивалась и подводная добыча нефти в Норвегии в Северном море.

Исследования показали, что в Норвегии для формирования общей идеологии значимую роль играли отношения между акторами в местных сообществах и национальных элитах. Развитие Австралии было в большей степени зависимо от отношений в бизнесе и способностей крупных компаний инкорпорировать новые бизнесы внутри традиционной компании. Таким образом, существует много форм институтов, способных стимулировать взаимодействия между ресурсными отраслями и новыми возникающими высокотехнологичными компаниями.

По прогнозам, экспорт норвежской нефти и нефтепродуктов будет продолжаться до 2050 г., но производство будет сокращаться, и уже сейчас руководители страны поставили задачу дальнейшей диверсификации экономики. Что будет после того, как истощатся запасы нефти и газа? Стоимость рабочей силы чрезвычайно высока, поэтому Норвегия не собирается привлекать иностранные компании для развития новых секторов экономики, она предполагает использовать свои сильные стороны в накопленных академических и промышленных знаниях для разработки решений по освоению Арктики. И в этом случае Норвегия собирается организовать совместную деятельность: сильной стороной инновационной системы считается способность организовать взаимодействия и достичь согласованности целей и действий различных участников. Новый премьер-министр Э.Солберг полагается на межграницную кооперацию в Арктике, которая объединит «русские знания и опыт, финские технологии и корейские верфи (судостроительные заводы)».

В завершение приведем позицию международной группы исследователей (совместный проект университетов Норвегии, Швеции и Австралии, A Knowledge-Based Norway) по возможностям построения экономики знаний в ресурсных экономиках:

- успешные ресурсные экономики способны обеспечивать рост, основанный на инновациях, внутри ресурсных секторов;
- такие экономики способны распространять технологические инновации по всей технологической цепи — от добычи до использования ресурсов;
- они способны создавать каналы трансформации доходов от ресурсов в инвестиции в отрасли, не связанные с природными ресурсами.

Все перечисленные способности опираются на создание стимулирующих рост институтов.

Развитие происходит за счет перехода от добычи природных ресурсов к промышленному производству, затем к росту промышленных кластеров, и наконец, к самодостаточным общественным сообществам, основанным на знании, — глобальным хабам знаний.

Возможности перехода к инновационной экономике в России: позиции экспертного сообщества. Хотя необходимость перехода России к экономике, основанной на знаниях и инновациях, стала традиционной заставкой большинства политических выступлений¹ и интеллектуальных дискуссий, собственно переход к такой экономике и выдвинутые варианты модернизации пока медленно воплощаются в реальность.

Успешность реализации программ модернизации зависит от того, насколько предлагаемые меры будут соответствовать целям и мотивации заинтересованных групп, каким образом они могут повлиять на поведение экономических агентов, и кем будут поддержаны предлагаемые преобразования. Другими словами, какие социальные группы или сообщества могут выступить в качестве агентов модернизации, то есть инициировать и последовательно поддерживать усилия, направленные на изменения существующего порядка, разделяя полномочия проводить реформаторские действия и ответственность за результаты.

Если в период до 2008 г., то есть в условиях высоких темпов экономического развития, в качестве агентов модернизации рассматривали средний класс, отраслевые коалиции, бизнес-сообщества, интеллектуальную элиту, то после кризиса вектор дискуссии повернулся в сторону государства. В большинстве материалов, объединенных тематикой перехода к экономике знаний, в качестве главного агента перемен рассматривается государство, а также крупный бизнес (иногда).

Среди различных вариантов перехода к инновационной экономике, предлагаемых экспертным сообществом, можно выделить несколько направлений, которые мы, с определенной долей условности, объединили в три группы:

- 1) постепенное развитие национальной инновационной системы;
- 2) развитие абсорбционных способностей национальной экономики;

¹ Указом Президента России от 7 мая 2012 года «О долгосрочной государственной экономической политике», а также Посланием Президента Федеральному собранию 12 декабря 2012 г. осуществление модернизации и новой индустриализации экономики, перевода ее на инновационный путь развития, определены как стратегические цели развития.

3) новая индустриализация.

Первое направление объединяет представления о системном и постепенном переходе к экономике знаний за счет макроэкономических и институциональных преобразований, формирования благоприятного инвестиционного климата и инновационной среды. Государство должно поддерживать развитие конкуренции, формируя стимулы для инноваций, совершенствовать бюджетную и налоговую политику, укреплять финансовую систему, привлекать иностранных инвесторов, повышать эффективность государственного управления и многое другое.

Второе направление опирается на идею о том, что в существующих сегодня условиях сначала необходимо повысить абсорбционную способность экономики с помощью масштабного заимствования и освоения иностранных технологий и на следующем этапе концентрировать усилия на производстве собственных инноваций.

Третье направление фокусируется на необходимости развития промышленности как материальной базы производства инновационных товаров, ускоренном технологическом обновлении традиционных производств, а также поддержке создания новых предприятий обрабатывающей промышленности.

Мы обозначим принципиальные позиции наиболее авторитетных авторов модернизационных проектов, а затем представим в таблице краткий перечень предлагаемых вариантов с выделением агентов преобразований.

Сбалансированное развитие национальной инновационной системы должно быть основной целью государственной инновационной политики — этот тезис поддерживают международные эксперты, он выделен во всех отечественных стратегических документах. Представители международных организаций [Россия: Модернизация экономики, 2013; Национальная инновационная система, 2009; Обзоры ОЭСР, 2011] считают, что основное направление модернизации должно быть связано со стимулированием спроса на инновации на крупных предприятиях. Необходимо перенести центр тяжести инновационной системы от государственной системы исследований и разработок на производственные предприятия. Так как многие крупные предприятия в стратегических отраслях прямо или косвенно находятся в сфере влияния государства, то правительство имеет возможности воздействовать на их инновационное поведение. В частности, предлагается объединить исследовательские институты, занимающиеся прикладными разработками, и производственные предприятия. Кроме того, предлагается сместить акцент с поддержки высоких технологий к поддержке инноваций в средне- и низкотехнологичных отраслях, под-

держивать инновации в малом бизнесе. Все эти меры будут успешны в условиях значительного улучшения институциональной среды. Инновационная система должна стать более открытой к иностранным источникам знания, при этом речь идет не только о совместной научной деятельности, но и о кооперации предприятий. Необходимо также найти баланс между конкуренцией предприятий и их консолидацией, так как перекос в любую сторону снижает стимулы к инновациям.

В качестве агентов изменений, т. е. участников инновационной системы, непосредственно заинтересованных в модернизации и способных реализовывать необходимые изменения, предлагается рассматривать не только федеральный центр, но и региональную власть, которой федеральный центр должен делегировать значительную часть полномочий в области инновационной политики.

ОЭСР позитивно оценивает инициативы правительства, направленные на реализацию Инновационной стратегии 2020, а также отмечает уже достигнутые успехи в макроэкономической стабилизации.

Академик В.М. Полтерович [Полтерович, 2008, 2009] — один из наиболее авторитетных российских специалистов, разрабатывающий теорию реформ. Он приходит к выводу, что «ставить задачу немедленного перехода на инновационный путь развития преждевременно, а метод априорного выделения приоритетов непродуктивен. Необходимо выработать систему промежуточных институтов, обеспечивающих мобилизацию усилий для эффективного заимствования и постепенному переходу к инновационному развитию». Россия в среднесрочной перспективе должна наращивать свои абсорбционные способности, по мере создания которых она сможет перейти к инновационному развитию. Таким образом, основное направление модернизации связано с формированием системы государственного индикативного стратегического планирования для координации деятельности множества участников инновационной системы. Главная задача — это перевооружение отраслей на основе массового заимствования и адаптации западных технологий, а также совершенствование экономических институтов.

Программы новой индустриализации предлагают многие авторы, преимущественно связанные с российским бизнесом. Так, консалтинговая группа Strategy Partners Group¹ [Новая индустриализация..., 2013] аргументирует, что отставание российской промышленности от миро-

¹ Strategy Partners Group является одним из соавторов применения термина «новая индустриализация», активно участвует в обсуждении возможностей перехода к «несырьевой модели социального государства».

вых лидеров может быть достаточно быстро ликвидировано за счет доступности новых технологий на глобальном рынке, а огромный внутренний неудовлетворенный спрос на качественные промышленные товары позволит привлечь инвестиции для создания новых предприятий. «Принцип новой индустриализации предельно прост — повышение общего уровня конкурентоспособности страны через сокращение безработицы и увеличение количества рабочих мест. Концентрация усилий на сокращении безработицы приведет к решению смежных проблем. Главным локомотивом решения названной задачи является промышленный сектор, так как именно он может обеспечить быстрый и качественный рост экономики и наиболее высокие темпы прироста производительности труда. Промышленность не только обладает высоким мультипликативным эффектом, но и служит источником инноваций».

Правительство должно сосредоточить усилия не на избирательном финансировании исследований и разработок и закупках оборудования, а на построении на базе традиционных промышленных предприятий корпораций мирового класса. Главное условие новой индустриализации — это эффективное государственное управление.

Анализ предлагаемых экспертами вариантов инновационной модернизации позволяет выделить положения, разделяемые большинством перечисленных авторов:

1. Необходимость усиления роли государства в качестве агента модернизационных изменений. Предполагает значительный рост государственных инвестиций в науку, образование и ИКТ с ориентацией на коммерциализацию результатов (*предложения ученых*), а также переход к проактивной промышленной и инновационной политике, направленной на стимулирование спроса бизнеса на инновации (*предложения бизнеса*).

2. Необходимость «новой индустриализации». Включает как восстановление обрабатывающих производств, так и создание инновационных промышленных производств, таких как smart manufacturing и т. п., использование импорта современных технологий и поддержку прямых иностранных инвестиций.

3. Необходимость изменения институциональной среды, в том числе: ограничение монополий, поддержку конкуренции, защиту прав собственности, снижение барьеров для создания и развития бизнеса, поддержку взаимодействий науки, бизнеса и образования и многое другое.

С этими положениями нельзя не согласиться. Более того, начиная с 2000-х гг., все перечисленные направления в той или иной степени присутствуют во внушительном числе государственных законодательных

Таблица 1.3

Направления и пути перехода к инновационной экономике: позиции исследовательского сообщества

Авторы	Агенты изменения	Пути перехода
<i>Развитие национальной инновационной системы</i>		
Я. Кузьминов и др., ВШЭ (2003)	ОЭСР	<p>Государство</p> <p>Преодоление несовершенств национальной инновационной системы Макроэкономическая стабильность Открытость экономики Институциональные преобразования</p>
	Государство	<p>Формирование институтов интеллектуальной собственности, доверия Рост государственных инвестиций в науку, образование, ИКТ в бюджет сфере Стимулирование инноваций в традиционных отраслях за счет внедрения новых институтов в отношениях между бизнесом и государством Поддержка секторов и очагов новой экономики Массовое создание малых инновационных фирм при НИИ и вузах, налоговые льготы и освобождения, снижение барьеров Государственно-частное партнерство Совместные проекты с крупным бизнесом Национальное соревнование</p>
<i>Рост абсорбционной и инновационной способностей национальной экономики</i>		
В. Полтерович, 2010 стратегия модернизации	Государство и крупные фирмы	<p>Создание системы интерактивного управления ростом, направленной на рост абсорбционной способности и инновационной способности страны, создание сети региональных институтов развития</p>

Окончание табл. 1.3

<p>В. Иноzemцев, и др. 2009</p>	<p>Государство</p>	<p>Технологическое заимствование «Процесс модернизации российской промышленности не выведет ее в лидеры мирового рынка, однако может создать условия для сохранения ее конкурентоспособности и возможности будущих инновационных прорывов» Выращивание компаний — инновационных чемпионов, вокруг которых будут формироваться кластеры смежных предприятий, что стимулирует развитие реальных инновационных процессов</p>
<i>Новая индустриализация</i>		
<p>Новая индустриализация 2013 Strategy Partners Group, 2013</p>	<p>Государство и крупный бизнес</p>	<p>Создание новой промышленной базы для экономики за счет масштабного технологического обновления и модернизации существующих предприятий, а также с помощью прямых инвестиций в новые высокопроизводительные предприятия. Финансирование же научных исследований сконцентрировать исключительно на наиболее перспективных направлениях</p>
<p>Деловая Россия, 2011</p>	<p>Государство и бизнес</p>	<p>«Создать к 2025 году 25 млн новых современных высокопроизводительных рабочих мест с производительностью не менее 3 млн рублей в год» Переход к новой конкурентной модели развития российской экономики «снизу», на базе проектного подхода. Механизм реализации — отраслевые и региональные кластеры на основе модельных эффективных проектов федерального уровня, реализация которых даст толчок развитию соответствующих секторов в промышленности, сельском хозяйстве, социальной сфере, а также смежных отраслей экономики</p>
<p>Е. Примаков, 2012</p>	<p>Государство</p>	<p>Глубокие структурные сдвиги в пользу наукоемких отраслей промышленности, в первую очередь обрабатывающей Обеспечение трудовыми ресурсами диверсификации структуры экономики Модернизация банковской системы для реиндустриализации страны Импорт высоких технологий и привлечение прямых инвестиций</p>
<p>Д. Медведев, 2014</p>	<p>Государство</p>	<p>В ответ на санкции против России — мы способны собственными силами модернизировать промышленность. Политика импортозамещения, опора на собственные силы</p>

актов и стратегических инициатив. Уже накопленный отечественный опыт реформирования показывает, что для перехода от концептуальных положений к уровню конкретных мероприятий необходимы более тонкая настройка и взвешенный подход к выбору направлений и форм государственного вмешательства, учитывающие множество региональных, отраслевых и институциональных особенностей и обстоятельств. Поступательное движение к инновационной экономике, видимо, происходит, но значительно более медленными темпами и более высокой ценой, чем ранее предполагалось. Возможно, что среди многих факторов, действие которых тормозит инновационное развитие, особую роль играют отсутствие консенсуса между различными потенциальными участниками инновационного развития: представителями науки, университетов, бизнеса и государства, а также практическое отсутствие агентов изменений вне государственных структур.

Как показывает международный опыт, а также многочисленные исследования, успешный переход к экономике знаний обычно включает не только долгосрочные инвестиции в науку и образование, развитие инновационной способности, создание и модернизацию информационной инфраструктуры, формирование экономической среды, благоприятной для рыночных механизмов, но и достижение разделяемого большинством согласия по поводу направлений и форм трансформации, общественную поддержку правительственные инициатив и взаимодействие в процессе их реализации.

1.3. Международное позиционирование России в контексте инновационного развития

Развитие системы статистических наблюдений и гармонизация международных статистических принципов позволяют использовать не только единичные показатели, отражающие отдельные характеристики инновационного развития, но и более сложные синтетические, или композитные, показатели — индексы, которые рассчитываются или оцениваются на основании разнообразной информации. На основании расчета международных композитных индексов формируются страновые рейтинги, показывающие позицию отдельных стран по отношению к другим странам по широкому кругу экономических, социальных, технологических и других показателей.

Рейтинги стран и регионов широко используются при принятии инвестиционных решений частными и институциональными инвесторами; для разработки мер государственной экономической и социальной политики; для различных межстрановых и межрегиональных сопоставлений.

Композитные индексы, направленные на оценку развития инновационной экономики, создают привлекательную возможность на основании одного синтетического показателя наглядно показать состояние инновационной системы отдельной страны по сравнению с другими странами или регионами, а также оценить динамику показателя как по отношению к предыдущим периодам, так и по сравнению с другими странами. Более того, многие индексы предоставляют возможность интерактивного взаимодействия с пользователями, формируя выборки по группам показателей и стран, а также их динамике.

В рамках данного раздела рассматриваются следующие вопросы:

- какова методология формирования наиболее широко используемых индексов, характеризующих развитие инновационной экономики?
- каким образом формируется оценка места России среди других стран?
- что именно служит ограничениями для получения более высоких оценок международного сообщества?
- как изменятся позиции России в международных рейтингах при условии достижения стратегических целей, количественно определенных в «Инновационной России — 2020»?

Россия занимает весьма скромное место в большинстве международных рейтингов (табл. 1.4), что, безусловно, не соответствует ни нашим амбициям, ни масштабу стоящих перед нами стратегических целей, ни накопленному потенциалу нашей страны. Вступление России в ВТО служит дополнительным аргументом для обоснования необходимости учета, анализа и оценки процессов формирования мнения международного сообщества о месте и роли нашей страны в глобальном мире, движущемся по направлению к «экономике знаний» [Кравченко и др., 2013; Kravchenko et al., 2013].

Композитные индексы инновационного развития. Сначала был сформирован общий список международных индексов, которые создают представление о текущем положении, потенциале и перспективах развития «экономики знаний» в отдельных странах (общий список представлен в Приложении 1.3). Из общего списка выбраны индексы для более глубокого качественного анализа с использованием следующих критериев:

1. Взаимосвязь индекса с инновационным развитием, которая определялась на основе содержательного анализа используемых для сравнения факторов и их соответствия поставленным в Стратегии

«Инновационная Россия — 2020» [Стратегия..., 2011] задачам национального развития¹.

2. Авторитетность и признанность организации, разрабатывающей и публикующей индекс.

3. Признанность индекса мировым сообществом, которую мы оценивали на основании числа ссылок в поисковых системах интернета.

В результате были отобраны индексы:

- глобальной конкурентоспособности, который отражает и учитывает (в составе многих факторов) воздействие инноваций на конкурентоспособность страны;
- экономики знаний, который оценивает развитие знаний и эффективность использования страной знаний для экономического и общественного развития;
- глобальный инновационный, непосредственно оценивающий инновационное развитие страны;
- развития информационно-коммуникационных технологий как универсальной технологической платформы для инновационного развития;
- «Ведение бизнеса», отражающий состояние и условия институциональной, прежде всего предпринимательской, среды;
- развития человеческого потенциала, оценивающий уровень и качество жизни и образования населения, которые, в свою очередь, в значительной степени влияют на возможности восприятия и развития инноваций.

Место России в международных рейтингах

В табл. 1.4 представлена динамика международных рейтингов России по перечисленным индексам.

Рассмотрим более детально методы формирования перечисленных в табл. 1.4 итоговых композитных индексов и определим, насколько обоснованы полученные оценки.

1. *Индекс глобальной конкурентоспособности (Global Competitiveness Index)* — один из результатов ежегодных Докладов о глобальной конкурентоспособности, публикуемых Всемирным экономическим форумом. Национальная конкурентоспособность — это набор институтов, политических мер и факторов, обуславливающих уровень производительности страны.

¹ Задачи Стратегии «Инновационная Россия 2020»: 1) повышение восприимчивости людей к инновациям, расширение класса инновационных предпринимателей; 2) повышение инновационной активности бизнеса и создание новых инновационных компаний; 3) повышение инновационности государства; 4) развитие сектора исследований и разработок; 5) повышение открытости национальной инновационной системы.

Таблица 1.4

Динамика России в международных рейтингах, 2008–2013 гг.

Индекс	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014
1. Индекс глобальной конкурентоспособности МЭФ (<i>The Global Competitiveness Index</i>)	51	63	63	66	67	64
2. Индексы экономики знаний	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	55	Н.д.
3. Глобальный инновационный индекс (<i>The Global Innovation Index</i>)	68	64	56	51	62	49
4. Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (<i>ICT Development Index</i>)	49	Н.д.	47	38	40	Н.д.
5. Индекс готовности к сетевому миру (<i>Networked Readiness Index</i>)	72	74	80	77	56	54
6. Индекс готовности стран к электронному правительству (<i>E-Government development/E-Government Readiness Index</i>)	60	59	59	Н.д.	27	34/27 в 2014 г.
7. Ведение бизнеса (<i>Doing Business</i>) ¹	118	120	124	120	112	92
8. Индекс развития человеческого потенциала (<i>Human development Index</i>)	73	71	65	66	50	Н.д.

Источники: The Global Competitiveness Report 2008–2014; The Global Innovation Index 2009–2014; Measuring of Information Society 2008, 2010–2014; The Global Information Technology Report 2008–2012; E-Government Survey 2008–2010, 2012; Doing Business 2008–2014; Human Development Report 2008–2013.

Производительность и конкурентоспособность зависят от многих факторов (всего в индексе используется 113 показателей), которые объединены в 12 групп — слагаемых. Хотя все слагаемые связаны между собой, отдельные группы факторов оказывают большее или меньшее влияние на конкурентоспособность страны в зависимости от стадии ее экономического развития. Всемирный экономический форум выделяет три основные стадии развития стран: первая — экономика, движимая факторами производства; вторая — экономика, движимая эффективностью; третья — экономика, движимая инновациями; а также выделяет страны, находящиеся в переходе от более низкой стадии к более высокой. Опре-

¹ В октябре 2012 г. представлен Отчет «Ведение бизнеса — 2013», где Россия заняла 112 место, улучшив свое место в рейтинге на восемь позиций.

деление стадий связано с двумя критериями — величина ВВП на душу населения и доля в экспорте страны сырьевых товаров. В частности, Россия находится на переходе от второй к третьей стадии: по душевому ВВП она соответствует критерию третьей стадии — экономика инноваций, но доля экспорта сырьевых товаров в структуре экспорта составляет более 70 %, что характерно для предыдущей, второй стадии развития.

Влияние стадий роста на расчет индекса проявляется в том, что для стран, находящихся на разных стадиях развития, используются различные веса для отдельных групп слагаемых. Для России наибольшее влияние на рейтинг оказывают «факторы эффективности», среди которых слабо развит финансовый рынок и недостаточна эффективность товарных рынков в результате низкого уровня конкуренции и значительного участия государства; далее действуют базовые условия, среди которых особо важным барьером развития выступают неэффективные институты, как государственные, так и частные; и, наконец, наименьшее влияние на итог оказывают собственно факторы инноваций, где весьма низка конкурентоспособность компаний.

В рейтинге GCI за 2012–2013 гг. Россия занимает 67 место среди 144 стран, в 2011–2012 гг. [The Global Competitiveness Report, 2014] Россия была на 66 месте среди 142 стран, в двух предшествующих рейтингах она находилась на 63 месте из 139 стран (2010–2011) и из 133 стран в 2009–2010 гг. При этом суммарная оценка конкурентоспособности не менялась, оставаясь на уровне 4,2 из 7 возможных баллов. Как отмечают эксперты, правда, опираясь на рейтинг 2010–2011 гг., «в последние пять лет Россия стагнировала, оставаясь в самом низу верхней половины рейтинга» [The Global Competitiveness Report, 2014].

В индексе 2013–2014 гг. Россия получила оценку 4,25 баллов (из 7 возможных), поднявшись на три ступени по сравнению с предыдущим годом, и заняла 64 место среди 148 стран. За последние три года значительно улучшились макроэкономические параметры, по которым два года назад Россия занимала 44 место, а в данном рейтинге — уже 19 место, благодаря низкой величине государственного долга и профициту государственного бюджета. Сильными сторонами продолжают оставаться высокий уровень охвата населения образованием, преимущественно высшим; довольно хорошая инфраструктура и большой внутренний рынок. В то же время сохраняются низкие оценки развитости общественных институтов (121) и инновационного потенциала (78). Низка эффективность функционирования рынков: товарных (126), финансовых (121) и труда (72). Низкий уровень конкуренции (113) зависит от неэф-

фективной антимонопольной политики (116) и высоких барьеров для иностранной собственности и торговли (132), а также от отсутствия доверия к финансовой системе (124). Влияние совокупности перечисленных факторов поддерживает неэффективное распределение богатейших ресурсов России и препятствует росту производительности. Более того, по мере продвижения России к более высокой стадии экономического развития, все более значимым станет негативное влияние недостаточной зрелости бизнеса (107 место) и низкого уровня восприятия технологий (абсорбционной способности экономики) (127 место).

В табл. 1.5 представлена динамика Индекса конкурентоспособности Российской Федерации за последние 6 лет и оценки его составляющих (групп индикаторов). Для нас в данном случае наибольший интерес представляет не столько изменение места России в рейтинге, сколько численная оценка самого индекса и его составляющих. Место в рейтинге меняется по некоторым причинам: прежде всего, в результате изменения ситуации в России; кроме того, из-за изменения числа стран, которые формируют рейтинг; наконец, из-за изменения относительных позиций стран в рейтинге. Учитывая сказанное, мы считаем необходимым сосредоточиться на собственно численной оценке, так как она более точно показывает происходящие изменения в конкурентоспособности, на которые влияют внутренние факторы, страновые, а не изменения с составе стран и их усилий.

Итоговый результат демонстрирует невысокую конкурентоспособность России, неразвитость институтов и низкую эффективность товарных и финансовых рынков, низкий уровень конкурентоспособности компаний при относительно более высоком развитии образования, научной и технологической инфраструктуры. Этот результат получен за счет агрегирования 113 первичных индикаторов, среди которых по 27 индикаторам наши места выше полученного итогового 64 места, а по всем остальным 86 — ниже. Среди 113 показателей около 80 получены в результате опроса представителей бизнеса, 17 — данные статистики международных организаций и 16 — данные других индексов, в частности, «Ведение бизнеса» (Doing Business). Анализ первичных показателей демонстрирует следующую тенденцию: по статистическим данным наше место значительно выше, чем по данным опроса руководителей бизнеса. То есть восприятие институциональных условий, делового климата, общих условий жизни и деятельности представителями бизнеса в России не только много пессимистичнее, чем в других странах, но и значительно отстает от фактических показателей, отражаемых статистикой. Безусловно, ограничен-

Таблица 1.5

Динамика слагаемых Глобального индекса конкурентоспособности Российской Федерации

Слагаемые Глобального индекса конкурентоспособности	2008–2009 гг.		2010–2011 гг.		2013–2014 гг.	
	Место	Значение (от 1 до 7)	Место	Значение (от 1 до 7)	Место	Значение (от 1 до 7)
Основные условия	56	4,5	65	4,5	47	4,9
1: Институты	110	3,3	118	3,2	121	3,3
2: Инфраструктура	59	3,7	47	4,5	45	4,6
3: Макроэкономическая среда	29	5,6	79	4,5	19	5,9
4: Здоровье и основное образование	59	5,6	53	5,9	71	5,7
Факторы эффективности	50	4,3	53	4,2	51	4,3
5: Высшее образование и обучение	46	4,4	50	4,6	47	4,7
6: Эффективность товарных рынков	99	3,9	123	3,6	126	3,8
7: Эффективность рынка труда	27	4,7	57	4,5	72	4,3
8: Развитость финансового рынка	112	3,6	125	3,2	121	3,4
9: Технологическая подготовленность	67	3,4	69	3,6	59	4,0
10: Размер рынка	8	5,7	8	5,7	7	5,8
Факторы инноваций	73	3,6	80	3,4	99	3,3
11: Зрелость бизнеса (Business sophistication)	91	3,7	101	3,5	107	3,6
12: Инновации	48	3,4	57	3,2	78	3,1

ный набор показателей, включаемый в статистический учет, не всегда адекватно отражает социально-экономические реалии. Тем не менее, сама возможность использовать единую базу для межстрановых сравнений дает такую информацию ценной. Наличие расхождений между фактическим состоянием и его восприятием бизнесом, характерное для России, в определенной степени может быть связано с несовершенством информационной статистической базы. С другой стороны, такой разрыв между условно объективной реальностью (статистикой) и ее субъективным восприятием создает не только угрозы, но и возможности роста национальной конкурентоспособности за счет позитивных сдвигов в общественном сознании и гражданской активности.

2. Индекс экономики знаний и индекс знаний (Knowledge Economy Index и Knowledge Index).

Мировой банк разработал методологию оценки стран по уровню развития экономики знаний (The Knowledge Assessment Methodology, КАМ), она представлена в интерактивной форме и позволяет получать различные табличные данные, графики и диаграммы, которые демонстрируют как оценку развития знаний в целом, так и отдельные составляющие экономики знаний. Методология использует 148 количественных и качественных показателей, объединенных в пять блоков:

- общие экономические показатели (8 показателей);
- экономические стимулы и институциональный режим (17 показателей);
- инновационная система (28 показателей);
- система образования и человеческие ресурсы (81 показатель);
- информационные и коммуникационные технологии (13 показателей).

Мировой банк предлагает также более простые композитные индексы: Индекс экономики знаний (The Knowledge Economy Index) и Индекс знаний (The Knowledge Index), [KEI and KI Indexes, 2012; КАМ, 2012] которые сформированы на основе 12 показателей, входящих в КАМ. По каждой группе показателей странам выставляется оценка в баллах — от 1 до 10. Чем выше балл, тем более высоко оценивается страна по данному критерию.

Индекс знаний — это средняя величина из трех субиндексов: индекса образования, индекса инноваций и индекса информационных технологий и коммуникаций.

В состав Индекса экономики знаний, кроме показателей, входящих в Индекс знаний, включается еще индекс экономического и институционального режима.

Мировой банк полагает, что Индекс знаний отражает потенциал страны в области развития знаний, а Индекс экономики знаний показывает, способствует ли созданная в стране макроэкономическая среда эффективному использованию знания для экономического развития.

В Индексе знаний и в Индексе экономики знаний три показателя инноваций могут быть представлены в двух вариантах — в абсолютных величинах или взвешенные по величине населения страны. Так как для инновационного развития объем ресурсов является критическим фактором, то использование только взвешенных по населению показателей приведет к недооценке потенциала развития таких стран, как Индия и Китай.

Таблица 1.6

Индексы знаний, Российская Федерация

Год	Рейтинг	Индекс экономики знаний	Индекс знаний	Экономический и институциональный режим	Инновации	Образование	ИКТ
2012	55	5,78	6,96	2,23	6,93	6,79	7,16
2000	64	5,28	6,53	1,54	6,18	7,80	5,60
1995	59	5,67	6,69	2,60	5,64	7,84	6,60

В настоящее время Индексы знаний рассчитаны Мировым банком для 1995 г., 2000 г. и для 2012 г. В табл. 1.6 представлены оценки индексов для России.

Каждый из субиндексов состоит из трех показателей, они представлены в табл. 1.7, где показаны сравнительные результаты оценок для России в двух вариантах — фактические значения и нормализованные по шкале от 1 до 10.

Как видно из данных таблиц 1.6 и 1.7, движение России к экономике знаний не является равномерным и прямолинейным. При повышении оценок по инновациям снижаются оценки образования, что выглядит парадоксальным, однако стоит учитывать, что российские показатели могли расти, но медленнее, чем показатели других стран. Наиболее низкие оценки получают экономический и институциональный режим, а самые высокие — число телефонов и охват высшим образованием.

При применении композитных индексов для оценок, анализа и обобщений необходимо иметь в виду особенности их разработки, в частности:

- Использование в качестве единиц анализа страны в целом, что оставляет вне пределов внимания проблемы внутристрановой дифференциации — регионы и территории внутри страны по уровню инновационного развития могут различаться в десятки раз.
- Использование статистических показателей, многие из которых в общем случае высоко коррелированы. Например, число исследователей и число публикаций, число публикаций и число патентов, величина затрат на инновации и затраты на исследования и разработки и так далее.
- Использование процедур взвешивания и агрегирования часто вызывает критику, так как они существенно влияют на полученные результаты.

Таблица 1.7

Индикаторы Индексов знаний, Российская Федерация

Показатель	Последняя оценка (2012 г.)		Оценка 2000 г.	
	Фактичес- кое значе- ние	Нормали- зованное значение	Фактичес- кое значе- ние	Нормали- зованное значение
<i>Индекс экономического и институционального режима</i>				
Тарифные и нетарифные барьеры, 2011	68,20	1,68	52,40	2,21
Качество регулирования, 2009	-0,46	2,67	-0,78	1,31
Верховенство закона, 2009	-0,77	2,33	-1,12	1,10
<i>Индекс инноваций</i>				
Лицензионные платежи и поступления (US\$/население) 2009	32,43	6,64	1,09	3,61
Журнальные публикации в области науки и технологий / млн населения, 2007	98,20	7,24	117,43	7,74
Патенты, выданные USPTO / млн населения, средняя за 2005–2009	1,28	6,92	1,38	7,19
<i>Индекс образования</i>				
Среднее число лет обучения, 2010	9,69	6,54	9,42	7,32
Охват средним образованием, 2009	84,81	4,69	92,69	7,25
Охват высшим образованием, 2009	77,19	9,15	55,23	8,83
<i>Индекс ИКТ</i>				
Телефоны (все) на 1000 населения, 2009	1 940,00	9,59	240,00	5,52
Компьютеры на 1000 населения, 2008	130,00	5,34	60,00	6,26
Пользователи интернетом на 1000 населения, 2009	420,00	6,55	20,00	5,03

3. Глобальный инновационный индекс (The Global Innovation Index).

Рассчитывается Международной школой бизнеса INSEAD с 2007 г., позже к разработчикам присоединились ученые из Корнельского университета (Cornell University) и Международной организации по интеллектуальной собственности (WIPO). Основная цель индекса — поиск индикаторов и подходов для лучшего отражения всего многообразия инноваций в обществе, выходя при этом за традиционные рамки измерения инноваций.

Глобальный инновационный индекс состоит из двух субиндексов: входа и выхода. Субиндекс входа отражает условия и факторы, необхо-

димые для создания инноваций и включает следующие группы показателей: институты; человеческий капитал и исследования; инфраструктура; развитость рынка; развитость бизнеса. Субиндекс выхода обобщает итоги инновационной деятельности и включает группы: научные результаты; творческие результаты и в методологии отчета за 2012 г. добавился новый показатель — креативность онлайн. Из 84 показателей, входящих в Глобальный инновационный индекс (ГИИ), 57 — это показатели входа, характеризующие инновационный потенциал страны, и 27 — показатели выхода, описывающие эффективность использования данного потенциала.

Методология исследования по итогам 2011–2014 гг. несколько изменилась. В группе показателей, отражающих «Человеческий капитал и исследования», был добавлен показатель средней оценки трех лучших университетов на основании рейтинга QS World University Ranking of 2012. Следующий показатель был добавлен в группу «Развитость бизнеса» (Business sophistication) — количество триадных патентов. Также была включена группа из четырех показателей в подгруппу «Креативность онлайн»: количество доменов верхнего уровня, количество цифровых кодов доменов верхнего уровня, количество ежемесячных редакторов Википедии, количество закачанных роликов на YouTube. При конструировании показателей индекса использовались как статистические, так и опросные данные (табл. 1.8).

В 2011 г. Россия находилась на 56 месте из 125 стран. Снижают наши оценки уровня инновационного развития факторы, связанные с низким уровнем конкуренции на локальных рынках, который не создает стимулов для освоения инноваций (107 место из 125 стран). Проблемой остается высокая энергоемкость национального хозяйства (102 место), а также негативное влияние институциональных факторов, в частности — отсутствие верховенства закона (103 место) и низкий уровень свободы прессы (102 место). К факторам, позитивно влияющим на инновационный рейтинг России, можно отнести показатели, отражающие масштаб нашей страны — это численность людей с инженерным образованием (6 место), количество зарегистрированных патентов и количество новых полезных моделей (9 место), количество поступивших в вузы (11 место). Позитивно влияет также рост экспорта высокотехнологичных услуг (8 место) [The Global Innovation Index, 2012].

По итогам Отчета INSEAD за 2012–2013 гг. Россия резко ухудшила свои позиции в рейтинге Глобального инновационного индекса сразу на 11 позиций и переместилась с 51 на 62 место. В первую пятерку вошли

Таблица 1.8

Состав подгрупп Глобального инновационного индекса 2012–2014 гг.

Показатели входа					Показатели выхода	
Институт	Человеческий капитал и исследования	Инфраструктура	Развитость рынка	Развитость бизнеса	Результаты использования знаний и технологий	Творческие результаты
Политическая среда	Образование	Информационно-коммуникационные технологии	Кредит	Профессиональные знания	Создание знаний	Нематериальные активы
Регулирующая среда	Высшее образование	Основная инфраструктура	Инвестиции	Инновационные связи	Воздействие знаний	Креативные товары и услуги
Бизнес-среда	Исследования и разработки	Экологическая устойчивость	Торговля и конкуренция	Абсорбция знаний	Распространение знаний	Креативность онлайн

Источник: The Global Innovation Index, 2012–2014.

страны (в порядке от 1 до 10): Швейцария, Швеция, Великобритания, Голландия, США, Финляндия, Гонконг, Сингапур, Дания и Ирландия. Возникает вопрос, насколько обоснованным выглядит включение в первую десятку самых инновационных стран мира Ирландии, страны, которая не так давно перенесла серьезнейший экономический кризис. Из крупнейших стран Германия, по данным Индекса, находилась на 15 строчке, Южная Корея на 18, Франция на 20-м месте, Япония на 22-м. Из стран БРИКС: Китай — 35, ЮАР — 58, Бразилия — 64, Индия — 66 места. Из стран СНГ: Украина — 71, Беларусь — 77, Казахстан — 84. В отчете отмечается, что в целом в 2011 г. удалось переломить посткризисные тенденции и вложения в R&D в странах ОЭСР стали расти, в 2010 г. рост составил 1,3 %, а в 2011 — 1,8 %. В период 2012–2013 гг. также наблюдалась положительная динамика устойчивого роста вложений в исследования и разработки (R&D)¹. Данные отчета за 2013–2014 гг. не показали существенных изменений в десятке лидеров инновационных стран. По-прежнему почти все страны сохранили свои позиции, тем не менее, Ирландия переместилась на 11 место, уступив место в первой десятке Люксембургу. Германия поднялась на 13 строчку, Южная Корея

¹ The Global Innovation Index 2013. P. 4.

на 16, Япония на 21, а Франция опустилась до 22. Динамика стран БРИКС: Россия — 49 место (+13), Китай — 29 (+6), ЮАР — 53 (+5), Бразилия — 61 (+3), Индия — 76 (-10). В целом, все страны БРИКС улучшили свои позиции, кроме Индии.

Динамика позиций ведущих стран в Глобальном инновационном индексе, представлена в табл. 1.9.

По данным за 2013–2014 гг. Россия существенно отыграла свои позиции и вошла в первую полусотню наиболее инновационных стран, заняв 49 место и улучшив свои позиции сразу на 13 пунктов. Более подробная динамика рейтингов Российской Федерации за период 2010–2014 гг. представлена в табл. 1.10 [The Global Innovation Index, 2014].

Согласно динамике ГИИ, в 2014 г. существенные позитивные сдвиги произошли в показателях, характеризующих индикаторы «Входа», — 45 против 72 в 2013 г. И, напротив, показатели, характеризующие «Выход», т. е. эффективность использования инновационного потенциала, ухудшились на 4 пункта, Россия опустилась с 52 места на 56.

Самые существенные положительные смещения произошли в индикаторах, показывающих потенциал образовательной сферы в индикаторах «Человеческий капитал и исследования». Несмотря на то, что Россия по данным ГИИ находится на 88 месте по уровню финансирования образования, наша страна, тем не менее, в сфере среднего образования поднялась на 14 п., а в сфере высшего образования на 16 п. Незначительные

Таблица 1.9

Динамика ТОП-10 стран-лидеров Глобального инновационного индекса

2011–2012	2012–2013	2013–2014
Швейцария	Швейцария	Швейцария
Швеция	Швеция	Великобритания
Сингапур	Великобритания	Швеция
Финляндия	Нидерланды	Финляндия
Великобритания	США	Нидерланды
Нидерланды	Финляндия	США
Дания	Гонконг (Китай)	Сингапур
Гонконг (Китай)	Сингапур	Дания
Ирландия	Дания	Люксембург
США	Ирландия	Гонконг (Китай)

Источник: The Global Innovation Index, 2011–2014.

изменения произошли в экологических индикаторах (109/115) и абсорбции знаний (51/52). Все остальные индикаторы «Входа» продолжали только ухудшаться.

Таблица 1.10

Динамика слагаемых Глобального инновационного индекса Российской Федерации

Слагаемые Глобального инновационного индекса / Группы индикаторов	2010–2011 гг. 125 стран		2011–2012 гг. 141 страна		2012–2013 гг. 142 страны		2013–2014 143 страны	
	Место	Значение (0–100)	Место	Значение (0–100)	Место	Значение (0–100)	Место	Значение (0–100)
<i>Индикаторы входа</i>								
Глобальный инновационный индекс	56	35,9	51	37,9	62	37,2	49	39,1
Индикаторы входа	50	30,9	49	33,8	72	30,6	45	34,5
Институты	97	51,8	93	49,1	87	56,0	88	43,9
Политическая среда	98	37,9	114	41,1	117	42,9	117	43,9
Регулирующая среда	107	40,3	97	57,9	100	57,2	98	56,5
Бизнес-среда	72	77,3	70	48,4	55	68,0	55	68,9
Человеческий капитал и исследования	38	45,1	43	43,8	33	44,1	30	44,5
Образование	46	62,0	55	55,2	42	62,0	28	54,6
Высшее образование	19	43,3	36	44,3	46	40,0	30	46,0
Исследования и разработки	44	30,0	41	31,8	31	30,3	30	33,0
Инфраструктура	73	25,8	54	37,8	49	37,2	51	41,1
Информационно-коммуникационные технологии	51	31,1	31	55,5	28	59,6	28	60,6
Основная инфраструктура	85	32,2	61	37,7	57	32,0	57	36,1
Экологическая устойчивость / Энергетика в 2010–2011 гг.	95	14,1	111	20,4	115	20,1	109	26,7
Развитость рынка	76	36,4	87	35,0	74	45,4	111	42,5
Кредит	98	29,1	112	13,6	116	23,6	124	21,6
Инвестиции	40	36,2	52	31,0	32	37,1	84	32,0

Окончание табл. 1.10

Торговля и конкуренция	94	43,8	85	60,3	78	75,6	84	73,9
Развитость бизнеса	37	44,9	43	44,3	52	36,1	60	34,3
Профессиональные знания	31	64,0	32	64,8	34	58,2	33	54,7
Инновационные связи	83	27,6	118	25,8	109	18,9	126	20,3
Абсорбция знаний	31	43,0	40	42,3	52	31,2	51	27,8
<i>Индикаторы выхода</i>								
Индикаторы выхода	59	40,8	60	42	52	43,8	56	43,8
Результаты использования знаний и технологий	34	32,9	32	38,4	48	30,4	34	37,6
Создание знаний	27	33,4	29	45,5	25	34,6	18	46,9
Воздействие знаний	49	34,5	45	39,9	77	33,0	70	38,3
Распространение знаний	49	30,7	56	29,9	68	25,7	91	27,5
Творческие результаты	75	28,9	84	29,1	101	30,8	72	31,4
Нематериальные активы	—	—	121	27,8	125	27,0	114	35,2
Креативные товары и услуги	53	24,9	55	27,9	81	32,2	70	17,9
Креативность онлайн	—	—	42	33,0	44	37,1	38	37,4

Источник: The Global Innovation Index, 2011–2014.

Хотя, как отмечалось выше, индикаторы «Выхода» показали негативный тренд (56/52), отдельные показатели продемонстрировали позитивную динамику. Однако, этот процесс скорее связана с положительными изменениями, отраженными в образовательном блоке индикаторов «Входа». Так, индикаторы создания и распространения знаний поднялись на 7 п. каждый. А вот сфера их распространения, наоборот, довольно серьезно ухудшилась (91/68). Более подробно сильные и слабые позиции будут представлены в табл. 1.12.

4. Группа индексов информационных технологий объединяет несколько индексов, оценивающие разные стороны развития и восприятия ИТ-технологий населением, бизнесом и правительством.

Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) (ICT Development Index/IDI). Рассчитывается ежегодно по методике Международного союза электросвязи, специализированного подразделения ООН.

Индекс сводит 11 показателей, отражающих информацию об уровне доступа к ИКТ, уровне использования ИКТ, а также уровне практического владения этими технологиями.

Агрегирование показателей происходит с весами, при этом конкретные наборы значений этих коэффициентов могут варьироваться в зависимости от года, когда рассчитывается индекс, от процедуры выбора коэффициентов, от исследователя, который индекс рассчитывает. В 2012 г. Россия заняла 40 место в рейтинге из 157 стран [Measuring..., 2013].

Индекс готовности к сетевому миру, или Индекс сетевой готовности (Networked Readiness Index). Рассчитывается ежегодно совместно Всемирным экономическим форумом, Всемирным банком, Международной школой бизнеса INSEAD с 2002 г.

Индекс представляет собой оценку способности страны использовать возможности ИКТ. В структуру индекса с равными весами входят четыре субиндекса:

- внешняя среда (включает политическую и административную среду, а также бизнес и инновационную среду);
- готовность к информационным технологиям (инфраструктура и цифровой контент; доступность по цене; навыки);
- использование информационных технологий (индивидуальное использование; использование в бизнесе; использование правительством);
- влияние ИКТ (влияние на экономику; влияние на общество).

В 2013 г. Россия заняла 54 место в рейтинге из 148 стран [The Global Information Technology Report, 2014].

Индекс готовности стран к электронному правительству (E-Government development/E-Government Readiness Index). Рассчитывается ежегодно в рамках деятельности Департамента экономического и социального развития ООН. Это композитный индикатор, измеряющий готовность и возможность национальных органов управления использовать информационные и коммуникационные технологии для организации и реализации общественных услуг. Он оценивает технические особенности и черты национальных web-сайтов, а также правительственные стратегии по реализации концепции электронного правительства и предлагаемые основные сервисы.

Выделяются два аспекта, влияющие на развитие электронного правительства:

- потенциал, или способность, государственного сектора к развертыванию инфраструктуры ИКТ, позволяющей улучшить качество услуг населению и бизнесу, т. е. готовность страны к созданию электронного правительства;
- готовность, которая означает наличие действий со стороны правительства, направленных на обеспечение информацией и знаниями для повышения удовлетворенности населения.

Данный индекс есть взвешенное среднее трех нормализованных субиндексов для наиболее важных направлений электронного правительства:

- возможность и качество on-line сервисов;
- развитость телекоммуникационной инфраструктуры;
- человеческий капитал.

В 2014 г. Россия заняла 27 место в рейтинге из 193 стран [E-Government Survey, 2014]. Анализ индексов информационно-коммуникационных технологий показывает, что в России главными препятствиями для развития ИКТ выступают низкая способность национальных компаний к освоению новых технологий; низкий уровень локальной конкуренции, низкое качество институциональной среды.

В то же время быстро развиваются новые технологии и сервисы, расширяется электронный доступ к правительенным услугам, растет число пользователей мобильной связью и интернетом.

Россия демонстрирует заметные успехи по развитию ИКТ и занимает по данной шкале рейтингов более высокие места по сравнению с другими международными рейтингами.

5. Проект «Ведение бизнеса» (*Doing Business Project*), основанный Мировым банком в 2002 г., направлен на объективное измерение норм регулирования бизнеса и их выполнение в странах мира, а также в ряде городов на субнациональном и региональном уровнях. Высокая позиция в рейтинге означает, что предпринимательский климат благоприятствует ведению бизнеса в стране. Первый доклад «*Doing Business*» был опубликован в 2003 г. и включал пять индикаторов по 133 странам. Однако с каждым годом состав индикаторов расширяется, и Доклад 2013 года уже составлял 10 индикаторов по 189 странам [*Doing Business*, 2012].

Список индикаторов, имеющих равный вес, и рейтинги России по соответствующим индикаторам приведены в табл. 1.11.

Для расчета национального индекса берется город, являющийся крупнейшим деловым центром в стране (для России — это г. Москва). Это, по нашему мнению, занижает место России, поскольку рассчитывается на основе показателей худшего по условиям ведения бизнеса города из 30 российских городов, включенных в обследование 2012 [Ведение бизнеса, 2014].

В 2012 г. президент России Владимир Путин поручил Правительству России принять меры, направленные на существенное улучшение условий осуществления предпринимательской деятельности, которые будут выражены в повышении позиции России в рейтинге «Ведение бизнеса» со 120-го места в 2012 до 50-го в 2015, и 20-го в 2018 г. [Указ..., 2011].

Таблица 1.11

Динамика рейтинга России по условиям ведения бизнеса

Составляющие индекса	Изменение рейтинга 2013/2014	Рейтинг 2014	Рейтинг 2013	Рейтинг 2012	Рейтинг 2011
Общий рейтинг	20	92	112	120	124
Обеспечение исполнения контрактов	1	10	11	13	19
Регистрация собственности	29	17	46	45	51
Осуществление процедуры банкротства	-2	55	53	60	
Получение кредита	-5	109	104	98	96
Налогообложение	8	56	64	105	107
Регистрация нового предприятия	13	88	101	111	106
Защита инвесторов	-2	115	117	111	108
Международная торговля	5	157	162	160	166
Получение разрешений на строительство	0	178	178	178	179
Подключение к системе электроснабжения	67	117	184	183	183

Источник: Ведение бизнеса 2011–2014.

Более того, эффективность деятельности правительства России по развитию бизнес-среды может быть оценена на основе изменения национального рейтинга России.

Чтобы достичь 20 места по легкости ведения бизнеса, России необходимо за 6 лет обогнать 92 страны по всем показателям рейтинга (за исключением легкости обеспечения контрактов, которая оценивается как длительность судебных процедур, направленных на принуждение к исполнению контрактов).

Сравнительный анализ докладов 2013 и 2014 гг. показывает, что Россия заметно улучшила свое положение в данном рейтинге. Так, страна переместилась со 112 на 92 место, улучшив, таким образом, свое положение на 20 позиций. Анализ составляющих индекса показывает, что наибольший рост наблюдается в подключении к системе электроснабжения. Так рост составил 67 позиций и страна переместилась с, очевидно, сильно тянувшего вниз 184 на 117 место. Также существенный рост на-

блюдается в регистрации собственности: в рамках данной позиции положение улучшено с 46 до 17 места и рост, соответственно, составил 29 мест по данной составляющей рейтинга. Несущественное снижение в докладе 2014 г. в наблюдается по составляющим индекса получение кредита и защита инвесторов –5 и –2 места соответственно. Таким образом, можно констатировать, что заявленная в 2012 г. политика по улучшению места в рейтинге «Ведение бизнеса» приносит определенные плоды и место России заметно улучшается, однако к каким это приводит реальным изменениям экономического климата в стране требует отдельных исследований особенно на фоне политической нестабильности в международной сфере в 2014 г.

6. Индекс развития человеческого потенциала (Human development index), разработанный группой экономистов во главе с пакистанцем Махбубом-уль-Хаком, был впервые опубликован в 1990 г.

Индекс рассчитывается ежегодно экспертами Программы развития ООН совместно с группой независимых международных экспертов. Страны, участвующие в расчете, делятся на группы в соответствии с диапазонами значений индекса. В среднем значение ИРЧП России увеличивалось с 2000 по 2012 на 0,84 % каждый год. Россия занимала в рейтинге стран в 2008 г. 73 место из 178 стран и в 2012 г. 50 место из 186 стран [Human Development Report, 2013]. По результатам рейтинга Россия пока относится к группе стран с высоким уровнем развития.

Индекс объединяет данные об ожидаемой продолжительности жизни, образовании и уровне доходов населения. Качество образования влияет на систему генерации знаний и, соответственно, на источник идей и технологий, которые могут лежать в основу инновационных продуктов. Достаточность уровня жизни влияет на возможность инвестировать инновационные проекты, в особенности на ранних стадиях инновационного процесса. Данный индекс, по нашему мнению, отражает уровень среды, которая влияет на реализацию инновационной составляющей экономики.

Возможности и ограничения для развития с позиций международного сообщества. Поэлементный анализ структуры международных индексов позволил разделить все показатели, которые используются при конструировании итоговых индексов для России, на две группы: показатели, значение которых выше итогового рейтинга России, и показатели, значение которых ниже итогового рейтинга.

Таким образом, были получены факторы, влияющие на «повышение» и «понижение» итогового результата России по сравнению с другими странами. В таблице 1.12 представлен фрагмент итоговой матрицы,

где содержатся показатели, достигающие граничных (самых высоких и самых низких) значений. Так как часть показателей в различных индексах повторяется, то такие показатели были представлены единожды в порядке упоминания.

Выделим наши основные конкурентные преимущества и ограничения для их реализации на основании данной информации (см. табл. 1.12).

Таблица 1.12

**Выборочные оценки места России по международным рейтингам:
сильные и слабые стороны**

Лучшие показатели	Место	Худшие показатели	Место
<i>Рейтинг конкурентоспособности 2013–2014 гг.: 64 место из 148 стран</i>			
Число мобильных телефонов на 100 человек	6	Несырьевой импорт как доля ВВП	139
Величина внешнего рынка	7	Качество дорог	136
Величина внутреннего рынка	8	Права собственности	133
ВВП (по ППС)	6	Зашита миноритарных акционеров	132
Число авиа посадочных мест, кресло – км/неделя, млн	11	Распространенность иностранной собственности	132
<i>Индексы знаний 2012 г.¹: 55 место из 146 стран</i>			
Телефоны (все) на 1000 человек населения	9,59	Тарифные и нетарифные барьеры	1,68
Охват высшим образованием	9,15	Верховенство закона	2,33
Журнальные публикации в области науки и технологий / млн населения	7,24	Качество регулирования	2,67
<i>Глобальный инновационный индекс 2013–2014 гг.: 49 место из 143 стран</i>			
Количество патентов, поданных резидентами, шт./ млн долл. ВВП по ППС	7	Свобода прессы	121
Соотношение учеников и учителей	8	Развитие государственных кластеров	117
Количество новых полезных моделей, шт./млн долл. ВВП по ППС	8	Верховенство закона	116
Экспорт культурных и креативных услуг, % всего товарооборота	11	Политическая стабильность	112

¹ Показатели индексов знаний представлены в балльной оценке от 1 до 10, где 10 — высшая оценка, т. е. это не место в рейтинге стран, а нормализованная оценка.

Окончание табл. 1.12

Роялти и лицензионные платежи, % всей торговли	12	Энергоемкость, ВВП/ед. потр. энергии	112
Доля людей с научным и инженерным образованием, %	14	ИКТ и создание бизнес-моделей	110
Прием в вузы, %	15	Интенсивность локальной конкуренции	106
<i>Индекс развития ИКТ 2012 г.: 40 место из 157 стран</i>			
Уровень грамотности взрослого населения	6	Количество зачисленных в учебные заведения среднего профессионального образования	82
Число контрактов мобильной связи на 100 жителей	7	Доля индивидов, использующих Интернет, %	61
Количество зачисленных в учебные заведения высшего профессионального образования	14	Ширина полосы пропускания международного трафика интернета (бит/с) на одного интернет-пользователя	54
<i>Индекс сетевой готовности 2013 г.: 50 место из 144 стран</i>			
Количество контрактов мобильной связи на 100 жителей	4	Уровень устойчивости «впитываания» технологий	126
Время, чтобы подписать контракт, дни	8	Наличие и работоспособность новейших технологий	124
Грамотность взрослого населения, %	10	Эффективность правовой системы в сложном регулировании	120
<i>Ведение бизнеса 2013–2014 гг.: 92 место из 189 стран</i>			
Обеспечение исполнения контрактов	10	Подключение разрешений на строительство	178
Регистрация собственности	17	Международная торговля	157
Разрешение неплатежеспособности (процедура банкротства)	55	Подключение к системе электроснабжения	117
<i>Индекс развития человеческого потенциала 2012 г.: 55 место из 186 стран</i>			
Ожидаемая и средняя продолжительность обучения	55	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении	128
ВНД на душу населения по ППС	54		

Источники: The Global Competitiveness Report 2013–2014; The Global Innovation Index 2014; Measuring of Information Society 2013; The Global Information Technology Report 2012; E-Government Survey 2012; Doing Business 2013–2014; Human Development Report 2012.

Представленные в табл. 1.12 данные демонстрируют низкий уровень системного развития, что проявляется в высокой поляризации значений различных факторов, участвующих в получении итоговых оценок. Можно выделить следующие наиболее явные дисбалансы в формирующейся инновационной системе:

- Высокий охват высшим образованием не поддерживается соответствующей средней профессиональной подготовкой и мобильностью студентов вузов.
- Высокие показатели по охвату населения инженерным образованием не гармонизируются с низкой способностью национальных компаний к восприятию новых технологий. Результатом является низкий спрос на инновации со стороны компаний, усугубляемый низким уровнем местной конкуренции.
- Развитые секторы высшего образования, науки и информационных технологий не находят отклика на внутреннем рынке, который не формирует стимулов для инноваций из-за низкого уровня конкуренции и общего развития институциональной среды, в частности, защиты интеллектуальной собственности.
- Закономерно высокое место по экспорту компьютерных и коммуникационных услуг не сопровождается широким использованием таких технологий населением.
- Рост числа заявок на патенты и полезные модели неминуемо сталкивается с проблемами защиты интеллектуальной собственности и другими проблемами законодательного и судебного характера.
- Активная политика государства по формированию информационного общества входит в противоречие с бременем возлагаемых на бизнес издержек государственного регулирования.

Таким образом, усилия государства и общества по созданию экономики знаний должны носить системный характер, так как наличие внутрисистемных противоречий тормозит процессы создания и трансфера знаний и инноваций между участниками инновационной системы.

Цели инновационного развития и международное позиционирование России. В конце 2011 г. был принят основополагающий для инновационной политики документ — Стратегия инновационного развития России до 2020 г., который определил национальные долгосрочные цели и приоритеты. В составе целевых показателей, отражающих уровень достижения стратегических целей развития, присутствуют как стандартные показатели, учитываемые международной и отечественной статистикой.

тикой, так и показатели, имеющие национальную специфику¹, которые не учитываются международной статистикой и не сопоставляются в международных рейтингах. Так как нас интересует, прежде всего, влияние достижения стратегических целей российского развития на изменение позиции России с точки зрения мирового сообщества, то мы рассмотрели целевые показатели Стратегии 2020, совпадающие с мировыми аналогами. Таким образом, из исходных 45 показателей были выделены 16 показателей, представленные в табл. 1.13.

В табл. 1.13 обозначены текущее значение индикатора и соответствующее место России в рейтинге, а также целевое значение индикатора в 2020 г. и то место в текущем международном рейтинге, которое занимала бы Россия сегодня, если бы достигла запланированной величины целевого индикатора. Указано также число позиций в рейтингах, которое сегодня отделяет Россию от прогнозного значения рейтинга.

Сравнительный анализ целевых индикаторов и показателей международных рейтингов показывает, что постулированные в Стратегии цели нельзя назвать слишком амбициозными — по значительной части показателей заявленные цели уже сейчас достигнуты многими странами, и трудно рассчитывать, что до 2020 г. эти страны будут стоять на месте. Вероятно, они также продвинутся на пути инновационного развития.

Достижение национальных целей инновационного развития приведет к значительному росту отдельных элементов национальной инновационной системы: информационных технологий, инновационной активности, затрат государства и бизнеса на исследования и разработки, на образование.

В то же время значительных изменений в факторах, препятствующих инновационной деятельности и ограничивающих конкурентоспособность России в мировом масштабе, в рамках сформированных целевых показателей не наблюдается — основные ограничения для повышения конкурентоспособности в мировом контексте находятся вне фокуса внимания Стратегии 2020. Напомним, что к таким факторам относятся, прежде всего, рыночные и государственные институты, которые в настоящее время в большей степени тормозят, нежели стимулируют

¹ Например, доля госслужащих, получающих ежегодно дополнительное образование за рубежом; доля выпускников учреждений профессионального образования, работающих по специальности не менее 3 лет; количество вновь созданных малых инновационных предприятий при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере; и т. д.

Таблица 1.13

Оценка прироста международных рейтингов России в результате достижения целевых индикаторов реализации Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г.

Индикатор	2010 г.	Место в междун. рейтингах	2020 г.	Прогнозное место в междунар. рейтингах	Прирост рейтинга (число позиций)
Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем числе организаций, %	56	14	98	1	13
Доля организаций, имеющих веб-сайт, в общем количестве организаций, %	24	30	90	1	29
Доля домохозяйств, имеющих доступ к сети Интернет с перс. компьютера, в общем числе домохозяйств, %	51,2 в 2012 г.	54	95	2	52
Количество триадных патентных семей, ежегодно регистрируемых российскими физ. и юр. лицами, ед.	63	24	Более 2500	4	20
Внутренние затраты на исследования и разработки, % ВВП	1,3	31	3	8	23
Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме экспорта товаров, работ, услуг организаций промышленного производства, %	5,5	90	15	8	82
Доля населения, участвующего в непрерывном образовании (за 12 месяцев), в числе опрошенных в возрасте от 25 до 64 лет, %	30,8	27	55	9	18
Доля России в общемировом количестве публикаций в научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (WEB of Science), %	2,08	16	3	10	6

Окончание табл. 1.13

Место Российской Федерации в международном рейтинге по индексу развития информ. технологий	В 2012 IDI = 6,19	40		В числе 10	30
Внутренние затраты на образование, % ВВП	5,1	79	6,5	11	68
Доля населения в возрасте 5–18 лет, охваченная образованием, в общей численности населения 5–18 лет, %	93,6	73	97	39	34
Государственные расходы на образование, % ВВП	4,2	91	5,3	50	41
Доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций — всего, %	7,7	39	25	Средняя по ЕС = 50	
Доля инновационных товаров, работ, услуг, новых для рынка сбыта организаций, в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций промышленного производства, %*	0,4		8	Великобритания, Финляндия = 15,8; Германия = 12,9**	
Число цитирований в расчете на 1 публикацию российских исследователей в научных журналах, индексируемых в базе данных WEB of Science, ед.*	2,4		4	Ниже большинства стран ОЭСР***	
Внутренние затраты на исследования и разработки по источникам финансирования:					
бюджетные средства *	69		43	Ниже США и ЕС-27 (33,8)***	
внебюджетные средства	31		57		

* В рассматриваемых рейтингах данные индикаторы отсутствовали, однако статистические источники позволяют делать определенные сравнения.

** Источник: Индикаторы инновационной деятельности: 2012.

*** Источник: Индикаторы науки: 2012.

инновационную активность людей и компаний. Для достижения устойчивых системных эффектов требуются дополнительные усилия, направленные на значительные изменения институциональной среды, а также на формирование позитивного отношения населения и предпринимателей к происходящим изменениям.

* * *

Анализ наиболее широко используемых международных индексов, отражающих место России по сравнению с другими развитыми и развивающимися странами, показывает, что рейтинги России получены на основе достоверных исходных данных, статистическая информация в основном опирается на национальные источники и значительных отклонений с данными официальной отечественной статистики не обнаружено. Данные, полученные на основании опросов и обследований, как правило, собираются и обобщаются российскими организациями и отражают объективную ситуацию в экономике и социуме.

Основные факторы, которые позитивно влияют на место России в числе других стран, связаны с высоким уровнем образования населения, большим размером внутреннего рынка, стабильной макроэкономической обстановкой, быстрым освоением населением и правительством информационно-коммуникационных технологий, формированием государственной политики поддержки и стимулирования развития науки, образования и инноваций.

Главными препятствиями на пути инновационного развития как основы долгосрочной конкурентоспособности выступают неразвитость институциональной среды, медленное формирование благоприятных условий для ведения бизнеса, архаичность российских компаний (низкая способность к освоению новых технологий и низкая клиентоориентированность), слабая интегрированность отечественной науки и образования в мировое сообщество, высокие издержки государственного регулирования экономики. Большой нерешенной проблемой остается состояние среды для бизнеса — слишком оптимистично ожидать высоких темпов роста от инновационного бизнеса, действующего, так или иначе, в рамках бизнес-среды низкого качества.

Достижение долгосрочных целей, которые выдвинуты в Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. и определены перечнем целевых показателей, безусловно, позитивно повлияет на место России в мировом сообществе, однако предполагаемая динамика из-

менений не имеет радикального характера. Как можно видеть из представленных данных, в настоящее время многие страны уже достигли или пре-взошли заложенные в Стратегии целевые показатели, а к 2020 г. они, скорее всего, продвинутся гораздо дальше и достигнут большего.

Поставленные в Стратегии «Инновационная Россия 2020» долгосрочные цели развития ориентированы на развитие отдельных элементов инновационной системы и не фокусируются на развитии устойчивых взаимосвязей между элементами системы. Целевые показатели Стратегии отражают в большей степени специфику переживаемого нашей страной периода и в меньшей степени ориентированы на накопленный мировой опыт построения экономики знаний. Достижение выдвинутых стратегических целей к 2020 г. повысит рейтинг России с точки зрения международного сообщества по ряду показателей, но в рейтингах конкурентоспособности и развития человеческого потенциала позитивные сдвиги будут определяться другими факторами, которые не нашли своего отражения в целевых индикаторах Стратегии.

Не существует простых рецептов роста конкурентоспособности. Создание экономики знаний является не только целью, но и средством повысить уровень и качество жизни, поэтому представляется необходимым не только дополнить целевые индикаторы показателями, отражающими изменения в системе норм и ценностей, культуре, ментальности и традициях населения России, но и разработать специальные программы, направленные на достижение целей социального инновационного развития.

1.4. Россия и сибирские регионы в системе мировых трендов производительности

Показатель производительности труда — один из ключевых индикаторов, характеризующих на разных уровнях эффективность производства. Его величина и динамика исследуются в различных аспектах в многочисленных публикациях как в России, так и за рубежом. Подчеркивается, в частности, его значение при оценке факторов экономического роста [Jorgenson, 1990; Roubini, 1998; Backus, 1998].

В работе авторитетных российских экономистов производительности отводится едва ли не главная роль в развитии экономики на среднесрочную и долговременную перспективу: «задача роста производительности труда приобретает значение главного приоритета..., выработка комплекса мер по кардинальному повышению производительности тру-

да в российской экономике приобретает первостепенную важность» [Бессонов и др., 2010].

Наряду с этим существует принципиально иная позиция, касающаяся роли и значения производительности труда в инновационных процессах. «...С позиции теории производственной функции совсем не очевидна возможность адекватно оценивать результаты инновационного процесса, научно-технологического прогресса ростом производительности труда»¹.

Представляет интерес задача, в которой национальные (региональные) экономики сопоставляются по индикатору, который можно условно назвать мерой «технологического прогресса, лидерства, превосходства», «технологической отдачи», «продвинутости». Речь идет о попытке соизмерить затраты и результаты применительно к макро- или региональной экономике в связи с возможностями, качеством созданного на территории производственно-технологического аппарата. Скажем, современные инновационные проектные, конструкторские и технологические разработки, заложенные в производственном аппарате, обеспечивают, по-видимому, более предпочтительное соотношение текущих затрат и результатов, чем отсталые и архаичные. Показателю производительности труда в этой задаче отводится непривычная функция.

Заметим, что задача исследуется исключительно в рамках экономической парадигмы. Не рассматриваются, скажем, экологические и другие привходящие аспекты.

Мы уже рассматривали выше многочисленные международные и отечественные индексы, «расставляющие» страны и регионы по показателю уровня инноваций, инновационной активности, привлекательности, конкурентоспособности, в том числе Глобальный индекс инноваций (The Global Innovation Index), рейтинг глобальной конкурентоспособности (The Global Competitiveness Index), рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Каждый из этих и аналогичных индексов опирается на собственную методологическую, методическую и информационную базу, опросы, интервью, многочисленные частные индикаторы².

Стоит заметить, что поставленные разработчиками «инновационных» индексов цели из-за неопределенности самого базового понятия «инновации» не отличаются особой строгостью и ясностью. То же самое

¹ Подробнее см. раздел 1.1.

² Более подробно об этих индексах см. 1.3.

относится, между прочим, и к задаче измерения технологического превосходства производственного аппарата. Представляется, однако, что, несмотря на некоторую размытость и нечеткость целей, задачи эти по сути близки, хотя и далеко не идентичны, и направлены в обоих случаях на измерение, оценку интенсивности вовлечения технологических и организационных новаций в экономическое пространство.

В этой связи неизбежно возникает вопрос о том, зачем вновь и вновь возвращаться фактически к одной и той же задаче, уже поставленной и решаемой весьма солидными и мощными структурами. Сам факт наличия множества индексов свидетельствует, по-видимому, об известной неудовлетворенности одних разработчиков результатами других. Значения самих этих индексов, кроме того, что одни больше других, в большинстве случаев не несут содержательного смысла. Наконец, результаты расчетов не всегда свободны от экспертных оценок.

Для нас основным аргументом при ответе на поставленный вопрос является возможность использования альтернативного подхода, при котором результаты расчетов абсолютно прозрачны, ясно и легко интерпретируются, базируются на достаточно привычных, «освоенных» статистической наукой и практикой индикаторах, свободны от экспертных оценок. И главным является вопрос о том, может ли показатель производительности живого труда выполнять роль индикатора, способного служить интегральной характеристикой технологического превосходства производственного аппарата на одной территории над другой?

Этот вопрос на первый взгляд представляется риторическим, если не абсурдным. В самом деле, работник сам по себе в индустриальном обществе во все меньшей степени определяет масштабы производимого им продукта. И объявлять связку продукт/ работник едва ли не критерием технологического прогресса представляется в этой связи не очень продуманным. Тем не менее, ниже мы приводим некоторые аргументы в пользу положительного его решения при некоторых, правда существенных, условиях. Подчеркнем, однако, что вопрос здесь только ставится, обсуждается, но отнюдь пока не решается.

К вопросу об оценке инновационной индустриализации. Не то что измерить, но даже определить понятие «инновационной индустриализации», «уровень технологического развития» страны, региона чрезвычайно сложно. На уровне абстракции, модели речь может идти о соотношении масштабов производства (в предположении конкурентоспособности) и совокупных затрат ресурсов, связанных с этими масштаба-

ми. Чем менее ресурсоемко конкурентоспособное производство в регионе, тем выше уровень его технологического развития.

В рамках этой модели искомый уровень на макро- и региональном уровнях можно измерить вектором, каждая компонента которого характеризует затраты того или иного ресурса на единицу ВВП (ВРП). При этом нет серьезных оснований априори утверждать о преимуществе, большей важности одних компонент (индикаторов) по сравнению с другими. И уж, во всяком случае, трудно добыть убедительные доказательства приоритета удельного показателя затрат живого труда. Навязываемая конкуренцией в интересах роста прибыли, решения других стратегических задач совокупная экономия за счет замещения одного ресурса другим осуществляется, исходя из рыночной конъюнктуры, долговременных тенденций, но никак не априорных оценок. Определенное (и то качественное) суждение о соотношении уровней технологического развития, скажем, двух разных стран возможно только в единственном случае: все компоненты вектора в одной стране лучше (хуже), чем в другой.

В общем случае в рамках исключительно экономических представлений не представляется возможным, по нашему мнению, корректно измерить и сопоставить уровни технологического развития с использованием скалярной оценки. Однако при некоторых предположениях и определенных условиях путь к решению этой задачи может быть обозначен.

Технологический прогресс предполагает вполне определенное движение, касающееся расходования ресурсов: удельное потребление традиционных видов ресурсов, как правило, сокращается, прогрессивных растет и т. д. Какие-либо особые требования в общем случае к скорости изменения никем и ничем не навязываются.

Применительно к отдельным ресурсам, однако, такого рода требование навязывается. Речь идет о необходимости выполнения на уровне закона не только качественных, но также количественных характеристик, касающихся динамики удельных показателей использования ресурса. По-видимому, это признак особой важности и ценности фактора производства, выделяющий его из всех остальных.

Привлекая более общий социологический подход, можно попытаться показать, что на макроуровне и длительном временном горизонте показатель производительности живого труда в отличие от всех остальных видов ресурсов может играть роль сводной (интегральной) характеристики технологического развития, инновационной индустриализации, выступать его мерилом. Разумеется, только в том случае, если речь идет о скалярной оценке. В принципе, повторяем, измерение уровня технологического раз-

вития, тем более в каждый данный момент времени, едва ли может этой оценкой ограничиться. На чем основано выдвинутое предположение?

Только занятые в производстве люди обеспечивают всеми необходимыми жизненными благами, кроме себя, еще и всех остальных. При этом объем произведенного работниками продукта в расчете на каждого человека во времени не должен, по крайней мере, сокращаться. Нарушение этого фундаментального условия (требования, закона) тренд народонаселения может привести к серьезным конфликтам. Соотношение людей «с сошкой и с ложкой» при данных социальных притязаниях не может быть произвольным, случайным, но закономерно и тесно увязано с уровнем производительности работников.

Являясь социальным законом, требование роста производительности:

- обусловлено увеличением численности населения;
- отражает глубинную потребность в росте благосостояния;
- мобилизует интеллектуальный ресурс общества для создания все более эффективного производственно-технологического аппарата;
- приводит к разрушению социальных преград (производственных отношений), ему мешающих;
- относится, по-видимому, к необходимым условиям цивилизованного бесконфликтного существования общества.

Неумолимое по высшим социальным критериям требование поддерживать равновесие между объемом произведенного продукта, produцируемого частью населения, и численностью всего населения (при данных его потребностях) ставит (неизбежно) на второй план собственно экономические вопросы.

Материальные и энергетические ресурсы, задачи их эффективного использования, оставаясь чрезвычайно важными, возможно, даже критическими в каждый данный момент времени, тем не менее, не могут не становиться на длительном временном горизонте промежуточными и второстепенными по отношению к конечной социальной цели общественного производства.

Все это в данной логике и постановке означает, что живой труд объективно приобретает некое новое качество, известного рода приоритет относительно всех иных ресурсов производства. Параметр, характеризующий его продуктивность, меру использования, может быть, по нашему мнению, «титулован» в рассматриваемом аспекте как «первый среди равных».

Статистический показатель «производительность труда», соотнося объем ВВП (ВРП) с затратами труда, рабочего времени (так или иначе

измеренными), характеризует тем самым продуктивность среднего работника. В индустриальном обществе эта продуктивность достигается опосредованно за счет технологических возможностей, созданного производственного аппарата. Иначе говоря, исчисленная таким способом производительность труда отражает фактически меру использования потенциала, заложенного в существующем производственном аппарате.

На этапе экономического роста при благоприятной конъюнктуре рынка индикаторы использования производственного аппарата близки к максимальным значениям. Ухудшение конъюнктуры влечет сокращение темпов или масштабов производства, понижает отметку использования производственных мощностей, прямо отражается на показателях производительности труда. Но производственный потенциал не подвержен текущим конъюнктурным колебаниям.

Из этого следует важный вывод: измерение уровня технологического развития с использованием статистических показателей производительности труда предполагает определенные условия, а именно долговременный горизонт и позитивный тренд.

Для придания всем этим рассуждениям приземленности и достоверности стоит обратиться к сопоставлению конкретных результатов ранжирования стран с использованием различных подходов. Динамика критериального признака при любом подходе не является монотонной, практически всегда обнаруживаются переходы от количественных изменений к качественным. Это означает, что существуют некие объективные предпосылки для объединения, консолидации стран в группы, относящиеся к разным классам. Первый класс составляет группа стран с близкими друг другу наилучшими значениями признака, второй класс — группа со значениями признака заметно хуже, чем в первом классе, но существенно лучше, чем в остальных, и т. д.

Представляется, что результаты такой «групповой» классификации с точки зрения исследования инновационных процессов, технологического прогресса более ценные, чем просто индивидуальное ранжирование; позволяют сосредоточиться на том общем, что, скажем, объединяет страны примерно с одним и тем же значением индекса и разделяет страны с заметно разными его значениями. Кроме того, эти результаты более устойчивы. Например, в соответствии с The Global Competitiveness Index, США, занимая в 2009–2010 гг. 2-е место в общем списке, уже через год в 2010–2011 гг. перешли на 4-е, Швеция, наоборот, — с 4-го на 2-е,

Дания — с 5-го на 9-е, Катар — с 22-го на 17-е и т. д. Свой класс, тем не менее, эти страны не покинули.

Выше мы сделали предположение, что цели измерения с использованием «инновационных» индексов и показателя производительности труда достаточно близки, хотя и не идентичны в том смысле, что результаты этих измерений не могут сильно расходиться. Для проверки предположения были сделаны расчеты, представленные в табл. 1.14.

Итак, были проранжированы 108 стран по показателю производительности труда¹. Оказалось, что у первых семи стран с наиболее высокими показателями производительности пересечение с первыми семью странами с наиболее высокими значениями двух других индексов незначительно. Иначе говоря, группа лидеров по производительности и группа лидеров по значению упомянутых индексов имеют мало общего между собой. Например, первые семь стран в соответствии с Global Innovation Index — это Исландия, Швеция, Гонконг, Швейцария, Дания, Финляндия, Сингапур. В пересечении находится только Сингапур (6-е место по производительности и 7-е место по значению индекса), что составляет 14,3 %.

У первых 16 стран с наиболее высокими показателями производительности пересечение составляет уже примерно 66 %, у первых 26 стран — около 90 %.

О чем свидетельствует проведенное сопоставление? Яркие лидеры (первые в списке) из совокупности стран, ранжированных в соответствии с Global Innovation Index и The Global Competitiveness Index, — это, в общем, одни и те же страны. Пересечение у первых 7 стран составляет 71,4 % (Сингапур, Швеция, Финляндия, Дания, Швейцария). В то же время лидеры по производительности труда — это другие страны.

Важно, однако, что при последовательном расширении объема выборки, включении в нее не только ярких лидеров, но и близких к ним соседей по тому или иному показателю наблюдается тенденция стягивания стран в некую общую достаточно стабильную структуру. Напрашивается предположение, что существует устойчивая группа из 20–25 % стран мира, которые относятся к лидерам по любому разумному экономическому критерию. При этом, показатель производительности живого труда может являться одним из таких критерии, и результаты ранжирования в соответствии с ним не противоречат общепринятым подходам.

Отраслевая структура экономики и уровень производительности труда. Потребность в интегральной характеристике результатов об-

¹ Подробнее об источнике информации и методике расчетов см. ниже.

Таблица 1.14

Сопоставление результатов ранжирования стран по разным критериям

Страны с наивысшей производительностью труда в 2010 г.*	Число стран (нарастающим итогом)	Интервал величины производительности труда, тыс. долл./чел.	Пересечение с соответствующими лидерами из списка стран, включенных в	
			Global Innovation Index 2009–2010***	The Global Competitive-ness Index 2009–2010**
Люксембург	7	82,7–105,2	1(14,3 %)	2 (28,6 %)
Соединенные Штаты Америки				
Норвегия				
Катар				
Ирландия				
Сингапур				
Бельгия				
Австралия	16	72,0–105,2	10 (62,5 %)	11(68,7 %)
Гонконг				
Австрия				
Франция				
Нидерланды				
Великобритания				
Канада				
Швеция				
Финляндия				
Тайвань	26	64,0–105,2	22 (84,6 %)	23 (88,5 %)
Италия				
Исландия				
Германия				
Испания				
Дания				
Швейцария				
Япония				
Тринидад и Тобаго				
Объединенные Арабские Эмираты				

* Всего в списке 108 стран.

** Всего в списке 139 стран.

*** Всего в списке 132 страны.

щественного производства существует. Имманентно присущая капиталистическому производству нацеленность на безудержный экономический рост предполагает решение множества задач, способствует увеличению ВВП (ВРП), добавленной стоимости, но отнюдь не сводится к этому. Тем не менее, принято считать в качестве обобщенной сводной характеристики развития национальной экономики макроэкономический агрегат — ВВП и производные от него. Причем известная неудовлетворенность от столь высокой его роли систематически проявляется в разных ситуациях, аспектах. Например, в дискуссиях, касающихся характеристик развития российской экономики в период 2000–2007 гг. с его рекордными темпами роста ВВП. В центре этих дискуссий вопрос о соотношении роста и развития.

В соответствии с методологией Росстата валовой внутренний продукт (ВВП) представляет собой конечный результат производственной деятельности..., который измеряется стоимостью товаров и услуг... для конечного использования. ВВП... представляет собой сумму валовой добавленной стоимости всех видов экономической деятельности... плюс чистые налоги на продукты. Валовая добавленная стоимость исчисляется на уровне видов экономической деятельности... как разность между выпуском товаров и услуг и промежуточным потреблением [Методика..., 2014].

Различные виды экономической деятельности обладают в зависимости от предназначения, расположения в системе технологических связей разной возможностью удовлетворять конечные общественные потребности. Иначе говоря, в различных отраслях продукция распадается в разных пропорциях на конечное и промежуточное потребление. Продукция, например, первичных сырьевых отраслей, расположенных в начале технологической цепочки, потребляется преимущественно в отраслях экономики (своей и других), формируя в них текущие издержки, и лишь в относительно малой степени является частью конечного общественного потребления. Перерабатывающие отрасли промышленности уже в большей степени формируют конечный продукт.

Суммарный (общественный) конечный продукт равен суммарной условно чистой продукции. Условно чистая продукция (добавленная стоимость) определяется в системе национальных счетов, межотраслевого баланса как разность между валовым продуктом отрасли и суммой ее текущих (промежуточных) затрат. В стоимости продукции (в валовом продукте) сырьевых отраслей доля зарплаты, прибыли, чистых налогов и других компонент условно чистой продукции может быть весьма высока. Тем не менее, по отношению к ВВП (сумме добавленных стоимостей, условно

чистой продукции) эта доля, как правило, сравнительно низка. Иначе говоря, роль сырьевого сектора в созидании ВВП относительно невелика.

В структуре валовой добавленной стоимости в 2012 г. в целом по РФ доля сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства (в текущих ценах) составляет 4,2 %, добычи полезных ископаемых — 11,2 %, обрабатывающих производств — 17,3 % и т. д. В странах с развитым рынком доля сельского хозяйства еще меньше.

Рост производства, производительности труда в масштабах национальной экономики практически повсеместно сопровождается сокращением доли сельского хозяйства в структуре добавленной стоимости, увеличением доли промышленности и услуг. К слову сказать, это означает лишь то, что добавленная стоимость, зарождаемая в недрах сельского хозяйства, фактически во все большей степени реализуется в отраслях промышленности. Особенность сельскохозяйственной продукции в том, что она практически не поступает в конечное использование непосредственно с места производства в своей натуральной форме, но лишь в промышленно переработанном виде. Полезно помнить, однако, что исчезновение сельского хозяйства (именно исчезновение, а не нулевая доля в ВВП) сократит валовой внутренний продукт страны отнюдь не на 4 %.

Может сложиться впечатление, что сопоставление уровней технологического развития с использованием показателей производительности труда предполагает непременно идентичную отраслевую структуру экономики. Нам это требование кажется не обязательным и даже излишним; представляется как неправильная постановка вопроса.

Высокая доля сельского хозяйства, добывающих отраслей в структуре ВВП совсем не обязательно означает архаичное строение национальной экономики. Если продукция этих отраслей обеспечивает достаточную для развития норму прибыли на авансированный капитал, она вос требована рынком не в меньшей степени, чем высокотехнологичные виды продукции.

Модель американской экономики, как и некоторых западноевропейских, с исключительно высокой долей сферы услуг никак не может быть объектом подражания всеми странами мира.

Тенденция к постиндустриальному развитию в отдельных странах и регионах, во-первых, не приводит автоматически к уменьшению потребности в ресурсах. Во-вторых, предполагает с необходимостью наличие территории с индустриальным типом развития, производством традиционных ресурсов — энергии, металла, цемента и др.

Наблюдаемое последовательное перемещение центра тяжести например, в сфере занятости из индустрии в область широко понимаемого сервиса

са, отнюдь не является хаотическим, подчиняется жестким системным ограничениям. Высвобождение работников из сферы материального производства происходит только в меру роста производительности труда, само существование «надиндустриальных этажей» в мировом сообществе связано с тем, что они порождают новые дополнительные возможности и импульсы росту производительности.

Постиндустриальные территории, последовательно освобождаясь от массового производства традиционных товаров, грязных технологий, сами одновременно продолжают оставаться крупными потребителями не только самых современных приборов, материалов, технологий, но и традиционных первичных ресурсов. Значение США и Европы как мировых потребителей базисных ингредиентов сокращается, но только в следующем смысле: рост потребления здесь меньше, чем в остальном индустриальном или индустриализирующемся мире, или иначе: падают темпы роста потребления, но не абсолютные масштабы.

Достигнутое значение производительности труда в масштабах национальной экономики характеризует технологический потенциал, возможности, заложенные в производственном аппарате; отражает одновременно ограничения, порожденные отраслевой структурой экономики. Условия для прогрессивных отраслевых структурных сдвигов, точно так же, как и для достижения более высоких технологических стандартов (тем самым, роста производительности в обоих случаях), вызревают в процессе конкурентной борьбы. Сроки созревания этих условий различные в разных странах.

Структурная трансформация «отсталой» экономики может осуществляться не иначе, как естественным образом, в соответствии с изменившимися условиями; предполагает закономерную этапность, невозможность перескочить через определенные стадии развития. В этом смысле соотношение уровней производительности труда в различных странах является отражением как технологического уровня в разных секторах, так и объективно сложившейся структуры экономики.

Долговременные мировые тренды производительности. Прежде всего, обоснуем выборку из стран мира, в рамках которой будут исследоваться тенденции производительности. База данных, например, Пенсильванского университета включает показатели в длительной перспективе 189 стран. Более короткие ряды, но по гораздо большему числу индикаторов построены Мировым банком. По данным Банка, мировой объем ВВП (ППС) в 2010 г. (в ценах 2005 г., долл.) составляет приблизительно 67,7 трлн долл.

И информационная база Пенсильванского университета включает несколько вариантов расчета показателя производительности труда, разли-

чающихся преимущественно оценкой занятости (рабочей силы, числа работников). В одном из них в качестве оценки рабочей силы используются данные Международной организации труда (МОТ). По оценкам экспертов, этот подход стоит несколько особняком и далее не рассматривается. Что касается остальных вариантов расчета производительности, то сравнительно небольшая разница в оценках, связанная фактически с разными представлениями о корректной методике измерения уровня безработицы, существует. Например, в США за период 1990–2007 гг. разница в оценках производительности по годам при разных подходах не превосходит, как правило, 5–7 %, в Китае — 1–3 %.

Главное для нас, однако, в том, что долговременная динамика показателей производительности по вариантам едва ли различима. Скажем, темп роста в США по вариантам с 1990 по 2007 г. составляет от 134,4 до 135,1 %, в Китае — от 452,5 до 462,7 %. В этой связи мы без особого обоснования используем в дальнейшем вариант расчета производительности труда, в котором знаменатель искомого показателя равен так называемой «общей занятости»¹.

Для оценки выборки все 189 стран были проранжированы в соответствии с объемами ВВП (ППС) в 2010 г. Ставилась задача определить (минимальное) множество стран с наиболее высокими показателями ВВП, расширение которого на единицу увеличивает совокупный ВВП этих стран на сравнительно малую величину (оказывает слабый предельный эффект).

Мы посчитали возможным включить в выборку 37 стран (ТОП-37), перечисленных на рис. 1.3. На оси абсцисс расположены страны в порядке убывания абсолютных масштабов экономики². Объем ВВП этих 37 экономик мира составляет в 2010 г. (в ценах 2005 г.) почти 58 трлн долл., их доля в мировом ВВП в 2010 г. составляет приблизительно 86,1 %, в населении — 67,9 %.

Очевидно, что все сколько-нибудь крупные структурные сдвиги в мировой экономике будут в обозримой перспективе определяться этой группой стран. Тем самым выборка стран ТОП-37, концентрируя подавляющую часть производства, представляет собой нечто гораздо большее.

¹ Общая занятость включает в себя гражданскую занятость (всех занятых старше определенного возраста, работающих по найму, на семейном предприятии без оплаты, являющихся работодателями, владельцами собственного бизнеса), а также армейский контингент.

² За небольшим количеством изъятий по данному критерию, связанных с информационными ограничениями, список этих стран с наиболее высокими показателями ВВП (ППС) в 2010 году, а также с показателями их производительности приведен в приложении 1.5.

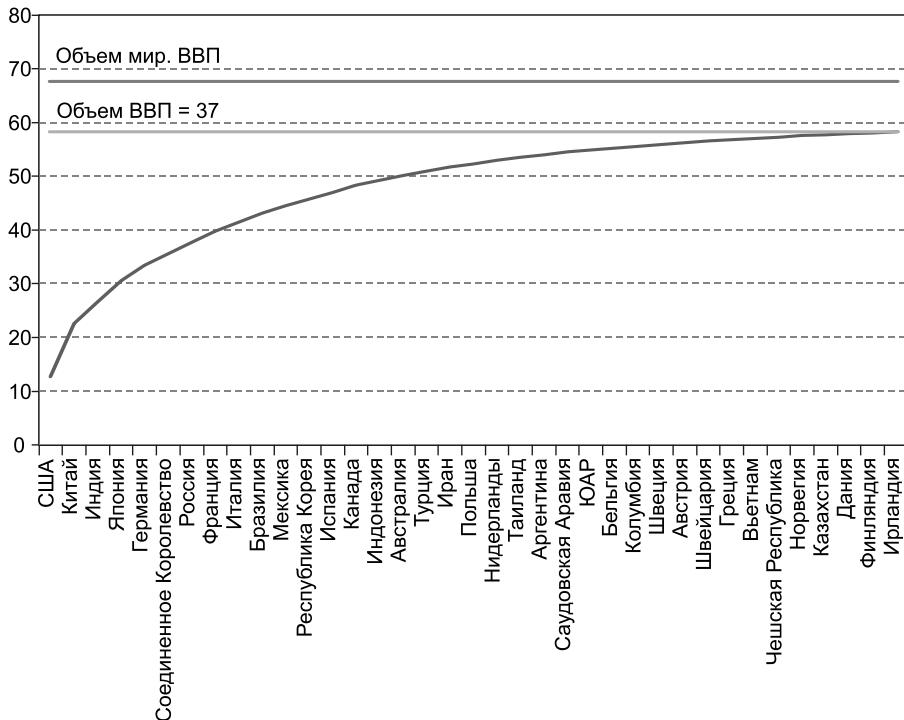


Рис. 1.3. Объем ВВП (ППС) нарастающим итогом за 2010 г., трлн долл. (в ценах 2005 г.). Рассчитано по данным Центра международных исследований Пенсильванского университета

шее, чем просто модель (или представительная выборка) для исследования глобальных процессов производительности; в сущности — мировую экономику.

Не во всех исследуемых ниже случаях имеются необходимые сопоставимые данные по всем 37 странам. Поэтому в дальнейшем мы указываем в скобках число стран из 37, участвующих в каждом конкретном расчете. В частности, расчет среднего показателя производительности осуществлялся по данным 30 стран¹.

Итак, динамика сводного (среднего) выборочного показателя производительности труда в сопоставлении с данными по США представлена на рис. 1.4.

¹ Без Вьетнама, Германии, Казахстана, Польши, России, Саудовской Аравии, Чешской Республики.

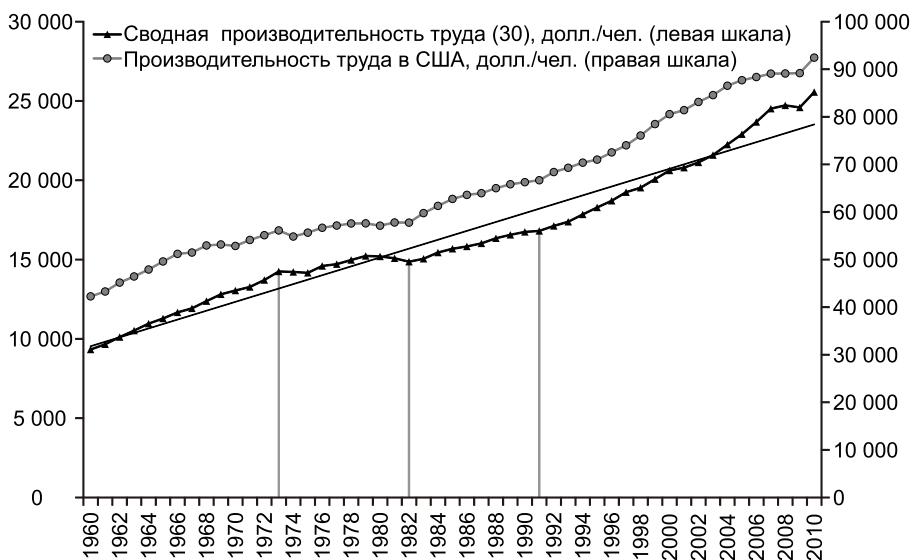


Рис. 1.4. Производительность труда, в ценах 2005 г., долл./чел. Рассчитано по данным (Сайт Центра международных исследований)

Как видно, с 1960 по 2010 г. включительно сводный показатель производительности труда 30 крупнейших экономик мира (доля в мировом ВВП — 76,2 %) за малым исключением систематически возрастал. За 50 лет (1961–2010) он вырос в 2,7 раза, среднегодовой (среднегеометрический) темп прироста составил примерно 2,0 %. Любопытно, что динамика производительности, похожая на линейный закон, при более внимательном рассмотрении ему не подчиняется, тенденции в течение 50-летнего периода меняются, наблюдаются характерные перегибы. Форма кривой в действительности напоминает змейку, обвившуюся вокруг линейного тренда.

Важнейшие закономерности полувекового развития сводятся к следующим. С 1961 по 1973 г. производительность рассматриваемых 30 стран растет примерно с одним и тем же очень высоким среднегодовым темпом прироста 3,3 %. Неизбежная «усталость» от столь динамичного развития за длительный период, последствия мирового энергетического кризиса проявляются в дальнейшем практически в стабилизации показателя производительности, отсутствии сколько-нибудь существенного роста. За последующие 9 лет (с 1974 по 1982 г.) среднегодовой темп прироста составил менее 0,5 %. Затем ситуация несколько выравнивается, с 1983 по 1991 г. (за 9 лет) среднегодовой темп при-

роста повысился примерно до 1,4 %. И лишь с 1992 по 2010 г. (19 лет) искомый показатель вновь превысил средний за 50-летний период уровень — 2,2 %.

Складывающаяся примерно с начала 1970-х до начала и середины 1980-х гг. устойчивая тенденция к замедлению темпов прироста производительности, фактически его обнулению никак не предвещала с позиции формального анализа рождение принципиально нового тренда с середины 1980-х и особенно начала 1990-х годов. Тем не менее, латентные невидимые внешние структурные сдвиги, накопление сил в сфере R&D, углубление глобализационных процессов привели к тому, что длительный этап стагнации сменился продолжающимся до конца нулевых годов (за исключением кризиса 2008–2009 гг.) периодом не просто высокого, но в тенденции возрастающего темпа.

Наиболее рельефно кривая такого же типа проявилась применительно к развитию в США и Канаде. Похоже, что как раз США, занимая доминирующие позиции в структуре ВВП рассматриваемых 30 стран, во многом и породили общий тренд.

В действительности, динамика сводного показателя производительности является синтезом очень разных тенденций в различных странах (табл. 1.15).

Сравнительно стабильные темпы прироста производительности на всем 50-летнем интервале, причем, как правило, более высокие, чем в среднем, демонстрируют менее 10 стран из 30. Только в Ирландии можно наблюдать на всем промежутке весьма впечатляющую картину наращивания темпов.

Для многих стран характерно появление возрастающего тренда вслед за периодом стагнации. Для США и Канады этап стагнации датируется примерно с середины 1970-х до середины 1980-х гг., для Австралии — с начала 1970-х до начала 1980-х гг., для Швеции — с начала 1970-х до середины 1980-х гг.

Стоит подчеркнуть, что существенное изменение характера развития происходит, как правило, в начале и середине 1980-х гг. Одни страны, начиная с этого времени, улучшают сложившиеся ранее тенденции, другие (меньшинство) ухудшают. По-видимому, примерно вторая половина 1980-х годов — это некий рубеж, в течение и за пределами которого появились принципиально новые возможности и источники развития. Не всем государствам удается вскочить в поезд новых возможностей, не все страны с их институтами оказались к ним равно восприимчивы. Почему — в этом главная интрига разворачивающейся инновационной революции.

Таблица 1.15

Классификация стран в зависимости от динамических характеристик производительности

Характеристики производительности	Страны
На всем протяжении сравнительно стабильные (сопоставимые со средними и выше) темпы прироста	Австралия, Бельгия, Дания, Великобритания, Франция, Австрия, Япония, Индонезия
На всем протяжении сравнительно стабильные (ниже средних) темпы прироста	Колумбия
Тенденция к ускорению темпов прироста	
на всем протяжении	Ирландия
с начала и середины 1980-х гг.	США, Канада, Корея, Китай, Швеция
с начала 1990-х гг.	Норвегия, Финляндия, Аргентина, Индия, Таиланд, Турция (с начала нулевых годов)
Тенденция к замедлению темпов прироста	
с начала 1980-х гг.	Греция, Нидерланды, Швейцария
с начала и середины 1990-х гг.	Италия, Испания
Практически нулевые и отрицательные темпы прироста	
с начала 1970-х гг.	Мексика
с начала 1980-х гг.	ЮАР, Иран, Бразилия

Дифференциация показателей производительности. Насколько велик между странами разброс в уровнях производительности, какие здесь наблюдаются тенденции? Если говорить о соотношении крайних показателей в пределах рассматриваемых 30 стран, то вырисовывается впечатляющая картина устойчивого сближения, хотя и с разной интенсивностью. В 1960–1970-е гг. искомое соотношение составляло примерно от 55 до 80 раз, слабая тенденция к сближению обозначилась здесь примерно с конца 1960-х гг. Тренд заметно усилился и приобрел новое качество с начала 1980-х гг. Достигнутая к этому времени величина размаха примерно в 50 раз сократилась к концу нулевых годов до сравнительно «пристойной» в такого рода экономических сопоставлениях величины в 11 раз.

Что касается конкретных лидеров и аутсайдеров, по отношению к которым, собственно, и производится сравнение, то их относительное положение не оставалось неизменным. В течение рассматриваемого полувекового периода роли распределялись следующим образом:

Роль лидера	Роль аутсайдера
США — 18 лет (1960–1968 , 1981, 1983–1989, 2010 гг.)	Китай — 41 год (1960–2000 гг.)
Швейцария — 12 лет (1969–1980 гг.)	Индия — 10 лет (2001–2010 гг.)
Норвегия — 20 лет (1990–2009 гг.)	
Бельгия (1982 г.).	

Системные характеристики рассеяния показателя производительности обнаруживают более сложную их конфигурацию во времени. Например, коэффициент вариации даже, вообще говоря, возрастает до конца 1980-х гг. (рис. 1.5). И лишь с начала 1990-х гг. наблюдается устойчивая тенденция к сближению показателей. Иначе говоря, последние примерно два десятилетия характеризуются преимущественными темпами производительности стран-аутсайдеров.

Что касается региональной концентрации производства, то долговременная тенденция, по крайней мере, в соответствии со значением ННІ

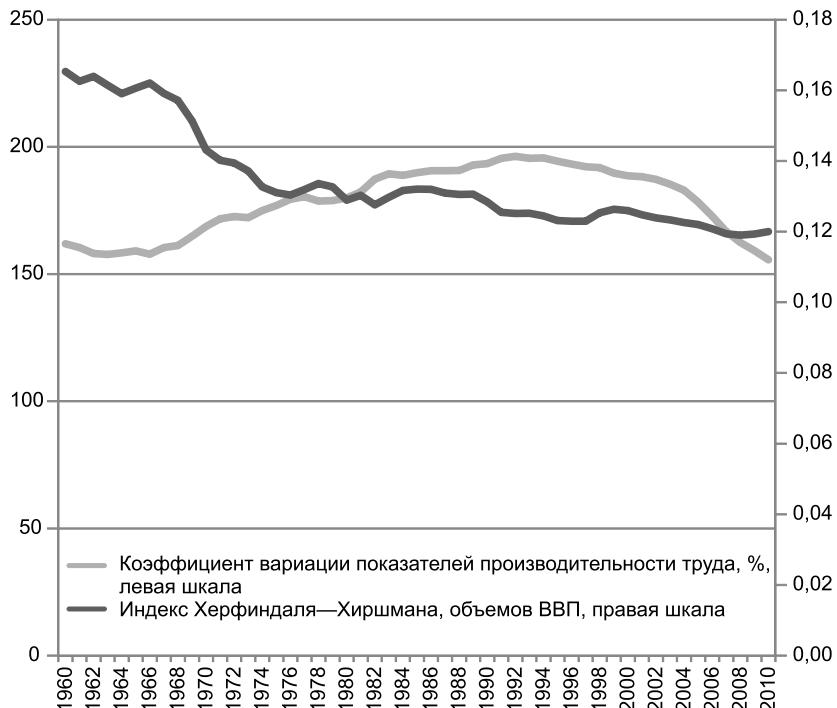


Рис. 1.5. Некоторые показатели рассеяния по странам мира (30). Рассчитано по данным (Сайт Центра международных исследований, Сайт Economicus.Ru).

(индекса Херфиндаля—Хиршмана), свидетельствует о постепенном выравнивании масштабов производства по странам мира на всем 50-летнем отрезке, уменьшении доли крупнейших экономик в совокупном ВВП, увеличении удельного веса стран со сравнительно малыми объемами производства (см. рис. 1.5). Немалую роль в этом процессе пространственной диффузии сыграло то обстоятельство, что доля США в совокупном ВВП рассматриваемых 30 стран сократилась за полвека примерно с трети до четверти, доля Индии возросла с 4,2 до 7,9 %, Китая — с 2,8 до 18,5 %.

Производительность труда и уровень жизни. Исследование глобальных трендов производительности, важное само по себе, приобретает дополнительное значение, серьезное социальное звучание в связи с динамикой уровня жизни населения, а также процессами его территориального расслоения или сближения.

Величина производительности труда, ее динамика, по-видимому, являются одним из важнейших, если не решающим условием достижения все более высокого уровня конкурентоспособности социально-экономической системы, в конечном итоге — качества жизни населения. Грубо говоря, чем больше производительность труда, тем выше качество жизни.

Известное статистическое подтверждение можно увидеть из данных табл. 1.16.

Значение коэффициента корреляции указывает на достаточно тесную связь между рассматриваемыми переменными. Если в одной стране производительность больше, чем в другой, то с очень высокой вероятностью выше и уровень жизни. Преимущество страны в показателях производительности проявляется и в параметрах социального эффекта.

Любопытно, однако, насколько эти наблюдения справедливы по отношению к развитию отдельных стран во времени. Иначе говоря, в какой мере показатели уровня жизни являются благодарным объектом для роста производительности.

Для ответа на поставленный вопрос оценим тесноту связи (в статистическом смысле) между показателями производительности труда и расхода домохозяйств на конечное потребление на душу населения в динамике применительно к двум разным в очень многих смыслах странам — США и Китаю (табл. 1.17).

Как видно, связь между рассматриваемыми показателями в отсутствие сколько-нибудь значительных потрясений едва ли не функциональная. Это относится как к длинным, так и к коротким рядам. Тем самым, не обсуждая причинно-следственные связи, можно утверждать,

Таблица 1.16

Параметры статистической зависимости показателей производительности труда и уровня жизни населения по совокупности стран

Параметр	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
<i>Производительность труда* и расходы домохозяйств на конечное потребление (на душу населения)**</i>							
Коэффициент линейной корреляции	0,943	0,931	0,929	0,929	0,942	0,944	0,950
Коэффициент ранговой корреляции Спирмена	0,924	0,922	0,875	0,877	0,900	0,919	0,911
Количество наблюдений (стран)	29	29	33	36	36	36	34
<i>Производительность труда* и индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП)***</i>							
Коэффициент линейной корреляции	0,902	—	0,925	—	0,928	0,929	0,933
Коэффициент ранговой корреляции Спирмена	0,835	—	0,848	—	0,894	0,906	0,898
Количество наблюдений (стран)	31	—	33	—	36	36	36

* ВВП (ППС) / общая занятость, в ценах 2005 г., долл./чел. Источник: Сайт Центра международных исследований.

** Расходы домохозяйств на конечное потребление (ППС) в ценах 2005 г. Источник: Сайт Всемирного банка.

*** Источник: Сайт Отчета о развитии человечества.

что показатели производительности и уровня жизни изменяются во времени «бок о бок» (следуют друг за другом «по пятам» и пр.).

В США за период 2000–2010 гг. теснота связи несколько ослабляется, начинает ощущаться дыхание кризиса; за 2005–2010 гг. связь, естественно, нарушается, конъюнктурный кризисный спад производства и производительности труда далеко не сопровождаются столь же негатив-

Таблица 1.17

Значение коэффициента линейной корреляции между показателями производительности труда и расходов домохозяйств на конечное потребление на душу населения в ценах 2005 года

Страна	1980–2010	1985–2010	1990–2010	1995–2010	2000–2010	2005–2010
США	0,995	0,993	0,990	0,979	0,895	-0,240
Китай	0,996	0,997	0,997	0,998	0,999	0,999

Рассчитано по данным (Сайт Центра международных исследований, Сайт Всемирного банка).

ными тенденциями уровня жизни. Китай, как известно, кризис практически не заметил, что и выразилось в значении коэффициента корреляции и за рассматриваемые последние пять лет.

Динамика производительности в России. Ощущая стратегическое значение уровня производительности труда, политическое руководство на протяжении советской истории неоднократно ставило задачу «догнать и перегнать». Последняя из этих попыток относится к периоду перестройки.

В постсоветский период лозунги ускорения не были забыты. В 2008 г. на заседании Госсовета, вдохновленного результатами предыдущих «тучных» лет, рассматривалась Концепция развития страны до 2020 года. Была провозглашена необходимость в основных секторах достигнуть «как минимум четырехкратный рост показателя производительности труда за 12 лет» [Путин, 2008]. Нетрудно посчитать, что четырехкратный рост за 12 лет соответствует среднегодовому (среднегеометрическому) темпу прироста 12,2 %.

По данным Пенсильванского университета, экономика России является одной из крупнейших в мире, занимая в 2010 г. седьмое место по объему ВВП (ППС) в постоянных ценах 2005 г. Что касается уровня производительности труда, то его значение далеко отстоит от показателей стран с развитым рынком. Не последнюю роль здесь сыграли известные события 1990-х гг. (рис. 1.6).

Если 35 стран с крупнейшими экономиками мира¹ в совокупности (доля в мировом ВВП в 2010 г. — 85,1 %, в населении — 67,3 %) за последние 20 лет устойчиво (за исключением 2009 г.) наращивали уровень производительности труда, то в целом для стран СНГ² и России это был период испытаний. Последовательно сокращаясь до 1998 г. включительно, показатель производительности, например, в России восстановил уровень 1990 г. только приблизительно к 2005 г. Потеряно 15 лет. В течение значительного периода времени показатель производительность труда в России уступал фактически среднемировому уровню.

С конца 1990-х гг. динамика производительности труда в России и СНГ обнаруживает преимущественные темпы по отношению к мировым трендам. К 2010 г. в целом по СНГ уровень производительности вы-

¹ Без Казахстана, Саудовской Аравии.

² Точнее: Азербайджан, Армения, Казахстан, Киргизия, Молдавия, Россия, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан, Украина, Белоруссия.

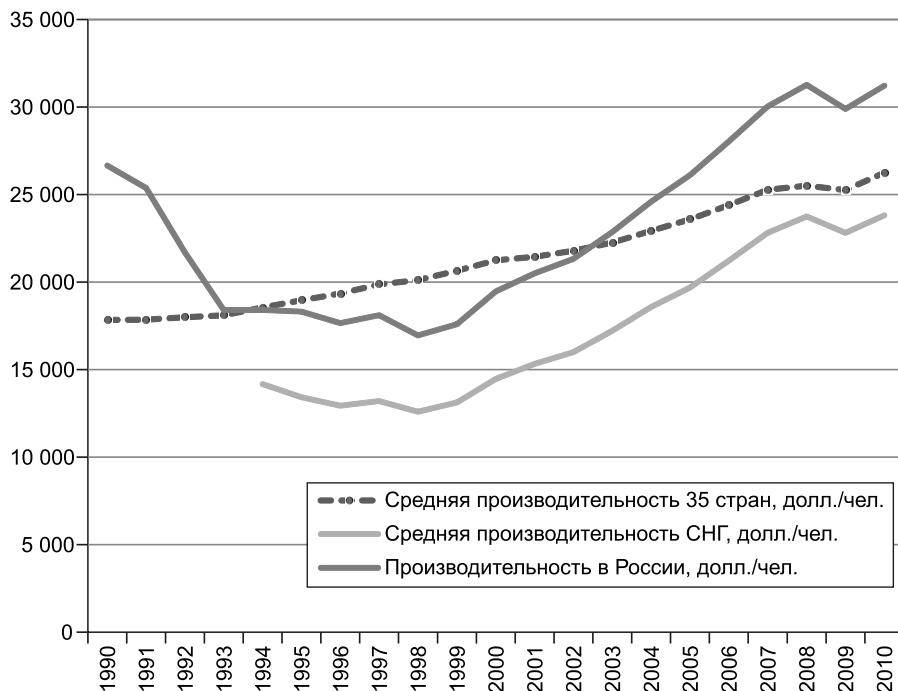


Рис. 1.6. Динамика производительности труда. Рассчитано по данным (Сайт Центра международных исследований)

рос по отношению к 1999 г. в 1,81 раза, в России — в 1,77 раза, в 35 странах — в 1,27 раза.

Данные, касающиеся соотношения исследуемых индикаторов в России и других странах, представлены в таблице 1.18.

Таблица 1.18

Показатель производительности труда в России по отношению к некоторым странам мира

Страны	1990	1995	2000	2005	2010
35 стран, %	149	97	92	111	119
СНГ, %	—	137	135	133	131
США, %	40	26	24	30	34
Китай, разы	12,8	5,2	3,9	3,5	2,5
Индия, разы	7,0	4,3	3,8	4,1	3,6

Рассчитано по данным (Сайт Центра международных исследований).

В рамках сопоставительного анализа, итоги последнего двадцатилетия для России, характеризующегося как небывалом спадом, так и значительным ростом, в целом не впечатляют. Наилучшие относительные характеристики датируются 1990 г., фактически относятся к советскому периоду. Максимум, чего удалось добиться, — это сравнительно устойчивое примерно 30–35-процентное превышение над средним показателем по СНГ. Примерно 50-процентное превышение над 35 странами в 1990 г. сократилось в 2010 г. до 20 %. Если в США производительность труда в 1990 г. была примерно в 2,5 раза выше, чем в РФ, то в 2010 — в 3 раза. Наконец, резко сблизились показатели производительности со странами, численность населения в которых превышает миллиард человек. Отставание Индии от России за двадцатилетний период сократилось примерно в два раза, Китая — в пять раз.

Сибирский округ на фоне России. Для исчисления динамики производительности труда объемы ВРП в текущих ценах с использованием разработанного Росстатом индекса физического объема пересчитывались в постоянные цены 2005 года¹. Расчеты по регионам СФО осуществлялись на общероссийском фоне. Данные до и после кризиса представлены в табл. 1.19.

Итак, рассматривая на постсоветском периоде в качестве стартовой позиции 1998 г., характеризующийся наименьшими показателями производительности труда, выделим следующие важнейшие закономерности последующего развития. В целом с 1999 по 2012 г. сибирские регионы демонстрировали более слабую динамику, чем европейская часть страны и уральский регион. Но это преимущество западных областей было достигнуто исключительно на этапе благоприятной внешнеэкономической конъюнктуры.

Стабилизация мировой цены на нефть существенно изменила пространственную конфигурацию (относительных) показателей продук-

Таблица 1.19

Среднегодовые темпы прироста производительности труда по периодам, %

Регион	1999–2008	2009–2012	1999–2012
РФ	6,5	1,4	5,0
СФО	5,3	2,0	4,4

Расчеты авторов по данным Росстата.

¹ По аналогии с базой данных Мирового банка и Пенсильванского университета, касающихся объемов ВВП.

тивности. На этапе выхода из кризиса с 2009 по 2012 г. динамика производительности повсеместно и заметно ухудшилась. Но если в целом по стране среднегодовые темпы прироста сократились примерно в 4,5 раза, то в СФО — в 2,5 раза. Таким образом, в целом по стране за 2009–2012 гг. положительный среднегодовой прирост производительности удалось достигнуть во многом за счет СФО, который после кризиса выступает, в общем неожиданно, драйвером экономического подъема и роста производительности.

Не следует, однако, преувеличивать значение этого факта, тем более, делать далеко идущие выводы, чудес не бывает. «Прыжок» производительности в СФО в 2009 г. никак не обусловлен системными факторами. Преимущественный кратковременный рост после 2008 г. оказался недостаточным, чтобы восстановить относительные показатели конца 1990-х гг. В действительности в течение всего рассматриваемого периода отставание показателей производительности в СФО от среднероссийских показателей усугубляется, потенциал преимущественного роста с очевидностью угасает (рис. 1.7).

Из 12 регионов СФО только три могут похвальиться более высокими или сопоставимыми с российскими показателями производительности (табл. 1.20).

Какие наблюдаются тенденции — позитивные или негативные — зависит, как водится, от точки отсчета. По отношению к 1998 г. они заметно ухудшаются, по отношению к 2008 г. — улучшаются. Если, скажем, превышение производительности над общероссийским показателем составляло в 1998 г. в Красноярском крае и Томской области около 33 %, то в последние годы 15–19 % и 11–12 % соответственно.

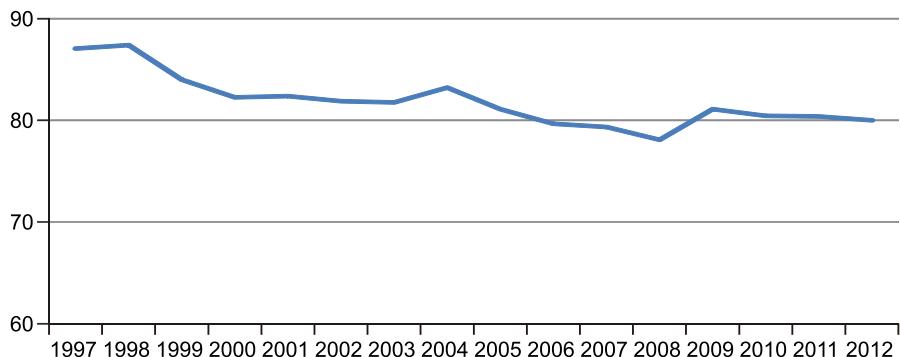


Рис. 1.7. Величина производительности труда в СФО относительно среднероссийских показателей, РФ — 100

Таблица 1.20

**Уровень производительности труда
в сибирских регионах-лидерах, РФ — 1,0**

Регион	1998	2008	2009	2010	2011	2012
Красноярский край	1,30	1,08	1,14	1,15	1,16	1,19
Иркутская область	1,01	0,86	0,94	0,96	0,97	1,02
Томская область	1,32	1,08	1,11	1,12	1,11	1,11

Прогнозные характеристики производительности. Впервые на Португалию как ориентир экономической политики в новых постсоветских условиях с высоких трибун было обращено внимание в конце 1999 г. «Для того чтобы достичь душевого производства ВВП на уровне современных Португалии и Испании, ... нам понадобится примерно 15 лет при темпах прироста ВВП не менее 8 % в год. Если сумеем в течение этих же 15 лет выдерживать темпы прироста ВВП на уровне 10 % в год, то достигнем нынешнего уровня душевого производства ВВП Великобритании или Франции» [Путин, 1999].

По некоторым оценкам, относящимся к 2002 г., в зависимости от разных, хотя и достаточно реалистичных к тому времени предположений, достигнуть Португалию по показателю душевого ВВП Россия сможет в интервале от 2022 г. до 2065 г. [Теплухин, Уифер, 2002].

В период, предшествующий последнему мировому кризису, а именно в 2000–2007 гг., показатель производительности труда в России по известным причинам был одним из наиболее динамичных среди рассматриваемой совокупности стран мира, уступая только Китаю и Казахстану. Возникает соблазн оценить прогнозные характеристики производительности труда в России относительно некоторых крупнейших экономик из ТОП-37 при наиболее благоприятных для России обстоятельствах. Речь идет о пролонгации в прогнозном периоде, начиная с 2011 г., среднегодовых темпов роста производительности, сложившихся за 8 лет в 2000–2007 гг. (табл. 1.21).

Итак, к 2025 г. при пролонгации сложившихся в 2000–2007 гг. условий развития на прогнозный период удается существенно приблизиться к уровню производительности США, Великобритании и Франции, встать вровень с Японией и обойти Германию. Одновременно производительность в России будет равна аналогичному показателю в Казахстане и выше показателя в Китае приблизительно на 75 %.

Что касается конкретно Португалии, то среднегодовые темпы прироста производительности в 2000–2007 гг. оказались здесь хуже, чем

Таблица 1.21

Прогнозные характеристики производительности труда

Страна	Среднегодовые темпы прироста производительности в 2000–2007 гг., %	Показатель производительности труда в России по отношению к странам мира, %			
		2010 факт	2015 прогноз	2020 прогноз	2025 прогноз
Китай	9,58	248,0	219,2	193,8	171,3
Казахстан	9,01	133,2	120,8	109,7	99,5
Германия	1,23	45,5	59,8	78,6	103,3
Соединенное Королевство	2,19	42,4	53,2	66,7	83,5
Соединенные Штаты Америки	1,60	33,8	43,6	56,2	72,5
Франция	1,03	41,0	54,4	72,2	95,8
Япония	1,92	48,5	61,5	78,2	99,3
Россия	6,91	—	—	—	—

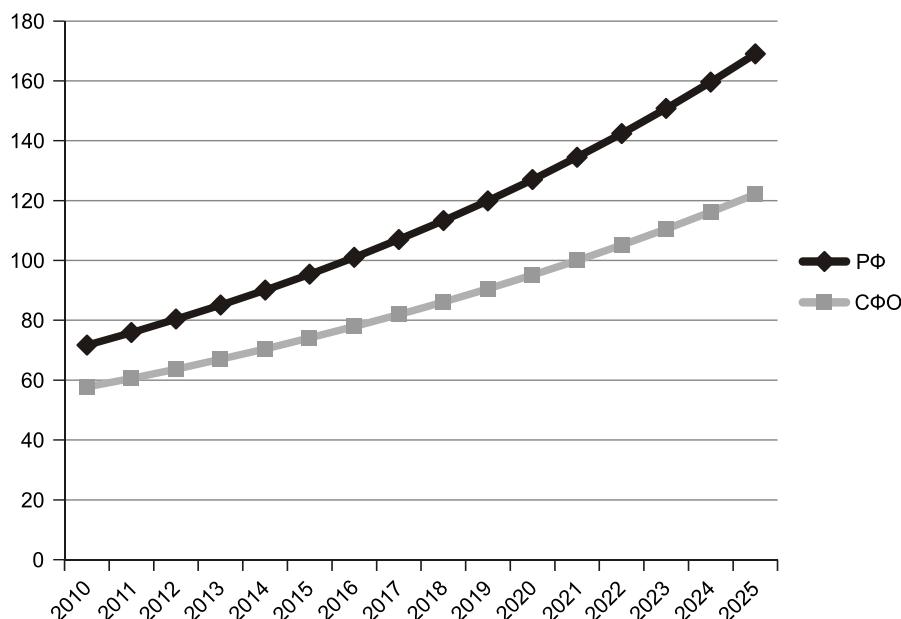


Рис. 1.8. Соотношение прогнозных показателей производительности труда в РФ и СФО, Португалия — 100

в любой из перечисленных в табл. 1.21 стран, а именно менее 1 %. В результате при принятых гипотезах Россия догоняет Португалию уже к 2016 г., СФО — к 2021 г. (рис. 1.8).

Сибирские лидеры — Красноярский край и Томская область, — отставая от Португалии в 2010 г. фактически на 18–20 %, догоняют ее к 2015–2016 гг.

Головокружение от потенциальных успехов в экономическом соревновании с Португалией легко преодолевается при сопоставлении прогнозных и фактических темпов прироста производительности, например, в России за два года 2011–2012 гг. Прогнозный показатель составляет приблизительно 14,3 %, фактический — 8,0 %. Примерно то же самое относится к СФО и его лидерам.

Ко всем этим прогнозным оценкам можно относиться по-разному. Ничто не мешает, например, с учетом современных реальных тенденций обоснованно подвергнуть их осмеянию. Здесь необходимо сделать важную оговорку. Предложенный прогноз, точнее, его предположения, отнюдь не претендуют на реалистичность. Это крайний сценарий, предельный, но именно поэтому и интересный. Лучше будет едва ли, хуже — скорее всего. Впрочем, и любые другие гипотезы на эту тему могут быть с легкостью оспорены.

* * *

За последние 50 лет показатель производительности труда в целом по миру за малым исключением систематически возрастал, среднегодовой (среднегеометрический) темп прироста составил примерно 2,0 %. Преимущество страны в показателях производительности проявляется и в параметрах социального эффекта.

С начала 1990-х гг. наблюдается устойчивая тенденция к сближению межстрановых показателей производительности. Иначе говоря, последние примерно два десятилетия характеризуются преимущественными темпами производительности стран-аутсайдеров.

Показатель производительности в России восстановил уровень 1990 г. только приблизительно к 2005 г. Примерно 50-процентное превышение над сводным мировым показателем в 1990 г. сократилось в 2010 г. до 20 %. Отставание Индии от России за двадцатилетний период сократилось примерно в два раза, Китая — в пять раз.

К 2025 г. при пролонгации сложившихся в 2000–2007 гг. условий развития на прогнозный период с 2011 г. удается существенно приблизиться к уровню производительности США, Великобритании и Франции, встать вровень с Японией и обойти Германию.

Глава 2.

Подходы к моделированию инновационной экономики

Данная глава продолжает работу автора по моделированию инноваций (см. [Баранов и др., 2011]).

2.1. Моделирование влияния человеческого капитала и природных ресурсов на экономическую динамику в модифицированной модели Узавы—Лукаса

Двухсекторная модель Узавы—Лукаса с отображением человеческого капитала. Краткое описание модели Узавы—Лукаса и направлений ее использования. Характерной чертой двухсекторной модели экономического роста Узавы—Лукаса является присутствие в ней человеческого капитала и анализ его влияния на экономический рост. В отличие от прочих макроэкономических моделей, в модели Узавы—Лукаса динамика человеческого капитала определяется обособленно в рамках отдельного сектора.

Изначально Хирофуми Узава в своей статье [Uzawa, 1965] анализирует модель экономического роста с нейтральным по Харроду уровнем технологического развития, т. е. анализирует производственную функцию вида

$$F[K(t), A_U(t)L_P(t)],$$

где $K(t)$ — объем основного капитала; $A_U(t)$ — уровень производительности труда; $L_P(t)$ — объем трудовых ресурсов, задействованных в производстве. Факторами, влияющими на производительность труда, у Узавы были образование, здоровье, общественные блага и т. д. Их влияние отражает суть второго, образовательного сектора экономики в данной модели. У Узавы он представлен в виде

$$\dot{A}_U(t)/A_U(t) = \phi[L_E(t)/L(t)],$$

где $L_E(t)$ — доля трудовых ресурсов, задействованных в образовательном секторе; $A_U(t)$ есть приращение производительности труда в момент времени t ; таким образом, $\dot{A}_U(t) / A_U(t)$ есть темп прироста производительности труда. Далее, используя принцип максимума Понtryагина, Узава анализирует динамику модели, при условии максимизации уровня потребления. И если в его статье понятие человеческого капитала прямо не упоминается, хотя и ощущается интуитивно, то позже, в конце 1980-х годов публикуется статья Роберта Лукаса [Lucas, 1988], где, модифицируя данную модель, он конкретно говорит о человеческом капитале. Технологический прогресс у него имеет смешанный характер и уже не строго нейтрален по Харроду, как было у Узавы. Производственная функция теперь имеет вид

$$Y(t) = AK(t) b_L(t)h(t)L(t)^1 h_a(t) , \quad (2.1)$$

где A — технологический уровень, являющийся константой; $b_L(t)$ — в трактовке Лукаса — доля времени, которое рабочий уделяет производственному процессу; $h(t)$ — удельный уровень человеческого капитала; $h_a(t)$ — внешний эффект от человеческого капитала. Второй, образовательный сектор, отвечающий за накопление человеческого капитала, у Лукаса представлен в виде

$$\dot{h}(t) = h(t) G(1 - b_L(t)) , \quad (2.2)$$

где $1 - b_L(t)$ — свободное время, которое работник использует на накопление человеческого капитала; функция $G(1 - b_L(t))$ имеет линейный вид; параметр отражает степень влияния существующего накопленного человеческого капитала на его приращение. В дальнейшем своем анализе Лукас принимает 1. Как и Узава, далее он рассматривает динамику данной системы с использованием теории оптимального управления.

С тех пор данная модель не раз использовалась исследователями для анализа и эмпирической оценки влияния человеческого капитала на развитие экономической системы. Рассмотрим некоторые из работ. В статье [Rebelo, 1991] автор пытается проанализировать на основе эндогенных моделей влияние налоговой политики на долгосрочные темпы экономического роста. Опираясь в том числе на описанную выше Лукасом модель, он пытается в определенной степени ее обобщить и включает в образовательный сектор (2.2) долю физического капитала, таким образом, образовательный сектор модели Узавы—Лукаса становится частным случаем модели Ребело. В то же время в производственной функ-

ции (2.1) он не рассматривает внешний эффект $h_a(t)$. В результате своего исследования Ребело приходит к заключению об обратной зависимости между налогом на доход и темпами экономического роста. Вопросы налогообложения в рамках модели Узавы—Лукаса рассматриваются также в [Gomez, 2003; Gorostiaga, 2011]. В работе [Benhabib et al., 1994] авторы более детально рассматривают динамику модели Узавы—Лукаса и ее сбалансированную траекторию. Они анализируют область значений параметров данной модели, принадлежность к которым приводит к положительным темпам экономического роста. Анализ сбалансированной траектории, переходной динамики и параметров модели можно также найти в работах [Bethmann, 2008; Gomez, 2006; Jones et al., 2008; Mulligan et al., 1993; Xie, 1994] и др. Среди российских исследователей анализ данной модели можно встретить, например, в работах Ю.А. Кузнецова и О.В. Мичасовой [Кузнецов и др., 2010а–в]. В этих статьях детально с помощью численно-аналитических методов анализируется данная модель экономического роста и делается вывод о неустойчивости траектории сбалансированного роста, в окрестности которой возможно существование устойчивых предельных циклов, которые трактуются авторами как наблюдаемые в экономике бизнес-циклы. Таким образом, равновесное состояние экономической системы определяется авторами как ее эволюция в рамках данных бизнес-циклов в окрестности траектории сбалансированного роста.

Двухсекторная модель Узавы—Лукаса является сегодня неотъемлемой частью монографий, посвященных теоретическим концепциям экономического роста. Мы видим ее анализ в работе Р. Бэрро и К. Сала-и-Мартина [Barro et al., 2004], в работе Дэдона Асемоглу [Acemoglu, 2009], а также в монографиях [Баранов и др., 2011; Aghion et al., 1998; Savvides et al., 2009] и др. Стоит выделить монографию [Mattana, 2004], которая полностью посвящена анализу данной модели.

Описание модели Узавы—Лукаса с учетом влияния природных ресурсов на экономическую систему. Мы видим, что в реальной экономике фактор наличия значительного количества доступных и востребованных природных, в частности нефтегазовых, ресурсов также играет существенную и не всегда однозначную роль. Учет влияния природных ресурсов на экономическую динамику особенно актуален для стран, экономика которых существенно зависит от результатов деятельности добывающих отраслей. К таким странам относится Россия. Попытаемся модифицировать данную двухсекторную модель Узавы—Лукаса, вклю-

чив в нее влияние природных ресурсов на экономическую систему. Стоит отметить также ряд исследований, в которых осуществляются попытки анализа влияния человеческого капитала и природных ресурсов на экономическую систему в рамках единой модели [Bravo-Ortega et al., 2002; Valente, 2007]. Наша работа представляет собой продолжение исследования данного вопроса совместного влияния человеческого капитала и природных ресурсов на экономику.

Для определения оптимальной траектории развития системы необходимо использование методов теории оптимального управления с целью максимизации функции полезности при соответствующих ограничениях. Именно максимальная получаемая индивидом полезность является наиболее предпочтительным вариантом развития экономической системы. Фундаментальный вклад в теорию оптимального управления внес Л.С. Понtryгин. Его принцип максимума — центральное понятие в современной теории оптимизации. Написанная им совместно с учениками монография [Понtryгин и др., 1983] дает нам сегодня возможность провести требуемый анализ интересующей нас модели. Стоит заметить, что сегодня теоретическая концепция теории оптимального управления достаточно широко используется в экономической науке, и она нашла отражение во многих статьях и монографиях, например, [Caputo, 2005; Kamien et al., 1991; Sethi et al., 2000], где авторы достаточно содержательно описывают возможности ее применения.

Рассмотрим двухсекторную модель экономического роста следующего вида:

$$Y(t) \quad A(t)K(t) \quad S(t) \quad b(t)H(t)^1 \quad , \quad (2.3)$$

$$\dot{H}(t) \quad H(t)z \quad 1 \quad b(t) \quad _H H(t), \quad (2.4)$$

где $Y(t)$ — валовой внутренний продукт; $A(t)$ — общий уровень технологического развития; $S(t)$ — природные ресурсы; $H(t)$ — объем накопленного человеческого капитала; $_H$ — уровень амортизации человеческого капитала; $b(t)$ — доля человеческого капитала, занятого в производстве; z — коэффициент эффективности накопления человеческого капитала.

Объем накопленного человеческого капитала можно представить в виде произведения трудовых ресурсов и удельного накопленного человеческого капитала, значит, (2.3) и (2.4) можно представить в следующем виде:

$$y \quad Ak \quad s \quad bh^1 \quad , \quad (2.5)$$

$$\dot{h} = hz - bHh, \quad (2.6)$$

где y, k, s, h представляют собой удельные величины ВВП, основного капитала, природных ресурсов и накопленного человеческого капитала соответственно.

Получаемая агентами полезность от потребления задана в следующей форме:

$$u(c) = \frac{c^1 - 1}{1}, \quad (2.7)$$

где c — удельное потребление; θ — коэффициент относительной несоклонности к риску Эрроу—Пратта, который является величиной постоянной. Соответственно, эластичность межвременного замещения также будет величиной постоянной, которая равна $1/\theta$.

Агенты в экономике максимизируют приведенный поток получаемой полезности (2.7) согласно

$$\max \int_0^\infty \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} e^{-\rho t} dt, \quad (2.8)$$

где ρ — норма временного предпочтения.

Для решения задачи максимизации получаемой полезности рассмотрим сначала ситуацию, когда решения принимаются централизованно, т. е. в данном случае оптимизацией занимается некий социальный планировщик (*Social Planner*), который действует в интересах агентов экономической системы и пытается максимизировать их полезность. Опишем далее данную задачу оптимизации.

Продукция первого сектора может быть использована на потребление, инвестиции в основной капитал и на инвестиции в разработку новых природных ресурсов. Таким образом, ограничение примет вид

$$c + i_K + i_S = Ak + s + bh^1, \quad (2.9)$$

где i_K — удельные инвестиции в основной капитал; i_S — удельные инвестиции в природные ресурсы.

Динамика основного капитала и природных ресурсов описывается следующим образом:

$$\dot{k} = i_K - Kk, \quad (2.10)$$

$$\dot{s} = i_S - Ss, \quad (2.11)$$

где K — норма выбытия основного капитала; S — норма использования природных ресурсов; и — параметры, отражающие доступность и возможность освоения новых природных ресурсов в экономике.

Необходимые и достаточные условия оптимального развития. Для решения задачи оптимизации, используя (2.6), (2.8), (2.9)–(2.11), запишем функцию Гамильтона, которая примет вид

$$H^P = \frac{c^1}{1} - Ak - s - bh^1 - c - i_S - Kk \\ - hz - b - Hh - z(i_S - Ss), \quad (2.12)$$

где H^P означает, что мы решаем в данном случае задачу планировщика; $1, 2, 3$ есть неявные цены изменения переменных состояния, которыми в данном случае являются k, h, s , т. е. содержательно это означает изменение полезности в момент времени t , которое произойдет в результате изменения переменных состояния также в момент времени t . Переменными управления в данном случае являются x, b, i_S .

Условиями максимизации будут следующие равенства:

$$H_c^P = 0, H_b^P = 0, H_{i_S}^P = 0, \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ 1 \quad 1 \quad H_k^P, \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ 2 \quad 2 \quad H_h^P, \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ 3 \quad 3 \quad H_s^P, \quad (2.13)$$

где H_j^P есть частная производная по j . Исходя из (2.12), при условиях (2.13) мы получим следующие тождества:

$$c - 1 = 0, \quad (2.14)$$

$$1 - 1 - \frac{y}{b} - 2hz = 0, \quad (2.15)$$

$$1 - 3 - i_S^{-1} = 0, \quad (2.16)$$

$$1 - 1 - 1 - \frac{y}{k} - K = 0, \quad (2.17)$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ 2 - 2 - 1 - 1 - \frac{y}{h} - 2 - z - 1 - b - H = 0, \quad (2.18)$$

$$\begin{array}{cccccc} \cdot & & & & & \\ 3 & 3 & 1 & \frac{y}{s} & 3 & S \end{array} \quad (2.19)$$

Условия трансверсальности имеют вид

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} e^{-t} i_1(t) k(t) &= 0, \\ \lim_{t \rightarrow \infty} e^{-t} i_2(t) h(t) &= 0, \\ \lim_{t \rightarrow \infty} e^{-t} i_3(t) s(t) &= 0. \end{aligned} \quad (2.20)$$

Проанализируем теперь вариант децентрализованного принятия решений, т. е. когда агенты в экономике самостоятельно максимизируют полученную полезность. Бюджетное ограничение репрезентативного агента выглядит следующим образом:

$$c - i_K - i_S - w b h - r k - q s = 0,$$

где w — ставка заработной платы; r — рентная цена капитала; q — рентная цена природных ресурсов. Динамика капитала и природных ресурсов имеет аналогичный вид (2.10) и (2.11). Для максимизации полезности (2.8) определим функцию Гамильтона:

$$H^d = \frac{c^{1-\alpha}}{1-\alpha} + w b h - r k - q s - c - i_S - K k$$

$$+ \lambda_1 h z_1 b + \lambda_2 h z_2 (i_S - S),$$

где H^d означает, что мы решаем в данном случае децентрализованную задачу. Переменные состояния и управления те же, что и в случае централизованного принятия решений. Исходя из условий (2.13), получим следующие тождества:

$$c - 1 = 0, \quad (2.21)$$

$$\lambda_1 w h - \lambda_2 h z_2 = 0, \quad (2.22)$$

$$\lambda_1 - 3 - i_S^{-1} = 0, \quad (2.23)$$

$$\begin{array}{cccccc} \cdot & & & & & \\ 1 & 1 & 1 & r & K & , \end{array} \quad (2.24)$$

$$\begin{array}{cccccc} \cdot & & & & & \\ 2 & 2 & 1 w b & 2 & z_1 b & H , \end{array} \quad (2.25)$$

$$\begin{array}{cccccc} \cdot & & & & & \\ 3 & 3 & 1 q & 3 & S . \end{array} \quad (2.26)$$

Условия трансверсальности аналогичны (2.20).

Если мы предполагаем функционирование в рамках конкурентного рынка, тогда цены факторов производства будут равняться предельной производительности данных факторов. Таким образом, ставку оплаты труда и рентные цены можно определить следующим образом:

$$\begin{aligned} r &= y_k & \frac{y}{k}, \\ q &= y_s & \frac{y}{s}, \\ w &= y_{bh} = 1 & \frac{y}{bh}, \end{aligned} \tag{2.27}$$

где y_i — частная производная производственной функции по определенному фактору производства. Подставив (2.27) в (2.21)–(2.26), мы получим тождества, идентичные выражениям (2.14)–(2.19). Таким образом, мы видим, что условия оптимальности для централизованного решения в нашем случае абсолютно идентичны условиям оптимальности при децентрализованном принятии решений. Естественно предположить, что так бывает далеко не всегда. Допустим, если бы в модели учитывался фактор внешнего влияния от человеческого капитала $h_a(t)$, который изначально присутствует у Лукаса, то условия были бы различными, что можно объяснить тем, что данный внешний фактор не учитывался бы при децентрализованном принятии решений. Такая ситуация, но с отсутствием природных ресурсов, достаточно подробно описана в [Mattana, 2004].

Условия (2.13) являются необходимыми, но не являются достаточными. Для решения задачи оптимального управления необходимо убедиться в том, что функция Гамильтона (2.12) представляет собой выпуклую функцию по отношению к переменным состояния и управления. В этом заключается условие достаточности Мангасаряна [Mangasarian, 1966]. Для того чтобы функция была выпуклой, необходимо, чтобы ее матрица Гессе была отрицательно полуопределенена [Blume, 1994]. Пропроверка знаков главных миноров данной матрицы, которая будет иметь размерность 6×6 , представляется весьма затруднительной ввиду невозможности точно определить знак ряда миноров. Поэтому воспользуемся условием достаточности Эрроу, представленным в работе [Arrow, Kutz, 1970]. В работе [Неустроев, 2012] показано, что данное условие выполняется и соответственно условия (2.13) являются не только необходимыми, но являются достаточными. Переядем далее к анализу динамики макроэкономических переменных рассматриваемой модифицированной модели на траектории сбалансированного роста.

Динамика макроэкономических переменных на траектории сбалансированного роста. Проанализируем динамику макроэкономических переменных на траектории сбалансированного роста (TCP). Предполагается, что на TCP темпы роста y , k , s , h , c , i_K и i_S являются константами.

Из (2.10) мы можем получить выражение для темпа прироста капитала (g_k), который составит

$$\dot{g}_k = \frac{k}{\dot{k}} = \frac{i_K}{k} - K.$$

Учитывая, что K — константа и что на TCP темп прироста основного капитала — величина постоянная, можно сделать вывод, что отношение инвестиций в основной капитал к величине основного капитала есть величина постоянная на TCP, т. е. темп роста инвестиций в основной капитал равен темпу роста основного капитала.

Прологарифмировав и продифференцировав (2.14), мы получим темп прироста потребления (g_c):

$$\dot{g}_c = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{c} - \frac{1}{1}. \quad (2.28)$$

Используя (2.28) и (2.17), получим

$$\frac{\dot{c}}{c} = - - \frac{y}{k} - \frac{K}{k}.$$

Учитывая, что параметры y , k и K — константы, а темп прироста удельного потребления — величина постоянная на TCP, то отношение ВВП к капиталу на TCP должно быть постоянным, а это означает, что на TCP темп роста ВВП равняется темпу роста основного капитала. Прологарифмировав и продифференцировав (2.16), получим темп прироста инвестиций в природные ресурсы (g_{i_s}).

$$\dot{g}_{i_s} = \frac{\dot{i}_S}{i_S} = \frac{1}{1} - \frac{1}{1} - \frac{3}{3}. \quad (2.29)$$

Так как из (2.28) темп прироста \dot{c} на TCP константа (поскольку темп прироста потребления является постоянной величиной на TCP), и учитывая, что на TCP темп прироста инвестиций в природные ресурсы также константа, то исходя из (2.29) можно сделать вывод, что темп прироста \dot{g}_{i_s} также является величиной постоянной на TCP.

Используя тождества (2.16) и (2.19), мы получим

$$i_s^{-1} = \frac{\dot{s}}{s} - \frac{\dot{i}_S}{i_S} - \frac{\dot{y}}{y}. \quad (2.30)$$

Прологарифмировав и продифференцировав (2.30) и учитывая, что темп прироста \dot{s} является величиной постоянной на TCP, получим следующее тождество:

$$1 - \frac{\dot{i}_S}{i_S} - \frac{\dot{s}}{s} = \frac{\dot{y}}{y}. \quad (2.31)$$

Исходя из (2.11), мы получим выражение для темпа прироста природных ресурсов (g_s):

$$g_s = \frac{\dot{s}}{s} - \frac{\dot{i}_S}{i_S} = \frac{\dot{s}}{s}. \quad (2.32)$$

Так как темп прироста природных ресурсов на TCP константа, то, исходя из (2.32) темп прироста функции инвестиций $f'(i) = i_S$ должен равняться темпу прироста природных ресурсов:

$$\frac{\dot{f}(i)}{f(i)} = \frac{\dot{i}_S}{i_S} = \frac{\dot{s}}{s}. \quad (2.33)$$

Из (2.31) и (2.33) мы получим, что на TCP темп прироста инвестиций в природные ресурсы равняется темпу прироста ВВП и, как следствие, темпу прироста капитала. Используя (2.9) и (2.10), получим тождество для темпа прироста капитала:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{y}}{k} - \frac{\dot{c}}{k} - \frac{\dot{i}_S}{i_S} = \frac{\dot{k}}{k}.$$

Так как уже было доказано выше, что на TCP темп прироста ВВП равен темпу прироста основного капитала и темпу прироста инвестиций в природные ресурсы, и учитывая, что темп прироста основного капитала на TCP — константа, мы можем утверждать, что отношение потребления к основному капиталу является величиной постоянной на TCP, т. е. темп роста потребления равен темпу роста основного капитала.

Для дальнейших аналитических рассуждений нам понадобится предположение о постоянстве доли человеческого капитала, задействован-

ного в производстве (h), на сбалансированной траектории. Значение доли человеческого капитала на сбалансированной траектории было определено в работе [Неустроев, 2012] и составило

$$b^* = \frac{z}{z} \frac{H}{1} \frac{1}{1} \frac{1}{1}. \quad (2.34)$$

В данном случае мы видим, что доля человеческого капитала, задействованного в производстве на TCP, определяется исключительно через константы модели.

Используя утверждение о постоянстве доли человеческого капитала, задействованного в производстве на TCP, прологарифмируем и продифференцируем производственную функцию (2.5). В результате получим следующее тождество для темпа прироста удельного ВВП:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} + \frac{\dot{s}}{s} - 1 = \frac{\dot{h}}{h}.$$

Учитывая соотношение темпов прироста инвестиций в природные ресурсы и темпов прироста самих природных ресурсов, а также доказанное нами равенство на TCP темпов прироста ВВП, капитала и инвестиций в природные ресурсы, определим темп прироста человеческого капитала, который составит

$$g_h = \frac{\dot{h}}{h} = \frac{\dot{y}}{y},$$

где $\frac{1}{1 - \frac{1}{z}}$.

Учитывая, что величина $\frac{1}{1 - \frac{1}{z}}$ (если мы предполагаем убывающую предельную отдачу от инвестиций), можно сделать вывод, что темп прироста удельного человеческого капитала на TCP несколько выше темпа прироста удельного ВВП. Данный результат, полученный аналитическим путем, в определенной степени соответствует реальной экономической системе, в которой экономический рост в значительной степени связан с качественной оценкой человеческих ресурсов и, как следствие, технологическим и инновационным развитием.

Темп прироста удельного человеческого капитала в абсолютном выражении, исходя из (2.6), составит

$$\frac{\dot{h}}{h} = z - 1 - b - H.$$

Таким образом, соотношение темпов прироста основных макроэкономических показателей и их абсолютные значения будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} + \frac{\dot{c}}{c} + \frac{\dot{i_K}}{i_K} + \frac{\dot{i_S}}{i_S} - \frac{1}{s} \frac{\dot{s}}{s} - \frac{1}{h} \frac{\dot{h}}{h} = \frac{z}{H} - \frac{1}{b} - \frac{1}{H}. \quad (2.35)$$

В результате вышеописанных рассуждений были определены темпы прироста основных макроэкономических показателей, характерных для предложенной модели. Используя выражение (2.34) для доли человеческого капитала, задействованного в производстве на TCP, а также тождество (2.35), получим следующие значения темпов прироста на TCP:

$$g = \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} + \frac{\dot{c}}{c} + \frac{\dot{i_K}}{i_K} + \frac{\dot{i_S}}{i_S} - \frac{z}{H} - \frac{1}{H} - \frac{1}{1} - \frac{1}{1},$$

$$g_s = \frac{\dot{s}}{s} = \frac{z}{H} - \frac{1}{H} - \frac{1}{1} - \frac{1}{1},$$

$$g_h = \frac{\dot{h}}{h} = \frac{z}{H} - \frac{1}{H} - \frac{1}{1} - \frac{1}{1}.$$

Попытаемся проанализировать влияние природных ресурсов на развитие экономической системы на устойчивой траектории, описываемой вышеуказанными тождествами. Параметр определяет отдачу от инвестиций в разведку и добычу природных ресурсов (выражение (2.11)). Таким образом, данный параметр можно трактовать как доступность природных ресурсов и их количество. Соответственно, чем их больше и чем они доступнее, тем будет ближе к единице.

Гипотеза 1. С ростом параметра должно наблюдаться снижение темпов прироста человеческого капитала, так как в экономической системе, более обеспеченной природными ресурсами, могут снижаться стимулы к наращиванию научного потенциала и инновационной деятельности.

Гипотеза 2. С ростом параметра α , который определяет влияние динамики природных ресурсов на ВВП, при прочих равных условиях, темпы роста экономики на устойчивой траектории должны снижаться, так как в данном случае будет происходить замещение человеческого капитала природными ресурсами.

Для проверки гипотез 1 и 2 зададим значения остальных параметров, влияющих на темпы прироста:

$\beta = 0,3$. Данное ориентировочное значение эластичности физического капитала нередко встречается в экономической литературе.

$H = 0,033$. Амортизация человеческого капитала является весьма абстрактной величиной. Достаточно дискуссионна не только ее эмпирическая оценка, но и содержательная интерпретация. Вероятно, целесообразной величиной нормы амортизации будет величина, соответствующая 30-летнему периоду полной амортизации при линейном ее расчете, т. е. $H = \frac{1}{30}$. Обоснованием этого периода является то обстоятельство, что, например, в России в среднем люди с высшим и средним специальным образованием (мужчины и женщины) работают примерно 30 лет. Затем они выходят на пенсию или умирают. Таким образом, если проводить аналогию с основным капиталом, то после ввода в действие (окончание вуза или колледжа) в среднем через тридцать лет человеческий капитал выбывает из производственного процесса.

$\gamma = 0,2$. Параметр γ отражает влияние накопленного человеческого капитала на его прирост (выражение (2.6)), и его оценка весьма затруднительна. При анализе получено, что его вариация не оказывает влияния на динамику темпов прироста при изменении значений α . Примем его на уровне 0,2.

2. Оценка коэффициента относительной несклонности к риску также весьма затруднительна. Оценку его на уровне 2 можно увидеть, например, в [O'Neill, 2012].

$\delta = 0,05$. Данная величина примерно соответствует норме процента в развитых экономических странах, находящихся, вероятно, ближе к траектории сбалансированного роста.

Параметр ρ , представляющий собой эластичность фактора природных ресурсов и, соответственно, определяющий их влияние на темпы прироста ВВП, будет варьировать в диапазоне от 0,01 до 0,69. Таким образом, при $\rho = 0,01$ будет предполагаться существенное влияние человеческого капитала на динамику ВВП (1 - 0,69), а при $\rho = 0,69$ влияние человеческого капитала будет практически отсутствовать (1 - 0,01).

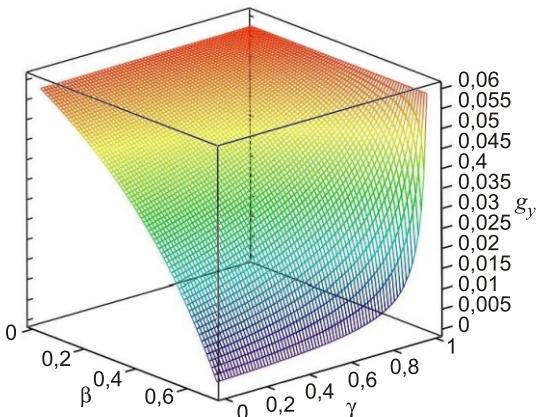


Рис. 2.1. Влияние и на темп прироста удельного ВВП (g_y)

накопленного человеческого капитала, природных ресурсов, а также на долю человеческого капитала, задействованного в производстве.

Для проверки первой гипотезы обратимся к рис. 2.2. Мы видим, что с ростом , при прочих равных условиях, темп прироста накопленного удельного человеческого капитала на устойчивой траектории снижается в рамках модифицированной модели Узавы—Лукаса. Также мы видим, что с ростом увеличивается темп прироста удельных природных ресурсов (см. рис. 2.3), что представляется вполне логичным, так как возрастает отдача от инвестиций в природные ресурсы. Также мы видим, что, при прочих равных условиях, возрастает доля человеческого капитала, задействованного в производстве (см. рис. 2.4) и увеличивается темп прироста ВВП (см. рис. 2.1).

Для проверки второй гипотезы обратимся к рис. 2.1.

Параметр , характеризующий доступность и возможность освоения новых природных ресурсов в экономике, будет варьировать в диапазоне от 0 до 1.

Параметр определяется через параметры , и параметр .

На рис. 2.1–2.4 представлены полученные результаты расчетов, отражающие влияние вариации параметров и на темпы прироста удельного ВВП,

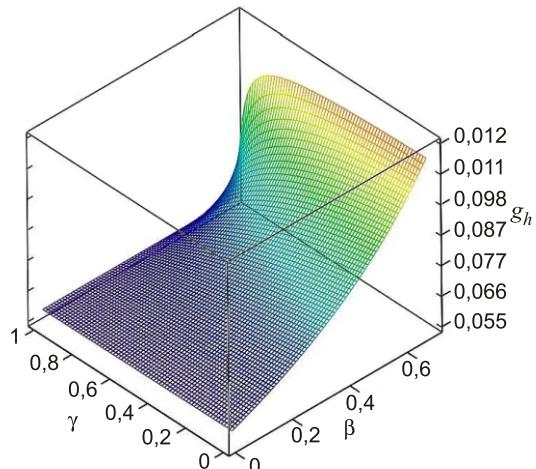


Рис. 2.2. Влияние и на темп прироста накопленного удельного человеческого капитала (g_h)

Мы видим, что полученные результаты в целом подтверждают вторую гипотезу о том, что с ростом параметра β , при прочих равных условиях, темпы роста экономики на устойчивой траектории должны снижаться. И хотя при очень высоких значениях темпы прироста удельного ВВП варьируются не так сильно, то при меньших значениях β рост оказывает существенное негативное влияние на темпы роста экономики.

Мы видим, что при $\beta = 0,7$ и незначительных темпах прироста удельного ВВП близок к нулю. Таким образом, в рамках модифицированной модели Уазавы—Лукаса, экономическая система, определяющим фактором развития которой являются природные ресурсы, столкнувшись с истощением их запасов

($\gamma = 0$), переходит в стагнацию на устойчивой траектории. Также мы видим, что с ростом β будет уменьшаться доля человеческого капитала, задействованного в производстве. Это объясняется тем фактом, что производственная функция теперь в меньшей степени будет зависеть от накопленного удельного человеческого капитала (см. рис. 2.4). Соответственно, все больше человеческого капитала будет находиться в образовательном секторе, что положительно скажется на его темпах прироста (см. рис. 2.2).

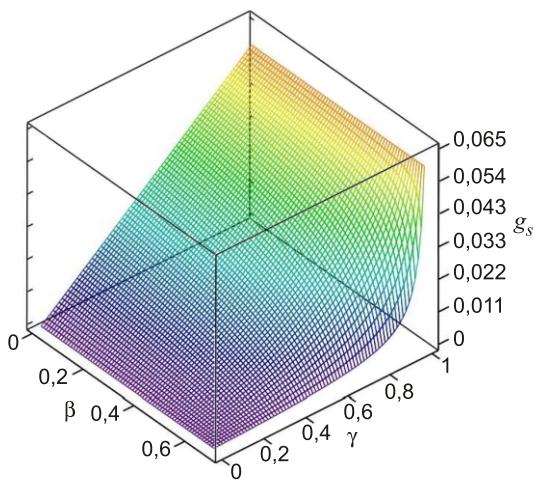


Рис. 2.3. Влияние β и γ на темп прироста удельных природных ресурсов (g_s)

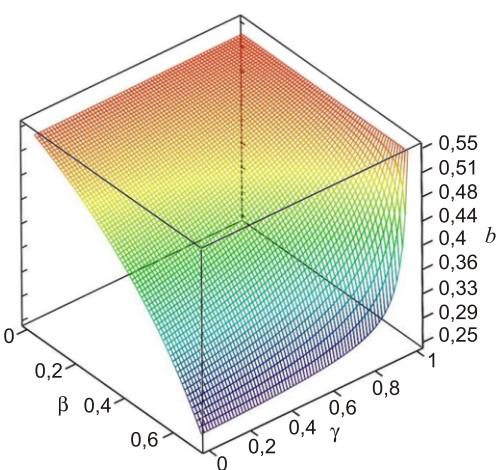


Рис. 2.4. Влияние β и γ на долю человеческого капитала, занятого в производстве (b)

* * *

Итак, рассмотрена модификация модели Узавы—Лукаса путем включения в нее фактора природных ресурсов. При анализе данной модели выяснилось, что ее оптимальная динамика тождественна для случая централизованного принятия решений и для децентрализованного случая. Для модели выполняется достаточное условие оптимальности, соответственно, для нее представляется возможным найти оптимальную траекторию развития. Показано, что на данной траектории темпы прироста удельного ВВП (y), удельного основного капитала (k), удельного потребления (c), удельных инвестиций в основной капитал (i_K) и удельных инвестиций в накопление природных ресурсов (i_S) равны между собой. Одним из результатов формального анализа модифицированной модели является необходимость более высокого темпа роста человеческого капитала на траектории сбалансированного роста, нежели чем темп роста ВВП. Последний результат, полученный аналитическим путем, в определенной степени соответствует реальной экономической системе, в которой экономический рост в значительной степени связан с качеством человеческих ресурсов и, как следствие, технологическим и инновационным развитием. В результате аналитических расчетов было показано, что в рамках модифицированной модели Узавы—Лукаса в экономической системе с более высоким уровнем запасов природных ресурсов, при прочих равных условиях, темп прироста удельного человеческого капитала на устойчивой траектории будет ниже. Также показано, что большая зависимость экономики от природных ресурсов приводит к меньшим темпам экономического роста и в случае истощения запасов природных ресурсов экономика переходит в стагнацию на устойчивой траектории.

2.2. Влияние человеческого капитала и природных ресурсов на экономическую динамику

Методика оценки величины человеческого капитала. В предыдущем параграфе была рассмотрена модифицированная модель Узавы—Лукаса. Модификация заключалась во включении в модель фактора природных ресурсов. Таким образом, она позволяет анализировать развитие экономической системы с учетом как человеческого капитала, так и динамики природных ресурсов. Ниже будет осуществлен анализ влияния человеческого капитала и природных ресурсов на экономический рост развитых и развивающихся стран с помощью данной модифи-

цированной модели Узавы—Лукаса. В группу экономически развивающихся стран вошли: Россия, Казахстан, Китай, Мексика, Аргентина и Бразилия. В группу экономически развитых стран вошли: Нидерланды, США, Великобритания, Норвегия, Канада и Австралия. Выбор был обусловлен тем, что все перечисленные страны в той или иной степени обладают запасами нефтегазовых ресурсов, а также для них имеется необходимая статистическая информация. Для осуществления анализа нам необходимо сформировать ряды накопленного удельного человеческого капитала для каждой страны при различных нормах амортизации. Полученные ряды человеческого капитала будут использованы при эмпирической проверке производственной функции модифицированной модели Узавы—Лукаса на устойчивой траектории:

$$y \quad Ak \quad s \quad bh^1 \quad .$$

Так как при эмпирическом анализе будут использованы приrostы анализируемых переменных, то прологарифмируем, а затем продифференцируем данное выражение. С учетом того, что A — константа, и того, что на устойчивой траектории темпы прироста удельных инвестиций в основной капитал и удельного основного капитала равны, а также того, что доля человеческого капитала в производстве (b) также является константой на устойчивой траектории, получим

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{i_K}}{i_K} = \frac{\dot{s}}{s} = \frac{\dot{h}}{h}, \quad (2.36)$$

где 1 . В рассматриваемой модели предполагается анализ трех факторов производства и что только данные факторы могут оказывать влияние на экономический рост. Научно-технический прогресс в данном случае будет отображаться через величину удельного накопленного человеческого капитала, так как эта величина включает в себя расходы на НИОКР и образование.

Для оценки величины накопленного удельного человеческого капитала будет использоваться затратный подход и в качестве расходов на накопление человеческого капитала будут включены расходы на образование, затраты на исследования и разработки и общие расходы на здравоохранение. Наше решение можно аргументировать тем, что все эти расходы, в конечном счете, находят свое отражение в формировании человеческого капитала.

Представляется вполне естественным, что человеческому капиталу свойствен процесс амортизации. Для человека характерно утрачивать

свои знания, навыки, в его физическом состоянии происходят постоянные изменения и не всегда в лучшую сторону. По этой причине человек нуждается в постоянной поддержке своего уровня человеческого капитала посредством образовательного процесса, практики, медицинского обслуживания и пр. Определение степени амортизации знаний, навыков, здоровья представляет собой весьма непростую задачу. Среди экономистов нет однозначной позиции по поводу зависимости величины амортизации человеческого капитала и уровня образования. Ряд исследователей, в том числе Я. Минсер [Mincer, 1974; Mincer et al., 1974], Ш. Розен [Rosen, 1976], Ш. Нойман и А. Вайсс [Neuman et al., 1995], а также Э. Гоулд, О. Моав и Б. Вайнберг [Gould et al., 2002], придерживаются позиций, что такая зависимость имеет место и уровень образования является значимым фактором для амортизации. С другой стороны, А. Холтманн [Holtmann, 1972] и Дж. Карлинер [Carliner, 1982] придерживаются противоположной позиции и указывают на то, что такая зависимость отсутствует. М. Аррацола и Х. Хевия [Arrazola, Hevia, 2004] на примере Испании показали, что уровень образования не оказывает существенного влияние на величину амортизации. В свою очередь, И. Мурилло [Murillo, 2006] на примере той же Испании показал, что образование является важным фактором, влияющим на уровень амортизации, и чем выше уровень образования, тем выше норма амортизации. Вопрос амортизации человеческого капитала также рассматривается в работах [Hollenbeck et al., 1990; Potrafke, 2011; Weber, 2000]. Стоит обратить внимание, что сами эмпирические оценки величины амортизации варьируют достаточно сильно: в подавляющем большинстве случаев от величины, близкой к нулю, до 5 % в зависимости от вида экономической деятельности и уровня образования. По этой причине целесообразным будет рассмотреть несколько вариантов накопления человеческого капитала при различных нормах амортизации. В данном исследовании будет определено несколько рядов накопленного человеческого капитала исходя из диапазона амортизации от 1 до 5 % с шагом в 1 %. Таким образом, будет сформировано пять различных рядов накопленного человеческого капитала для каждой из стран.

Для оценки накопленного удельного человеческого капитала (h) на начало анализируемого периода будет использован метод непрерывной инвентаризации (*perpetual inventory method*), который описан в работе Парка [Park, 1995]. Данный метод зачастую используется в Соединенных Штатах, а также в ряде европейских стран для оценки накопленного основного капитала в экономике на основе текущих инвестиционных

потоков, ввиду отсутствия прямого учета основного капитала государственными статистическими организациями. Опираясь на метод непрерывной инвентаризации, мы можем оценить величину накопленного человеческого капитала. Под инвестициями в человеческий капитал будем подразумевать всю совокупность государственных и частных расходов, направленных в человеческий капитал. В данном случае накопление удельного человеческого капитала будет происходить согласно

$$h(t+1) = h(t) (1 - H) + i_H(t),$$

где $h(t+1)$ — объем накопленного удельного человеческого капитала на конец периода $t+1$; $i_H(t+1)$ — совокупные удельные расходы, направленные на накопление удельного человеческого капитала в период времени $t+1$.

Используя обратную рекурсивную замену, мы можем представить $h(t+1)$ как

$$\begin{aligned} h(t+1) &= i_H(t-1) (1 - H) i_H(t) (1 - H)^2 i_H(t-1) \dots \\ &= i_H(t-1) (1 - H) i_H(t) / i_H(t-1) (1 - H)^2 i_H(t-1) / i_H(t-2) \dots . \end{aligned} \quad (2.37)$$

Определим темп роста удельных инвестиций в человеческий капитал как

$$1 - g(t-1) = i_H(t-1) / i_H(t), \quad (2.38)$$

где $g(t-1)$ — темп прироста удельных инвестиций. Для оценки накопленного удельного человеческого капитала будем считать, что $g(t) = g$, где g будет являться средним темпом прироста инвестиций за рассматриваемый нами период времени.

Мы видим, что в выражении (2.37) последовательность представляет собой бесконечно убывающую геометрическую прогрессию, и, используя выражение (2.38), получим

$$h(t+1) = i_H(t-1) \frac{1-g}{g-H}. \quad (2.39)$$

Дальнейшее накопление человеческого капитала будет происходить согласно выражению (2.39).

Для построения информационной базы, необходимой для осуществления расчетов, был использован ряд изданий Государственного комитета статистики, в том числе российские статистические ежегодники за период с 1996 по 2011 г., сборники национальных счетов России, а также статистическая база Всемирного банка (The World Bank). В качестве фактора природных ресурсов использовалась динамика добычи нефти и при-

родного газа. Данная статистическая информация подготовлена аналитическим отделом компании «British Petroleum» [BP Statistical Review..., 2012]. Для определения расходов на образование, а также расходов на исследования и разработки использовалась, в том числе, информация, предоставленная Европейским статистическим агентством (Eurostat) и Канадским национальным статистическим агентством (Statistics Canada).

Определим ряды накопленного удельного человеческого капитала для рассматриваемых стран. Стоит обратить внимание, что под удельными величинами будет пониматься величина показателя на единицу экономически активного населения. Для расчета рядов удельного накопленного человеческого капитала использовались следующие ряды данных: численность экономически активного населения; затраты на исследования и разработки (в млн долл. США 2005 г. по ППС); государственные расходы на образование (в млн долл. США 2005 г. по ППС); общие расходы на здравоохранение (в млн долл. США 2005 г. по ППС).

В табл. 2.1 представлены ряды удельного накопленного человеческого капитала для рассматриваемых стран при 3%-й норме амортизации. Проанализировав полученные ряды для разных стран при различной норме амортизации, можно сделать ряд следующих выводов.

Характерной особенностью рядов удельного накопленного человеческого капитала стало то, что более высокая норма амортизации человеческого капитала приводила к меньшему объему накопленного человеческого капитала, что представляется вполне логичным. Так, для России при 1%-й норме амортизации величина удельного человеческого капитала практически в 2 раза превышает величину при 5%-й норме амортизации. В то же время, темпы роста удельного накопленного человеческого капитала варьируют незначительно при разных нормах амортизации (с 1995 по 2009 г. темп роста для, например, 3%-й нормы амортизации составил 173 %). Данная характерная особенность сохранится и для других стран. В Казахстане полученная величина накопленного удельного человеческого капитала примерно в 2 раза меньше величины, рассчитанной для России, и обладает несколько меньшим темпом роста (с 1995 по 2009 г. темп роста для 3%-й нормы амортизации составил 164 %). Для Китая полученные ряды накопленного удельного человеческого капитала при различных нормах амортизации являются наименьшими среди всех рассматриваемых стран. Столь низкие показатели удельной величины накопленного человеческого капитала для Китая можно объяснить очень низкими удельными инвестициями в накопление человеческого капитала. Но в то же время стоит отметить очень вы-

Таблица 2.1

Динамика удельного накопленного человеческого капитала для рассматриваемых стран (в долл. США 2005 г. по паритету покупательной способности, при 3%-й норме амортизации человеческого капитала)

Год	Россия	Казахстан	Китай	Мексика	Аргентина	Бразилия	Австралия	Нидерланды	США	Великобритания	Норвегия	Канада
1995	23734	12204	1440	54662	48296	37046	130181	171337	238872	121411	347019	218339
1996	24734	12639	1617	55510	49797	38009	133714	175554	245841	124906	350146	220957
1997	26139	13155	1818	56381	51528	38964	137066	179294	252912	128275	353458	223630
1998	27147	13634	2044	57287	53355	39860	140705	183234	260297	131734	357540	226325
1999	27885	14050	2294	58367	55301	40576	144699	187416	268001	135246	361477	229247
2000	28663	14438	2602	59647	57088	41368	148743	191504	275935	138959	364447	232391
2001	29620	14824	2933	61058	58769	42134	152935	195737	284756	142971	368170	235574
2002	30818	15278	3311	62488	59584	42825	157320	200057	293954	147509	373326	238871
2003	32048	15750	3729	63918	60454	43496	161679	205115	303217	152343	378735	242583
2004	33232	16271	4188	65244	61395	44198	166325	210367	312439	157277	384002	245950
2005	34538	16879	4703	66593	62641	45161	170858	215577	321608	162555	388445	249006
2006	36032	17599	5275	67837	64169	46290	175327	220806	331978	168007	392018	252482
2007	37739	18314	5917	69108	66027	47547	179766	225935	342348	173554	395924	255854
2008	39340	19068	6661	70350	68202	48881	184381	231181	352632	178946	398760	259008
2009	41073	19987	7547	71634	70812	50244	189225	237465	362798	184523	403258	262612

Источники: Российский статистический ежегодник, 1996–2011; Национальные счета России, 1997, 2002, 2005, 2010, 2012; расчеты авторов.

сокие темпы роста данного показателя, что обусловлено очень существенным ростом расходов на образование, здравоохранение и исследования в последнее десятилетие (с 1995 по 2009 г. для 3%-й нормы амортизации темп роста составил 524 %). В Мексике за период с 1995 по 2009 г. объем накопленного удельного человеческого капитала примерно в 2 раза превышал российский показатель, но в то же время темпы его роста были ниже российского (с 1995 по 2009 г. для 3%-й нормы амортизации темп роста составил 131 %).

В Аргентине накопленный удельный человеческий капитал также примерно в 2 раза (при различных нормах амортизации) превышал российский, а его темпы роста были ниже российского уровня (с 1995 по 2009 г. для 3%-й нормы амортизации темп роста составил 147 %). Последней страной в группе развивающихся стран является Бразилия. В ней за период с 1995 по 2009 г. ряды накопленного удельного человеческого капитала примерно в 1,5 раза превышают российские, но обладают меньшими темпами роста (с 1995 по 2009 г. для 3%-й нормы амортизации темп роста составил 135 %). Для большей наглядности на рис. 2.5 представлена динамика удельного человеческого капитала для всех развивающихся стран при 3%-й норме амортизации.

Для развитых стран были получены следующие результаты. В Австралии величины накопленного удельного человеческого капитала в 1995 г. в 5,2–6,1 раза (в зависимости от нормы амортизации) превосходят величины, полученные для России. К 2009 г. разрыв сократился до 4,4–5,2 раза. В Нидерландах в 1995 г. накопленный удельный человеческий капитал был выше российского в 6,8–8,1 раза. К 2009 г. этот разрыв сократился до 5,4–6,5 раза. В США в 1995 г. накопленный удельный человеческий капитал превышал российский показатель в 9,6–10,9 раза. К 2009 г. разрыв сократился до 8,5–9,5 раза. В Великобритании в 1995 г. накопленный удельный человеческий капитал был выше российского в 4,9–5,5 раза. К 2009 г. этот разрыв сократился не столь значительно – до 4,3–4,8 раза. Норвегия в 1995 г. обладала наибольшим уровнем удельного накопленного человеческого капитала, который при 1%-й норме амортизации составил 680569 долларов США по ППС, что превышало российский показатель примерно в 20,5 раза.

При прочих нормах амортизации превышение величины удельного накопленного человеческого капитала над аналогичной величиной, рассчитанной для России, было порядка 12,6–16,6 раза. К 2009 г. разница с Россией составила 8,5–13,8 раза. Стоит отметить, что к 2009 г. уровень удельного человеческого капитала Норвегии был самым высоким среди

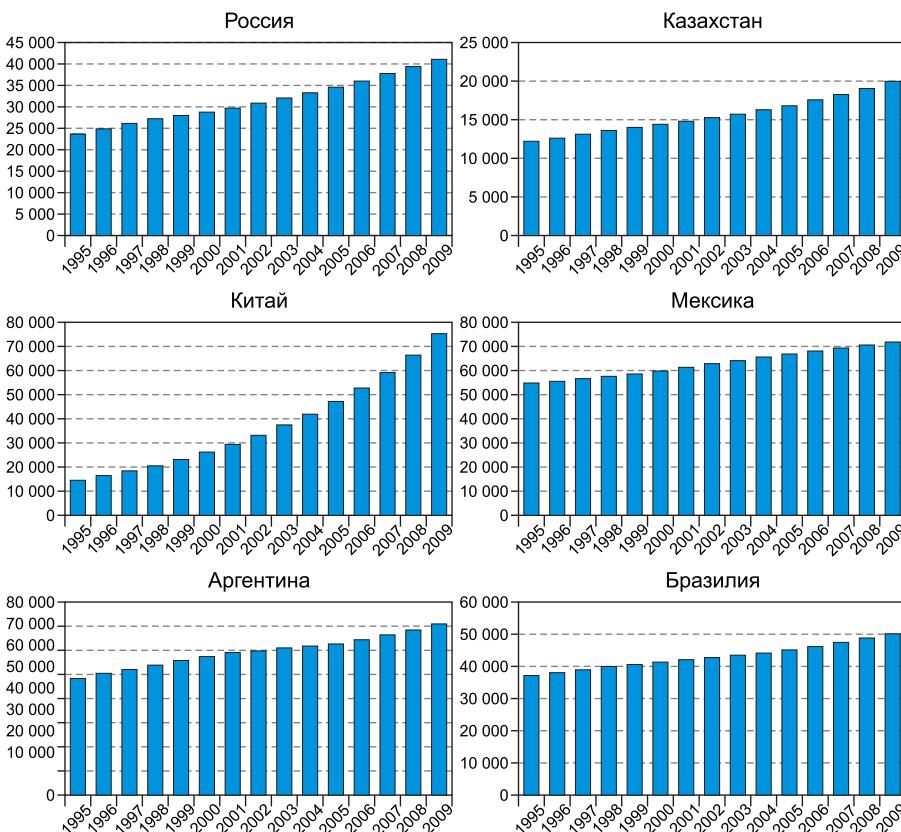


Рис. 2.5. Динамика удельного накопленного человеческого капитала в развивающихся странах (в долл. США 2005 г. по ППС, при 3%-й норме амортизации человеческого капитала)

всех рассматриваемых стран, лишь при 5%-й норме амортизации человеческого капитала уровень в США был несколько выше. Последней из группы экономически развитых стран является Канада. Она также обладает очень высоким уровнем накопленного удельного человеческого капитала, который в 1995 г. превышал российский уровень в 8,1–12,2 раза. Разрыв сократился к 2009 г. до 5,6–8,5 раза. Для большей наглядности на рис. 2.6 представлена динамика удельного человеческого капитала для всех развитых стран при норме амортизации 3 %.

На основании полученных рядов будет оцениваться производственная функция модифицированной модели Узавы—Лукаса на устойчивой траектории, определенная выражением (2.36).

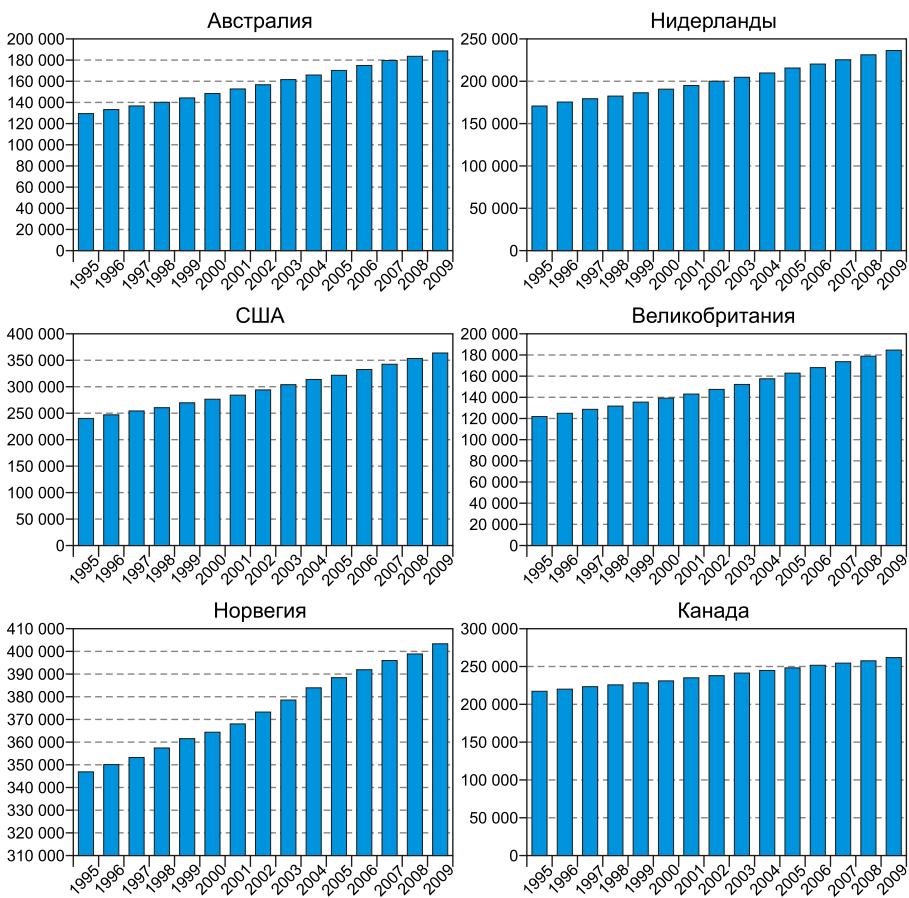


Рис. 2.6. Динамика удельного накопленного человеческого капитала в развитых странах (в долл. США 2005 г. по ППС, при 3%-й норме амортизации человеческого капитала)

Влияние человеческого капитала и природных ресурсов на экономическую динамику в развитых и развивающихся экономиках. На основании рассчитанных рядов будет оцениваться производственная функция на устойчивой траектории, определенная выражением (2.36). В качестве фактора природных ресурсов будет использоваться объем добычи нефти и природного газа (в млн т нефтяного эквивалента).

В экономической литературе можно встретить исследования, где при оценивании производственной функции на ретроспективе предполагалась вариация коэффициентов данной функции. Подобный анализ можно

увидеть, например, в работе [Левицкий, 1991], где анализируется период развития экономики СССР с 1959 по 1985 г. В рамках нашей работы, учитывая, что рассматривается не столь длительный период времени, предполагается постоянство коэффициентов производственной функции.

Производственная функция (2.36) предполагает, что совокупная эластичность факторов производства равна единице ($\alpha + \beta = 1$). При эмпирическом анализе данное предположение будет проверено с помощью статистического теста Вальда, где в качестве нулевой гипотезы будет равенство $\alpha + \beta = 1$, а альтернативной гипотезой, соответствующей, будет являться $\alpha + \beta < 1$. Если нулевая гипотеза не будет отклоняться, то для нахождения коэффициентов α , β и соблюдения равенства $\alpha + \beta = 1$ будет использоваться метод подстановки и, таким образом, оцениваться два выражения:

$$\frac{\cdot}{y} \frac{\cdot}{i_K} \quad \frac{\cdot}{s} \frac{\cdot}{i_K} \quad \frac{\cdot}{h} \frac{\cdot}{i_K} \quad (2.40)$$

для нахождения α и

$$\frac{\cdot}{y} \frac{\cdot}{s} \quad \frac{\cdot}{i_K} \frac{\cdot}{s} \quad \frac{\cdot}{h} \frac{\cdot}{s} \quad (2.41)$$

для нахождения β .

Оценивание будет происходить отдельно для группы развивающихся стран и отдельно для группы развитых стран. Для того чтобы оценить индивидуальные эффекты отдельных стран в рамках своей группы, имеет смысл осуществить оценивание каждой группы стран в виде панельных данных. Целесообразность применения панельного анализа будет определена с помощью теста Вальда на равенство нулю индивидуальных эффектов (для выбора между панельным анализом с фиксированными эффектами и обычной сквозной регрессией) и теста Брайша—Пагана на наличие случайных индивидуальных эффектов (для выбора между панельным анализом со случайными эффектами и обычной сквозной регрессией). Оценивание будет необходимо осуществить для различных норм амортизации человеческого капитала.

Рассмотрим результаты оценивания для 3%-й нормы амортизации человеческого капитала для группы развивающихся стран. Результаты статистических тестов представлены в табл. 2.2.

Мы видим, что гипотеза об отсутствии индивидуальных эффектов не отклоняется и между сквозной регрессией и панельным анализом с фик-

Таблица 2.2

**Статистические тесты для группы развивающихся стран
(норма амортизации человеческого капитала – 3 %)**

Тест Вальда на наличие индивидуальных эффектов	
F-статистика (5, 75)	0,89
p-уровень	0,492
Тест Брайша—Пагана на наличие случайных индивидуальных эффектов	
$\chi^2(1)$	0,000
p-уровень	1,000
Тест Вальда на равенство	
F-статистика (1, 80)	0,56
p-уровень	0,458

Источник: расчеты авторов.

сированными эффектами предпочтительнее использовать сквозную регрессию. Результат теста Брайша—Пагана свидетельствует об отсутствии случайных индивидуальных эффектов. Таким образом, сквозная регрессия предпочтительней панельного анализа со случайными индивидуальными эффектами.

Таким образом, мы видим, что в рассматриваемой группе представлены достаточно однородные страны, и для их анализа можно использовать обычную сквозную регрессию. Результат теста Вальда на равенство

для развивающихся стран представлен также в табл. 2.2. Мы видим, что гипотеза о равенстве суммы эластичностей единице не отклоняется, и мы можем использовать данное предположение для дальнейшей эмпирической проверки.

Для нахождения коэффициентов , , , выражения (2.36), с учетом того, что 1, необходимо будет оценить выражения (2.40) и (2.41). Результаты данного оценивания представлены в табл. 2.3.

В результате оценивания мы видим, что все факторы производственной функции являются значимыми, но, согласно статистике Дарбина—Уотсона, наблюдается автокорреляция (нижняя и верхняя граница для 5%-го уровня значимости: $d_L = 1,597$ и $d_U = 1,694$ соответственно). Для оценки выражений (2.40) и (2.41) воспользуемся методом Прайса—Уинстена, который учитывает автокорреляцию типа AR(1). Результаты оценивания представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.3

Оценка выражений (2.40) и (2.41) для группы развивающихся стран

Параметр	Оценка	Стандартная ошибка	<i>p</i> -уровень	95%-й доверительный интервал
Выражение (2.40)				
Константа	-0,009	0,003	0,002	-0,015 -0,004
	0,192	0,040	0,000	0,112 0,271
	0,554	0,042	0,000	0,470 0,638
<i>R</i> ²	0,936	Скорректированный <i>R</i> ²		0,935
F-статистика	595,63	<i>p</i> -уровень		0,000
Статистика Дарбина—Уотсона		1,466		
Выражение (2.41)				
Константа	-0,009	0,003	0,002	-0,015 -0,004
	0,254	0,021	0,000	0,211 0,297
	0,554	0,042	0,000	0,470 0,638
<i>R</i> ²	0,856	Скорректированный <i>R</i> ²		0,852
F-статистика	239,86	<i>p</i> -уровень		0,000
Статистика Дарбина—Уотсона		1,466		

Источник: расчеты авторов.

Мы видим, что в развивающихся странах человеческий капитал оказывает существенное влияние на экономический рост (коэффициент значим, и его величина находится на довольно высоком уровне – 0,566). В то же время, мы видим, что и динамика добычи нефтегазовых ресурсов также оказывает положительное влияние на экономическое развитие, хотя и меньшее, чем человеческий капитал (-0,194). Таким образом, увеличение человеческого капитала на 1 % может с 95%-й вероятностью привести к ускорению темпов прироста удельного ВВП в диапазоне от 0,47 до 0,66 %, при условии постоянного эффекта масштаба от рассматриваемых факторов производственной функции. С другой стороны увеличение на 1 % добычи нефти и природного газа может оказать в результате куда менее скромное влияние на динамику удельного ВВП. С 95%-й вероятностью темп прироста удельного ВВП может находиться в диапазоне от 0,1 % до 0,28 %, что примерно в 3 раза меньше влияния человеческого капитала.

Таблица 2.4

Оценка выражений (2.40) и (2.41) для группы развивающихся стран с помощью поправки Прайса—Уинстена

Параметр	Оценка	Стандартная ошибка	p-уровень	95%-й доверительный интервал			
Выражение (2.40)							
Константа	-0,009	0,0036	0,014	-0,016	-0,002		
	0,194	0,044	0,000	0,107	0,281		
	0,566	0,046	0,000	0,474	0,659		
R^2	0,934	Скорректированный R^2		0,932			
F-статистика	569,56	p-уровень		0,000			
Статистика Дарбина—Уотсона		2,049					
Выражение (2.41)							
Константа	-0,009	0,0036	0,014	-0,016	-0,002		
	0,240	0,023	0,000	0,195	0,285		
	0,566	0,046	0,000	0,474	0,659		
R^2	0,833	Скорректированный R^2		0,829			
F-статистика	202,16	p-уровень		0,000			
Статистика Дарбина—Уотсона		2,049					

Источник: расчеты авторов.

Если проанализировать оценки, полученные с использованием рядов человеческого капитала при других нормах амортизации, то мы можем увидеть, что оценки влияния человеческого капитала будут варьироваться от 0,561 (при 5%-й норме амортизации) до 0,57 (при 1%-й норме амортизации), а влияние нефтегазовых ресурсов будет находиться в диапазоне от 0,192 (при 1%-й норме амортизации) до 0,197 (при 5%-й норме амортизации). Таким образом, варьирование амортизации человеческого капитала не оказывает существенного влияния на темпы прироста удельного ВВП.

Рассмотрим далее группу развитых стран. В табл. 2.5 представлены статистические тесты, определяющие необходимость использования панельного анализа для рассматриваемой группы стран. Мы видим, что нулевая гипотеза, соответствующая отсутствию индивидуальных эф-

Таблица 2.5

**Статистические тесты для группы развитых стран
(норма амортизации человеческого капитала — 3 %)**

Тест Вальда на наличие индивидуальных эффектов	
F-статистика (5, 75)	0,50
<i>p</i> -уровень	0,774
Тест Брайша—Пагана на наличие случайных индивидуальных эффектов	
$\chi^2(1)$	0,000
<i>p</i> -уровень	1,000
Тест Вальда на равенство	
F-статистика (1, 80)	2,27
<i>p</i> -уровень	0,136

Источник: расчеты авторов.

фектов, не отвергается для обоих тестов. Это говорит о том, что для анализа развитых стран, так же как и для развивающихся стран, мы можем применить обычную сквозную регрессию. Результат теста Вальда на равенство 1 говорит о том, что нулевая гипотеза не отклоняется, и мы можем, как и в случае с развивающимися странами, применить для оценивания метод подстановки.

Результаты эмпирической оценки выражений (2.40) и (2.41) методом Прайса—Уинстена для группы развитых стран представлены в табл. 2.6. Мы видим, что в развитых странах динамика добычи нефти и природного газа также оказывает положительное влияние на экономический рост, но в то же время данное влияние меньше, чем в развивающихся странах

0,065). Более существенное влияние на экономический рост оказывает динамика накопленного удельного человеческого капитала (0,743). Таким образом, в развитых странах увеличение величины удельного накопленного человеческого капитала на 1 % может с 95%-й вероятностью привести к ускорению темпов прироста удельного ВВП в диапазоне от 0,68 % до 0,807 %, при условии постоянного эффекта масштаба от рассматриваемых факторов производственной функции. Данный диапазон находится на более высоком уровне, чем у развивающихся стран. С другой стороны, увеличение на 1 % темпа прироста добычи нефти и природного газа может с 95%-й вероятностью увеличить темп прироста удельного ВВП на величину, варьирующую в диапазоне от 0,016 % до 0,113 %,

Таблица 2.6

Оценка выражений (2.40) и (2.41) для группы развитых стран с помощью поправки Прайса—Уинстена

Параметр	Оценка	Стандартная ошибка	p-уровень	95%-й доверительный интервал	
Выражение (2.40)					
Константа	-0,0063	0,0023	0,008	-0,0109	-0,0017
	0,065	0,024	0,010	0,016	0,113
	0,743	0,031	0,000	0,680	0,807
R^2	0,939	Скорректированный R^2		0,937	
F-статистика	623,78	p-уровень		0,000	
Статистика Дарбина—Уотсона			1,909		
Выражение (2.41)					
Константа	-0,0063	0,0023	0,008	-0,0109	-0,0017
	0,192	0,022	0,000	0,146	0,237
	0,743	0,031	0,000	0,680	0,807
R^2	0,948	Скорректированный R^2		0,946	
F-статистика	741,42	p-уровень		0,000	
Статистика Дарбина—Уотсона			1,909		

Источник: расчеты авторов.

что намного меньше влияния человеческого капитала и меньше аналогичного доверительного интервала для развивающихся стран.

Данное явление можно объяснить более эффективной институциональной средой в развитых странах по сравнению с развивающимися государствами, что позволяет в большей степени опираться на инновационное и технологическое развитие. Расходы на образование, здравоохранение и НИОКР являются основными факторами экономического роста в данных странах.

Оценки, полученные для рядов человеческого капитала с нормой амортизации, отличной от 3 %, будут варьироваться следующим образом. Влияние человеческого капитала находится в диапазоне от 0,741 (норма амортизации 5 %) до 0,746 (норма амортизации 1 %), а влияние нефтегазовых ресурсов варьируется от 0,063 (норма амортизации 1 %) до 0,067 (норма амортизации 5 %).

* * *

Полученные результаты показывают, что наиболее высокий уровень удельного накопленного человеческого капитала на начало рассматриваемого периода (1995 г.) был в Норвегии. К концу рассматриваемого периода (2009 г.) наибольший уровень человеческого капитала был в США (амортизация человеческого капитала 5 %) и в Норвегии (амортизация человеческого капитала 1–4 %). Наименьший уровень удельного человеческого капитала на начало и конец рассматриваемого периода наблюдался в Китае, что обусловлено низкими удельными расходами на образование, здравоохранение и исследования. В то же время, темп роста удельного человеческого капитала в Китае был самым высоким среди всех рассматриваемых стран.

Темпы роста удельного ВВП развивающихся стран в *долгосрочном плане* определяются динамикой как человеческого капитала, так и добычи нефти и газа. Но в то же время, влияние человеческого капитала существенно превышало влияние добычи нефти и газа. Этот результат вполне объясним с позиции экономической теории, так как экономический рост в долгосрочном плане определяется динамикой внедрения инноваций и связанными с ней расходами на НИОКР, динамикой человеческого капитала. Более того, известный в экономике феномен голландской болезни говорит о том, что наличие значительной ренты от природных ресурсов может замедлить экономический рост в долгосрочном плане.

Для группы экономически развитых стран влияние добычи нефти и природного газа также было положительным, но менее существенным, чем для развивающихся. В то же время, влияние динамики накопленного удельного человеческого капитала в развитых странах было более существенным, чем в развивающихся. Очень высокое влияние человеческого капитала на экономический рост можно объяснить более эффективной институциональной средой в развитых странах по сравнению с развивающимися государствами, что позволяет в большей степени опираться на инновационное и технологическое развитие. Расходы на образование, здравоохранение и НИОКР являются основными факторами долгосрочного экономического роста в развитых странах.

ГЛАВА 3.

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

3.1. Композитные индексы как инструменты анализа инновационного развития субъектов РФ¹

В последние годы в литературе описаны несколько методологических подходов, в рамках которых исследователи пытаются выявить закономерности инновационного развития и предложить методы измерения и управленческие решения по активизации инноваций в разных странах мира и России [Kleinknecht et al., 2008; Srholec, Verstpagen, 2008; Иванова и др. 2008; Žížalová, 2009; Руководство, 2010; Radosevic, 2011; и мн. др.].

Эти подходы направлены на изучение национальных инновационных систем, социально-экономических и институциональных аспектов развития инновационной среды регионов, факторов инновационного развития, инновационных ландшафтов и инновационных кластеров. Вышеупомянутые термины близки в понятийном смысле, что, в частности, побудило специалистов из госуниверситета Санкт-Петербурга провести семантический анализ этих терминов, упоминаемых в зарубежной и отечественной литературе с разной частотой. Уточнен ракурс использования терминов. Так, в теории национальных инновационных систем, развивающейся в отечественной и зарубежной литературе в последние 20 лет, былоделено достаточно много внимания факторам инновационного развития, а также системной оценке их влияния на экономический рост. Показаны отличия в развитии инновационной деятельности разных стран с использованием преимущественно статистики показателей European Innovation Scoreboard (EIS), вошедших в базы данных ЕС и Всемирного банка.

¹ Раздел 3.1 подготовлен в рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 34.1 «Оценка и стратегия потенциала инновационной индустриализации экономики Сибири: методы, модели, результаты», а раздел 3.2 — в рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 35.1 «Экономика и социология науки и образования».

Комплексная оценка уровня инновационного развития стран и регионов выполняется в мировой экономической практике с использованием различных показателей. Например, публикуются доклады по оценке индекса глобальной конкурентоспособности, индексов экономики знания, человеческого потенциала, национальных инновационных систем и др. (см. разделы 1 и 3.3). Композитные индексы учитывают различные показатели экономического и инновационного развития, которые по определенным алгоритмам объединяются в интегральную *композицию с учетом иерархии и весов* отдельных субиндексов, построенных на основе первичных показателей. Они позволяют делать выводы о конкуренции между США, странами Европы, Азии (прежде всего Японии и Китая), международными альянсами, например странами БРИК, СНГ и др., в динамике по разным параметрам. Выполняя такие работы, известные международные организации используют методологию исследовательских центров OECD и Всемирного банка, сопровождают результаты развитой аналитикой, т. е. анализом частных и интегральных индексов в различной структуре и динамике, а также картографической визуализацией. Так, отдельный раздел в докладе об индексе глобальной конкурентоспособности (GCI) посвящен субиндексу инновационного развития, который является одним из 12 частных индексов второго уровня, входящих в структуру композитного индекса GCI [Schwab, 2011]. Достаточно широк арсенал инструментов оценки и предоставления результатов анализа отдельных факторов инновационной деятельности в удобной наглядной форме¹.

К настоящему времени появился ряд российских аналитических докладов и публикаций в научной литературе, посвященных оценке уровня

¹ Так, в отдельных странах, например Индии, при поддержке ученых из Индийского института технологий (IITs), Индийского института управления (MMB), ранее работавших с различными данными глобальных организаций, подобных «Оракулу», оказывающему финансовые услуги и проводящему глобальную аналитику по запросам на интересующие темы, создан центр по обработке данных, способный ускорять аналитику и проведение исследовательских работ «Innovaccer Data Lab (см. сайт www.Innovaccer.com). Он использует различные оригинальные процедуры комплексной обработки данных по нескольким этапам организации исследований в следующей логической последовательности: гипотезы, моделирование, экстракция данных, преобразование данных, аналитика, визуализация и публикация результатов. Центр сотрудничает с рядом ведущих университетов США и Европы и ищет выход для сотрудничества с вузами России и РАН.

развития национальной инновационной системы и уровня инновационного развития регионов. Эти работы, как правило, носят оригинальный характер, используют официальную статистику или экспертные данные. По-видимому, поэтому наблюдается расхождение количественных значений оценок уровня инновационного развития одного и того же региона по различным методикам. Вместе с тем, поскольку исследования по оценке инновационного развития субъектов РФ ведутся в России в течение последних лет, это позволяет обобщать опыт оценки индикаторов социально-экономического и инновационного развития регионов страны, а также институциональных факторов и стратегических намерений регионов по усилению эффективности научно-технической и инновационной деятельности в регионах в динамике.

Краткий обзор методов оценки инновационного развития регионов России. Наиболее известные методы оценки состояния инновационного развития регионов, разработанные в организациях РФ, которые позволяют выполнять количественные оценки, характеризующие состояние национальных и региональных инновационных систем, широко представлены в публикациях [Киселев, 2010; Валиева, 2011; Халимова, 2011; Казанцев, 2012; Лавровский, 2012; Моисеев, 2012; НАИРИТ, 2012; Рейтинг инновационного развития субъектов РФ, 2012; Унтура, 2012; Региональная инновационная политика, 2013]. Оценки представляют собой абсолютные или относительные значения отдельных показателей инновационной деятельности. Они получены, как правило, на основе данных регулярных годовых справочников федеральной статистики или экспертных оценок в виде численных или ранговых значений агрегированных (сводных показателей), именуемых композитными индексами. В частности, их сравнение позволяет судить о динамике инновационного развития регионов с 2008 до 2012 г. Отдельные методы касаются различных аспектов оценки уровня инновационного развития, которые вытекают из задач проведения конкретного исследования. В этой связи все виды оценок (даже при их различиях в количественных значениях) могут представлять интерес для федеральных или региональных органов власти, которые занимаются разработкой стратегий инновационного развития и научно-технической и инвестиционной политикой субъектов РФ.

Главное назначение разнообразных методик оценки состояния инновационного развития регионов — выявить совокупность факторов, влияющих на инновационное развитие. Эти факторы могут воздействовать, во-первых, на процесс производства знаний и его результативность, а во-вторых, на непосредственное использование результатов НИОКР

в инновационной деятельности предприятий региона. Коротко охарактеризуем методические основы оценки как динамики и состояния отдельных факторов инновационной деятельности, так и композитных индексов, полученных на их основе. Для обобщения опыта построения композитных индексов далее выберем несколько методик, которым присвоим рабочие названия «методика 1» и т. д., для того чтобы в дальнейшем тексте можно было в краткой форме оперировать их названиями при сравнении полученных с их использованием количественных оценок. Разработкой методик построения комплексных индикаторов занимались многие российские научные и аналитические организации, приведем коротко основные методические направления, которые в них развиваются.

Институт стратегических исследований (ИСИ) в презентации представил методические аспекты комплексного анализа развития регионов, в том числе в нем использованы показатели инновационного развития. В докладе ИСИ в основном делается акцент на факторы национальной безопасности РФ и отдельных ее регионов, в том числе и факторы научно-технического и инновационного развития с позиций ресурсной составляющей и продуктивности названных видов деятельности [Моисеев, 2012].

Ассоциация инновационных регионов России (АИРР) инициировала разработку методики рейтингования регионов-территорий инновационного развития «методика 1». Она предназначалась для разработки критериев для выделения регионов, которым потенциально может быть оказана федеральная поддержка на конкурсной основе в качестве элемента региональной политики в рамках инновационной стратегии РФ. Так, в 2011 г. была проведена работа по систематизации показателей, характеризующих уровень инновационного развития регионов, группой экспертов из научных учреждений и вузов регионов членов АИРР под руководством И.М. Бортника. Задачей группы являлась разработка методики и системы индикаторов, позволяющих количественно рассчитывать инновационный рейтинг регионов, который бы мог использоваться правительством РФ для отбора пяти лучших регионов каждые 3 года для федеральной поддержки в рамках реализации пространственного разреза инновационной стратегии. В подходе, разрабатываемом АИРР, выводы которого учитывает МЭР, использовано около 30 показателей, агрегируемых в три содержательных блока: создание инноваций, коммерциализация инноваций, потенциал политики органов власти по стимулированию инновационной активности, которые сводятся в композитный индекс инновационного интегрального статуса региона. Эти методические

наработки были переданы в Министерство регионального развития, и предполагалось, что они смогут способствовать разработке инструментов, нацеленных на федеральную поддержку регионов, имеющих различную специфику, в осуществлении модернизации на инновационной основе. Кроме того, были выполнены эмпирические работы по аprobации названной методики [Унтура, 2012], показывающие, что набор системы показателей, их структурная компоновка и выбранный алгоритм построения интегрального рейтинга могут приводить к разным количественным результатам.

Присвоение места региону проводится по значению интегрального индекса инновационного развития региона, базирующегося на иерархии его субиндексов, предложенной экспертами. Такого же типа методики [Киселев, 2010] уже существовали на момент разработки АИИР, но в них использовались несколько иной набор показателей и группировка субиндексов и, соответственно, заметно расхождение интегральных оценок уровня инновационного развития регионов.

Институт статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» представил в виде текстовых, табличных и картографических данных систему рейтинговых оценок и анализ инновационного развития 83 российских регионов — «методика 2». В аналитическом докладе «Рейтинг инновационного развития субъектов РФ» изложена методология формирования системы показателей, характеризующих социально-экономические условия, научно-технический потенциал регионов, уровень развития инновационной деятельности и качество реализуемой в регионах инновационной политики [Рейтинг инновационного развития субъектов РФ, 2012]. В ГУВШЭ для построении композитного индекса учитывается 35 показателей, сгруппированных в четыре блока: социально-экономические условия инновационной деятельности в регионе; научно-технический потенциал региона; инновационная деятельность в регионах; нормативно-правовая база инновационной политики.

В ГУВШЭ разработаны и другие подходы по оценке инновационного потенциала регионов. Например, построена типология уровня инновационного развития регионов РФ на основе одного индикатора — внутренних затрат на исследования и разработки в расчете на душу населения — с использованием инструментария нечетких множеств [Сиротин, Кузьмин, 2008]. Выделены три группы регионов с высоким, средним и низким уровнем развития.

Национальная ассоциация инноваций и развития информационных технологий (НАИРИТ) опубликовала аналитические доклады за период 2009–2012 гг. «методика 3». Методика оценки уровня инновационного развития во многом перекликается с фрагментами многих методик организаций, работающих с данными Росстата (например, ИЭ РАН, АИРР и др.). Для характеристики именно инновационной деятельности в первую очередь рассматриваются несколько основных показателей Росстата: число организаций, осуществляющих технологические инновации; затраты на технологические инновации; производство, а также экспорт инновационных товаров, работ, услуг; кроме того, индикатор — совокупный уровень инновационной активности организаций. Известна информационная база «Рейтинга инновационной активности регионов», подготовленная совместно с ГУ ВШЭ Национальной ассоциацией инноваций и развития информационных технологий (НАИРИТ), которая позволяет строить композитный индекс на основе пяти основных показателей, рассчитываемых для промышленности и связи: число организаций, осуществляющих технологические инновации; затраты на технологические инновации; производство, а также экспорт инновационных товаров, работ, услуг.

Каждому из индикаторов региона присваивается балл по следующей формуле:

$$q_n \frac{i_n - i_{\min,n}}{i_{\max,n} - i_{\min,n}},$$

где q_n — балл региона за индикатор n , i_n — значение индикатора n в регионе, $i_{\max,n}$ — значение по индикатору n региона-лидера, $i_{\min,n}$ — значение по индикатору n региона-аутсайдера. Показатели рассчитываются за два предшествующих году конкурса года (в случае отсутствия статистики берутся два последних года, где статистика имеется). Затем высчитывается среднее за два года значение

$$Int_{perz} = \frac{k}{n} \frac{\sum_{i=1}^k q_i}{\sum_{i=1}^k 1} = \frac{k}{n} \frac{\sum_{i=1}^k \frac{i_n - i_{\min,n}}{i_{\max,n} - i_{\min,n}}}{\sum_{i=1}^k 1}, \quad (1)$$

где k — количество индикаторов в 1-й группе, m — количество индикаторов во 2-й группе, z — количество индикаторов в 3-й группе.

Для каждого индикатора по всем исследуемым регионам выбирается максимальное и минимальное значения (V_{\max} и V_{\min} соответственно). Далее индикаторы нормируются, преобразуются (с использованием раз-

ницы между V_{\max} и V_{\min}) в относительные величины для сопоставимости. Итоговый показатель инновационной активности региона (V_{reg}) рассчитывается как среднеарифметическое значение всех индикаторов или групп индикаторов, характеризующих ту или иную сторону инновационной активности региона за определенный период. Вместе с тем имеются и различия вышеназванных методик, поскольку каждая из организаций привлекает дополнительный круг экспертных показателей. В частности, НАИРИТ (НАИРИТ подводит итоги Рейтинга инновационной активности регионов-2012, 2013) для построения рейтинга дополнительно использует информацию из следующих источников: анкетирование участников рейтинга с целью получения наиболее точных и актуальных данных; отчеты федеральной службы государственной статистики; Министерства экономического развития; Министерства регионального развития; собственные аналитические материалы НАИРИТ; информация с официальных региональных порталов по инновационной деятельности¹.

СОПС в соавторстве с рядом организаций и Ассоциацией инновационных регионов России разработал коллективную методику для оценки и мониторинга инновационного развития регионов России, которая является результатом совместной работы представителей Минэкономразвития РФ, Ассоциации инновационных регионов России, Совета по изучению производительных сил, Института экономической политики им. Е.Т. Гайдара и Министерства экономики Республики Татарстан. В основу данного подхода были положены принципы и показатели, использовавшиеся при построении рейтингов инновационных регионов в Европейском союзе и США. Далее эта методика, в частности, послужила основой для отбора регионов для проведения в СОПСе сравнительного анализа применения инструментов поддержки инновационной деятельности, а также механизмов реализации инновационной политики в субъектах Российской Федерации для выявления лучших практик [Семенова, 2011]. При этом рассматривались не все субъекты Российской Федерации, а предварительно отобранные лучшие и средние регионы в соответствии с методикой оценки инновационной активности субъектов Российской Федерации, включая регионы АИРР.

В ИЭ РАН разработана методика оценки уровня инновационного развития российских регионов на основе статистических методов [Региональная инновационная политика..., 2013]. В этой коллективной монографии

¹ Национальная ассоциация инноваций и развития информационных технологий, <http://nair-it.ru/news/18.03.2010/135>.

фии изложена методика рейтингования регионов России по уровню инновационного развития и построена типология регионов по уровню инновационного развития за 2005–2010 гг. с использованием интегрального комплексного показателя (Э.И. Романюк, глава 6). Это исследование базировалось на региональном подходе Европейской комиссии к методике расчета карт европейского инновационного пространства для регионов Европейского сообщества, которая была авторским коллективом скорректирована и адаптирована к российской статистике. В состав трехуровневого композитного индекса на первом уровне вошли три укрупненных блока показателей, характеризующих различные стороны инновационного процесса: инновационный потенциал, инновационная инфраструктура и инновационный климат, а также результативность инновационной деятельности. На втором уровне, например, инновационный потенциал, который отражает возможности региона произвести или использовать инновации, характеризуется двумя частными показателями: образовательный потенциал и затраты на инновации. На третьем уровне эти показатели в свою очередь формируются из состава индикаторов науки и инноваций федеральной статистики, в частности, они количественно соответствуют восьми индикаторами ежегодно собираемой официальной статистики; инновационная инфраструктура — семи индикаторам и результативность инновационной деятельности — семи индикаторам, что дает возможность проводить покомпонентный анализ на базе 22 показателей.

На основе изложенной методики в ИЭ РАН проведена типология регионов с использованием дисперсионного и кластерного анализов, представлены интересные содержательные результаты выделенных четырех типов регионов: тип 1 — инновационные регионы преимущественно европейской части РФ; тип 2 — инновационные регионы Поволжья и Сибири; тип 3 — добывающие регионы; тип 4 — условно отстающие регионы. Тип 1 демонстрирует наибольшие значения рангов всех показателей, а по некоторым показателям разрыв превышает 2 раза. Значения композитных индексов по выделенным типам регионов за период с 2005 по 2010 г. показывают, что рост индекса инновационного развития РФ в целом произошел с 0,204 до 0,210 за счет того, что для инновационных регионов европейской части РФ аналогичный индекс вырос с 0,232 до 0,248, а для инновационных регионов Сибири — с 0,193 до 0,203, в то время как для двух других названных типов регионов в динамики значения композитного индекса не наблюдалось: для добывающих регионов — 0,167, для отстающих — 0,151 [Региональная инновационная по-

литика..., 2013]. Результаты анализа этого исследовательского коллектива показали, что регионы Сибири оказались наиболее чувствительны к кризису. К сожалению, в монографии не приведен полный список значений композитного индекса для каждого из субъектов РФ, входящих в определенный тип, и поэтому мы не можем сопоставить результаты расчетов по этой методике с остальными методиками, участвующими в нашем обзоре в разрезе субъектов РФ.

В ИЭ ОПП СОРАН совместно с НГУ разработано несколько методов сводной оценки уровня инновационного развития регионов, которые различаются наборами анализируемых показателей и способами их агрегации [Унтура, 2012; Халимова, 2011; и др.].

Например, один из методов оценки состояния инновационного развития регионов предложен С.Р. Халимовой «*методика 4*». Эта методика по набору показателей похожа на методики 1 и 3, но в методике 4 показатели занятости в сфере НИОКР и т. п. использованы как удельные показатели. Композитный индекс инновационного развития регионов в этом подходе предлагается рассчитывать с применением взвешивающих коэффициентов, что будет подробно изложено в параграфе 3.3. Кроме того, специфика упомянутой методики состоит в том, что автор рассматривает по сути два локальных композитных индекса, один из них характеризует процессы создания знания, а другой — применения знаний в инновациях, что, по-видимому, оправдано для формирования научно-технической и инновационной политики как особых разновидностей региональной политики. С.Р. Халимова не проводит их дальнейшего соединения в один композитный индекс, хотя эта процедура не составляет труда и будет нами далее также выполнена для того, чтобы была возможность сопоставимости результатов расчетов по методике 4 по достаточно схожему набору всей совокупности показателей для регионов РФ с другими, упоминаемыми выше методиками, результаты сопоставления показаны в табл. 3.1.

Кроме того, в ИЭ ОПП СОРАН был предложен оригинальный метод оценки композитного индекса [Унтура, 2009], известного в зарубежной литературе как индекс экономики знания [Chen, Dahlman, 2005; Гапоненко, 2005]. Этот подход — «*методика 5*» — имеет набор показателей, несколько отличный от вышеназванных методик.

Индекс экономики знаний (ИЭЗ) — это средний из четырех индексов (институционального режима, образования, инноваций, ИКТ, см. подробнее в [Chen, Dahlman, 2005; Гапоненко, 2005]). Чем ближе этот

Таблица 3.1

Ранги уровня инновационного развития регионов России и их отклонения по различным методикам по сравнению с методиками АИРР и ВШЭ, 2010 г.¹

Регион	Методика 1	Методика 2	Методика 3	Методика 4	Методика 5	Сумма модулей отклонений значений оценки по разным методикам по сравнению с методиками	
						1 (АИРР)	2 (ВШЭ)
Москва	1	1	1	13	1	12	12
Санкт-Петербург	2	2	5	2	2	3	3
Нижегородская область	3	3	3	1	6	5	5
Московская область	4	8	2	5	4	7	17
Калужская область*	5	6	25	9	23	43	40
Томская область*	6	9	6	14	16	21	18
Новосибирская область*	12	7	10	18	3	22	23
Республика Татарстан*	14	10	4	12	8	22	14
Пермский край*	18	4	22	10	10	34	44
Республика Мордовия*	19	26	44	11	65	86	79
Красноярский край*	35	29	24	49	11	55	49
Иркутская область*	57	37	48	50	18	75	63
Итого разницы оценок по столбцу	—	—	—	—	—	385	367

* Регион входит в Ассоциацию инновационных регионов России.

¹ Источники: по методике 1 — [Семенова, 2010; Унтура, 2012], методике 2 — [Рейтинг инновационного развития субъектов РФ, 2012], методике 3 — [НАИРИТ подводит итоги Рейтинга инновационной активности регионов, 2012], методике 4 — [Халимова, 2011], методике 5 — [Унтура, 2009; Унтура и др., 2014], а также расчеты автора по программе (Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ № 2014610632) с использованием данных статистического сборника «Регионы России: социально-экономические показатели». Росстат. М.: 2012, 990 с.

показатель к 10, тем выше готовность страны или региона к развитию экономики знаний (формулу нормирования см. в [Гапоненко, 2005]).

Для регионов РФ нами была разработана методика, максимально приближенная по показателям к методике Всемирного банка. Вместе с тем по ряду показателей авторская методика (по объективным причинам ведения статистики в РФ) отличается от международной методики расчета ИЭЗ. Поскольку ВБ не подсчитывает институциональный индекс по регионам РФ, нами в качестве индекса институционального режима в регионах РФ принимались рейтинги институционального потенциала субъектов РФ, подсчитываемые РА «Эксперт» за последние ряд лет. Для оценки состояния инновационных систем по регионам не учитывалось количество опубликованных статей.

Патенты учитывались как число выданных патентов без выделения международных патентов. При расчете индекса ИКТ учитывались количество городских телефонов в расчете на 1000 чел. городского населения; количество персональных компьютеров в расчете на 100 чел. работников в организации, в том числе подключенных к Интернет, затраты на ИКТ.

Подсчет индекса образования в РФ проводился по показателям грамотности взрослого населения; доля зарегистрированных школьников, студентов по отношению к числу лиц соответствующего возраста (одна из составляющих индекса развития человеческого потенциала).

Таким образом, индекс экономики знаний представляет собой совокупность показателей, количественно характеризующих важные параметры «видимого и невидимого знания», в виде показателей материальных и нематериальных носителей знаний: патенты, число исследователей и людей, вовлеченных в систему образования; технические средства, способствующие переработке и распространению знаний и информации, экспертные оценки состояния институциональной среды.

Далее на основе анализа и сравнения результатов методик 1–5 будет показано, что оценки уровня инновационного развития в основном близки по количественным значениям для федеральных округов, но различаются в отношении отдельных регионов [Кравченко, 2006; Марков, Ягольницер, 2006; Киселев, 2010; Валиева, 2011; Халимова, 2011; Казанцев, 2012; Региональная инновационная политика..., 2013; Унтура и др., 2014].

Анализ схемы построения и сравнение результатов количественной оценки композитных индексов разных методик. Краткий обзор упомянутых работ показывает, что необходимо провести сравнение не только методических схем, но и результатов оценки индекса инновационного развития регионов по разным методикам для того, чтобы выя-

вить проблемы и обобщить инструменты, предлагаемые для формирования композитных индексов. Анализ логической и количественной основы расчетов разных методик, на наш взгляд, позволит обобщить методическую схему составления композитных индексов и разработать оригинальный программный комплекс, позволяющий выполнять широкий спектр аналитических функций и визуализации результатов.

Инструменты анализа. Методы анализа включают:

- а) сравнительный анализ общей схемы построения композитного индекса в методиках 1–5;
- б) верификацию отдельных алгоритмов для расчета индексов инновационного развития региона в одной из тестируемых методик. Ниже это будет показано на примере одной из методик оценки индекса экономики знаний (ИЭЗ) — методики 5. Под терминами «комплексный», «интегральный», «композитный индекс», упоминаемыми в разных методиках, семантически подразумевается синоним, поскольку в исследовании речь идет о совокупной «композиции» индикаторов, характеризующих разные аспекты развития.

Обобщенная схема, составленная при изучении методик 1–5, состоит из нескольких этапов:

1. *Первый этап.* Отбор показателей на базе официальной статистики или данных выборочных обследований, экспертных оценок для их включения в систему индикаторов, обеспечивающую комплексность учета различных факторов, влияющих на интегральный рейтинг инновационного развития региона. Первый этап базируется на результатах качественного анализа или теоретически предлагаемых гипотезах, а также результатах корреляционного анализа, факторного анализа, и др.

2. *Второй этап.* Группировка показателей в содержательные блоки, (см. например, иерархическую структуру российского инновационного индекса по методике ГУ-ВШЭ или НАИРИТ). Кроме того, второй этап включает работу по переходу от абсолютных показателей к нормированным, учет экстремальных значений или так называемую трансформацию показателей с учетом кривой распределения значений в группе).

3. *Третий этап.* Использование различных шкал нормирования показателей по каждому содержательному блоку.

4. *Четвертый этап.* Выбор алгоритмов для расчетов композитного индекса с учетом весовых коэффициентов и индивидуального ранга региона по каждому отобранному показателю или блоку показателей. В развитых аналитико-визуальных комплексах, по-видимому, должна также содержаться опция, обеспечивающая работу как с позитивными,

так и негативными характеристиками, влияющими на развитие региона, при построении композиции, возможность сравнения результатов по различным методикам, построения эталонов и сравнения с эталонными объектами, со средними значениями по совокупности и др.

5. *Пятый этап.* Ранжирование количественных значений композитного индекса для объектов, т. е. позиционирование по уровню инновационного развития регионов.

6. *Шестой этап.* Построение типологий регионов (на основе одноФакторного анализа или других экспертных методов с учетом граничных значений выявляемых групп).

7. *Седьмой этап.* Визуализация — представление результатов в табличной, графической и картографической визуальной форме: страны мира, субъекты РФ; федеральные округа; произвольно выбираемая совокупность регионов в зависимости от задач анализа. Например, создаются аналитические проекты для АИРР, ресурсных регионов страны, регионов с высокой концентрацией научно-технического потенциала, регионов дислокации ВПК и др.

A. Сравнение оценок уровня инновационного развития регионов и применяемого инструментария в разных методиках

Отметим, что и рейтинг каждого субъекта РФ, и типологии по группам регионов существенно могут различаться в зависимости от выбранной методики расчета рейтинга уровня инновационного развития региона (см. табл. 3.1). Чтобы не перегружать текст, приведем лишь пример, демонстрирующий существенное расхождение оценок композитных индексов для методик, разработанных разными научными организациями и консультационными фирмами (табл. 3.2), а также методик МЭР и АИИР между собой.

В методиках 2 (ГУВШЭ) и 3 (НАИРИТ) фигурируют многие схожие индикаторы (особенно по результативности инновационной деятельности), приводятся оценки уровня инновационного развития в динамике. Видно, что есть регионы, по которым имеется небольшое расхождение оценок. Это в основном центральные города страны и регионы, которые имеют лидирующие позиции как по научному, так и по инновационному потенциалу. Однако разброс «недооценки» или «переоценки» рейтинга достаточно широк для многих субъектов РФ, например для Пермского края, который по методике МЭР мог бы претендовать на федеральную поддержку, а по методике ГУВШЭ уже нет.

Вполне ожидаемо, что региональные органы власти будут отдавать предпочтение тем методикам, в которых рейтинг их региона оказывает-

Таблица 3.2

**Разница рангов уровня инновационного развития регионов:
центральные города России, регионы АИРР, субъекты СФО
в 2004–2010 гг. (по методике 4)**

Субъект РФ	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Улучшение по-зиции в интегральном рейтинге (– ухудшение)
Москва	8	9	9	14	13	9	13	–5
Санкт-Петербург	7	7	4	5	7	3	2	5
Нижегородская область	2	3	3	3	3	1	1	1
Московская область	6	8	8	8	8	4	5	1
Калужская область	10	10	7	7	10	10	9	1
Томская область	15	15	15	9	16	13	14	1
Новосибирская область	26	23	24	25	24	17	18	8
Республика Татарстан	12	5	6	6	6	5	12	0
Пермский край	4	4	2	4	2	12	10	–6
Республика Мордовия	30	21	5	1	17	8	11	19
Красноярский край	57	56	53	34	38	41	49	8
Иркутская область	32	34	46	39	51	57	50	–18

Источник: расчеты автора, в которых отдельные субиндексы производства и использования знаний по методике Халимовой, были сведены в один композитный индекс.

ся выше, и оспаривать результаты других методик. Особенно «болезненно» для субъектов Федерации видеть низкий рейтинг по результатам методики, которой руководствуются федеральные органы власти и, в частности, МЭР, поскольку это может сдерживать приток бюджетных инвестиций в регион.

Как видно из табл. 3.1, некоторые из субъектов РФ имеют схожие оценки рейтинга инновационного развития по всем методикам, например, Санкт-Петербург, Нижегородская область, Томская область. Вместе с тем, вариация рейтингов для большинства регионов широка по обеим методикам. Поскольку методики 4 и 5 заметно отличаются от методик 1–3 по составу показателей и способу их объединения в композитный индекс, значительная разница оценок наблюдается для Москвы (по методике 4) или для Иркутской области и Красноярского края, Республики Татарстан и Пермского края.

лики Мордовия (по методикам 4, 5), требуется более тщательный анализ, чтобы понять, какой фактор завышает или занижает оценку по сравнению с остальными методиками.

Эта работа показала, что не все показатели статистики науки и инноваций, предлагаемые в систему индикаторов инновационного развития и для построения типологий в большинстве названных методик, имеют статистически значимое влияние на инновационное развитие. Тем более с определенной осторожностью их следует использовать в прогностических целях. Кроме того, был выполнен факторный и кластерный анализ инновационной активности субъектов РФ и Сибири для выявления наиболее значимых со статистической точки зрения показателей, которые затем были использованы для построения типологий и панельных регрессий [Канева, Унтура, 2013; Региональная инновационная политика..., 2013], что будет более детально представлено в параграфе 3.2.

Определенная настороженность к достоверности результатов методик может возникнуть также у инвесторов и министерств, оказывающих корпоративную или частную поддержку регионам. Если в отношении Москвы, Санкт-Петербурга, Нижегородской области оценки рейтингов совпадают, то для других субъектов федерации имеется существенные расхождения, в частности, для регионов АИРР (субъекты отмечены значком *) скорее характерно существенное занижение места субъектов по их инновационному развитию по методике 1 (Минэкономразвития) по сравнению с методикой 2 (ГУВШЭ).

Вместе с тем, в рамках даже одной методики также можно увидеть динамику композитного индекса, например, для методики 4 (см. табл. 3.2).

Например, обратим внимание на положение сибирских регионов в соответствии с данными рейтинга по методике 4 и методике 3 (НАИРИТ), которые, например, хотя и различаются для инновационных лидеров Сибири — Томской и Новосибирской областей (табл. 3.3), но свидетельствуют о том, что в этих субъектах идет рост уровня инновационного развития, в то время как в отношении Иркутской области указанные методики дают диаметрально противоположные результаты. Большинство сибирских регионов (согласно методике 3) заметно повысили уровень инновационного развития, три субъекта (Томская, Новосибирская области и Алтайский край) вошли в Топ-10 по РФ, т. е. находятся в лиге регионов с высоким уровнем инновационного развития; четыре субъекта (Красноярский край, Кемеровская, Омская и Иркутская области) — в лиге со средним и умеренным уровнем развития.

Таблица 3.3

**Динамика уровня инновационного развития регионов СФО
по методике 3 (НАИРИТ)**

Субъект РФ	2009*	2010*	2011**	2012***	Разница рейтингов 2009–2012 гг.
Томская область	11	6	5	5	6
Алтайский край	9	8	9	8	1
Новосибирская область	13	10	7	9	4
Красноярский край	38	24	26	23	15
Кемеровская область	42	34	24	25	17
Омская область	31	30	32	34	-3
Иркутская область	73	48	52	48	25
Республика Алтай	43	49	53	53	-10
Республика Бурятия	59	68	67	66	-7
Забайкальский край	68	64	69	68	0
Республика Тыва	81	65	71	72	9
Республика Хакасия	78	75	77	78	0

Источники:

* URL: <http://www.nair-it.ru/news/17.05.2011/217>;

**URL: <http://nair-it.ru/news/19.06.2012/334>;

***URL: <http://nair-it.ru/news/04.07.2013/405>.

Однако ряд регионов (Республика Алтай, Бурятия, Хакасия, Забайкальский край) за 2009—2012 гг. остался на низком уровне. Омская область, Республика Алтай и Республика Бурятия несколько понизили свой рейтинг по сравнению с 2011 г.

Динамика уровня инновационного развития субъектов СФО (по методике НАИРИТ) показывает, что те сибирские регионы, которые вошли в ТОП-15, за последние 2 года сохранили или даже несколько улучшили свои позиции в российском рейтинге (см. табл. 3.3, т. е. 1-е место лучшее).

Примерно такая же ситуация некоторого улучшения наблюдается для регионов со средним уровнем инновационного развития (занимающими места до 40), улучшили свои позиции Красноярский край и особенно Кемеровская область. Однако регионы с низким уровнем инновационного развития (после 60 места), такие как Забайкальский край, рес-

публики Тыва и Хакасия, даже ухудшили свои места и сдвигаются в низ списка российских регионов.

По методике 5 [Унтура и др., 1998; Унтура, 2009], в которой рассчитывается ИЭЗ [Chen, Dahlman, 2005] в качестве одного из композитных индексов для оценки уровня инновационного развития, наблюдается несколько иная картина состава лидеров СФО и динамики Новосибирской и Томской областей, а также более стремительным выглядит повышение места Алтайского края (рис. 3.1).

Чем ближе значение рейтинга индекса к 1, тем ближе место региона к 1-му месту, имеющему максимальное значение композитного индекса. Например, в России в группу ТОП-15 в 2010 г. из состава СФО вошли Новосибирская область, занимая и удерживая 3 место, Красноярский край, который улучшил свой рейтинг с 14 в 2008 г. до 11 места в 2010 г., и Томская область, которая несколько снизила рейтинг с 11 до 16 места за аналогичный период, т. е. приблизилась к границе (15 регионов), задаваемой МЭР для отбора регионов для федеральной поддержки. При этом хотя и не вошел в Топ-15, но лидером по наращиванию индекса экономики знания в РФ оказался Алтайский край, которому удалось

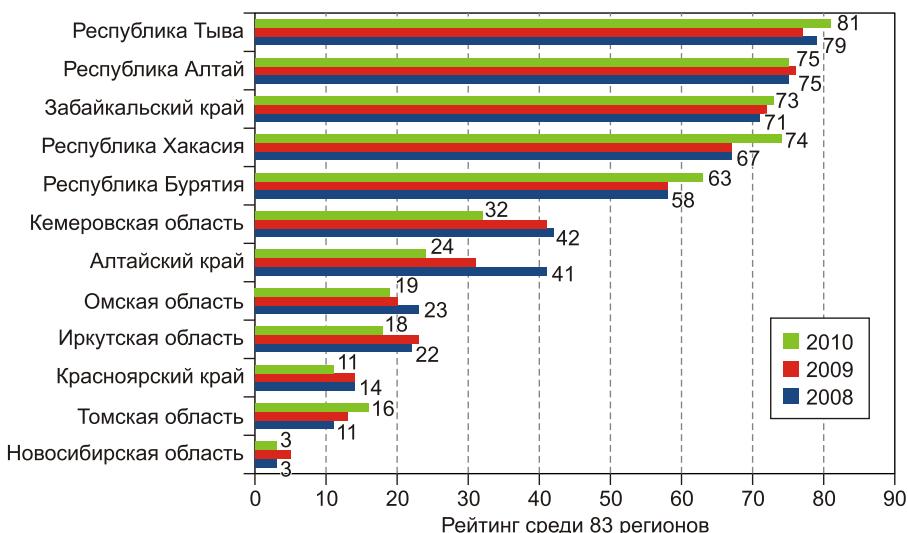


Рис. 3.1. Рейтинг интегрального индекса экономики знания за 2008–2010 гг. (по методике 5) с использованием метода нормирования ВБ для регионов Сибири
Источник: расчеты автора по программе (Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ № 2014610632) с использованием данных статистического сборника «Регионы России: социально-экономические показатели» / Росстат. М., 2012. 990 с.

улучшить свой рейтинг с 40 до 24 позиции. Несколько улучшили свой рейтинг Кемеровская и Иркутская области.

B. Верификация расчетов по алгоритмам.

Нами было выполнено тестирование методики 5 (ИЭОПП СО РАН, Унтура) по расчету индекса экономики знания (анг. Knowledge Economy Index (KEI)), подтвердившее, что тип выбранного алгоритма для построения типологии существенно влияет на количественные значения оценок. Были опробованы, во-первых, алгоритм составления композитного индекса из нормированных показателей суммированием по блокам с равными коэффициентами вхождения в формулу при нормировке, предложенной Всемирным Банком¹. Во-вторых, рассчитывался модифицированный коэффициент из формулы Хельвига [Инновационный вектор..., 2011], которая определяет позицию каждого многомерного показателя, входящего в агрегат, исходя из эталонного значения (в данном случае — max), в-третьих, по алгоритму величины M, рассчитываемой как сумма удельных значений «среднего» для каждого из признаков ИЭЗ, отнесенного к соответствующему стандартному отклонению значения соответствующего признака k , что может упрощать применение метода Хельвига для показателей за ряд лет [Унтура и др., 1998, с. 34–35]. Разницу оценок можно наблюдать в табл. 3.4. Ранги значений оценок, полученных по методу Хельвига, и методу формирования сводного индекса из четырех блоков, включающих девять показателей для ИЭЗ, дают достаточно близкие оценки (см. табл. 3.4).

Данный метод применяется для совокупности объектов, характеризуемых большим числом признаков. Его основу составляет таксономический показатель уровня развития, который представляет собой синтетическую

¹ Нормирование показателей осуществлялось по формуле, предложенной в [Гапоненко, 2005], которую авторы преобразовали применительно к регионам. Совокупность данных по показателю ранжируется по N регионам, вошедшим в выборку, приобретая ранг от 1 до N . После этого вычисляется показатель N — число регионов, чьи показатели хуже, чем у оцениваемого региона μ . Затем это число сопоставляется с общим числом регионов в рассматриваемой выборке из N регионов по формуле: $R = 10(N - \mu + 1)$, где R — нормированное значение абсолютного показателя оцениваемого региона по какому-то показателю (в нашем случае это показатели, входящие в состав частных четырех индексов, образующих суммированием с равными весовыми коэффициентами интегральный индекс экономики знания. Индекс экономики знаний (ИЭЗ) — это средний из четырех индексов (институционального режима, образования, инноваций, ИКТ), см. подробнее в [Chen, Dahlman, 2005; Гапоненко, 2005].

Таблица 3.4

Сравнение рангов оценок модифицированного коэффициента M и ИЭЗ по некоторым субъектам РФ за 2010 г.

Регион	Модифицированный коэффициент развития (формула (2))	M (формула (3))	ИЭЗ (формула (1))
Москва	1	1	1
Санкт-Петербург	2	2	2
Нижегородская область	8	6	6
Московская область	3	12	4
Калужская область	23	9	23
Томская область	8	3	16
Новосибирская область	4	4	3
Республика Татарстан	12	21	8
Пермский край	9	7	10
Республика Мордовия	66	68	65
Красноярский край	7	5	11
Иркутская область	16	26	18

Источник: расчеты автора по программе (Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ № 2014610632) с использованием данных статистического сборника «Регионы России: социально-экономические показатели» / Росстат. М., 2012. 990 с.

величину, «равнодействующую» всех признаков, характеризующих единицы исследуемой совокупности, что позволяет с его помощью линейно упорядочить элементы данной совокупности [Xellwig, 1968; Плюта, 1980; Унтура и др., 1998]. Признаки, включенные в матрицу наблюдений, неоднородны, так как описывают разные свойства объектов. Кроме того, различаются единицы их измерения, что затрудняет выполнение некоторых операций. Поэтому проводим процедуру стандартизации. Это преобразование производится в соответствии с формулой, представляющей собой стандартизированное значение признака k для единицы i $z_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{S_k}$.

Причем: $\bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ik}$ — среднее арифметическое значение признака k , где

n — число единиц объектов, p — число признаков, x_{ik} — значение признака k

для единицы i : $S_k = \frac{1}{i-1} \sum_{k=1}^{i-1} (x_{ik} - \bar{x}_k)^2$ — стандартное отклонение признака k , $k = \overline{1, n}$.

Следующий шаг — дифференциация признаков матрицы наблюдений. Все переменные делятся на стимуляторы и дестимуляторы. Разделение признаков на стимуляторы и дестимуляторы служит основой для построения так называемого эталона развития, который представляет собой точку P_0 с координатами $z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0n}$, где $z_{0s} = \max_r z_{rs}$, если $s \in I$; $z_{0x} = \min_r z_{rs}$, если $s \notin I$ ($s = \overline{1, n}$); I — множество стимуляторов, z_{rs} — стандартизированное значение признака s для единицы r .

Расстояние между отдельными точками — единицами и точкой P_0 , представляющей эталон развития, обозначается c_{i0} и рассчитывается следующим образом:

$$c_{i0} = \sqrt{\sum_{s=1}^n (z_{is} - z_{0s})^2}.$$

Полученные расстояния служат исходными величинами, используемыми при расчете показателя уровня развития:

$$i \frac{c_{i0}}{c_0}, \text{ где } c_0 = \sqrt{\sum_i (c_{i0})^2}.$$

Показатель уровня развития i характеризуется тем, что является величиной положительной, и лишь с вероятностью, близкой к нулю, может оказаться больше единицы. Интерпретация его следующая: данный объект находится на тем более высоком уровне развития, чем ближе значение показателя уровня развития к нулю.

На практике обычно используется модифицированный показатель развития

$$i = 1 - \frac{c_{i0}}{c_0}. \quad (2)$$

Интерпретируется он следующим образом: **данный объект тем более развит, чем ближе значение показателя уровня развития к единице**. Показатель уровня развития служит для статистической характеристики множества объектов. С его помощью можно оценить достигнутый в некоторый период «средний» уровень значений признаков, характеризующих изучаемое явление.

Однако проведение анализа изменений, происходящих за некоторый промежуток времени, оказывается затруднительным, так как вообще говоря, нормирующая величина c_0 , а также координаты эталона развития подвергаются изменениям. Существует другой способ измерения «среднего» уровня значений признаков. Абсолютный показатель уровня развития рассчитывается следующим образом:

$$M_i = \frac{\sum_{k=1}^n x_{ik}}{S_k}, \quad (3)$$

причем $x_{ik} = \frac{x_{ik}}{S_k}$, где x_{ik} — значение признака k для объекта i , S_k — стандартное отклонение значений признака k . Используемые в данной формуле значения признаков x_{ik} всегда положительны, поэтому и значения показателя M_i всегда положительны. Экономическая интерпретация абсолютного показателя уровня развития выглядит следующим образом: i -й объект достиг тем более высокого уровня развития, чем большее значение показателя M_i .

Проведение расчетов для ИЭЗ методом Хельвига (сравнение с эталоном) и методом Всемирного Банка (ВБ) (т. е. суммирования четырех частных индексов групп нормированных показателей, образующих композитный индекс при равных весах вхождения в формулу) различаются. Центральные города РФ — Москва и Санкт-Петербург занимают 1–2 места, и Новосибирская область к ним достаточно близка (рис. 3.2).

Так, в более наглядной графической форме видно, что даже в рамках одного подхода при разных нормировках и алгоритмах построения интегрального индекса оценки для регионов различаются, например, существенно для Томской области. Однако, если их рассчитать по методу Хельвига, оценки по методике 4 достаточно близко совпадают с оценками по методике 3 (см. табл. 3.3). Кроме того, для методики 4, по которой рассчитывается индекс экономики знания, при верификации способов нормирования показателей наблюдается устойчивость оценок регионов, попавших в рейтинг ТОП-5, по алгоритму метода Хельвига и алгоритму, применяемому Всемирным Банком (рис. 3.3, 3.4).

Можно сделать вывод, что метод Хельвига несколько занижает значение ИЭЗ в качестве показателя уровня инновационного развития региона для ряда субъектов Восточной Сибири РФ, но при этом заметно выше оценивает позиции Томской области и Красноярского края, в сравнении с оценками по методике ВБ. Вместе с тем оба метода в целом дают совпадающую картину оценок в отношении территорий инновационного развития, что свидетельствует о достоверности расчетов.

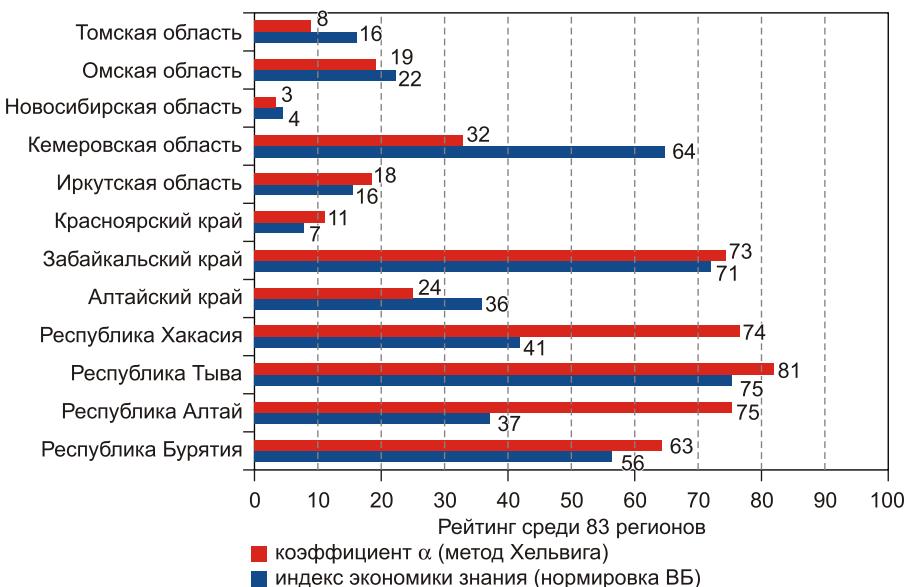


Рис. 3.2. Рейтинг индекса экономики знания регионов Сибирского федерального округа (по различным алгоритмам формирования композитного индекса в методике 5), 2010

Динамику показателя уровня инновационного развития можно отслеживать на практике по модифицированному коэффициенту . Содержательно он показывает, чем значение коэффициента ближе к 1, тем выше уровень развития. Из рис. 3.5, 3.6 следует, что Новосибирская область (НСО) устойчиво держит лидерство в СФО. Наиболее близко к НСО, особенно в последние годы, приближаются Томская область и Красноярский край, хотя резкого изменения этих коэффициентов по регионам СФО не наблюдается.

Методические основы программного комплекса для аналитики и визуализации уровня инновационного развития регионов. Проведенный выше обзор методик и сравнение количественных оценок уровня инновационного развития регионов выявили потребность в создании гибко настраиваемых модельных аналитических комплексов, позволяющих выполнять аналитику и визуализацию результатов по разным методикам. При этом целесообразно использовать базу данных федеральной статистики, в которую максимально полно включены индикаторы, используемые в разных методиках, что позволит как верифицировать различные методики оценки инновационного развития субъектов РФ, так и сравнивать их результаты между собой для того, чтобы выявить

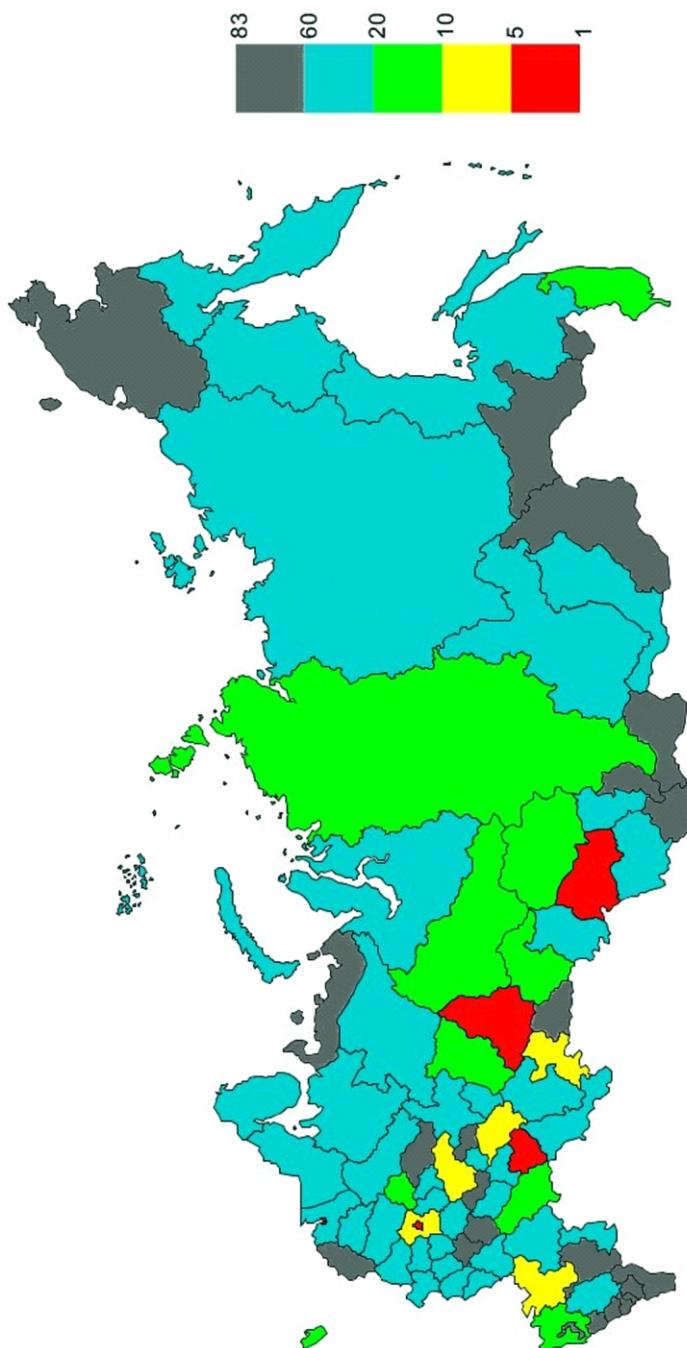


Рис. 3.3. ТОП-5 лучших регионов по индексу экономики знания (методика 5, алгоритм ВБ для оценки ИЭЗ, адаптированный к статистике РФ)

Источник: расчеты авторов по программе (Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ № 2014610632) с использованием данных статистического сборника «Регионы России: социально-экономические показатели» / Росстат. М., 2012. 990 с.

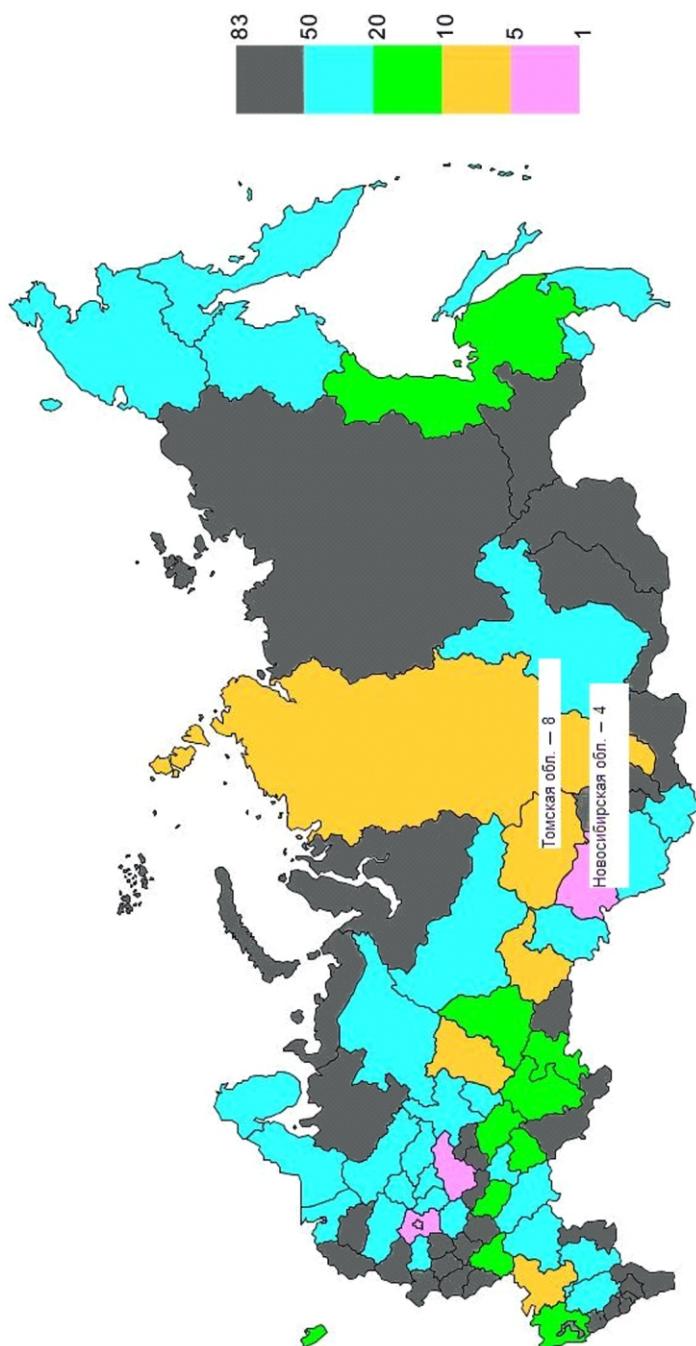


Рис. 3.4. Топ-5 лучших регионов по индексу инновационного развития региона (методика 5, алгоритм расчета по методу Хельвига — модифицированный коэффициент).

Источник: расчеты авторов по программе (Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ № 20146100632) с использованием данных статистического сборника «Регионы России: социально-экономические показатели» / Росстат. М., 2012. 990 с.

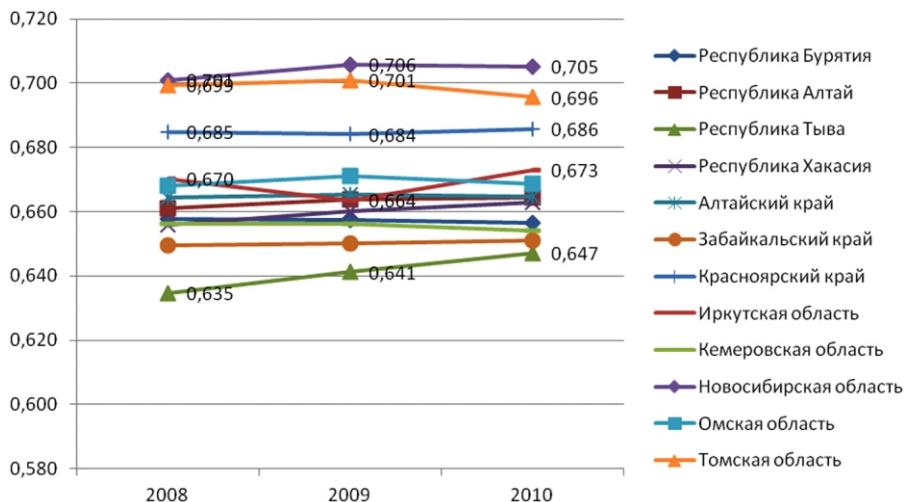


Рис. 3.5. Динамика абсолютных значений модифицированного коэффициента : лидеры и вторая лига инновационных регионов из состава субъектов СФО (г. Москва имеет значение — 0,989, Санкт-Петербург — 0,746 в 2010 г.)

Источник: расчеты автора

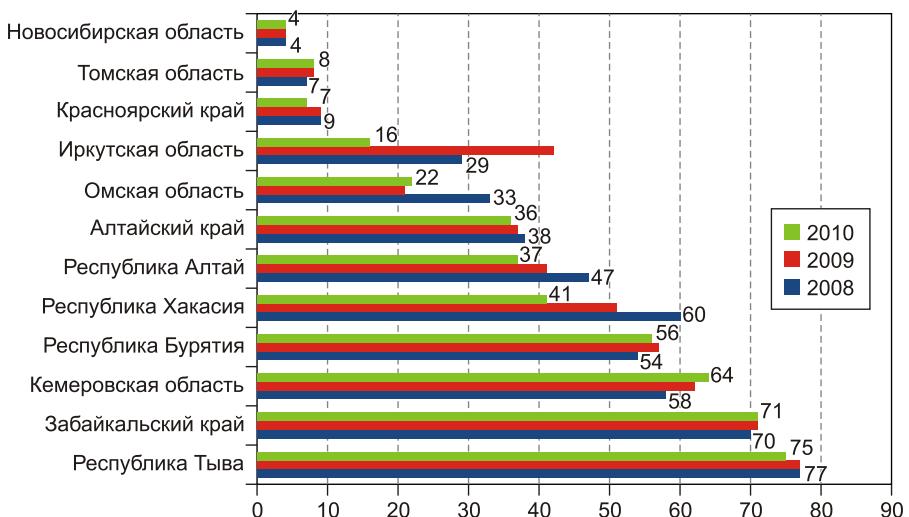


Рис. 3.6. Динамика рейтинга модифицированного коэффициента для регионов СФО в общероссийском списке (г. Москва имеет рейтинг 1)

Источник: расчеты автора

место регионов с учетом наиболее значимых факторов инновационного развития, приводящих к схожим результатам при разных методах расчетов. Это естественное требование возникает в практике принятия решений (особенно при выделении значимой финансовой поддержки регионам), позволяющей судить о достоверности полученных оценок, на основе которых строятся различные типологии лидеров, средних и отсталых регионов. Приведенные количественные оценки уровня инновационного развития следует использовать с определенной осторожностью, поскольку ни одна из рассмотренных методик не может претендовать на универсальную достоверность.

В этой связи можем констатировать, что набор аналитических средств расширяется, а пользователям требуется работа «в одном окне», позволяющем перепроверить или сопоставить полученные оценки различных инновационных характеристик субъектов федерации РФ, в том числе и рейтингов по разным методикам в рамках одного рабочего места. Немаловажное значение имеют и удобство в виде гибкости настраивания пакета, работающего с системой отобранных показателей, возможность визуального сравнения результатов, полученных по отдельным методикам. Более того, расширяются возможности электронной базы федеральных и региональных ресурсов, которые могут быть «закачаны» в такой модельный комплекс. Демоверсия комплекса аналитики и визуализации может действовать обучению как студентов, так и государственных служащих, ведущих мониторинг развития инновационной деятельности в регионах, в том числе и проводить межрегиональные сравнения, и использовать полученные данные в эконометрическом анализе [Суслов и др., 2005].

Нами обобщена методическая схема для аналитики и визуализации уровня инновационного развития региона, применяемая в нескольких вышеизложенных методиках, написана оригинальная программа и проведена ее апробация для программного комплекса, позволяющего строить гибкие алгоритмы и проводить сопоставления результатов расчетов для композитных индексов, в том числе оценки ИЭЗ регионов.

Методология, лежащая в основе разработки такого программного комплекса, позволяет проводить анализ различных интегральных показателей инновационного развития и отдельных составляющих композитных индексов, т. е. субиндексов. Субиндекс показывает уровень развития выделенной группы факторов одного содержательного блока в сравнении с другим блоком (например, патентной активности и оснащенности информационно-коммуникационными технологиями), а их композиция позволяет вычислять «сводное» значение уровня инноваци-

онного развития региона, поскольку один фактор может быть развит значимо, а другой — менее. Так, существуют регионы — лидеры по НИОКР и регионы — лидеры по инновационному развитию, и достаточно мало таких, где и тот, и другой фактор представлены на достаточно высоком уровне. Сам композитный индекс можно трактовать как инновационный статус региона, потому что он количественно равен рейтингу — месту в списке, показывающему позицию по уровню инновационного развития, учитывающему различные показатели, содержащиеся в статистике науки, инноваций, промышленности, общего экономического развития и др.

Ядром такого аналитико-визуализационного комплекса могут быть следующие компоненты:

1. Показатели, имеющиеся в ежегодной официальной статистике, а также показатели, собираемые экспертно.

2. Методики, имеющие наиболее широкое хождение при оценке уровня социально-экономического и инновационного развития, которые могут подвергаться «аудиту» или аналогичные методики, вновь разрабатываемые, как правило, должны содержать логическую последовательность этапов, которая была описана в п. А:

В ходе исследований авторами [Унтура и др., 2014] был создан программный комплекс «ПАВИСЭР», предназначенный для организации, хранения, обработки данных, анализа и визуализации индикаторов социально-экономического и инновационного развития административно-территориальных единиц России, опираясь на логику вышеизложенных этапов. Он, в частности, использовался для верификации алгоритмов расчета ИЭЗ и позволил создать графические иллюстрации сравнительных результатов оценок по трем алгоритмам в данной главе.

Первая версия авторского программного обеспечения всех названных этапов аналитико-визуализационного комплекса была создана в 2013 г., проходит апробацию на экономическом факультете в НГУ¹,

¹ Программный комплекс реализован на платформе Java SE. Он состоит из трех блоков — блока работы с данными, блока анализа и блока визуализации. Блок работы с данными предоставляет возможность сбора, хранения и извлечения значений социально-экономических индикаторов, определенных для некоторого ряда регионов и лет. В его основе лежит база данных (реализованная в виде файла MS Access). Блок анализа обеспечивает вычисление расчетных параметров на основе показателей, хранящихся в базе данных, согласно задаваемым пользователем алгоритмам. Блок визуализации предоставляет возмож-

и получено авторское свидетельство Федеральной службы интеллектуальной собственности (Роспатент).

3. Программный комплекс «ПАВИСЭР» позволяет: а) извлекать данные из стандартных форм статистической отчетности; б) организовывать их хранение и трансформацию индикаторов согласно вводимым пользователем ограничениям; в) создавать и вести библиотеку алгоритмов, конструируемых пользователем; г) обрабатывать массивы информации с использованием как заранее определенных, так и конструируемых пользователем алгоритмов; д) визуализировать получающиеся результаты в различных формах (табличная, картографическая и диаграммы), с возможностью интерактивного взаимодействия и сохранения результатов расчетов и визуализации в различных форматах. Его практическое применение расширяет возможности прикладного анализа различных композиций из показателей, характеризующих развитие регионов России.

4. Предлагаемый авторами программный комплекс аналитики и визуализации уровня инновационного развития может быть гибко настроен с учетом предлагаемой системы показателей официальной статистики и экспертных оценок. Он также позволяет использовать как отдельные показатели, так и интегральные показатели (композитные индексы) для оценки уровня регионального развития территорий в разных административных границах, в том числе по федеральным округам, субъектам Федерации и муниципальным образованиям, что позволяет проводить межрегиональные сравнения и учитывать их при формировании региональной инновационной политики.

Таким образом, анализ ряда методик оценки уровня инновационного развития подтверждает, что эмпирические исследования по оценке инновационной деятельности регионов могут носить регулярный публичный характер, допускать межрегиональные сравнения с использованием широкого арсенала инструментов построения композитных индексов, в том числе ПК «ПАВИСЭР», что будет повышать достоверность оценок рейтингов и обоснованность их встраивания в систему принятия решений.

ность визуализации как расчетных параметров, так и показателей, хранящихся в БД, в различных формах (таблица, диаграмма и картограмма), а также позволяет сохранять результаты работы.

3.2. Влияние факторов инновационного развития на экономический рост регионов

В каждой национальной инновационной системе (НИС) отчетливо прослеживаются территориальные различия в результативности инновационной деятельности¹. Эти различия характерны не только для государств с федеративным устройством, они также являются атрибутом стран с централизованной формой правления. Страны «с достаточно однородными темпами инновационной деятельности могут скрывать серьезные различия на местном или региональном уровне» [Howells, 1999]. Стремление исследователей изучить влияние различных факторов (производственного, кадрового и ресурсного потенциалов, экономической политики, институциональной среды) на инновационную деятельность и локализацию инновационных процессов внутри территорий привело в конце 1990-х—началу 2000-х к созданию таких теоретических концепций как «обучающийся регион» («learning region») [Florida, 1995; Morgan, 1997], «инновационная среда» («innovative milieu») [Maillat, 1998], «кластер» [Porter, 1990] и «региональная инновационная система» [Cooke, 1997; Asheim, Isaksen, 2002; Asheim, Gertler, 2004].

В работе [Cooke et al., 1997] авторы показали, что понятие региональной инновационной системы может быть применимо как к культурным (Шотландия, Каталония), так и к административным регионам. Под последними мы будем понимать административно-территориальные единицы, являющиеся объектом государственного управления, границы и статус которых закреплены административным способом. Наличие официальной статистики по основным социально-экономическим показателям предоставляет исследователям возможность более глубокого анализа инновационных процессов на территории, в том числе с помощью экономико-математических методов.

Одним из направлений исследований в рамках изучения инновационной деятельности в регионах является анализ зависимостей между показателями инновационной деятельности и индикаторами экономического роста территорий. В качестве индикатора экономического роста в литературе традиционно используют либо ВРП или ВРП на душу населе-

¹ Под инновационной деятельностью согласно Руководству Осло ОЭСР понимаются все научные, технологические, организационные, финансовые и коммерческие шаги, которые фактически или по замыслу ведут к осуществлению инноваций [Oslo Manual, 2005].

ления, его темпы роста [Crescenzi, 2005], либо валовую добавленную стоимость [Gumbau-Albert, Maudos, 2006].

При анализе показателей инновационной деятельности регионов и их связи с региональным ростом применяется широкий набор методов: факторный анализ [Evangelista et al., 2002; Martinez-Pelittero et al., 2008; Radosevic, 2011], регрессионный анализ [Frenkel, 2000; Gumbau-Albert, Maudos, 2005; Валиева, 2011; Халимова, 2011; и др.], байесовский подход [Frenkel, 2000], кластерный анализ [Hall, 2009], производственные функции [Shterzer, 2005], методы экономической географии и матрица Морана [Torres Pareciado, 2014].

По нашему мнению, наиболее полно учесть и проанализировать связь между инновационным потенциалом и темпами экономического роста регионов способны модели, в которые помимо показателей инновационной динамики включены дополнительные контрольные переменные.

В 1999 г. Родригес-Позе [Rodriguez-Pose, 1999] впервые указал на важность «социального фильтра» при оценке влияния инновационной деятельности в регионе на экономической рост территории. Под «социальным фильтром» понимался набор факторов, связанный с уровнем развития человеческого капитала и демографической структурой региона. Автор утверждал, что территории, характеризующиеся большой долей молодежи, населения с высшим образованием и занятостью в высокотехнологичных отраслях, обладают более высоким инновационным потенциалом (т. е. способностью региона создавать и внедрять инновации)¹. Инновации в таких регионах способны дать больший прирост ВРП по сравнению с остальными регионами. Положительный эффект социального фильтра был подтвержден расчетами по регрессионной модели, связывающей темп роста ВРП на душу населения и инновационную активность регионов в работах [Crescenzi et al., 2007; Rodríguez-Pose, Crescenzi, 2008]. Помимо социального фильтра, в экономической литературе известны регрессионные модели, дополненные инвестиционными [Бараков, 2013] и институциональными [Экономико-географические..., 2007] фильтрами.

В настоящем исследовании будет представлен разработанный авторами комплексный подход к анализу взаимосвязи между показателями инновационной динамики и экономическим ростом регионов с учетом социально-экономических, производственных и институциональных «фильтров». Комплексность подхода проявляется в:

¹ Innovative capacity of a region, regional innovative capacity (аналог в англ. языке).

- 1) одновременном использовании нескольких методов статистического анализа (факторного и регрессионного анализа);
- 2) возможности выбора исследователем набора показателей инновационной деятельности в зависимости от того, какие показатели представлены в официальной статистике на уровне регионов;
- 3) возможности включения по выбору исследователя различных фильтров — контрольных переменных в регрессии.

Все вычисления проведены в пакетах SPSS и Stata 11.

Информационная база исследования. Информационной базой исследования послужила официальная статистика Росстата по регионам РФ за 2007–2011 гг., представленная в сборниках «Регионы России». Три региона — Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ и Ханты-Мансийский автономный округ были исключены из рассмотрения, поскольку они входят в состав других субъектов Российской Федерации и статистика по ним собирается в составе этих субъектов¹. Общее число регионов составило 80. Также была использована база данных РА «Эксперт» субиндекса институционального потенциала рейтинга инвестиционной привлекательности регионов РФ за 2007–2011 г. (см. например, [Рейтинг..., 2011, с. 97]). Использование официальных и открытых данных Росстата является одним из преимуществ комплексного подхода, поскольку позволяет любым заинтересованным лицам проверить проведенные авторами расчеты.

Период, выбранный в качестве анализа, приходится на временной отрезок, в течение которого реализовывалась «Стратегия развития науки и инноваций до 2015 г.» (далее Стратегия), разработанная и утвержденная Министерством науки и образования РФ. Основной целью Стратегии стало «формирование сбалансированного сектора исследований и разработок и эффективной инновационной системы, обеспечивающих технологическую модернизацию экономики и повышение ее конкурентоспособности и превращение научного потенциала в один из основных ресурсов устойчивого экономического роста» [Стратегия..., 2006]. Документ стал первой официальной стратегией в области науки и инноваций, ему предшествовало утверждение основных направлений политики РФ в области инновационной системы на период до 2010 г. Предполагалось, что Стратегия будет реализовываться в три периода — с 2006 по 2007 г., с 2007 по 2010 г. и с 2011 по 2015 г. В 2011 г. на основе

¹ Ханты-Мансийский АО и Ямало-Ненецкий АО входят в Тюменскую область, Ненецкий АО является составной частью Архангельской области.

данного документа и в соответствии с федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике» была разработана и принята более общая «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г.» [Стратегия..., 2011].

Наше исследование охватывает первые два периода Стратегии и позволяет в уравнении регрессии оценить влияние отдельных направлений и ресурсов инновационной политики на результаты, нашедшие отражение в официальной статистике в форме показателей инновационной деятельности .

Для каждого региона использована федеральная статистика по 12 показателям инновационной деятельности и ВРП. Статистика разбита на три группы показателей согласно международной методике Logframe, используемой, в частности, Всемирным банком [Logical Framework, 2010]. Согласно методике все показатели инновационной деятельности могут быть разбиты на четыре группы: C_1 — вход, C_2 — выход, C_3 — результаты, C_4 — последствия. На «входе» для введения «мощностей» затрачиваются материальные, нематериальные и денежные ресурсы. «Результат» определяется качеством выходных показателей, например патентами, а «последствия» определяют влияние первоначальных затрат на одну из сфер благосостояния человека [Канева, 2011]. В табл. 3.5 представлен перечень показателей инновационной деятельности.

В таблице 3.5 также представлены переменные — составляющие трех «фильтров»¹: социального, инвестиционно-производственного и институционального.

Здесь в качестве показателя «последствия» инновационного развития C_4 использован ВРП, подразумевая, что инновации в итоге должны содействовать повышению уровня социально-экономического развития. Поскольку все стоимостные показатели в сборнике статистики «Регионы России» (включая X_7, X_8, X_9, X_{12}) приведены в текущих ценах, т. е. являются номинальными, в качестве итогового показателя мы также использовали номинальный ВРП. Принимая во внимание тот факт, что инфляция представляет собой макроэкономический фактор и влияет на ВРП различных регионов, нам представляется возможным проведение сравнительного анализа уровня экономической активности и темпов

¹ Вслед за [Rogriguez-Pose, 1999] и [Rodriguez-Pose, Crescenzi, 2008], под фильтром мы будем подразумевать набор контрольных переменных, позволяющих учесть макроэкономические и институциональные условия, характеризующие каждый из регионов.

Таблица 3.5

Используемые в анализе переменные

Показатель	Обозначение	Соответствие показателя группе методики LOGFRAME
Зависимая переменная		
Валовый региональный продукт	X_{13}	C ₄
Независимые переменные		
<i>Показатели инновационной деятельности</i>		
Число организаций, выполнивших исследования и разработки, ед.	X_1	C ₁
Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, чел.	X_2	C ₁
Число аспирантов, чел.	X_3	C ₁
Число созданных передовых технологий, ед.	X_4	C ₃
Число использованных передовых технологий, ед.	X_5	C ₂
Удельный вес организаций, выполняющих исследования и разработки, в общем числе организаций, % (инновационная активность организаций)	X_6	C ₁
Затраты на технологические инновации, млн руб.	X_7	C ₁
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.	X_8	C ₃
Объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации, млн руб.	X_9	C ₃
Подано заявок на изобретения, шт.	X_{10}	C ₁
Выдано патентов на изобретения, шт.	X_{11}	C ₂
Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб.	X_{12}	C ₁
<i>Инвестиционно-производственный фильтр</i>		
Объем инвестиций в основной капитал, млн руб.	<i>invest</i>	C ₁
Выпуск аграрного сектора, млн руб.	<i>agri</i>	C ₃
<i>Социальный фильтр</i>		
Уровень безработицы в регионе, % (на основе выборочных исследований)	<i>unemp</i>	C ₁
Доля занятого населения в регионе в возрасте с 15 до 30 лет, %	<i>young</i>	C ₁
<i>Институциональный фильтр</i>		
Субиндекс институционального потенциала рейтинга инвестиционной привлекательности регионов РФ — РА «Эксперт»	<i>inspot</i>	C ₂
ВРП	X_{13}	C ₄

экономического роста в разных регионах с использованием номинальных показателей.

В базе данных число наблюдений для каждого из 18 индикаторов по каждому региону составило 400 (5 лет – 80 регионов).

Комплексный подход к анализу взаимосвязей между экономическим ростом региона и инновационной деятельностью. В основе комплексного подхода лежат следующие задачи:

1. Выделение латентных факторов, связанных с инновационной деятельностью в регионе и сокращение числа показателей инновационной деятельности до набора, соответствующего выделенным латентным факторам. Поскольку переменные из набора позволяют выделить скрытые (латентные) управляющие параметры инновационной деятельности, они способны более точно по сравнению с первоначальным набором индикаторов объяснить изменения в результирующем показателе (ВРП).

2. Определение степени влияния показателей инновационной деятельности на ВРП в рамках регрессионной модели, учитывающей инвестиционные, производственные, социальные и институциональные характеристики каждого из регионов.

Факторный анализ показателей инновационной деятельности.

Первая задача решается путем применения факторного анализа к группе показателей инновационной деятельности. Факторный анализ проводился для двух периодов времени — 2007 и 2011 гг. — с целью проанализировать как определенные государством приоритеты, так и меры, реализованные в рамках Стратегии реализации науки и инноваций до 2015 г. в первый и второй периоды, связанные с реальными инновационными процессами в регионах.

Идея факторного анализа состоит в сжатии матрицы признаков в матрицу с меньшим числом переменных, сохраняющую почти ту же самую информацию, что и исходная матрица. В основе моделей факторного анализа лежит гипотеза, что наблюдаемые переменные являются косвенными проявлениями небольшого числа скрытых (латентных) факторов. Справедлива следующая формула:

$$X_i = \sum_{k=1}^K a_{ik} F_k + U_i,$$

где F_k — общий фактор, U_i — специфический фактор, а a_{ik} — факторная нагрузка фактора k для переменной i .

Из формулы следует, что любая переменная есть линейная комбинация факторов. При этом дисперсия переменной раскладывается на общность и специфичность, где общность представляет собой часть дисперсии, объясненную фактором, а специфичность — часть необъясненной дисперсии.

Один из наиболее распространенных методов факторного анализа — метод главных компонент — состоит в последовательном поиске факторов. Вначале ищется первый фактор, который объясняет наибольшую часть дисперсии, затем независимый от него второй фактор, объясняющий наибольшую часть оставшейся дисперсии, и т. д. Интерпретация факторов происходит на основе факторных нагрузок, и названия (метки) приписываются фактору, опираясь на переменные, входящие в него.

Факторный анализ применим к данным, для которых справедливы следующие утверждения:

- Количество наблюдений превышает 300 (в нашем случае $N = 400$).
- Коэффициент общности больше 0,5 (все коэффициенты общности для каждой из переменных превысили данное значение).
- Во избежание мультиколлинеарности из анализа исключены переменные, корреляция которых с другими переменными больше 0,8 (таблицы корреляционных матриц будут предоставлены авторами по запросу).
- Определитель корреляционной матрицы большие чем 0,00001. Матрица положительна определенной (в нашем случае $D_{2007} = 1,70E-005$, $D_{2011} = 5,76E-005$).
- Матрица не может быть единичной. Уровень значимости теста Бартлетта находится в пределах от 0 до 0,05 (0,00 для 2011 г.).

В таблице 3.6 представлены результаты факторного анализа показателей инновационной деятельности регионов РФ в 2007 и 2011 гг.¹ В оба года было выделено два латентных фактора: первый фактор связан с созданием нового знания (он обобщенно назван «затраты в НИР и человеческий капитал», тогда как второй фактор (названный как «результат инновационной деятельности») относится к производству инновационной продукции и совпадает для обоих периодов.

Рассмотрим подробнее *первый фактор* и проследим его связь с реализацией государственной стратегии развития науки и инноваций на период до 2015 г. В 2007 г. первый фактор характеризовался тремя показателями: внутренние затраты на исследования и разработки, количество выданных патентов и число созданных технологий. Значимость переменной «затраты на НИОКР» соответствует целевым установкам первого этапа Стратегии (2006—2007 гг.): «развитие сектора исследований и разработок, в первую очередь опережающее развитие фундаментальной науки» [Стратегия, 2006]. Предполагалось, что в этот период приоритеты оказания государственной поддержки будут смешены в сторо-

¹ Ранее авторами был проведен факторный анализ для регионов Сибири и временного периода 2007–2010 гг. Основные результаты приведены в [Канева, Унтура, 2013; Kaneva, Untura, 2013].

Таблица 3.6

**Факторный анализ показателей инновационной деятельности
в 2007 и 2011 гг.: матрица повернутых компонентов**

Показатель	2007		2011	
	Фактор 1_2007 Затраты на НИОКР и со-зование ново-го знания	Фактор 2_2007 Выпуск инновационной продукции	Фактор 1_2011 Затраты на технологиче-ские инно-вации и со-зование ново-го знания	Фактор 2_2011 Выпуск инновационной продукции
Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб. (X_{12})	0,955	0,135		
Выдано патентов на изобретения, шт. (X_{11})	0,920	0,144	0,937	0,106
Число созданных передовых технологий, шт. (X_4)	0,903	0,286	0,820	0,290
Затраты на технологические инновации, млн руб. (X_7)			0,884	0,320
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб. (X_8)	0,173	0,958	0,241	0,965
Объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации, млн руб. (X_9)	0,152	0,962	0,291	0,952

Примечание. Переменные, входящие в фактор, окрашены серым . Использован метод вращения varimax, два выделенных фактора объясняли 84,83 и 87,77 % общей дисперсии факторов для данных 2007 и 2011 гг. соответственно. Приведено шесть показателей, в результате факторного анализа произвели их сжатие до двух латентных факторов.

ну поддержки проектов на ранних стадиях реализации. В группе мероприятий отдельно были выделены меры по «поддержке патентования научной деятельности государственными научными и образовательными организациями». Связь между поставленными целями, установками по управлению ресурсами и мероприятиями в этот период получила количественное подтверждение в составляющих первого латентного фактора «затраты на НИОКР и создание нового знания» в 2007 г. (см. табл. 3.6).

Состав первого фактора в 2011 г. претерпел изменения по сравнению с 2007 г. Вместо показателя «затраты на НИОКР» в первый фактор во-

шел показатель «затраты на технологические инновации». Это изменение соответствует целевым установкам и мероприятиям программы на втором этапе (2007—2010 гг.), в течение которого акцент был смешен на определение перспективных направлений технологического развития и рост инвестиций в проекты по этим направлениям. В этот период предполагалось оказывать усиленную поддержку проектам по созданию технологических заделов и критических технологий из списка, утвержденного Президентом РФ (Перечень критических технологий). В рамках реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и технологий и приоритетов технологического развития планировалось значительно увеличить софинансирование работ в рамках государственно-частного партнерства (ГЧП) [Стратегия..., 2006]. Последнее означало, что государство стремилось не только увеличить собственные вложения в инновации, но и стимулировать инновации частного сектора.

Изменения составляющих латентного фактора 1 в 2011 г. по сравнению с 2007 г. с показателя «затраты на НИОКР» на «затраты на технологические инновации» позволяет говорить о достижении целей второго этапа. Инновационный процесс стал трактоваться шире, упор был сделан не только на создание первичного знания в процессе НИОКР, но также и на производство (затраты на технологическую подготовку производства, капитальные вложения в приобретение машин и оборудования) и продажу инноваций (затраты на маркетинговые исследования).

С точки зрения методики Logframe фактор 1 как в 2007, так и в 2011 гг. является смешанным, поскольку он содержит индикаторы входа $C_1 (X_{12})$ в 2007 г. и X_7 в 2011 г.), выхода $C_2 (X_{11})$ и результата $C_3 (X_4)$. Он охватывает весь инновационный процесс от инвестиций через НИОКР и возможное патентование до создания производственных технологий. По нашему мнению, связанность переменных различных стадий методики Logframe отражает неявные знания (tacit knowledge), лежащие в основе создания нового знания, овеществленного в передовых технологиях. Второй фактор — «выпуск инновационной продукции» — является результатирующим фактором в терминологии Logframe (C_3).

Регрессионный анализ: инновационная активность регионов и экономический рост. Основные гипотезы регрессионного анализа. С целью выявления вклада латентных факторов, определяющих инновационную деятельность территорий, в экономический рост регионов, мы использовали методы регрессионного анализа и, в частности, анализ панельных данных в формате микропанелей. Для построения панельной регрессии использовались данные с 2007 по 2011 г., а в качестве объяс-

няющих переменных в регрессию были включены показатели инновационной деятельности, которые по результатам факторного анализа вошли в структуру конкретного латентного фактора (см. табл. 3.6). Тестировались следующие гипотезы о влиянии инноваций в регионе на его экономический рост (изменение годового объема ВРП).

Н1. Некоторые показатели инновационной активности имеют положительное влияние на экономический рост, например, затраты на технологические инновации, объем произведенной инновационной продукции и т. д.

В соответствии с теоретическими предпосылками об инновациях они активизируют процессы создания новых продуктов и технологий, приводящие к росту объемов выпуска в регионе.

Н2. В инновационно-активном регионе, характеризующемся тесными связями между отраслями и эффектами перетока знаний и технологий (spillover effects), когда эффект показывает «вклад»: на 1 рубль выпуска инновационной продукции (X_8 — независимая переменная) приходится больше 1 рубля ВРП (X_{13} — зависимая переменная).

Благоприятная среда для разработки и производства новых продуктов и услуг в регионе приводит к мультипикационному эффекту от создания инноваций, в результате чего ВРП возрастает более чем в 1 раз.

Н3. Эффективность вложений в инновации определяется (положительным) коэффициентом при переменной X_7 (затраты на технологические инновации) в регрессии.

Данный коэффициент определяет связь между денежными затратами на инновации и увеличением роста выпуска в регионе.

В регрессионные уравнения, помимо показателей инновационной деятельности, вводятся контрольные переменные. Введение контрольных должно отражать действие механизмов, способствующих или, наоборот, препятствующих инновациям на каждой территории. Нами было выделено три типа механизмов или фильтров: социально-экономический, инвестиционно-производственный и институциональный фильтр.

В работе [Rodriguez-Pose, Crescenzi, 2008] в регрессионное уравнение, измеряющее региональный рост в регионах, вводится «социальный фильтр», отражающий уровень развития человеческого потенциала каждой территории и его вклад в рост ВРП.

«Социальный фильтр — S» в нашем исследовании определяют два показателя.

С1. Доля населения в регионе с 15 до 30 лет, %. В [Rodriguez-Pose, Crescenzi, 2008] используется доля населения с 15 по 24 лет, однако, по нашему мнению, для РФ более правильным является использование доли

населения с 15 до 30 лет. Это связано с тем, что наиболее активные потоки миграции приходятся на возраст с 22 до 30 лет, когда выпускники вузов в одном регионе трудоустраиваются в других регионах (в России есть тенденция к поиску выпускниками мест работы в крупных городах, особенно в Санкт-Петербурге и Москве). Данная переменная является проекцией для скорости обновления массива знаний и набора навыков.

Н4. Мы предполагаем, что в регионах с высокой долей населения с 15 по 30 лет инновационные процессы более активны и способны привести к более высокому валовому продукту.

С2. Уровень безработицы (по данным выборочных исследований, %). Данный показатель обратно связан с величиной ВРП и, согласно закону Оукена, отражает отставание ВРП от потенциального ВРП. Более высокий темп роста уровня безработицы приводит к более высоким темпам отставания валового продукта от его потенциального уровня. Помимо этого, наличие безработных связано с несоответствием уровня квалификации рабочей силы квалификации, на которую предъявляют спрос современные производства. В работе был сделан выбор в пользу уровня безработицы, оцененного по данным выборочного исследования, так как имеются многочисленные свидетельства того, что уровень зарегистрированной безработицы в России не отражает реальный масштаб безработицы (т. е. многие граждане не регистрируются в качестве безработных на бирже труда).

«Инвестиционно-производственный фильтр-Р» также представлен двумя показателями.

Р1. Объем инвестиций в основной капитал. Как уже было сказано выше, инвестиции в основной капитал являются фактором, способным мультиплицировать эффект от внедрения инноваций. Затраты на технологические и продуктовые инновации, приводящие к обновлению производственной базы предприятий, имеют больший положительный эффект на величину валового продукта региона по сравнению с инновациями, сопровождаемыми инвестициями только в НИОКР.

Н5. Существует положительный значимый эффект инвестиций в основной капитал на ВРП. Эту гипотезу также предполагается проверить в данной главе.

Р2. Выпуск аграрного сектора. Традиционно сельское хозяйство принято относить к низко инновационным отраслям с низкой производительностью труда.

Н6. Регионы с высокими долями сельского хозяйства в структуре производства могут характеризоваться более слабой связью между по-

казателями инновационной деятельности и ВРП. Последнее предположение будет проверено в рамках регрессионной модели.

«Институциональный фильтр-І» тестируется с использованием одного показателя.

Качество экономических институтов в регионе является одним из ключевых факторов экономического роста [Feldman, Massard, 2002; Nelson, 2008], отсутствие четко установленных правил способно создать барьеры для развития экономической деятельности и привести к росту транзакционных издержек [North, 1990]. При этом качество институтов — трудноизмеримый параметр, среди его оценок преобладают качественные индикаторы. Некоторые индикаторы доступны только для национального уровня или отдельных регионов (пример: индикатор «Ведение бизнеса-2012» для 30 городов РФ) [Ведение бизнеса, 2012]).

11. Ранг институционального потенциала рейтингового агентства «Эксперт-РА». В качестве показателя качества институциональной среды в работе использовался субиндекс рейтинга РА «Эксперт» [Рейтинг..., 2013]. Институциональный потенциал отражает наличие организационных структур, обеспечивающих условия для деловой активности хозяйствующих субъектов региона. Рейтинг был впервые представлен в 2000 г. и с тех пор публикуется ежегодно. Ранг 1 соответствует наилучшему институциональному климату, 83 — наихудшему. Использованы данные с 2007 по 2011 г.

В связи с тем, что ранг инновационного потенциала является не непрерывной, а ранговой переменной, он был заменен на восемь фиктивных переменных, определяющих «децильные группы». В первую группу входят регионы с рейтингами от 1 до 10, во вторую с 11 по 20 и т. д. Последняя, восьмая группа, включает регионы с рейтингом от 71 до 83¹.

Н7. Переход из более высокой в более низкую «декильную группу» по институциональному потенциалу приводит к снижению ВРП.

Наконец, некоторые спецификации регрессии будут включать дамми-переменные по регионам и годам. Полный список дополнительных переменных, используемых в регрессионном анализе, представлен в табл. 3.7. Описательная статистика переменных приведена в табл. 3.8.

¹ Данный рейтинг включает в себя ранги от 1 до 83, поскольку рассчитывается для 83 субъектов федераций. Мы исключаем из рассмотрения три региона — Ненецкий АО, Ямalo-Ненецкий АО и Ханты-Мансийский АО, однако рейтинг не изменяется. Поэтому в нашем случае есть регионы с рангами 81, 82. Отсутствуют регионы с рангом 83.

Таблица 3.7

Дополнительные переменные, используемые в регрессионном анализе

Переменная	Определение	Значение
<i>instrank1</i> — референтная категория	Фиктивная переменная, определяет принадлежность региона к группе регионов с рангом институционального потенциала от 1 до 10	1 = регион принадлежит к данной группе; 0 = регион не принадлежит к данной группе
<i>instrank2</i>	Фиктивная переменная, определяет принадлежность региона к группе регионов с рангом институционального потенциала от 11 до 20	1= регион принадлежит к данной группе; 0 = регион не принадлежит к данной группе
<i>instrank3</i>	Фиктивная переменная, определяет принадлежность региона к группе регионов с рангом институционального потенциала от 21 до 30	1 = регион принадлежит к данной группе; 0 = регион не принадлежит к данной группе
<i>instrank4</i>	Фиктивная переменная, определяет принадлежность региона к группе регионов с рангом институционального потенциала от 31 до 40	1= регион принадлежит к данной группе; 0 = регион не принадлежит к данной группе
<i>instrank5</i>	Фиктивная переменная, определяет принадлежность региона к группе регионов с рангом институционального потенциала от 41 до 50	1= регион принадлежит к данной группе; 0 = регион не принадлежит к данной группе
<i>instrank6</i>	Фиктивная переменная, определяет принадлежность региона к группе регионов с рангом институционального потенциала от 51 до 60	1= регион принадлежит к данной группе; 0 = регион не принадлежит к данной группе
<i>instrank7</i>	Фиктивная переменная, определяет принадлежность региона к группе регионов с рангом институционального потенциала от 61 до 70	1= регион принадлежит к данной группе; 0 = регион не принадлежит к данной группе
<i>instrank8</i>	Фиктивная переменная, определяет принадлежность региона к группе регионов с рангом институционального потенциала от 71 до 83	1= регион принадлежит к данной группе; 0 = регион не принадлежит к данной группе

Окончание табл. 3.7

Переменная	Определение	Значение
<i>time_1</i> — референтная категория	Фиктивная переменная для 2007 г.	1 = для обозначения значений переменных, относящихся к 2007 г. 0 = в противном случае
<i>time_2</i>	Фиктивная переменная для 2008 г.	1 = для обозначения значений переменных, относящихся к 2008 г. 0 = в противном случае
<i>time_3</i>	Фиктивная переменная для 2009 г.	1 = для обозначения значения переменных, относящихся к 2009 г. 0 = в противном случае
<i>time_4</i>	Фиктивная переменная для 2010 г.	1 = для обозначения значения переменных, относящихся к 2010 г. 0 = в противном случае
<i>time_5</i>	Фиктивная переменная для 2011 г.	1 = для обозначения значения переменных, относящихся к 2011 г. 0 = в противном случае
<i>region_i</i> (референтная категория Белгородская область)	Фиктивная переменная для обозначения <i>i</i> -го региона (всего 80 фиктивных переменных)	1 = для обозначения значения переменных, относящихся к <i>i</i> -му региону 0 = в противном случае

Таблица 3.8

Описательная статистика переменных, включенных в панельную регрессию с фиксированными эффектами

Перемен-ная	Количество на-блодений	Среднее	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
<i>X</i> ₄	400	10,895 0	25,862 0	0	205
<i>X</i> ₁₁	400	272,375 0	837,999 9	0	9013
<i>X</i> ₇	400	5 187,466 0	11 584,78	0	171 476,700 0
<i>X</i> ₈	400	15 868,340 0	32 512,2600	0	270 281,700 0
<i>X</i> ₉	400	14 267,440 0	31 092,3200	0	270 280,300 0
<i>invest</i>	400	109 154,000 0	161 884,3000	2 396,000 0	1 298 360,000 0

Окончание табл. 3.8

Перемен-ная	Количество на-блодений	Среднее	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
<i>untemp</i>	400	8,684 8	6,738 7	0,800 0	53,300 0
<i>agri</i>	400	31 896,000 0	32 788,430 0	0	239 235,000 0
<i>young</i>	400	24,968 5	2,348 1	14,600 0	33,900 0
<i>instrank1</i>	400	0,125 0	0,331 1	0	1
<i>instrank2</i>	400	0,125 0	0,331 1	0	1
<i>instrank3</i>	400	0,122 5	0,328 2	0	1
<i>instrank4</i>	400	0,120 0	0,325 3	0	1
<i>instrank5</i>	400	0,125 0	0,331 1	0	1
<i>instrank6</i>	400	0,120 0	0,325 3	0	1
<i>instrank7</i>	400	0,120 0	0,325 3	0	1
<i>instrank8</i>	400	0,142 5	0,350 0	0	1
<i>time1</i>	400	0,200 0	0,400 5	0	1
<i>time2</i>	400	0,200 0	0,400 5	0	1
<i>time3</i>	400	0,200 0	0,400 5	0	1
<i>time4</i>	400	0,200 0	0,400 5	0	1
<i>time5</i>	400	0,200 0	0,400 5	0	1
<i>region_i</i> *	400	0,012 5	0,111	0	1

* Всего 80 фиктивных переменных, соответствующих 80 регионам РФ с идентичной описательной статистикой.

Три спецификации модели.

Для изучения влияния показателей инновационной деятельности на ВРП нами были построены три спецификации регрессионной модели.

Уравнение 1: модель с фиксированными эффектами. На первом шаге мы не включали фиктивные переменные года в анализ и использовали следующую модель для выбора между моделями с фиксированными и случайными эффектами:

$$\begin{aligned}
 & X_{13_{it}} \quad 4 \quad X_{4_{it}} \quad 7 \quad X_{7_{it}} \quad 11 \quad X_{11_{it}} \quad 8 \quad X_{8_{it}} \quad 9 \quad X_{9_{it}} \\
 & k_1 \text{ invest} \quad k_2 \text{ untemp} \quad k_3 \text{ agri} \quad k_4 \text{ young} \\
 & c_2 \text{ instrank2} \quad c_3 \text{ instrank3} \quad c_4 \text{ instrank4} \quad c_5 \text{ instrank5} \\
 & \quad c_6 \text{ instrank6} \quad c_7 \text{ instrank7} \quad \text{const} \quad u_{it}, \quad (3.1)
 \end{aligned}$$

где i — индекс региона, t — индекс года, $, k, c$ — коэффициенты регрессионного уравнения, u — случайный член.

Тест Хаусмана показал, что для данной панели лучше подходит модель с фиксированными эффектами¹.

Регрессия была проверена на наличие эффектов мультиколлинеарности, гетероскедастичности и автокорреляции. Корреляционная матрица показала сильную связь между переменными X_8 и X_9 , поэтому для снижения эффекта мультиколлинеарности переменная X_9 была удалена из регрессии. Тесты подтвердили наличие эффектов гетероскедастичности и автокорреляции, для их учетов использовалась опция `vce(robust)`, позволяющая получить робастные стандартные отклонения коэффициентов регрессии. Итоговая модель представлена в уравнении 1 табл. 3.9.

Уравнение 2: модель с фиксированными и временными эффектами

В уравнении 2 табл. 3.9 в модель были введены фиктивные переменные времени $time2...time5$, отражающие влияние временного периода на величину ВРП. Запись модели:

$$\begin{array}{cccccccccc}
 X_{13_{it}} & 4 & X_{4_{it}} & 7 & X_{7_{it}} & 11 & X_{11_{it}} & 8 & X_{8_{it}} & 9 & X_{9_{it}} \\
 & k_1 & invest & k_2 & unemp & k_3 & agri & k_4 & young & & \\
 & c_2 & instrank2 & c_3 & instrank3 & c_4 & instrank4 & c_5 & instrank5 & & \\
 & c_6 & instrank6 & c_7 & instrank7 & 2 & time2_t & 3 & time2_t & & \\
 & & 4 & time4_t & 5 & time5_t & const & & u_{it}. & & (3.2)
 \end{array}$$

Гипотеза об одновременном равенстве нулю всех фиктивных переменных времени была отвергнута на основании теста `testparm` в статистическом пакете Stata 11. Результаты расчетов по модели представлены в табл. 3.9.

Уравнение 3: Множественная регрессия МНК с учетом временных и региональных эффектов (LSDV)

В работе также были проведены расчеты по линейной модели МНК, в которую дополнительно были введены фиктивные переменные для каждого региона (региональные эффекты $reg2...reg80$) (LSDV)².

¹ Для соблюдения условий теста Хаусмана дамми-переменные инновационного потенциал (*instrank*) и переменные *young* и *unemp* были промаштабированы (их значение было увеличено в 1000 раз). При расчете используются опция `sigmamore`, минимизирующая вероятность того, что ковариационная матрица не будет положительно определенной.

² LSDV — least squares dummy variable model (англ.) — модель МНК с фиктивными переменными.

Таблица 3.9

Панельная регрессия с фиксированными эффектами, зависимая переменная ВРП, 80 регионов РФ, 2007–2011 гг.

Независимые переменные	Уравнение 1 Число наблюдений=400	Уравнение 2 Число наблюдений=400
Число созданных передовых технологий	5 385,39** (1 899,62)	5 272,58*** (1 892,63)
Затраты на технологические инновации	10,72*** (2,45)	10,72*** (2,54)
Число выданных патентов на изобретения	45,71 (36,74)	53,61 (46,76)
Объем инновационных товаров, работ, услуг	1,08*** (0,27)	1,01*** (0,25)
Объем инвестиций в основной капитал	1,48*** (0,37)	1,41*** (0,36)
Выпуск аграрного сектора	0,89 (1,58)	0,67 (1,66)
Уровень безработицы в регионе	2 060,05 (3 905,39)	4 155,63 (4 592,11)
Доля занятого населения в регионе в возрасте до 30 лет	-13 579,43** (5 340,23)	-13 601,69** (5 658,36)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 11 до 20	-135 524,00** (44 824,56)	-138 487,40*** (36 480,29)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 21 до 30	-149 773,50** (47 463,00)	-152 325,10*** (38 859,65)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 31 до 40	-152 930,60** (49 949,19)	-157 157,40*** (41 498,69)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 41 до 50	-168 000,00** (50 358,77)	-172 430,10*** (42 622,40)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 51 до 60	-166 861,50** (49 875,33)	-174 501,00*** (42 028,47)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 61 до 70	-139 956,50** (54 115,11)	-144 924,80** (45 193,13)

Окончание табл. 3.9

Независимые переменные	Уравнение 1 Число наблюдений=400	Уравнение 2 Число наблюдений=400
Группа регионов с институциональным рейтингом от 71 до 82	-144 703,30** (50 354,66)	-150 538,70*** (41 309,19)
Фиктивная переменная времени, = 1 для наблюдений 2008 г.		17 977,05 (19 461,3)
Фиктивная переменная времени, = 1 для наблюдений 2009 г.		-17 313,21 (19 097,67)
Фиктивная переменная времени, = 1 для наблюдений 2010 г.		25 123,99 (20 930,14)
Фиктивная переменная времени, = 1 для наблюдений 2011 г.		16 731,99 (17 475,55)
Константа	561 284,00*** (135 712,20)	554 393,40*** (143 407,50)
Тест Фишера на значимость коэффициентов нулю коэффициентов регрессии	F(15,79)=122,85 [0,000 0]	F(19,79)=162,42 [0,000 0]
R ²	0,7926	0,8003

Примечание. В скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция vce(robust)). Одна, две, три звездочки — значимость на 10%- , 5%- и 1%-м уровне соответственно.

Общий вариант регрессионной модели для переменной ВРП (X_{13}):

$$\begin{array}{cccccccc}
 X_{13_{it}} & 4 & X_{4_{it}} & 7 & X_{7_{it}} & 11 & X_{11_{it}} & 8 & X_{8_{it}} & 9 & X_{9_{it}} \\
 k_1 & invest & k_2 & unemp & k_3 & agri & k_4 & young & & & \\
 c_2 & instrank2 & c_3 & instrank3 & c_4 & instrank4 & c_5 & instrank5 & & & \\
 c_6 & instrank6 & c_7 & instrank7 & 2 & time2_i & 3 & time2_i & 4 & time4_i & \\
 5 & time5_i & r_2 & reg2_{ii} & r_3 & reg3_i & ..._i & r_{80} & reg80_i & u_{it}. & (3.3)
 \end{array}$$

Согласно построению модели, коэффициенты модели LSDV для всех переменных за исключением региональных эффектов аналогичны коэффициентам панельной регрессии с фиксированными эффектами [Park, 2009]. Расчеты по модели приведены в Приложении 3.1.

Интерпретация результатов. Три спецификации модели подтверждают **H1**: коэффициенты при переменных X_4 , X_7 , X_{11} и X_8 являются по-

ложительными. Кроме этого, коэффициенты при переменных «число созданных передовых технологий», «затраты на технологические инновации» и «объем инновационных продуктов, работ, услуг» статистически значимы во всех трех уравнениях. Модели позволяют оценить вклад единицы созданной передовой технологии: создание одной новой технологии приводит к вкладу в рост ВРП на сумму около 5,3 млрд руб. (148 млн долл.¹).

В отношении Н2 Россия может быть названа инновационно-нейтральной: выпуск инновационной продукции на 1 рубль приводит к росту ВРП на 1,08 руб. без учета временных эффектов и региональных эффектов (уравнение (3.1)) и 1.01 с учетом временных и региональных эффектов (уравнения (3.2) и (3.3)). Для стимулирования более активного влияния инноваций на рост в регионах РФ необходимо развивать инфраструктуру и укреплять межотраслевые связи с тем, чтобы эффект от внедрения инноваций распространялся в смежные отрасли, увеличивая производство в них. Одним из способов укрепления межотраслевых связей является реализация комплексных программ развития отдельных территорий, предполагающая создание отраслевых кластеров и активное взаимодействие между ними (например, программа социально-экономического развития Красноярского края).

Н3. Один рубль инвестиций в технологические инновации приводит к росту ВРП на 10,7 руб. Данная оценка подтверждает, что заметна эффективность вложений в технологические инновации, в структуре которых расходы на модернизацию и обновление основных фондов составляют около 60—70 %, а НИОКР 10—15 %. Однако в обновлении технологической базы регионов, на наш взгляд, недостаточно активно используются радикальные инновации, создающие новые и преобразующие традиционные отрасли и инфраструктуру, что позволило бы существенно повысить эффективность применения НИОКР и высоких технологий в производстве в 3–5 раз.

Расчеты по моделям не подтвердили гипотезу **Н4** о положительном влиянии доли населения в возрасте до 30 лет на экономический рост в регионах. Наоборот, во всех уравнениях коэффициент при данной переменной был значимым и отрицательным. Полученный результат говорит о том, что опыт, полученный населением в старшем возрасте, дает более весомый вклад в ВРП по сравнению с креативностью и новыми знаниями молодежи, которая пока не способна эффективно применять его на рабочем месте. Невозможность применять новые знания также

¹ По курсу 1 USD = 35,7 RUR на 22.04.2014.

может быть связана с «технологической отсталостью» места работы: так, на производстве может отсутствовать современное оборудование, необходимое для применения новых полученных навыков.

H5. Вклад инвестиций в экономический рост положительный, т. е. 1 руб. инвестиций дает прирост ВРП в размере 1,5 руб. Одновременно 1 дополнительный рубль инновационной продукции обеспечивает прирост ВРП лишь на 1,08 руб. (см. табл. 3.9, уравнение 1). Регионы, нацеленные на более быстрый экономический рост, должны создавать привлекательные условия для инвестирования. В этом случае рост будет обеспечиваться за счет как производства инновации, так и инвестиций в сопутствующую инфраструктуру.

Для изучаемого временного периода выпуск аграрного сектора имеет незначимый малый эффект на ВРП регионов РФ, т. е. гипотеза **H6** не нашла количественного подтверждения.

Проведенный анализ показал значимое влияние институционального фактора: развитие и качество институтов оказывает существенное влияние на объем ВРП в регионах. Расчеты подтвердили гипотезу **H7** о том, что переход из референтной группы лидеров в более низкую группу сопровождается падением ВРП. При использовании рангов институционального потенциала в качестве референтной группы использовалась группа «лидеров» — регионы с институциональным потенциалом от 1 до 10. Наиболее выраженный эффект рейтинг оказывает на 5 группу в уравнении (3.1), где знак минус (табл. 3.9) означает снижение ВРП на 168 млрд руб. по сравнению с референтной группой. В уравнениях (3.2) и (3.3) для группы 6 наблюдается снижение на 174 млрд руб. Отметим, что более низкое падение ВРП для групп 7 и 8 по рейтингу инновационного потенциала связано, вероятно, с общей неблагоприятной экономической ситуацией и находит отражение в отрицательных региональных эффектах, выделенных в уравнении (3.3) (см. приложение 3.1).

В спецификациях, учитывающих временные эффекты (уравнения (3.2) и (3.3)), явно выражен эффект кризиса 2008–2009 гг., проявившийся в отрицательном коэффициенте при дамми-переменной 2009 г. Хотя коэффициент является статистически незначимым, он отражает зарегистрированное в официальной статистике падение валового продукта по стране в целом и по отдельным регионам¹.

Спецификация 3 позволяет выделить и проанализировать региональные эффекты. В качестве референтной группы в уравнении (3.3) исполь-

¹ Согласно статистике Росстата, ВВП упал с 41 276,8 млрд руб. в 2008 г. до 38 807,2 млрд руб. в 2009 г. (Федеральная служба государственной статистики).

зована фиктивная переменная для Белгородской области (первая в списке регионов в сборнике «Регионы России»). Значимость коэффициентов при фиктивных переменных для других регионов позволяет говорить о значимости различия ВРП для данных регионов по сравнению с ВРП Белгородской области. Коэффициенты для десяти регионов значимы в уравнении (3.3) (см. приложение 3.1)¹. Среди этих регионов можно выделить Москву, ВРП которой максимальен среди всех субъектов Федерации и превышает ВРП Белгородской области на 4,8 трлн руб. Два ресурсных региона Сибири — Красноярский край и Кемеровская область — также характеризуются более высоким объемом выпуска по сравнению с референтной категорией.

Заключение и дальнейшие направления исследований. Настоящее исследование посвящено анализу влияния инновационной деятельности в регионах на основной индикатор экономической активности территории — валовый региональный продукт. В работе представляется комплексный подход, включающий факторный и регрессионный анализ. Подход позволяет определять латентные факторы, управляющие процессами инновационного развития регионов, и оценивать степень их влияния на экономический рост региона. Подход может быть применен к любой территории, разделенной на административные регионы, официальная статистика по которым собирается центральным статистическим органом. Разработанный для Российской Федерации комплексный подход (при условии доступности статистики) может использоваться для аналогичного анализа для стран Европы, США, Канады, Мексики и других стран.

Необходимо подчеркнуть гибкость предложенной методики — в зависимости от того, какие показатели инновационной деятельности на региональном уровне собираются центральным статистическим органом, набор используемых переменных в факторном, а затем и в регрессионном анализе может быть скорректирован. Также может быть изменен рассматриваемый период. Наконец, исследователи могут варьировать составляющие фильтров и расширять список переменных отдельных фильтров с целью акцентировать внимание на связи между данными контрольными переменными и ВРП.

Факторный анализ в рамках комплексного подхода может применяться для выявления и характеристики связи между латентными факторами и процессами в области инновационной политики, приоритетами феде-

¹ Калужская обл., Мордовия, Нижегородская обл., Челябинская обл. имеют статистически значимые отрицательные коэффициенты; Москва, Башкортостан, Оренбургская обл., Тюменская обл., Красноярский край и Кемеровская обл. характеризуются значимыми положительными коэффициентами.

ральных и региональных правительств, политикой частных компаний в области инноваций. Количественные оценки влияния той или иной меры в области инновационной политики (увеличение числа занятых в НИОКР, рост инвестиций, стимулирование патентования) на объем выпуска в регионе могут быть получены в рамках регрессионного анализа.

Предложенный комплексный подход был апробирован на данных по регионам РФ за 2007–2011 гг. На основе проведенных расчетов можно сделать вывод, что инновационное развитие территорий и процессы, происходящие в них, согласуются с приоритетными направлениями в развитии науки инноваций, утвержденными правительством в рамках Стратегии на период до 2015 г. [Стратегия..., 2006]. В период 2006–2007 гг. органами власти и отдельными предприятиями был сделан акцент на финансовую и институциональную поддержку инновационных проектов на ранних стадиях. В последующий период — с 2007 по 2011 г. — направленность государственных мер была смешена в сторону развития критических технологий, позволяющих создать технологические заделы в различных отраслях промышленности, а инвестиции направлялись не только на НИОКР, но и на развитие инновационных производств и продажу новых продуктов.

Расчеты также показали, что среди показателей входа (C_1) наибольший значимый эффект на экономический рост и ВРП регионов РФ оказывает индикатор «затраты на технологические инновации». Вместе с тем, полученные оценки позволяют говорить о том, что в российских регионах пока невысок эффект от «перетока инноваций» (spillover effect) из одной отрасли в другую в силу слабой связи между отраслями. Результаты расчетов (см. табл. 3.9, коэффициенты при фиктивных переменных институционального потенциала) также подчеркнули важность качества институциональной среды, ясных правил и механизмов ведения бизнеса и их положительное влияние на экономический рост. Так, российские регионы, характеризующиеся более высоким рангом институционального потенциала, имеют более высокие объемы ВРП и развиваются быстрее остальных.

В качестве направлений дальнейших исследований мы хотели бы указать три. Первое — проведение аналогичных расчетов после окончания периода действия Стратегии (2015 г.) и сравнение результатов с результатами для первого и второго периодов. Второе — включение блока иерархического кластерного анализа для выделения множеств регионов со сходными инновационными профилями. В качестве третьего направления мы рассматриваем возможность построения регрессионных уравнений с учетом пространственного фактора — расстояний между регионами — на основе современных моделей экономической географии.

3.3. Измерение и оценка региональных инновационных систем

В данном разделе представлен методический подход к оценке региональных различий развития инновационной деятельности, основывающийся на построении композитного индекса.

То, как именно оценивать инновационную деятельность, во многом определяется тем, какие признаки или атрибуты инновации считать существенными. Выбор показателей определяется тем, что находится в фокусе внимания исследователя. Если затраты, то используется показатель затрат на исследования и разработки; если результаты, то — число патентов, продуктов; если процесс, то — сети, кластеры, и т. д. [Кравченко, 2010].

Одно из достоинств данной методики — охват длительного промежутка времени — 2000–2012 гг. На наш взгляд, это позволит выбрать действительно наиболее инновационно развитые регионы России, лидерство которых устойчиво, так как позволит исключить влияние случайных, несистемных причин.

В расчетах, выполняемых ниже, мы будем использовать данные официальной государственной статистики, ежегодно публикуемые Росстатом.

Составляющие инновационной деятельности. Инновационная деятельность есть сложный вид экономической активности, включающей в себя множество различных элементов. Согласно концепции, предложенной П. Куком и др. [Cooke et. al., 2000], любая функционирующая инновационная система состоит из двух подсистем: подсистемы, применяющей и использующей знания, и подсистемы, их генерирующей и распространяющей.

Об этом же говорят и Дж. Доси с соавторами [Dosi et. al., 2010], но уже на микроуровне. Есть отрасли, производящие машины и оборудование, именно в них сосредоточен процесс исследований и разработок. И есть отрасли, производящие потребительские товары, они покупают машины у первых и с их помощью выпускают различные потребительские продукты. Безусловно, подобное разделение является в значительной степени модельным упрощением, однако оно четко иллюстрирует разницу между процессом создания инноваций и процессом их внедрения, подчеркивая, что разные аспекты инновационной деятельности подчиняются разным внутренним законам и описываются разными математическими моделями.

Таким образом, в инновационной деятельности можно выделить различные аспекты: «создание инноваций» и «использование инноваций».

«Созданием инноваций» мы будем называть ту часть инновационной деятельности, которая включает исследования и разработки. Поскольку наши дальнейшие расчеты будут основываться на данных официальной государственной статистики, здесь мы используем ее терминологию. Под исследованиями и разработками статистика понимает деятельность, направленную на увеличение суммы теоретических научных знаний и на решение конкретных практических задач, а также на создание новых материалов, продуктов, процессов, устройств, услуг, систем или методов (в том числе значительное усовершенствование уже имеющихся объектов) [Регионы..., 2013].

Под «использованием инноваций» мы будем иметь в виду инновационную активность, направленную на распространение и внедрение инноваций, на доведение результатов исследований и разработок до конечного инновационного продукта. В терминах Росстата это — технологические инновации. Это деятельность, связанная с разработкой и внедрением технологически новых продуктов и процессов, а также значительных технологических усовершенствований в продуктах и процессах, или новых или значительно усовершенствованных способов производства [Там же].

Несмотря на то, что процессы «создания инноваций» и «использования инноваций» взаимосвязаны, мы предполагаем, что высокий уровень инновационной активности в регионе в каком-то одном аспекте не является гарантией того, что другие аспекты также будут высокоразвиты. Использование одного интегрального индекса, описывающего инновационную деятельность, в общем может привести к исключению из рассмотрения регионов, в которых инновационная система несбалансирована и развита только какая-то одна сторона инновационного процесса.

Таким образом, говоря об инновационно развитых регионах, мы будем рассматривать отдельно регионы, специализирующиеся на «создании инноваций», и регионы, специализирующиеся на «использовании инноваций».

Показатели развития инновационной деятельности. Построение интегральных индексов инновационного развития предполагает сравнение регионов между собой. Для того чтобы сравнение было максимально корректным, исходные данные должны собираться по одинаковым методологическим принципам по всем регионам. Таким образом, мы обращаемся к данным официальной статистики (Росстат).

Статистика предлагает достаточно широкий набор индикаторов, описывающих состояние различных аспектов научной и инновационной деятельности. Следуя логике Интегрального инновационного индекса (*Summary Innovation Index*) Европейского инновационного табло (*Euro-*

pean Innovation Scoreboard) [European Union Scoreboard, 2011], предлагаемые индикаторы можно также объединить в три блока: индикаторы возможностей, индикаторы деятельности организаций и результирующие индикаторы. Однако простое наложение системы индикаторов Европейского инновационного табло на показатели российской статистики не будет учитывать особенности российской Национальной инвестиционной системы (НИС), поэтому предлагаемый нами состав блоков отличается от европейского. В табл. 3.10 дано распределение статистических показателей, которые Росстат относит к индикаторам научных исследований и инноваций, по блокам. С другой стороны, на перечень индикаторов мы накладываем классификацию по аспектам инновационной деятельности.

Таблица 3.10

Показатели инновационной деятельности

Группа показателей	Статистические показатели	Сторона ИД ¹
Индикаторы возможностей	Число организаций, выполнивших научные исследования и разработки	«Создание»
	Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками	«Создание»
	Численность исследователей с учеными степенями	«Создание»
	Организации, ведущие подготовку аспирантов и прием и выпуск из аспирантуры	«Создание»
	Организации, ведущие подготовку докторантов и прием и выпуск из докторантury	«Создание»
	Инновационная активность организаций	«Использование»
Индикаторы деятельности организаций	Внутренние затраты на научные исследования и разработки	«Создание»
	Затраты на технологические инновации	«Использование»
	Число используемых передовых производственных технологий	«Использование»
Результирующие индикаторы	Поступление патентных заявок и выдача охранных документов в России	«Создание»
	Число созданных передовых производственных технологий	«Создание»
	Объем инновационных товаров, работ, услуг	«Использование»

¹ Какую сторону инновационной деятельности описывает данный показатель: «создания инноваций» или «использования инноваций».

Чтобы использовать перечисленные индикаторы, необходимо понимать, что именно учитывает статистика в том или ином показателе.

Сначала рассмотрим сторону «создания инноваций». Процесс «создания» зависит от характеристик экономических субъектов, занимающихся производством инноваций, и вкладываемых ресурсов.

Субъекты, занимающиеся «созданием инноваций», — это, в первую очередь, организации, выполняющие научные исследования и разработки. Под научными исследованиями и разработками официальная российская статистика понимает творческую деятельность, осуществляющую на систематической основе с целью увеличения суммы научных знаний, а также поиск новых областей применения этих знаний [Регионы..., 2013]. Создатели инноваций — это именно разработчики, это такие организации, которые осознанно занимаются процессом «создания инноваций». Это могут быть отдельные компании, занимающиеся исследованиями и разработками, научно-исследовательские институты, вузы. Также это могут быть производственные предприятия, которые содержат специальные исследовательские подразделения. Перечисленные организации занимаются «созданием» технологических инноваций. Здесь предметом нашего исследования являются именно технологические инновации.

Выпуск продукции определяется количеством затраченных факторов производства. В случае деятельности по «созданию инноваций» одним из ключевых является фактор производства «труд», ведь новые идеи генерирует именно человек. Тогда следующий статистический показатель, включаемый в рассмотрение, — численность персонала, занятого исследованиями и разработками. В статистике персонал, занятый исследованиями и разработками, учитывается как списочный состав работников организаций (соответствующих подразделений высших учебных заведений, промышленных организаций и др.), выполнявших исследования и разработки [Там же].

Использование показателей и количества организаций, выполняющих исследования и разработки, и численности занятых позволит учесть случаи, когда в регионе находится всего несколько организаций, создающих инновации, но крупных, в которых занято большое число исследователей, и случаи, когда в регионе, напротив, действует множество мелких инновационных фирм, где работает всего несколько человек. И тот, и другой регион можно назвать по-своему инновационно активным (вероятно, инновации в них будут осуществлять в различных отраслях экономики), и включение обоих показателей позволит выявить оба эти региона.

Еще одним важным показателем, описывающим инновационную деятельность в области «создания инноваций», являются внутренние затраты на исследования и разработки. Это выраженные в денежной форме фактические затраты на выполнение научных исследований и разработок на территории региона собственными силами организаций в течение отчетного года независимо от источника финансирования [Там же]. Официальная российская статистика считает только внутренние затраты на исследования и разработки, тогда как, согласно «Рекомендациям по сбору и анализу данных по инновациям» [Руководство Осло, 2010], сюда должны включаться все затраты: и внутренние, и внешние. Данный показатель говорит о масштабах и глубине инновационной деятельности. С одной стороны, более передовые разработки требуют больших затрат. С другой стороны, когда большое количество фирм занимаются разработками, но они не столь глобальны, общая сумма затрат по региону получается внушительная. И в том, и в другом случае в регионе среда стимулирует агентов быть инновационным. В первом случае передовые организации создают спрос на инновационных субъектов экономической деятельности, ведь передовые организации требуют передовых поставщиков. Во втором случае — в высококонкурентной среде можно выжить только, если в чем-то превосходишь конкурентов, а если они инновационны, превзойти их можно только тоже будучи инновационным. Да, в условиях глобальной экономики рынки сбыта выходят за границы региона, но фирмы на одной территории все равно в определенных аспектах конкурируют друг с другом (например, за квалифицированную рабочую силу, которой нужно что-то предложить, причем не только материальное вознаграждение, но и интересную работу).

Результат деятельности по «созданию инноваций» — это прирост нового знания. Основные показатели, с помощью которых его можно условно измерить, — это поступление патентных заявок и выдача охранных документов, а также число созданных передовых производственных технологий¹. Кроме того, результаты деятельности по «созданию» инноваций могут быть оценены числом научных публикаций, числом выступлений на научных конференциях, однако, прирост научного знания, оцениваемый этими показателями, включает в себя промежу-

¹ Статистика называет передовыми производственными технологиями технологии и технологические процессы, включающие машины, аппараты, оборудование и приборы, основанные на микроэлектронике или управляемые с помощью компьютера и используемые при проектировании, производстве или обработке продукции [Регионы..., 2013].

точные результаты научной деятельности, которые еще не могут быть предложены на рынок. Тогда как с помощью числа полученных патентов и числа созданных технологий можно измерить прирост знаний, готовых к внедрению.

Мы оставляем за скобками нашего анализа показатели, связанные с процессом подготовки аспирантов и докторантов, и показатель численности исследователей с учеными степенями, так, на наш взгляд, эти показатели описывают возможности развития Региональной инвестиционной системы (РИС) в будущих периодах, а не ее текущее функционирование, которое находится в фокусе нашего анализа здесь.

Теперь обратимся к деятельности по «использованию инноваций» — это та часть инновационной деятельности, которая заключается в доведении разработки до востребованного рынком продукта.

При статистическом описании процесса «использования» в первую очередь мы также рассматриваем показатель числа организаций, осуществлявших технологические инновации.

Одним из ключевых показателей «использования инноваций» является показатель затрат на технологические инновации. Этот показатель находится на входе деятельности по «использованию инноваций». По аналогии с затратами на исследования и разработки затраты на технологические инновации говорят о масштабах инновационной активности. Большая величина затрат может свидетельствовать либо о существовании в регионе большого количества субъектов (крайний случай), осуществляющих мелкие технологические инновации, либо — нескольких крупных передовых игроков, внедряющих самые современные и дорогие технологии (другой крайний случай). И в том, и в другом случае экономическая среда региона побуждает агентов к активной инновационной деятельности.

Кроме того, на входе инновационной деятельности по «использованию инноваций» находится число использованных передовых производственных технологий. Число использованных передовых производственных технологий характеризует внедрение результатов научных и научно-технических исследований в производство, позволяя судить о том, как используются инновационные разработки.

На выходе процесса «использования инноваций» (и инновационной деятельности вообще) находится показатель объема инновационных товаров. Статистика включает сюда новые или подвергавшиеся разной степени технологическим изменениям в течение последних трех лет товары, работы, услуги [Регионы..., 2013]. В определенной степени этот показатель дает представление о том, насколько инновационна экономика

мика региона. По этому показателю можно судить о доведении разработки (новшества, идеи) до рынка.

Регионы России существенно различаются по своим размерам и масштабам экономической деятельности. Мы хотим оценить уровень развития инновационной деятельности, без учета влияния масштаба региона. Поэтому мы будем рассматривать относительные показатели.

Построение интегрального индекса развития инновационной деятельности. Далее на основе перечисленных восьми показателей будет построен интегральный индекс развития инновационной деятельности для оценки дифференциации регионального инновационного развития. С помощью факторного анализа (метод главных компонент) мы объединяем показатели инновационного развития в две группы:

1. (а) доля организаций, выполнивших научные исследования и разработки; (б) доля персонала, занятого научными исследованиями и разработками; (в) доля внутренних затрат на научные исследования и разработки в ВРП; (г) число созданных передовых производственных технологий; (д) число используемых передовых производственных технологий.

2. (а) удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации; (б) доля затрат на технологические инновации в ВРП; (в) объем инновационных товаров в процентах от общего объема товаров.

Результаты факторного анализа, в котором мы получили две компоненты, подтверждают наши предыдущие теоретические рассуждения о необходимости построения двух отдельных индексов инновационного развития.

В дальнейших расчетах мы не будем использовать показатели числа созданных передовых производственных технологий и числа используемых передовых производственных технологий.

Таким образом, на данном этапе для анализа мы берем следующие показатели в качестве индикаторов «создания инноваций»:

- доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП;
- доля организаций, выполнивших исследования и разработки, в общем числе предприятий и организаций;
- доля персонала, занятого исследованиями и разработками в общем числе занятых.

В качестве индикаторов «использования инноваций» — следующие:

- объем инновационных товаров, в процентах от общего объема товаров;

- удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации;
- доля затрат на технологические инновации в ВРП.

Анализ охватывает достаточно длительный период времени — 2000–2012 гг. С одной стороны, было бы правильным скорректировать индикаторы на величину инфляции (ведь статистика приводит денежные показатели в текущих ценах). Однако мы рассматриваем не абсолютные, а относительные показатели. Поэтому фактор инфляции не окажет влияния на получаемые результаты. Кроме того, все сравнения регионов друг с другом будут проводиться внутри одного года, а не во времени.

Массив данных состоит из наблюдений по 80 субъектам Федерации за 2000–2012 гг. (из рассмотрения были исключены автономные округа).

Используя обозначенные выше индикаторы, для каждого года из рассматриваемого промежутка времени были построены интегральные индексы, описывающие инновационную деятельность с разных сторон, — индекс «создания инноваций» и индекс «использования инноваций».

Построение интегральных индексов начинается с расчета промежуточных индексов для каждого из рассматриваемых индикаторов (здесь мы основываемся на применении методологии Независимого института социальной политики [Россия..., 2005]):

$$I_{ij}^t = \frac{X_{ij}^t - X_{i\min}^t}{X_{i\max}^t - X_{i\min}^t},$$

где X_{ij}^t — значение переменной i для региона j в году t ; $X_{i\min}^t$ — минимальное значение переменной i в году t ; $X_{i\max}^t$ — максимальное значение переменной i в году t .

Далее необходимо объединить полученные промежуточные индексы в обобщающий показатель. Ключевой момент здесь — выбрать удельные веса, с которыми промежуточные индексы будут входить в интегральный. В методике Европейского инновационного табло, например, используется невзвешенное среднее (среднее арифметическое) [European Union Scoreboard, 2011]. Однако, там в состав интегрального индекса входит значительно большее число индикаторов, поэтому использование простого среднего арифметического не будет приводить к ошибочным итоговым оценкам, так как при большом числе индикаторов удельный вес каждого — меньше, таким образом влияние одного конкретного индикатора на итоговый результат не будет существенным.

При объединении различных показателей в единый индекс необходимо учитывать взаимосвязи между ними, чтобы исключить ситуацию, когда влияние одного фактора на общий индекс оказывается переоценено-

Таблица 3.11

Результаты факторного анализа (метод главных компонент)

Фактор	K1	K2
Доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП	0,906	0,171
Доля персонала, занятого исследованиями и разработками в общем числе занятых	0,894	0,175
Доля организаций, выполнивших исследования и разработки в общем числе предприятий и организаций	0,595	-0,234
Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации	0,273	0,540
Объем инновационных товаров, в процентах от общего объема товаров	0,143	0,697
Доля затрат на технологические инновации в ВРП	0,085	0,779

Источник: расчеты автора по данным [Регионы..., 2013].

но или недооценено из-за влияния факторов друг на друга. Для определения удельных весов промежуточных индексов мы используем результаты факторного анализа. В табл. 3.11 приведены средние за период значения факторных нагрузок (в каждый момент времени из рассматриваемого периода полученные значения факторных нагрузок оказались близкими, поэтому мы берем средние значения).

Чтобы можно было интерпретировать размерность получаемых индексов и сравнивать их между собой, в качестве удельных весов промежуточных индексов возьмем факторные нагрузки, нормированные таким образом, чтобы их сумма была равна 1. Тогда удельные веса выглядят следующим образом:

Удельные веса промежуточных индексов для индекса «создания инноваций»:

- 0,38 — доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП;
- 0,25 — доля организаций, выполнивших исследования и разработки;
- 0,37 — доля персонала, занятого исследованиями и разработками.

Удельные веса промежуточных индексов для индекса «использования инноваций»:

- 0,35 — объем инновационных товаров, в % от общего объема товаров;

- 0,27 — доля организаций, осуществлявших технологические инновации;
- 0,39 — доля затрат на технологические инновации в ВРП.

Учитывая вышеизложенное, интегральные индексы выглядят следующим образом:

$$И_{создания}^t = 0,38 \cdot И_{1j}^t + 0,25 \cdot И_{2j}^t + 0,37 \cdot И_{3j}^t,$$

где $И_{ij}^t$ — промежуточные индексы: (1) доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП; (2) доля организаций, выполнявших исследования и разработки; (3) доля персонала, занятого исследованиями и разработками в общей численности занятых.

$$И_{использования}^t = 0,35 \cdot И_{4j}^t + 0,27 \cdot И_{5j}^t + 0,39 \cdot И_{6j}^t,$$

где $И_{ij}^t$ — промежуточные индексы: (4) объем инновационных товаров, в процентах от общего объема товаров; (5) удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации; (6) затраты на технологические инновации по отношению в ВРП.

Сегментация регионов России по уровню развития инновационной деятельности в 2000–2012 гг. Теоретически построенные интегральные индексы могут принимать значение от 0 в случае полного отсутствия инновационной деятельности в регионе до 1 в том случае, если регион является лидером в области инновационной деятельности по всем показателям.

В 2000–2012 гг. максимальное значение индекса «создания инноваций» в среднем за период составило 0,785, минимальное — 0,001. В рассматриваемый период времени четыре региона оказывались на первом месте в рейтинге — это г. Санкт-Петербург (2000, 2002, 2003, 2007, 2008 гг.), Нижегородская (2004–2006, 2010–2012 гг.), Калужская (2009 г.) и Московская области (2001 г.). Среднее же значение индекса по всем регионам равнялось 0,211. При этом наблюдается тенденция к снижению максимального значения индекса (рис. 3.7). Происходит уменьшение разрыва между лидирующими регионами и отстающими, причем в большей мере за счет снижения активности лидеров, которые перестают быть лидерами во всем, т. е. наблюдается сокращение превышения показателей активности по «созданию инноваций» в лидирующих регионах над остальными.

Максимальное значение индекса «использования инноваций» в среднем за период составило 0,680, минимальное — 0,010, среднее по регионам — 0,203. В рейтинге по индексу «использования инноваций» в разные годы лидерами становились следующие регионы: Самарская

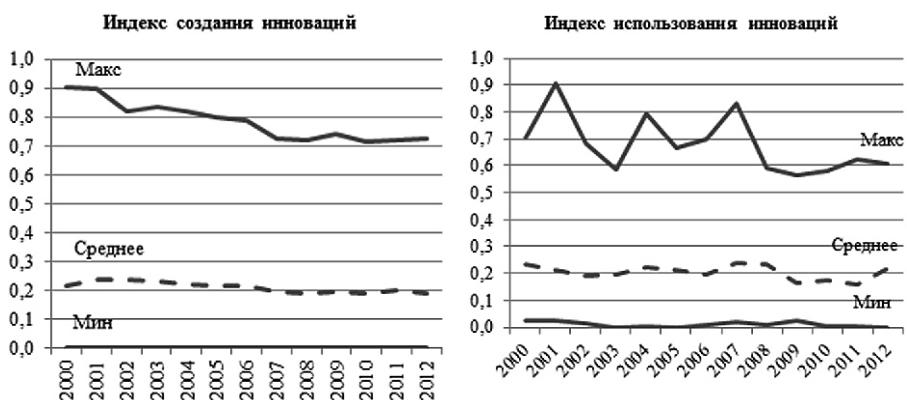


Рис. 3.7. Динамика интегральных индексов.

Источник: расчеты автора по данным [Регионы..., 2013]

(2000–2006 гг.), Липецкая (2009, 2010 гг.) и Нижегородская (2012 г.) области, Республика Мордовия (2007, 2011 гг.) и Пермский край (2008 г.). Индекс «использования инноваций» (его максимальное значение) изменился более нестабильно, наблюдалось как существенное падение, так и рост значений индекса.

Сравнивая значения индексов между собой, мы видим, что значения (как максимальные, так и средние) индекса «создания инноваций» в целом оказываются выше, чем те же значения индекса «использования инноваций». Это говорит о том, что преимущество лидеров в «создании» выше, чем преимущество лидеров в «использовании».

Отметим также, что распределение регионов по уровню развития инновационной деятельности как по «созданию инноваций», так и по «использованию инноваций» неравномерно: средние значения обоих индексов ближе к минимальным. То есть имеется значительное отставание существенной части регионов страны от лидеров инновационного развития.

Какие же регионы считать инновационно активными? Как определить ту границу, ниже которой экономика региона уже не является столь инновационно развитой? На наш взгляд, использование для этого жестко заданных границ изменения интегральных индексов малопригодно. Во-первых, в этом случае встает вопрос о том, как задать эти границы. Во-вторых, разброс показателей развития инновационной деятельности в регионах меняется в разные периоды времени, и, соответственно, меняются разброс между самими индексами, их максимальные и минимальные значения, однако это не всегда будет означать изменение дифференциации уровней инновационности регионов.

Для выделения инновационно развитых регионов нами предлагается сравнивать значения интегральных индексов для региона со средним значением соответствующего индекса в данном периоде. Так, инновационно развитыми регионами в области «создания инноваций» (в каждый конкретный момент времени) мы будем считать те регионы, для которых значение индекса «создания инноваций» выше среднего по стране. При этом, если имеет место превышение более чем на 0,1, то такие регионы мы будем называть регионами-лидерами в области «создания инноваций», а остальные инновационно развитые регионы — регионами второго эшелона в области «создания инноваций». Точно так же будем определять инновационно развитые регионы в области «использования инноваций» [Халимова, 2011].

Таким образом, в каждый момент времени с 2000 по 2012 г. мы выделили четыре группы инновационно активных регионов — регионы-лидеры и регионы второго эшелона в области «создания инноваций», а также регионы-лидеры и регионы второго эшелона в области «использования инноваций».

Заключительный шаг методики — формирование итоговых групп.

Регион может считаться лидером, если он входил в соответствующую группу более половины времени (в данном случае он должен попадать в соответствующую группу не менее 7 раз, так как рассматриваемый период охватывает 13 лет). Если же при этом хоть раз соответствующий интегральный индекс оказывался ниже его среднего значения, то такой регион попадает в итоговую группу второго эшелона. Точно так же, чтобы считаться регионом второго эшелона, региону необходимо попадать в соответствующую группу более половины времени.

Анализ длительного временного периода (2000–2012 гг.) позволяет выделить группы инновационно развитых регионов, лидерство которых устойчиво — стабильно во времени. В данном случае в итоговые группы не будут включены те регионы, которые могли бы попасть в выборку в отдельные моменты времени, когда по тем или иным причинам показатели развития инновационной деятельности в них оказывались достаточно высокими. Высокие значения показателей в один период времени еще не говорят о высоком уровне развития инновационной деятельности. Высокий уровень развития инновационной активности означает системный (в противовес случайному) характер осуществления деятельности, который предполагает стабильно высокий уровень статистических показателей.

Характеристика инновационно развитых регионов России. Применение описанного алгоритма позволило выбрать 25 развитых регионов

в области «создания инноваций», удовлетворяющих требованиям лидерства (табл. 3.12).

В выборку инновационно развитых регионов в области «использования инноваций» попало 27 регионов, удовлетворяющих требованиям лидерства (табл. 3.13).

Таблица 3.12

Инновационно развитые регионы (процесс «создания инноваций»)

«Создание инноваций»: регионы-лидеры	«Создание инноваций»: регионы второго эшелона
1. Владимирская область	1. Камчатский край
2. Воронежская область	2. Магаданская область
3. г. Москва	3. Мурманская область
4. г. Санкт-Петербург	4. Омская область
5. Калужская область	5. Пермский край
6. Московская область	6. Приморский край
7. Нижегородская область	7. Республика Татарстан
8. Новосибирская область	8. Ростовская область
9. Пензенская область	9. Свердловская область
10. Самарская область	10. Тамбовская область
11. Томская область	11. Тверская область
12. Ульяновская область	12. Челябинская область
	13. Ярославская область

Таблица 3.13

Инновационно развитые регионы (процесс «использования инноваций»)

«Использование инноваций»: регионы-лидеры	«Использование инноваций»: регионы второго эшелона
1. Волгоградская область	1. Владимирская область
2. Нижегородская область	2. Вологодская область
3. Новгородская область	3. Воронежская область
4. Орловская область	4. г. Москва
5. Пермский край	5. г. Санкт-Петербург
6. Республика Мордовия	6. Калужская область
7. Республика Татарстан	7. Московская область
8. Самарская область	8. Мурманская область
9. Свердловская область	9. Республика Башкортостан
10. Чувашская Республика	10. Ставропольский край
	11. Томская область
	12. Тульская область
	13. Удмуртская Республика
	14. Ульяновская область
	15. Хабаровский край
	16. Челябинская область
	17. Ярославская область

Полученные группы имеют пересечения между собой, часть регионов являются инновационно развитыми как в области «создания инноваций», так и в области «использования инноваций» (табл. 3.14).

Лишь два региона — Нижегородская и Самарская области — являются лидерами как в «создании инноваций», так и в «использовании инноваций». Остальные регионы лидируют в чем-то одном, а в другом — попадают, в большинстве случаев, в группу второго эшелона. Таким образом, в этих регионах и «создание инноваций», и «использование инноваций» представлено шире, чем в среднем по стране, их региональные инновационные системы являются достаточно сбалансированными.

Таблица 3.14

Матрица инновационного развития регионов России

	«Использование инноваций» — Лидеры (И1)	«Использование инноваций» — Второй эшелон (И2)	«Использование инноваций» — Остальные регионы (И0)
«Создание инноваций» — Лидеры (С1)	Нижегородская область Самарская область	Владимирская область Воронежская область г. Москва г. Санкт-Петербург Калужская область Московская область Томская область Ульяновская область	Новосибирская область Пензенская область
«Создание инноваций» — Второй эшелон (С2)	Пермский край Республика Татарстан Свердловская область	Мурманская область Челябинская область Ярославская область	Камчатский край Магаданская область Омская область Приморский край Ростовская область Тамбовская область Тверская область
«Создание инноваций» — Остальные регионы (С0)	Волгоградская область Новгородская область Орловская область Республика Мордовия Чувашская Республика	Вологодская область Республика Башкортостан Ставропольский край Тульская область Удмуртская республика Хабаровский край	Остальные регионы

Тем не менее, высокий уровень развития в какой-то одной части инновационной деятельности еще не является показателем сбалансированного функционирования региональной инновационной системы. В целом ряде случаев, особенно это касается регионов второго эшелона, регионы попадают в выборку в одной области, а развитие другой — находится ниже среднего по стране (рис. 3.8). На рисунке показано положение выбранных регионов на карте инновационного развития, где координатами регионов являются средние за период значения индекса «создания инноваций» и индекса «использования инноваций», при этом размер круга — размер экономики региона (ВРП). Мы видим, что лидирующие позиции занимают регионы, находящиеся в европейской части России. Только два региона восточнее Урала — Новосибирская и Томская области — являются одними из лидеров инновационного развития, их лидерство — в сфере «создания инноваций».

Среди сибирских регионов в выборку попали лишь три — это Новосибирская, Омская и Томская области. В регионах Сибири в первую очередь представлена деятельность по «созданию инноваций»: все регионы попали в группу «создание», и только Томская область попала еще и в группу «использование». Среди регионов, не попавших в итоговую выборку, отметим Алтайский край, где в начале 2000-х гг. индекс «использования инноваций» чуть превышал среднероссийский уровень.

На рис. 3.9 представлено положение сибирских регионов на матрице инновационного развития в динамике. Мы видим, что значение индекса «создания инноваций» за рассматриваемый период снизилось почти во всех инновационно развитых регионах Сибири. Наиболее существенное падение произошло в Омской области — на 40,8 %, тогда как в Новосибирской области падение составило 26,9 %, лишь в Томской области наблюдается символический рост на 2,4 %. Индекс «использования», напротив, вырос везде, кроме Томской области, где наблюдается его снижение (на 27,4 %). Значительно выросла Омская область (на 420,7 %), тогда как Новосибирская область показала совсем небольшой рост (на 2,4 %). Если сравнить сибирскую динамику с общероссийской (см. рис. 3.7), то в части «создания» имеет место похожая тенденция — максимальное значение индекса за период 2000—2012 гг. упало на 19,9 %. Что касается «использования инноваций», то максимальное значение индекса за период снизилось на 13,6 %. Таким образом, Новосибирская и Омская области в части «создания» имеют динамику хуже общероссийской. Однако для Омской области это снижение компенсируется высоким ростом в части «использования инноваций», тогда как Новосибирская области лишь удерживает свои позиции. Что касается Томской

3.3. Измерение и оценка региональных инновационных систем

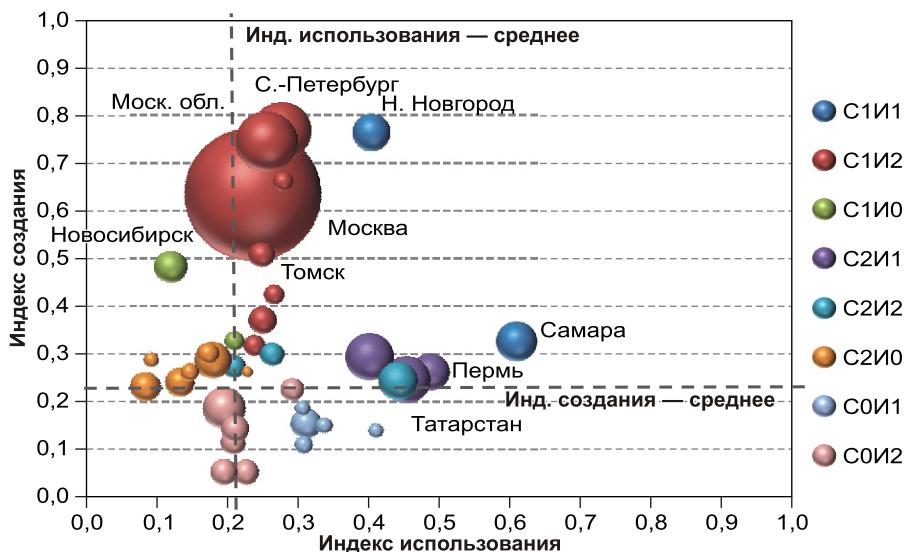


Рис. 3.8. Матрица инновационного развития регионов России.

Источник: расчеты автора по данным [Регионы..., 2013]

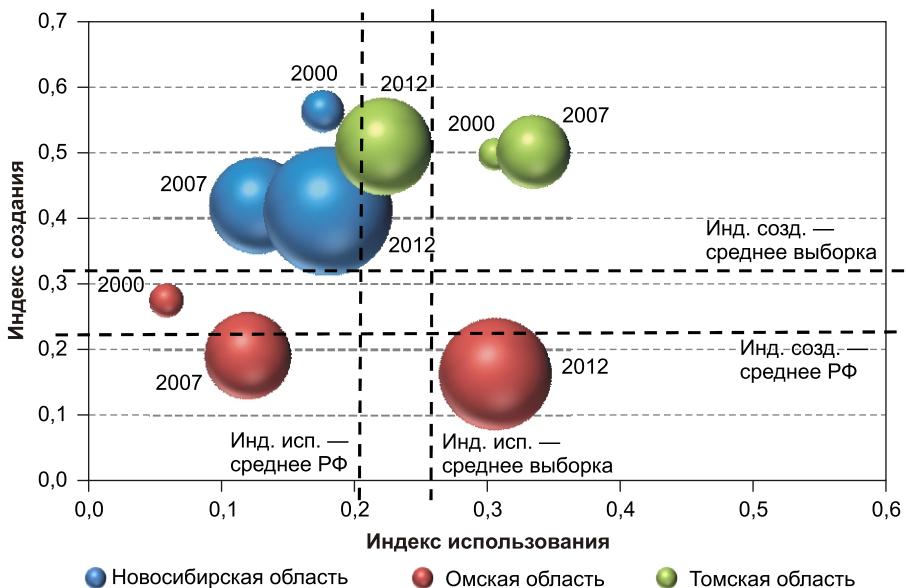


Рис. 3.9. Матрица инновационного развития: динамика сибирских регионов.

Источник: расчеты автора по данным [Регионы..., 2013]

области, то она постепенно теряет свои позиции как лидера в «использовании инноваций», показывая при этом динамику лучше, чем общероссийская, в части «создания».

Для получения более детальной картины изменения позиции сибирских регионов на матрице инновационного развития обратимся к погодовой динамике индексов инновационного развития (рис. 3.10, 3.11).

Падение индекса «создания инноваций» в Новосибирской области произошло, главным образом, в период 2000—2007 гг., затем темпы па-

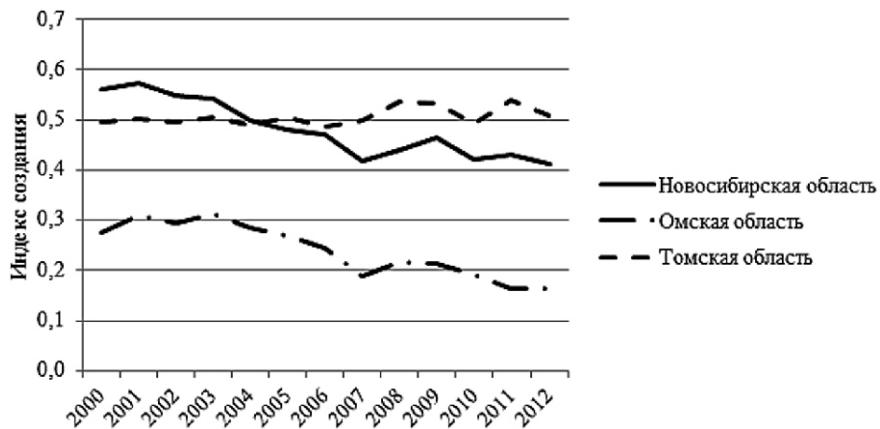


Рис. 3.10. Индекс создания инноваций: регионы Сибири.

Источник: расчеты автора по данным [Регионы..., 2013]

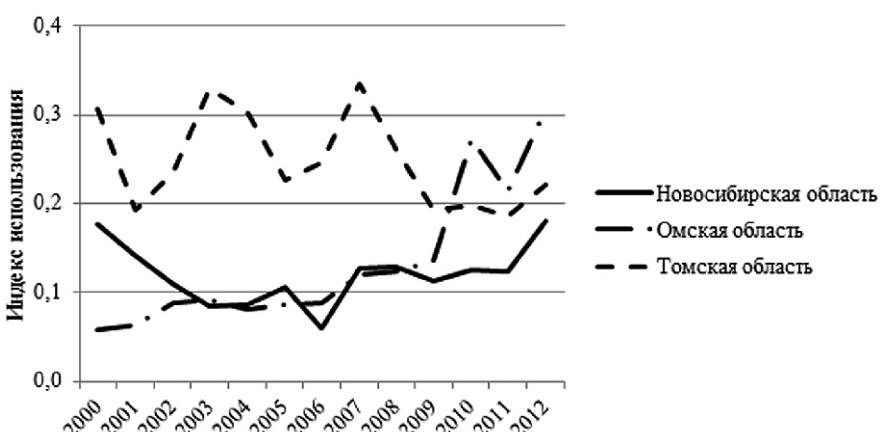


Рис. 3.11. Индекс использования инноваций: регионы Сибири.

Источник: расчеты автора по данным [Регионы..., 2013]

дения замедлились, а в отдельные моменты наблюдался небольшой рост. В Омской области, напротив, падение индекса «создания инноваций» ускорилось во второй половине рассматриваемого периода — после 2008 г. Томская область, в свою очередь, демонстрирует стабильную динамику с небольшими всплесками в 2008, 2009 и 2011 гг., за которыми следовали незначительные снижения.

Что касается индекса «использования инноваций», то для сибирских регионов наблюдается картина, схожая с общероссийской: изменения происходят достаточно хаотично. Так, в Томской области периоды роста чередуются с периодами стабильности. Несмотря на общую положительную динамику в Омской области, в некоторые периоды (2011 г.) также наблюдалось падение индекса. Исключением здесь является Новосибирская область, где индекс «использования инноваций» не столь волатилен, здесь мы не наблюдаем постоянной перемены динамики: существенный перелом наблюдался лишь в 2006 г., когда падение сменилось ростом.

Сложение наблюдаемых траекторий изменения индексов инновационного развития позволяет оценить устойчивость положения сибирских регионов на матрице инновационного развития России. Новосибирская область находится на стабильной траектории изменения индекса «создания» при растущем индексе «использования», что говорит об устойчивом положении региона с перспективой улучшения позиций в области «использования инноваций». Омская область имеет положительную динамику индекса «использования» (который с 2010 г. уже превышает среднероссийский уровень) и отрицательную динамику по индексу «создания»: при продолжении текущей динамики регион может сменить специализацию и стать инновационно развитым в области «использования». Положение Томской области менее устойчиво, здесь при стабильном индексе «создания» индекс «использования» меняется более нестабильно, чем в стране в целом, снижаясь быстрее.

Для более детального сравнения уровней развития региональных инновационных систем в построенных группах обратимся к статистическим показателям, описывающим инновационную деятельность. Для наглядности из четырех групп сделаем две — «регионы создания» (25 регионов, см. табл. 3.12) и «регионы использования» (27 регионов, см. табл. 3.13) — и будем рассматривать средние показатели уже для двух групп — «создания инноваций» и «использования инноваций» (рис. 3.12, 3.13). Здесь, как и при построении индексов, мы берем относительные показатели, что исключает влияние размера регио-

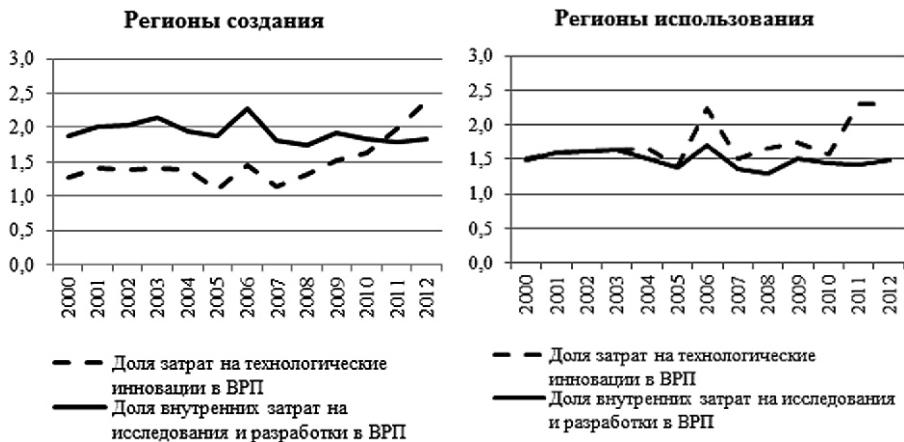


Рис. 3.12. Характеристика инновационно развитых регионов (часть 1).

Источник: расчеты автора по данным [Регионы..., 2013]

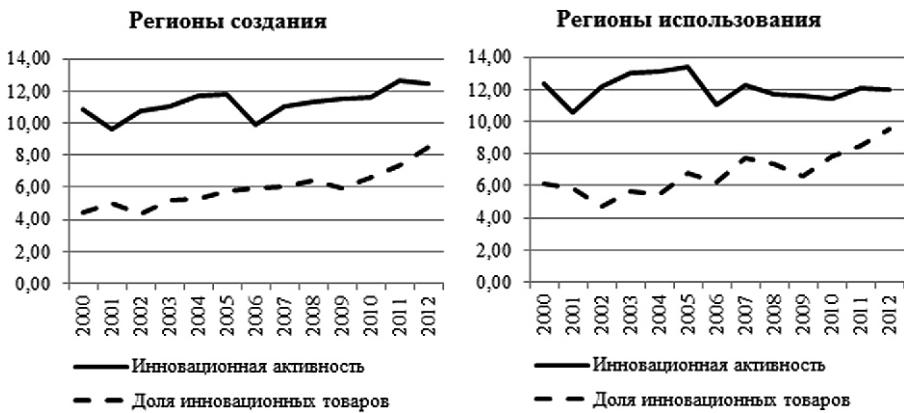


Рис. 3.13. Характеристика инновационно-развитых регионов (часть 2)

Источник: расчеты автора по данным [Регионы..., 2013]

на и инфляции на получаемый результат, и дает нам возможность оценивать изменение показателей во времени и сравнивать регионы между собой.

Статистика фиксирует рост доли затрат на технологические инновации в ВРП в обеих группах регионов в рассматриваемый период: с 1,28 до 2,39 % в регионах «создания» и с 1,51 до 2,31 % в регионах «использования», тогда как доля внутренних затрат на исследования и разработки остается практически неизменной. Если в начале 2000-х гг. регионы

«создания» тратили больше, чем регионы «использования», на «создание инноваций» и меньше их на «использование», то к 2012 г. регионы «создания» тратят больше регионов «использования» на все составляющие инновационной деятельности. Кроме того, начиная с 2011 г., регионы «создания» тратят больше на «использование инноваций», чем на их «создание», — такая тенденция характерна скорее для регионов «использования», где траты на «использование» выше трат на «создание» на протяжении всего периода. Таким образом, в регионах «создания» постепенно подтягивается деятельность по «использованию инноваций», инновационные системы этих регионов становятся более сбалансированными.

О развитии стороны «использования инноваций» в регионах «создания» говорят и другие статистические показатели. Доля инновационных товаров выросла здесь с 4,42 до 8,47 % (против роста с 6,17 до 9,51 % в регионах «использования»). Инновационная активность также выросла с 10,85 до 12,43 %, тогда как в регионах «использования» она упала с 12,34 до 12,00 %. Таким образом, и по показателям выхода «использования инноваций» регионы «создания» постепенно подтягиваются к регионам «использования».

Мы видим, что в регионах, изначально специализирующихся на «создании инноваций», происходит также развитие «использования инноваций», инновационная деятельность в этих регионах становится все более сбалансированной. Высокий уровень развития в области «создания» стимулирует «использование инноваций». Можно предположить, что высокий уровень развития деятельности по «созданию инноваций» способствует формированию более инновационной среды в регионе, стимулируя также развитие процесса «использования».

Наблюдаемые тенденции говорят о том, что долгосрочное сбалансированное развитие, основанное на инновациях, исходит, в первую очередь, из «создания инноваций», именно эта сторона инновационной деятельности способствует дальнейшему инновационному развитию, запуская остальные элементы инновационной системы.

* * *

Применение представленного методического подхода продемонстрировало неравномерность развития инновационной деятельности в регионах России на протяжении 2000–2012 гг. Мы видим, что среди регионов есть ярко выраженные лидеры инновационного развития. Кроме то-

го, было выявлено существование специализации на различных составляющих инновационной деятельности — «создании» и «использовании инноваций». Включение специализации региона позволяет оценить сбалансированность его инновационной системы, что необходимо для выявления проблем и возможностей дальнейшего развития.

Представленная методика — инструмент, который может применяться для оценки дифференциации инновационного развития и в последующие периоды. Более того, расширение временного горизонта даст возможность оценить динамику развития регионов как с позиции инновационного лидерства, так и с точки зрения движения в сторону сбалансированности региональной инновационной системы.

ГЛАВА 4.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

4.1. Научные основы программ модернизации промышленности России

Модернизация ряда отраслей промышленности является актуальной для развития экономики Сибири и России. Если мы говорим о научных основах программ модернизации, то, по нашему мнению, целесообразно определиться и последовательно раскрыть их.

4.1.1. Ключевые (основные) понятия теории модернизации

В приводимом далее анализе ряда теорий и определений понятия «модернизации» мы пытались рассматривать их с точки зрения проблемы задания технологических ориентиров при разработке программ модернизации экономики.

Модернизация в экономическом плане подразумевает, что каждая развивающаяся страна хотела бы стать развитой, однако за последние семьдесят лет это удалось совсем немногим [Стратегия..., 2010]. Соответственно на первый план выходят как ориентиры развития или что считать таковыми, так и механизмы их достижения.

В работе «Концептуальные основы модернизации экономики регионов» [Полякова, 2009] приведена следующая (рис. 4.1) классификация термина модернизация в различных источниках.

В данной систематизации нас интересует не общественно-историческая составляющая термина, а его часть, связанная с приданием объекту современного облика и его изменением в соответствии с новейшими требованиями и нормами. Возникает вопрос, а что считать таковыми? Те нормы, которые существуют сейчас, или нормы, которые возникнут в будущем с учетом времени, необходимого на проведение модернизационных программ.



Рис. 4.1. Определение термина модернизация в различных источниках.

Источник: [Полякова, 2009]

Структурно-функциональный и категориальный анализ модернизации [Коврыжко, 2010] позволил выделить ряд ее сущностных черт:

- экономическая модернизация представляет собой масштабный процесс технологического, институционального и инновационного обновления экономики;
- модернизации всегда начинаются как «догоняющие», так как в их основе лежит осознание отставания от конкурентов, а главной задачей отстающей страны является достижение уровня стран развитых, на основе уже имеющихся технологий, а не выработка новых, которая в таких условиях менее эффективна и более затратна;
- модернизация — это масштабный процесс осознанного и тонкого встраивания страны в мировое хозяйство, в основе которого лежит преодоление сырьевой или сельскохозяйственной модели и становление государства как равноправного и конкурентоспособного участника глобальной индустриальной экономики.

Для нас наиболее интересна модернизация как «догоняющий» процесс, поскольку анализ ряда программ гражданского сектора, направленных на инновационное развитие и модернизацию экономики, реализуемых в России в 2013–2014 гг. [Портал, 2014], показывает, что они частично носят именно догоняющий характер.

При этом идея встраивания в мировое хозяйство является актуальной. Во-первых, достижение уровня конкурентов, как правило, происходит за счет заимствования технологий. Во-вторых, уровень данных технологий, в идеале, должен позволять производить продукцию, конкурентоспособную глобально, поскольку ориентируясь даже на локальный рынок, производители испытывают давление транснациональных корпораций, поставляющих конкурирующую продукцию.

В работе «История одного падения» [Дерлугьян, Валлерстайн, 2011] отмечается, что в рамках догоняющей модели модернизации, как правило, «применяются актуальные иностранные технологии и организационные модели».

Такой тип модернизации индуцируется более высоким уровнем развития других стран, и ее основным механизмом являются имитационные процессы. Данный тип модернизации может осуществляться за счет привлечения иностранных инвестиций, обучения кадров за рубежом, приглашения специалистов, копирования организационных форм и заимствования технологий.

В работе «Системная модернизация российской экономики» предлагается следующее определение «Модернизация (в собственном смысле слова) — это не просто улучшение, развитие, а обновление, “осовременивание” данного объекта или процесса, т. е. трансформация его в целях придания черт, присущих более продвинутым аналогичным объектам или процессам. В этом смысле модернизация находится в русле идеологии бенчмаркинга — сравнения с другими объектами, в том числе, с объектами-лидерами в данной сфере и заимствованием их наиболее прогрессивных черт. Иными словами, модернизация подразумевает внедрение наиболее современных в том или ином аспекте достижений (“лучших практик”), относящихся к другим, сходным с данным, объектам» [Клейнер, 2011].

Далее Г.Б. Клейнер подчеркивает, что такое понимание модернизации подразумевает как наличие множества аналогичных данному объектов, так и наличие «стрелы прогресса» — признаков, позволяющих упорядочивать множество объектов-аналогов по степени прогрессивности тех или иных характеристик.

В приведенном выше определении для нас важно, что объект приводится в соответствие новым требованиям или нормам.

При разработке программ модернизации, таким образом, возникает задача выбора более продвинутых аналогичных объектов или процессов

и, соответственно, необходимость обоснования и определения критериев, на основании которых выбираются объекты-лидеры.

С применением предлагаемого в следующем разделе методического подхода к формированию отраслевых программ технологической модернизации, по сути, прогнозируются критерии выбора объектов-лидеров, служащих ориентирами модернизации, и определяются технологические параметры «стрелы прогресса».

В дальнейшем это позволяет подойти к вопросу разработки дорожных карт, направленных на достижение полученных в рамках прогноза технологических параметров, и разработке на этой основе программ модернизации.

Что касается теорий модернизации, то их существует достаточно много и в работе [Полякова, 2009], например, теории модернизации экономики регионов систематизированы следующим образом (рис. 4.2).

Методические вопросы разработки программ модернизации, рассматриваемые далее в работе, носят, как правило, выраженный отраслевой характер, поэтому для нас в приведенной выше классификации интересно наличие теорий, направленных на отраслевые и промышленные аспекты региональной модернизации.

Важно также более подробно определиться с соотношением модернизации и широко продекларированного в России перехода на инновационный путь развития, под которым понимается переход к интеллектуальному труду, создающему новое, ранее не существовавшее [Ливанов, Рогачев, 2010].



Рис. 4.2. Классификация теорий модернизации экономики региона

В разделе 1 В.И. Сусловым было отмечено, что применение инноваций и модернизация — это две стороны одного и того же процесса, в рамках которого инновации направлены на внедрение нового, а модернизация — на замену старого.

По нашему мнению, главным из направлений перехода при сложившейся в России к 2014 г. ситуации является создание новых бизнесов на основе современных наукоемких технологий. Этим занимаются институты развития, РВК, ГК «Роснано», инновационный центр «Сколково», ряд министерств, например Минкомсвязи, Минэкономразвития, и другие, поддерживая создание соответствующего спектра инновационной инфраструктуры.

Данные усилия должны, по идеи, привести к созданию новых производств, выпускающих новую или улучшенную продукцию, которая конкурентоспособна как на внутреннем, так и на внешнем рынке, и увеличению доли инновационного сегмента экономики в структуре ВВП России.

Объектом модернизации являются реальные, уже существующие предприятия и отрасли экономики, основное технологическое оборудование в которых, как правило, морально и физически устарело и нуждается в обновлении. Предприятия таких отраслей, например машиностроения, производят продукцию, которая большей частью ориентирована на внутренний рынок.

Модернизация промышленности России, по нашему мнению, в основном основывается на заимствовании технологий, уже применяемых в экономически развитых странах. В данную группу Международный валютный фонд включает все страны G7, все страны еврозоны, а также ряд других стран [Advanced, 2013]. Причем, как правило, на практике предприятия модернизируются технологическими линиями, которые уже какое-то время работали на зарубежных предприятиях, т. е. являются бывшими в употреблении.

Технологии и продукты, разрабатываемые и производимые в России, выступают в процессе модернизации, как правило, в роли поддерживающих и дополнительных. Данный тезис, естественно, нуждается в обосновании. Вопрос о соотношении российских и зарубежных технологий при разработке и осуществлении программ модернизации промышленности — предмет дальнейших исследований.

Определение научных основ программ модернизации. На основе проведенного анализа мы можем предложить следующее определение содержания научных основ программ модернизации.

Научные основы программ модернизации — российские и зарубежные теории модернизации экономики на региональном и федеральном уровнях, отраслевые концепции, прогнозы уровня технологических процессов ряда отраслей в России и за рубежом, в том числе разработанные с применением метода форсайт.

Нормативно-правовая база, служащая ориентиром при разработке конкретных программ модернизации, является методической основой при их разработке. Фактическая разработка программ опирается на соответствующую нормативно-правовую базу — совокупность норм права, содержащихся в нормативно-правовых актах: законы РФ, указы президента РФ, постановления Правительства РФ, нормативные акты министерств и ведомств.

Мы считаем, существующая нормативно-правовая база явно или неявно включает в себя основные концепции и теоретические подходы к модернизации экономики, поскольку разработчики нормативно-правовой базы неявно учитывали основные тренды и представления об актуальных подходах к модернизации экономики.

Обоснование применения форсайта при разработке методического подхода к формированию отраслевых программ технологической модернизации. Формирование отраслевых программ технологической модернизации, по нашему мнению, подразумевает оценку текущего уровня технологического развития отрасли и определение технологических ориентиров модернизации.

Применение количественных методов для технологического прогнозирования в условиях высокого уровня технологической и рыночной неопределенности, как правило, связано с высокой инструментальной сложностью.

В таких условиях хорошо работает метод форсайт, который применяется для формирования образов будущего в сфере технологий, разработки дорожных карт и обоснования стратегий развития.

Преимущества метода форсайт:

- форсайт включает в себя традиционные и новые экспертные методы;
- применяемые методы постоянно совершенствуются, что обеспечивает обоснованность предвидения социально-экономического развития;
- в рамках конкретного форсайт-проекта обычно применяется комбинация методов;
- форсайт позволяет привлекать экспертов самой высокой квалификации и обеспечивать их высокую активность и взаимодействие;

- в процессе проведения форсайт-исследований формируются неформальные взаимодействия между участниками, что способствует обсуждению общих проблем.

Таким образом, мы считаем, что форсайт целесообразно применить для определения будущего технологического уровня развития отраслей и разработки программ технологической модернизации.

4.1.2. Методический подход к формированию отраслевых программ технологической модернизации с применением элементов форсайта

Предлагаемый методический подход отражает существующие аналитические блоки формирования программ модернизации. Однако включение элементов форсайта (технологический форсайт, дорожные карты) позволяет выявить новые направления достижения целей технологической модернизации отрасли.

Форсайт (foresight) — «процесс, связанный с систематическими попытками заглянуть в долгосрочные перспективы развития науки, технологий, экономики и общества в целом с целью выявления сфер стратегических исследований и развивающихся фундаментальных технологических решений, обладающих наибольшими экономическими и общественными выгодами» [The Unido, 2005]. Технологический форсайт применяется для узкоспециализированных целей прогнозирования уровня технологического развития в конкретной отрасли или предприятии без учета социально-экономических, политических трендов и ценностных установок в обществе.

В международной практике проведения форсайта применяются следующие методики, каждая из которых предполагает использование различных методов:

- Критические технологии (Critical or key technologies).
- Метод Дельфи (Delphi).
- Метод сценариев (Scenario building).
- Мозговой штурм (Brainstorming).
- Дорожные карты (Roadmapping).

Метод построения дорожных карт для целей технологической модернизации предприятия или отрасли за последнее десятилетие получил широкое распространение [Geum, Park, 2013]. Основной целью разработки дорожной карты является определение возможных направлений технологического развития отрасли, описание необходимых для реализации данных направлений действий со стороны различных заинтересованных сторон.

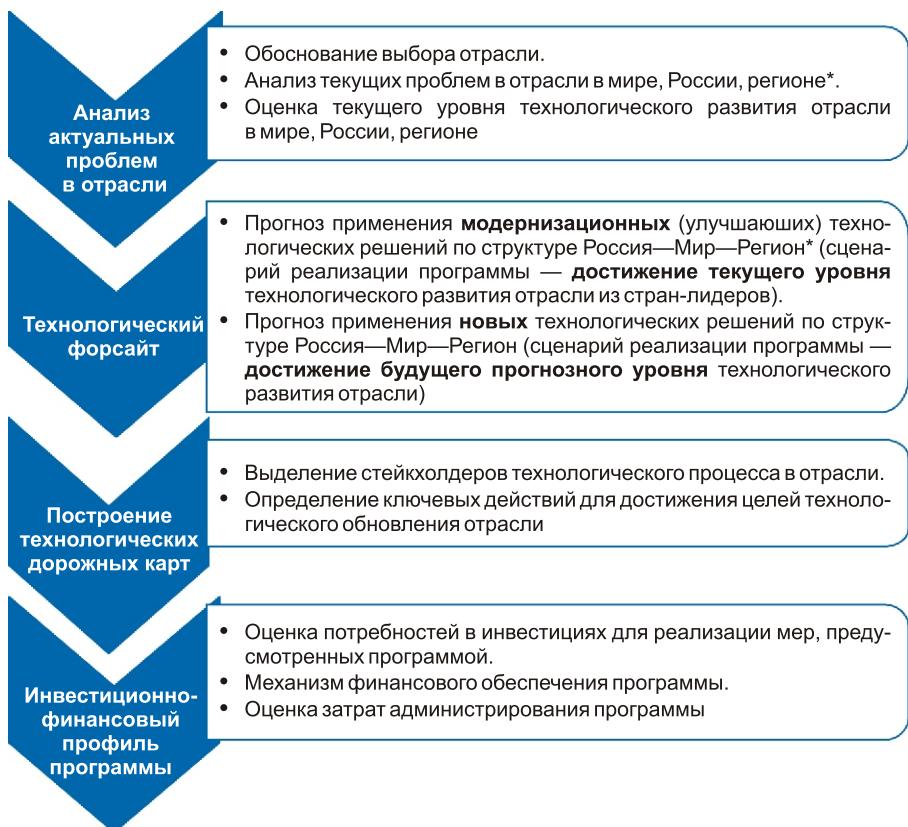


Рис. 4.3. Методический подход к разработке отраслевых программ технологической модернизации с применением метода форсайта

* Регион — субъект федерации, федеральный округ, макрорегион или географический регион, в котором осуществляется форсайт-проект, например, в случае приводимых далее примеров применения элементов данного методического подхода (перспективы развития машиностроения в Сибири) в качестве региона выступала Сибирь и, соответственно, прогноз осуществлялся по структуре Россия—Мир—Сибирь

На рис. 4.3 приведена укрупненная общая последовательность разработки программы модернизации предприятия или отрасли с применением форсайта.

Далее последовательно рассмотрим содержание основных блоков схемы, приведенной выше на рисунке 4.3.

Анализ положения дел в отрасли. Инициаторы разработки программы модернизации, как правило, имеют неформализованное обоснование необходимости разработки программы для конкретной отрасли. Такое

представление обычно складывается из системы рабочих контактов на основе взаимодействия с представителями индустрии и органов власти.

Тем не менее, на первом этапе целесообразно разработать на основе углубленного анализа формализованное обоснование выбора отрасли для технологического прогноза и создания на его основе программы модернизации.

На данной стадии формируется общее понимание актуальных проблем и текущего технологического состояния отрасли.

Целесообразность разработки отраслевой программы модернизации можно оценить по ряду критериев, в основе которых могут быть [Бобылев, Попельюх, 2011]:

- наличие действующих производственных предприятий определенного профиля, имеющих в настоящее время развитую инфраструктуру, научную и производственную базу, квалифицированных специалистов и сформировавшиеся рынки сбыта;
- наличие близко расположенной сырьевой базы при производстве материальноемких видов продукции;
- наличие большого количества потенциальных потребителей продукции;
- возможность разработки и внедрения новых образцов продукции и технологий на базе современных разработок научных центров.

Таким образом, на основе оценки и углубленного анализа приведенных выше критериев делается предварительный вывод о целесообразности разработки программы модернизации для конкретной отрасли или отсутствии таковой.

В случае положительного вывода далее проводится предварительная экспертная оценка перспектив развития ряда технологических процессов на предприятиях и за рубежом, привязанная к определенному временному горизонту. Выявляется соответствие основных применяемых технологических процессов уровню ведущих зарубежных стран. Изучаются основные задачи, стоящие перед предприятиями, их конкурентные преимущества и возможные конкуренты, а также приоритетные направления инвестиционной политики, которые целесообразно реализовать.

Основным итоговым критерием выбора отрасли является наличие стратегических конкурентных преимуществ в России и мире.

Особенностью предлагаемого алгоритма является возможность, на основании результатов, полученных на текущей стадии, осуществить возврат на предыдущую стадию. Так в том случае, если в результате анализа перспектив развития ряда отраслей выяснится, что перспективы

некоторых из них не удовлетворяют критерию наличия стратегических конкурентных преимуществ в России и мире, то предусматривается возврат на первую стадию и уточнение списка отраслей — претендентов для разработки программы.

Технологический форсайт. Данный аналитический блок содержит ряд специализированных процедур, которые могут быть представлены в виде последовательности этапов (рис. 4.4). Основной задачей техноло-

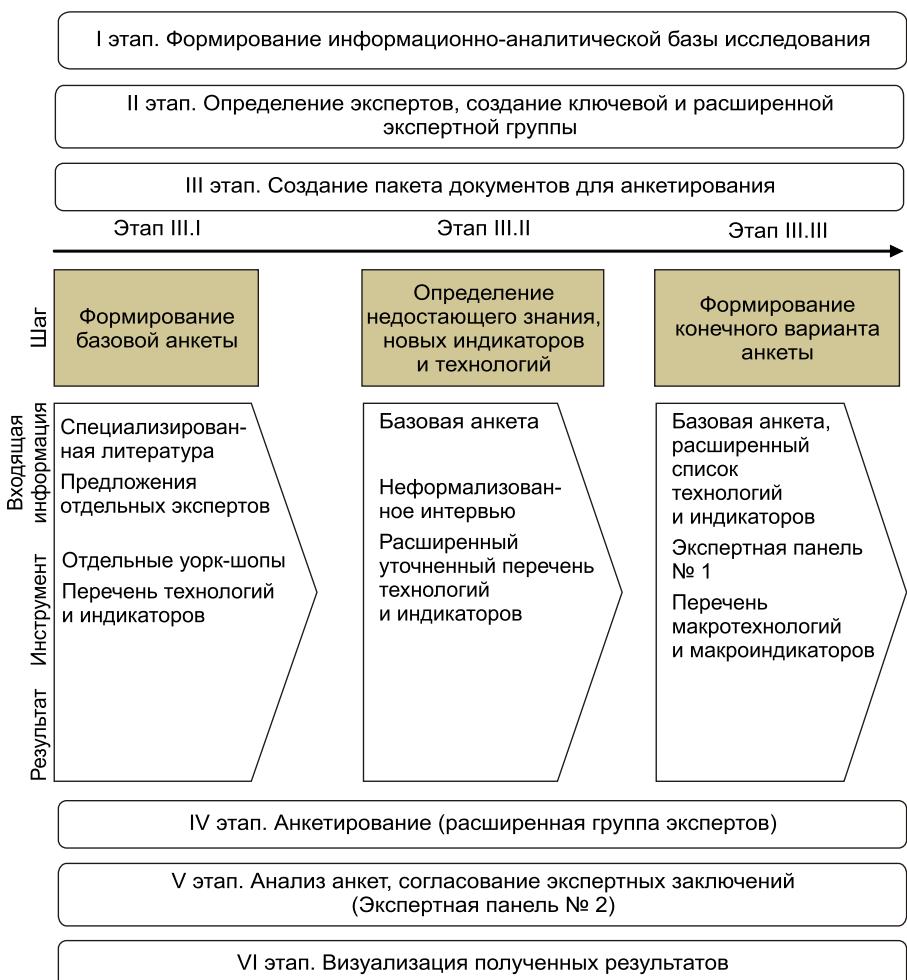


Рис. 4.4. Организационная схема проведения технологического форсайта.

Источник: [Суслов и др., 2011]

гического форсайта является оценка текущего уровня и прогноз параметров технологических процессов в России и Мире к определенному временному горизонту, например, к 2020 или 2025 году.

Далее приведем последовательное описание реализации стадии технологического прогноза с применением технологии форсайт.

На *первом этапе* осуществляются подготовка информационно-аналитического материала для выявления ключевых проблем отрасли и выработка видения перспектив технологического развития. Для выявления технологических ниш, которые в будущем могут обеспечить прорыв в эффективности, проводится анализ прогнозов, представленных авторитетными организациями в области технологического форсайта. Данный анализ позволяет выявить мейнстрим технологического развития угольной генерации в мире.

На *втором этапе* формируется пул экспертов из числа ведущих специалистов-практиков, управленцев, принимающих стратегические решения в отрасли, и ученых, создающих научный базис реализации инновационных планов. На его основе организуется работа двух экспертных групп.

Первая, ключевая группа экспертов непрерывно участвует в проведении форсайта, особенно на начальных этапах при формировании понятийного аппарата и согласовании целей исследования с учетом специфики функционирования отрасли.

Основной задачей данной группы является подготовка пакета документов для анкетирования расширенной группы экспертов.

Вторая, расширенная группа экспертов формируется с помощью метода кономизации (снежного кома) и непосредственно участвует в форсайте, а также при проведении анкетирования.

На *третьем этапе* в ходе подготовки пакета документов для анкетирования ключевой группой экспертов проводится ряд мероприятий в виде рабочих групп, неформализованных интервью и экспертных панелей. Данный пакет включает два документа:

- базовая таблица «Технологии-индикаторы», включающая перечень перспективных макротехнологий и характеризующих их индикаторов;
- памятка экспертам с вопросами, развернутые ответы на которые описывают контекст современного состояния и необходимые условия развития перспективных технологий в отрасли — экспертные заключения.

Проведение рабочих групп с отдельными экспертами из ключевой группы направлено на систематизацию предварительно собранной информации по технологиям и индикаторам. На ее основе формируются рабочий вариант базовой таблицы и перечень вопросов, целесообразных для включения в памятку экспертам.

Неформализованные интервью с экспертами проводятся для сбора дополнительной уточняющей информации о технологических процессах в отрасли. В результате, соответственно, перечень технологий и индикаторов может быть расширен.

На *четвертом этапе* расширенной группе экспертов предоставляется пакет документов для заполнения:

- базовая таблица, включающая макротехнологии и ключевые индикаторы по структуре Россия—Мир;
- памятка для формирования экспертных заключений.

Базовая таблица «Технологии-индикаторы» заполняется для систематизации характеристик технологий по макроиндикаторам и их сопоставления.

На *пятом этапе* проводится анализ анкет и согласование экспертных заключений.

Шестой этап заключается в оформлении и визуализации полученных результатов.

При этом возможны два сценария реализации программы:

- Сценарий 1. Достижение *текущего уровня* технологического развития отрасли из стран-лидеров.
- Сценарий 2. Достижение *будущего прогнозного уровня* технологического развития отрасли.

Построение технологических дорожных карт. Подходы к построению технологических дорожных карт весьма гибки и адаптивны к целям их формирования, что расширяет круг потенциальных заказчиков [Phaal, 2006]. Как правило, заказчиком выступают крупные отдельные компании и дорожная карта разрабатывается в конкретном корпоративном контексте [Whalen, 2007]. Однако подходы к разработке дорожных карт, которые инициированы государственными структурами или научными институтами (public-sector technology roadmaps), существенно различаются.

Во-первых, они не связаны с разработкой и технологическим развитием отдельного продукта в отличие от часто встречающихся на практике корпоративных продуктовых дорожных карт [Kapel, 2001].

Во-вторых, инициированные государством дорожные карты требуют учета социально-экономических тенденций, которые связаны с повышенной социальной обремененностью функционирования государства в отличие от частных компаний.

В-третьих, прогноз технологического развития, основанный на финансируемых за счет бюджетных средств исследованиях и разработках, тесно коррелирует с государственной политикой [Forbes, Wield, 2004].

В-четвертых, для разработки инициированных государством дорожных карт применяются разнообразные методы и форматы их представления [Geum, Park, 2013] (технологические дорожные карты могут быть

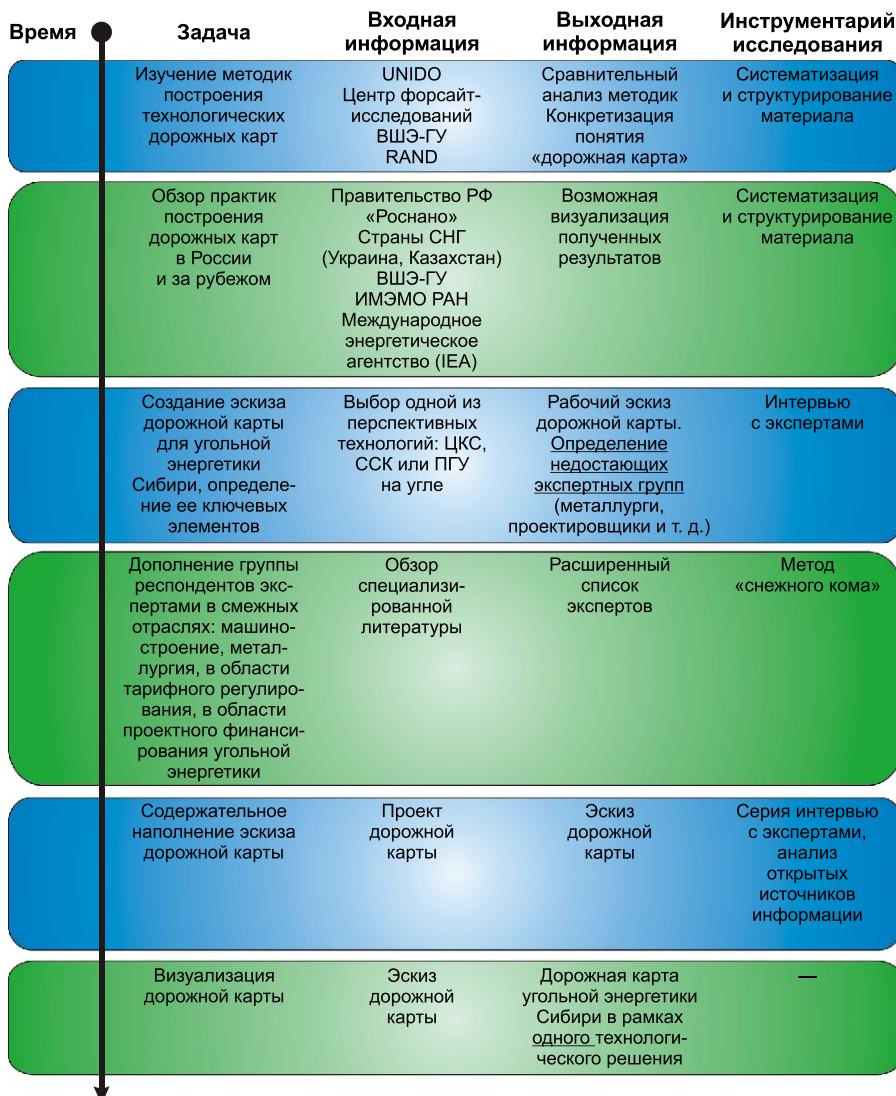


Рис. 4.5. Последовательность построения дорожной карты на примере исследовательского проекта «Угольная генерация»

представлены в различных графических форматах (таблицы, «дерево решений», графики и т. д.).

Последовательность работы над дорожной картой применительно к проекту «Угольная генерация» представлена на рисунке 4.5.

Предлагаемый методический подход применяется с учетом «Руководства по проведению технологического форсайта» организации ЮНИДО, в рамках которого прописан основной методический прием к построению технологических дорожных карт [The Unido, 2005]. Однако следует отметить, что дорожные карты не всегда строятся по изложенным «лекалам» и могут одновременно содержать элементы нескольких подходов.

Инвестиционно-финансовый профиль программы. Следующим логическим шагом является определение инвестиционных потребностей, необходимых для технологической модернизации отрасли исходя из прогнозных индикаторов (результат проведения технологического форсайта) и механизма их реализации (результат построения технологической дорожной карты).

Содержание инвестиционно-финансового профиля программы заключается:

- в оценке потребностей в инвестициях для реализации мер, предусмотренных программой;
- разработке механизмов финансового обеспечения программы;
- оценке затрат администрирования программы

Методика оценки затрат строится на основе экспертных оценок, но с учетом различных факторов, позволяющих провести их корректировку. Источником корректировочных данных служат документы корпоративной отчетности, инвестиционные программы, программы перспективного развития отрасли.

4.2. Перспективы развития угольной электроэнергетики Сибири

Производство электроэнергии на основе угля, несмотря на весомую экологическую нагрузку, остается приоритетом ведущих экономик мира — на его долю приходилось более 42 % мирового производства электрической энергии в 2011 г. [Special Report, 2012] Учитывая высокую обеспеченность сравнительно дешевыми энергоресурсами в Сибири (мы располагаем 17,7 % мировых запасов угля и это при менее чем

0,27 % населения мира), перспективы нашей угольной энергетики выглядят многообещающими¹.

Повышается и эффективность использования угля — за последние 30 лет средняя эффективность работы электростанций в мире постепенно увеличивалась на 7–8 % [Maruyama, 2009; Интервью..., 2010]. И это связано, прежде всего, с нарастанием тенденции сокращения выбросов. Только за счет перехода на существующие современные технологии угольной генерации возможно их снижение на 8–10 % от мировых объемов [Energy Technology Perspectives, 2012].

Угольная энергетика Сибири как отрасль характеризуется наличием следующих важных особенностей [Кук и др., 2012]:

- большая изношенность основных фондов;
- наличие альтернативного угля сравнительно дешевого и экологически чистого топлива — природного газа;
- отсутствие четких приоритетов, критериев и индикаторов развития технологий угольной генерации;
- устаревшие стандарты строительства энергетических станций;
- слабая эффективность системы экологического контроля выбросов станций;
- накопленные большие объемы твердых отходов от сжигания угля;
- недостаточный объем инвестиций;
- существование проблемы профессиональной подготовки кадров;
- большая продолжительность и капиталоемкость строительства новых мощностей;
- технологии сжигания угля ориентированы на проектный уголь, узкий коридор допустимого химического состава топлива (зольность, серность, калорийность и т. д.);
- исчерпание ресурсов и заделов предшествующего периода технологического развития.

Именно наличие данных особенностей делает необходимым решение следующих задач развития угольной генерации [Угольная генерация, 2008]:

- разработка мер стимулирования инвестиционного процесса в отрасли, снижение риска;
- развитие технологий предварительной подготовки топлива;
- приближение химического состава к проектным значениям;

¹ Расчеты авторов по данным на 2011 г. Соотношение разведанных запасов угля показано для антрацитов и битумных углей (в том числе бурых углей).

- ужесточение экологических стандартов, организация мероприятий по контролю за выбросами и системы стимулирования их снижения;
- подготовка квалифицированных кадров;
- необходимость применения зарубежных технологий (хотя бы на начальном этапе), в том числе сотрудничество с компаниями-лидерами в области энергетики, частичная закупка лицензий на производство оборудования по отдельным технологиям;
- создание и освоение промышленного производства новых материалов (металлы с повышенным коэффициентом механической прочности, теплостойкости);
- развитие технологий переработки твердых отходов горения топлива с целью получения рыночного продукта;
- в случае импорта технологий обеспечение частичной локализации производства оборудования с увеличением ее доли в дальнейшем;
- организация системы сервисного обслуживания оборудования, повышение его качества.

Повышение эффективности с учетом тенденции более экологичного использования угля возможно лишь в случае замены существующих станций более современными, работающими на новых технологиях. Это означает, что на сектор энергетики Сибири возложена весомая инвестиционная нагрузка в плане модернизации и реконструкции существующих станций.

Экономика такого радикального перехода зависит от различных факторов, в том числе и местных особенностей, определяющих выбор между продлением срока эксплуатации станции и заменой существующих мощностей на новые улучшенные технологии. Важным фактором, который необходимо учитывать, является высокая степень неопределенности относительно новых технологий. Такая неопределенность в сочетании с длинными инвестиционными циклами в энергетике, когда высока степень необратимости инвестиционного решения, способствует дальнейшей эксплуатации существующих станций.

Прогнозирование технологий, необходимых для осуществления такого перехода, позволяет частично снять эту неопределенность. Понимание субъектами энергетики эксплуатационных качеств новых технологий (каковые со временем могут улучшиться) побуждает к скорейшему их внедрению.

В то время как во всем мире на протяжении предыдущих десятилетий эффективность угольных электростанций возрастила, в России,

и в Сибири в частности, эта тенденция явно не просматривается. Как показали результаты предыдущего исследования [Горбачева, 2011], средняя эффективность электростанций в Сибири на 6–8 % ниже, чем в некоторых передовых в энергетической сфере странах ОЭСР. Такие различия в эффективности вызваны в основном возрастным фактором, поскольку большинство генерирующих мощностей в Сибири было введено в действие в 1960–1970-х годах, а коэффициент выбытия оставался на очень низком уровне (рис. 4.6).

Проведенное исследование основывается в том числе и на привлечении экспертного сообщества, представляющего основные субъекты, действованные в процессе технологической модернизации отрасли. К.В. Маслов: «На Западе через 7–10 лет работы проводится реконструкция, улучшающая характеристики котла, на основе накопленного у производителя опыта и информации, которая позволяет находить какие-то дополнительные источники увеличения КПД и других параметров котла. В России же в основном ведутся работы по плановому ремонту и приближению к исходным проектным параметрам».

«Преклонным» возрастным профилем существующих угольных электростанций характеризуются многие развитых экономик мира. В частности, в Великобритании и Германии все еще работают значительное количество угольных станций, построенных до 1975 г., а в США свыше половины электростанций эксплуатируется более 30 лет [Special report..., 2012].

Отслеживание процессов модернизации и обновления оборудования на действующих станциях затруднительно, так как носит непрерывный характер. Наш анализ корпоративной отчетности энергокомпаний в Сибири не показывает кардинальных улучшений и применения инноваци-

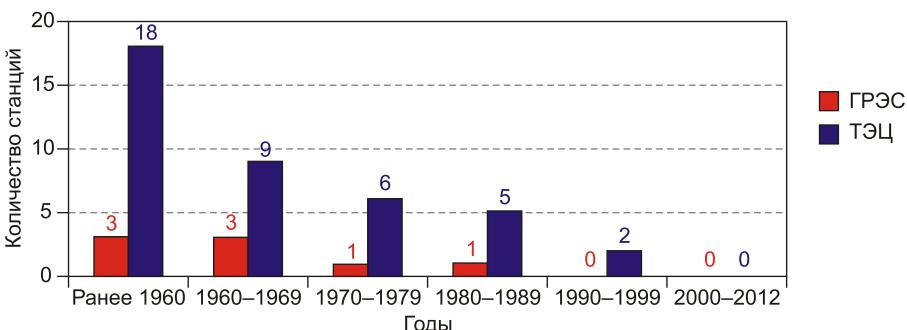


Рис. 4.6. Время ввода в эксплуатацию угольных станций Сибири.

Источник: расчеты авторов

онных технологий, способных обеспечить значительный рост производительности процессов генерации электроэнергии и тепла.

Естественно, некоторая часть электрогенерирующих мощностей в Сибири была существенно модернизирована и переоборудована, однако их эффективность часто ограничена из-за общих проектных характеристик электростанции и существующих стандартов строительства. К.В. Маслов: «Список материалов, которые возможно применять в строительстве котлов, четкий, конкретный и ограниченный. Материалы, входящие в него, проходят длительные ресурсные испытания. Существует определенная процедура сертификации импортных материалов, но она сложная, дорогостоящая и трудозатратная».

Как видно из рис. 4.7, в Сибири котлы ГРЭС не вводились в эксплуатацию с 1990 г., за исключением двух станций — Березовской и Гусиногорской ГРЭС.

Модернизация угольных электростанций в Сибири в необходимом масштабе — сложная задача и должна учитывать различные региональные факторы, которые могут проявляться в виде технических ограничений либо различий в условиях инвестиций. Понимая всю важность экономических факторов, влияющих на процесс принятия решения о продлении срока эксплуатации или модернизации станции, необходимо определиться с технологиями и сопутствующими инженерными, научно-исследовательскими и другими ограничениями.

Структура угольной энергетики является сложной, поскольку ее генерирующие объекты: ГРЭС, ТЭЦ, котельные, могут выполнять различные функции по производству электроэнергии и тепла для различных групп потребителей и в разной пропорции [Интервью..., 2012].

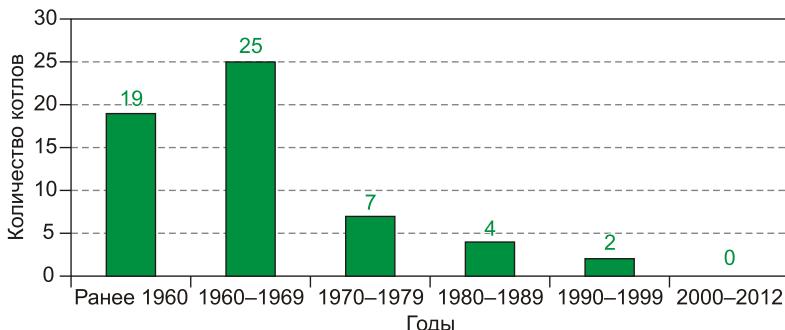


Рис. 4.7. Ввод в эксплуатацию котлов ГРЭС в Сибири.

Источник: расчеты авторов

Объект, для которого строится настоящая дорожная карта, — технология перевода потенциальной энергии твердого топлива (угля) в другой вид (электричество, тепло). Она описывается следующими характеристиками:

- необходима для «большой» энергетики, единой энергосистемы России или крупных промышленных комплексов;
- принадлежит станциям следующего типа: ГРЭС (конденсационный режим выработки энергии), ТЭЦ (теплофикационный режим выработки энергии);
- относится к технологиям сжигания топлива.

Основными продуктами отрасли являются электрическая и тепловая энергия. В то же время, одно из направлений развития — поиск технологических решений, позволяющих получать в процессе генерации основных продуктов сопутствующие, дополнительные продукты, которые могут быть реализованы на рынке. Тем самым достигаются увеличение экономической эффективности работы станции, снижение на ней выбросов твердых веществ, загрязняющих окружающую среду.

Необходимо учитывать, что станция является сложным, модульным механизмом. Каждый модуль необходим для выполнения определенных задач:

- котел — для сжигания топлива и создания условий, необходимых для работы турбины (в зависимости от вида турбины это пар, поток газа, их комбинация);
- турбина и генератор — для выработки электроэнергии;
- вспомогательное оборудование теплофикационного режима — для утилизации тепла для нагрева воды;
- очистные фильтры — для улавливания выбросов;
- другое технологическое оборудование для осуществления вспомогательных функций.

На практике некоторое увеличение эффективности работы возможно при выборе оптимального режима эксплуатации существующих станций. Например, решение проблемы пыльности сибирских станций позволяет немного повысить КПД. Е.Г. Карпов: «Угольные станции сильно пылят. Эта пыль улавливается (или не улавливается) аспирационными установками и просто сбрасывается как отходы и не возвращается в цикл сжигания. Если собрать все, что выбрасывается, и аккуратно сжигать, то это может дать несколько процентов прироста к КПД станции, тем самым достигая, в некоторой степени, аналогичных эффектов при переходе к сверхкритическим технологиям факельного сжигания».

В целом, модернизация существующих генерирующих станций в целях увеличения их срока службы и улучшения рабочих характеристик сводится к замене [Блайт, 2011]:

- контрольно-измерительной аппаратуры;
- калориферов;
- пульверизаторов;
- котлов;
- паровых турбин;
- конденсаторов.

В дополнение к этим вариантам модернизации, при которых основная конфигурация станции остается неизменной, существует возможность, как минимум теоретическая, осуществления более значительных преобразований, чтобы станции больше соответствовали передовым технологиям. Хотя целесообразность превращения существующих ГРЭС, работающих на сверхкритических параметрах, в станции на суперсверхкритике была изучена, реальных проектов по осуществлению таких процессов не было [Клячкова, 2011]. Наиболее распространены проекты, связанные с переходом на другой вид топлива (к примеру, в Италии переход от сжигания нефти к сжиганию угля, в России от сжигания газа к сжиганию угля) или на улучшенные существующие технологии (например, в Польше на псевдосжиженное слоевое сжигание, в России на повышенные параметры сверхкритического факельного сжигания). Эти крупные проекты по модернизации ближе к полной замене станции, чем к продлению срока службы существующей станции, однако частично экономятся средства в связи с тем, что некоторые существующие мощности продолжают эксплуатироваться.

Специфика отрасли в настоящий момент отражается и в том, что каждая станция, каждый энергоблок проектируется на сжигание угля определенного географического происхождения и химического состава. Однако с течением времени характеристики проектного и закупаемого на станцию угля становятся все более различными.

Это требует настройки котла под конкретный уголь, технического перевооружения и частичной модернизации оборудования, что является проблемой собственников станций.

Изменение со временем характеристик угля вызывает дополнительные потери энергии в процессе его сжигания, ведет к увеличению удельного расхода топлива, тем самым снижая КПД станции, изменяет структуру и объем выбросов.

Таким образом, проблема первоначальной подготовки топлива для соответствия проектным значениям является самостоятельной проблемой. Е.И. Карпенко: «Необходимо внедрять технологии предварительной подготовки угля перед его сжиганием в топке. Например, термохимическая подготовка топлива позволяет получать новый вид топлива с высокой реакционной способность». Е.Г. Карпов: «Развитие технологий предварительной подготовки топлива имеет важное значение с точки зрения улучшения процесса горения и снижения экологической нагрузки станции на окружающую среду. В качестве примера можно привести результаты, полученные в ходе апробации применения водоугольного топлива».

Форсайт и дорожная карта. Основной целью проведения форсайта и разработки дорожной карты является определение возможных направлений технологического развития отрасли, описание необходимых для реализации данных направлений действий со стороны различных заинтересованных сторон [Phaal, 2006; The UNIDO..., 2005].

Предлагаемая дорожная карта в рамках форсайта «Угольная генерация» относится к типу технологических дорожных карт и включает в себя направления развития трех базовых технологий угольной генерации (см. далее рис. 4.8). Дорожная карта демонстрирует, как перейти от текущего состояния технологического базиса угольной генерации в России к прогнозным значениям 2030 г. Подробнее виды дорожных карт и проблемы их разработки будут рассмотрены ниже.

Построение дорожной карты сосредоточено на анализе возможности перехода существующих станций на современные технологии трех направлений сжигания угля: факельное сжигание (с различными значениями давления и температуры пара), слоеевое сжигание, газификация твердого топлива (парогазовые установки с внутрицикловой газификацией).

В исследовании технологическая дорожная карта строится для новых технологий, требующих радикальной замены существующих генерирующих станций в Сибири. Достижение целевых индикаторов будущего энергетики при существующих технико-эксплуатационных характеристиках станций невозможно [Дорожные карты..., Международное энергетическое агентство, 2011; Chikkatur, Sagar, 2007].

Технологический трек № 1 — факельное сжигание (красным цветом на рис. 4.8).

Текущее состояние дел. В Сибири факельное сжигание представлено докритическими и сверхкритическими параметрами пара

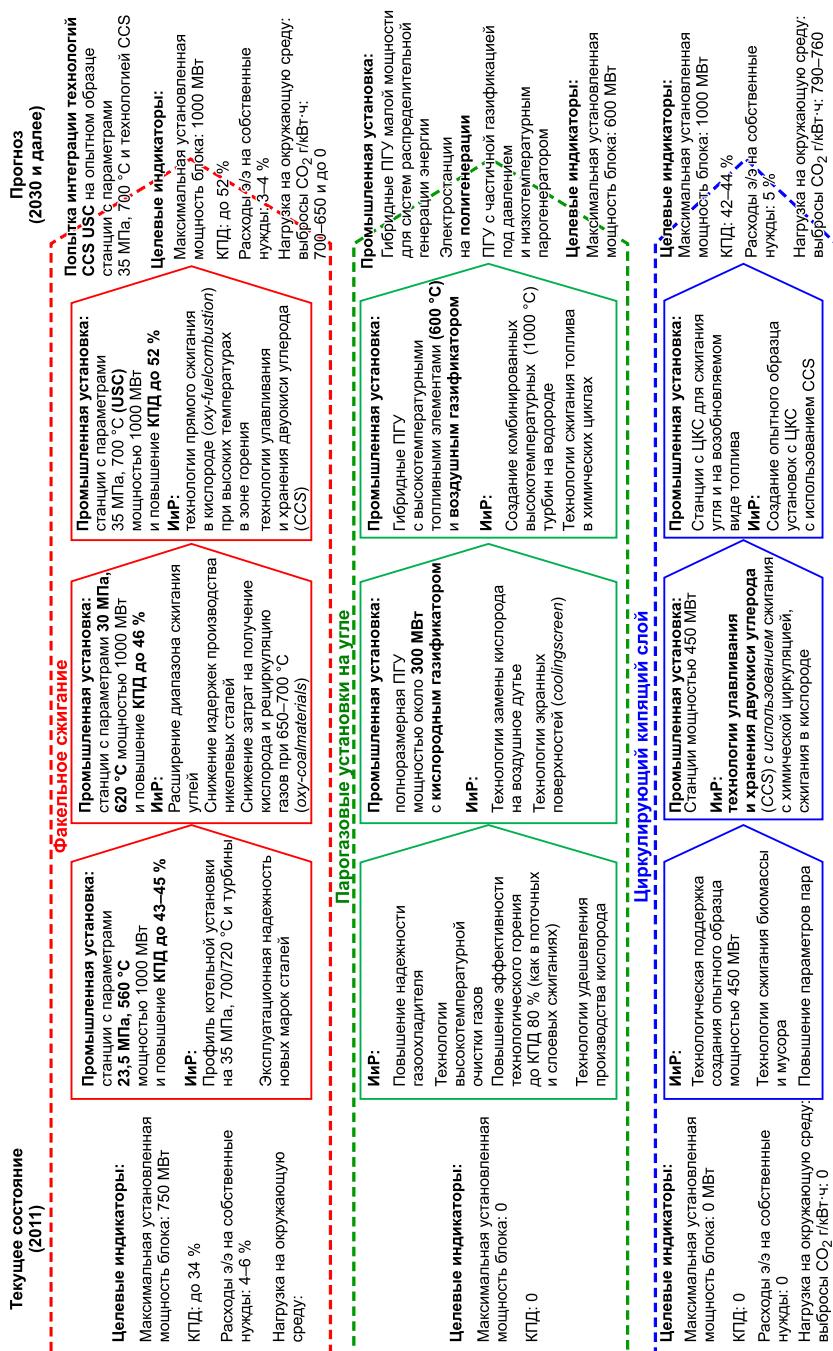


Рис. 4.8. Технологическая дорожная карта уольной генерации в Сибири

23,5 МПа/560 °С, установленной мощностью до 750 МВт со средней эффективностью работы станций 34–38 % и следующей экологической нагрузкой: CO₂ до 850 г/кВт ч, NO_x до 410 мг/нм³, SO₂ до 500 мг/нм³, выбросы летучей золы до 150 мг/нм³.

Данное технологическое решение хорошо освоено у массового производителя энергетического оборудования. В мире установлены сотни гигаваттных энергоблоков с КПД работы станций в местах наилучшего расположения более 40 %. Традиционные системы контроля за выбросами хорошо зарекомендовали себя.

Какой будет технология через 20–30 лет?

- сохранит положение наиболее распространенной технологии в мире;
- продвинутые системы контроля за эмиссией, включая технологии сухой газоочистки (dry systems);
- внедрение технологий улавливания и хранения CO₂ (CCS) с использованием технологии прямого сжигания в кислороде (oxygen firing) даже при высоких температурах в зоне горения (до 700 °С);
- постепенное нарастание эффективности (до 45 % с учетом CCS);
- улавливание ртути (mercury capture) как стандартная экономическая эффективная технологическая опция.

В мире планируется ввод в действие энергоблоков, работающих на параметрах пара свыше 35 МПа/700 °С/720 °С мощностью до 1000 МВт с эффективностью до 55 % с учетом близких к нулю различных эмиссий: CO₂ до 0 г/кВт ч, NO_x < 10 мг/нм³, SO₂ < 10 мг/нм³.

В Сибири существует положительная динамика в выбросах CO₂, что дает возможность сохранять нейтралитет к проблеме потепления климата, на решение которой преимущественно ориентирована конъюнктура западных энергетических рынков. Высокая обеспеченность сравнительно дешевыми энергоресурсами в Сибири позволяет элиминировать потери в эффективности работы станции в несколько процентных пунктов выгодами от внедрения менее капиталоемких технологических решений. Поэтому экспертами целевые индикаторы для факельных технологий Сибири были снижены, хотя тренд экологически ориентированного сжигания угля был ими учтен.

По прогнозам экспертов, в Сибири возможен ввод в действие энергоблоков, работающих на параметрах пара 30–35 МПа/700 °С, мощностью до 1000 МВт с эффективностью до 52 % и со следующей нагрузкой на окружающую среду: CO₂ < 700–650 г/кВт ч, NO_x < 40 мг/нм³, SO₂ < 40 мг/нм³, выбросы летучей золы < 10 мг/нм³.

Отечественные исследования и разработки в рамках данного технологического трека направлены, прежде всего, на решение проблемы сертификации новых марок сталей. Е.Г. Карпов: «В России пока отсутствуют марки сталей, которые могут быть применены в энергетическом машиностроении и способные выдержать давлении более 255 кгс/см² и температуру более 570 °С. Для примера, в Дании достигнуты параметры сталей в промышленном производстве 300 кгс/см² и 700 °С». Таким образом, экспертное сообщество выделяет отсутствие возможности производства сталей с необходимыми характеристиками как один из технологических факторов, снижающих темпы модернизации отрасли.

Вопросы природоохранного законодательства, которые в настоящее время решаются за счет некоторой модернизации котла, связаны с встраиванием отечественных разработок в глобальную цепочку внедрения технологий хранения и улавливания CO₂ (CCS). К.В. Маслов: «Сейчас в России выбран путь снижения нагрузки на окружающую среду через организацию процесса внутритопочного горения. Однако потенциал снижения в настоящее время уже практически исчерпан».

Технологический трек № 2 — парогазовые установки на угле (зеленым цветом на рис. 4.8).

Текущее состояние дел. В Сибири данное технологическое решение не представлено. Имеющийся в настоящее время в нашей стране научно-технический задел получен на стендах и заключается в исследовании процессов газификации, очистки и сжигания синтетического газа. Всероссийский теплотехнический институт (ВТИ) имеет прототип ПГУ на базе современной газотурбинной установки мощностью 16 МВт, газификационное оборудование которой работает при тех же давлениях и температурах, что и в больших парогазовых установках. Однако в планах института по реализации программы «Производство электроэнергии и тепла с использованием ПГУ с внутрицикловой газификацией твердого топлива единичной мощностью 200–400 МВт с КПД до 50 %» ввод в действие головной ПГУ предусмотрен в 2019–2020 гг.

В США, Европе и Японии существуют коммерчески освоенные демонстрационные станции с мощностью 250–300 МВт и эффективностью до 45 % и выбросами CO₂ до 680–700 г/кВт · ч, NO_x > 50 мг/нм³, SO₂ > 60 мг/нм³, в Китае — опытно-промышленные установки. Пока капитальные издержки на строительство данных станций не окупились.

Основное преимущество технологии связано с возможностью диверсификации топливной базы, очень низким уровнем эмиссий и простотой улавливания ртути.

Какой будет технология через 20–30 лет?

- широкое распространение коммерчески освоенных станций;
- снижение капитальных затрат по сравнению с технологиями факельного сжигания;
- совершенствование газовой турбины с учетом замены кислородного газификатора на воздушный и использование сухой газоочистки;
- полигенерация (polygeneration), т. е. сочетание электрогенерации и производства технологической продукции;
- улавливание CO₂ в результате обработки топлива перед сжиганием (pre-combustion capture).

В мире планируется увеличение темпов коммерческого освоения ПГУ установленной мощностью до 630 МВт с эффективностью до 47 % и очень низкой экологической нагрузкой: CO₂ до 0 г/кВт ч, NO_x < 10 мг/нм³, SO₂ < 10 мг/нм³ и улавливание ртути до 99 %.

В настоящее время некоторые исследовательские институты имеют перспективные разработки, корреспондирующие с технологическим трендом развития ПГУ. Например, Инженерный центр энергетики Урала (ИЦЭУ) и Уральский федеральный университет (УрФУ) занимаются разработкой ПГУ с воздушным газификатором, пиролизом и воздухо-нагревателем с КПД до 55 %.

В Сибири экспертами прогнозируется возможность установки ПГУ с мощностью 600 МВт и КПД до 42 % с низкой нагрузкой на окружающую среду: CO₂ < 20 г/кВт ч, NO_x < 10 мг/нм³, SO₂ < 40 мг/нм³.

Однако, как отмечают эксперты ВТИ, начинать надо с заказа оборудования для полноразмерной ПГУ мощностью около 300 МВт, поскольку опыт использования газовых турбин для данного типа энергоблоков уже имеется за рубежом. Целесообразно также выполнить и согласовать проекты установки ПГУ с газификацией угля мощностью 200 и 300 МВт на двух—трех конкретных объектах. На ТЭЦ со значительной долей природного газа в топливном балансе целесообразна опережающая установка ПГУ на газе, которая в дальнейшем может быть интегрирована в комплекс с газификацией угля.

Технологический трек № 3 — сжигание в циркулирующем кипящем слое (синий цвет на рис. 4.8).

Текущее состояние дел. В Сибири данное технологическое решение не представлено. Хотя существуют несколько разработок котельных установок на ЦКС (например, Барнаульский котельный завод: энергетические котлы БКЗ-220, БКЗ-420 КС), но пусконаладочные работы показали их неэффективность. Проблема заключается в отсутствии отечест-

венного инжиниринга технологии ЦКС. Е.Е. Русских: «Наиболее ответственные элементы — это топка и циклон, у нас в России нет возможности произвести. Это ноу-хау западных компаний».

В мире установлены сотни станций мощностью до 250 МВт и КПД до 40 % и выбросами CO_2 до 1000 г/кВт ч, $\text{NO}_x > 400 \text{ мг}/\text{нм}^3$, $\text{SO}_2 > 1000 \text{ мг}/\text{нм}^3$, а также имеются демонстрационные установки мощностью до 460 МВт. Технология адаптирована для различного качества углей и других видов топлива, система эмиссионного контроля зарекомендовала себя хорошо.

Какой будет технология через 20–30 лет?

- увеличение объемов сжигания биомассы и мусора;
- постепенное повышение эффективности до 46 %;
- повышение параметров пара и установленной мощности (до 1000–1200 МВт);
- интеграция технологии улавливания и сжигания CO_2 с использованием сжигания с химической циркуляцией (chemical looping).

В мире планируются котельные установки на ЦКС мощностью до 1200 МВт с КПД до 46 % и экологической нагрузкой: $\text{CO}_2 < 760 \text{ г}/\text{кВт ч}$, $\text{NO}_x < 80 \text{ мг}/\text{нм}^3$, $\text{SO}_2 < 60 \text{ мг}/\text{нм}^3$.

В Сибири, по прогнозам экспертов, возможна установка ЦКС с мощностью 1000 МВт и КПД до 44 % с умеренной нагрузкой на окружающую среду: $\text{CO}_2 < 800 \text{ г}/\text{кВт ч}$, $\text{NO}_x < 100 \text{ мг}/\text{нм}^3$, $\text{SO}_2 < 100 \text{ мг}/\text{нм}^3$. Наиболее явный путь технологической модернизации состоит в сотрудничестве западных и отечественных фирм, когда покупка инжиниринга и наиболее важных элементов, а также повышение квалификации сотрудников осуществляется у зарубежных компаний, а остальное — в компетенции российских предприятий. Ф.А. Серант: «СибКОТЭС совместно с ЕвроСибЭнерго-инжинирингом разработал инструкцию котла 100 т/ч с циркулирующим кипящим слоем как вариант замены пылеугольного котла БКЗ-75 с сохранением ячейки и высоты котельного помещения».

На этапе построения дорожной карты были получены некоторые условия модернизации отрасли. К основным из них можно отнести:

- обязательность частно-государственного партнерства;
- необходимость создания условий экономической эффективности инвестиций в новые технологии угольной генерации;
- оптимизация тарифной политики на электро- и теплоэнергию станций;
- устранение преобладания краткосрочных целей в отрасли над долгосрочными;

- законодательный запрет на проектирование энергоблоков на основе технологий, характеристики которых ниже современного мирового уровня;
- снижение временных и финансовых затрат на сертификацию новых технологий и материалов в энергетике.

К основным субъектам отрасли, осуществляющим свою деятельность, относятся:

- государство;
- надзорные органы;
- генерирующие компании (собственники генерирующих мощностей);
- производственные компании;
- добывающие компании;
- потребители — физические лица;
- потребители — юридические лица;
- проектные институты;
- научные институты.

Каждый субъект в процессе деятельности преследует свои интересы. Основные из них перечислены в табл. 4.1.

Выделенные субъекты являются ответственными за выполнение шагов дорожной карты, а их интересы — это драйверы развития отрасли.

Финансовый профиль. Оценка затрат может производиться на основе экспертных оценок с учетом текущих рыночных стоимостных показателей (например, капитальные затраты на строительство электростанции), корпоративной отчетности о текущих затратах стейкхолдеров отрасли (инвестиционные программы энергетических компаний), макромоделирования инвестиционных потоков государства и частных инвесторов. Стоит отметить, что данные способы оценки на практике применяются на комплементарной основе и позволяют измерить дисперсию оценок.

В качестве примера *экспертных оценок* можно привести количественную оценку необходимых инвестиций для модернизации угольной энергетики Сибири. Суть подхода заключалась в следующем. Экспертом был предложен список генерирующих энергию (электро- и теплоэнергию) станций, работающих на угле. Из этого списка предлагалось выделить те объекты, в которые целесообразно, с учетом их и эффективности работы, внедрить инновационные технологии. Затем, оставляя неизменной установленную мощность энергоблоков, рассчитывались инвестиционные затраты на покупку, монтаж, дополнительное строитель-

Таблица 4.1

Основные интересы субъектов технологической модернизации энергетики

Субъект	Интересы
Государство	<ul style="list-style-type: none">• Привлечение инвестиций в отрасль• Увеличение налоговых поступлений в бюджет• Увеличение темпов экономического развития страны, рост ВВП• Поддержание экономики страны на конкурентоспособном уровне• Возможность стать участниками рынка квот на выбросы
Надзорные органы	<ul style="list-style-type: none">• Соблюдение регламентирующих документов в области создания генерирующих мощностей• Текущий контроль производственной деятельности ТЭС• Контроль соблюдения установленных норм выбросов (твердых, газообразных) ТЭС
Генерирующие предприятия	<ul style="list-style-type: none">• Экономия издержек на обслуживании оборудования• Снижение расходов топлива станции, повышение КПД, снижение объемов химического и механического недожога топлива• Снижение себестоимости производства энергии и тепла• Снижение объемов выбросов твердых отходов и газообразных выбросов, экономия денежных средств на штрафных санкциях• Увеличение объемных показателей предложения электроэнергии и тепла за счет доведения блоков до проектных значений• Получение гарантий сбыта объемов электроэнергии и тепла• Снижение зависимости от дифференциации характеристик топлива в зависимости от его места добычи
Производственные компании	<ul style="list-style-type: none">• Загрузка производственных мощностей• Обновление основных фондов, модернизация оборудования• Удержание квалифицированного персонала на предприятии. Обновление кадров• Приобретение опыта и квалификации в создании и наладке современного оборудования для производства электроэнергии и тепла
Добывающие компании	<ul style="list-style-type: none">• Рост объемов реализации угля на внутреннем рынке
Потребители — физические лица	<ul style="list-style-type: none">• Снижение стоимости электроэнергии и тепла• Экологический фактор, снижение заболеваемости от вредных выбросов станции• Постоянная доступность и бесперебойность поступления электроэнергии и тепла
Потребители — юридические лица	<ul style="list-style-type: none">• Постоянная доступность и бесперебойность поступления электроэнергии и тепла• Снижение стоимости электроэнергии и тепла

Окончание табл. 4.1

Субъект	Интересы
Проектные институты	<ul style="list-style-type: none"> • Создание проектов станций на мировом уровне • Развитие кадрового потенциала. Повышение профессионализма, возможность выхода на мировой рынок с конкурентоспособным продуктом • Наличие постоянного уровня заказов на создание проектов • Приобретение опыта проектирования станций, основанных на современном уровне развития технологий угольной генерации
Научные организации	<ul style="list-style-type: none"> • Проведение поисковых научных исследований. Поиск и развитие новых технологий генерации, методик совершенствования процесса на существующих станциях • Создание испытательных стендов, позволяющих провести апробацию научных идей с целью получения уточненных данных, корректирующих модельные, расчетные параметры. Поиск новых направлений развития разработки • Привлечение молодых кадров, обеспечение их перспективной тематикой исследований

ство для выбранной передовой технологии. В условиях отсутствия готового на всех стадиях разработки отечественного энергетического оборудования, отвечающего тем индикаторам перспективных технологий, которые заложены в форсайт-исследовании, эксперты предлагали заимствовать инновационные технологии. При этом предполагалось, что импортируются инжиниринг, ключевые технологические элементы, вспомогательные системы, а отечественными остаются металлоемкие детали. Более подробно об алгоритме расчетов см. в работе Н.В. Горбачевой с соавторами [Горбачева, 2011].

Лидирующее положение в угольной энергетики Сибири занимают ТЭЦ, работающие в теплофикационном режиме, что является исторически сложившейся и экономически оправданной закономерностью развития российской энергетики. На ТЭЦ установлено 58,6 % электрической мощности Сибири. Но эффективность их работы достигается за счет теплофикационного режима, поэтому инновационные технологии, которые направлены, прежде всего, на повышение эффективности в конденсационном режиме, как отметили эксперты, на них внедрять нецелесообразно, за исключением нескольких ТЭЦ, работающих на «плохих» углях (Красноярская ТЭЦ-2, Новосибирская ТЭЦ 3 и т. п.).

Факельное сжигание с суперсверхкритическими параметрами пара возможно применить на всех ГРЭС Сибири (за исключением Барабин-

ской), полностью демонтируя старые котлы, но сохраняя инфраструктуру станции, что позволит снизить инвестиционные затраты до 80 % от первоначальных.

Отдельного строительства требуют ПГУ на угле, так как газификатор, в котором содержится инновационный компонент, требует новых технологических решений в подаче топлива, перераспределении продуктов сгорания. Поэтому модернизация существующих объектов угольной энергетики Сибири по данной технологии экспертом видится невозможной. ПГУ на угле, инновационная составляющая которой заключается в диверсификации топливной базы и выработке побочных продуктов, целесообразно внедрять в качестве пилотного демонстрационного проекта.

Расчет инвестиционных затрат на модернизацию можно формализовать следующим образом:

$$I = N_i P_i \quad i,$$

где I — совокупные инвестиционные затраты, N — максимальная установленная электрическая мощность (kVt), P — удельные капитальные вложения (руб./kVt), i — коэффициент инвестиционных затрат, i — угольная станция с конкретной передовой технологией.

Удельные капитальные вложения определялись в текущих ценах 2010 г. с учетом валютной инфляции, так как технологии планировалось закупать за рубежом и их стоимость первоначально выражалась в долларах.

Коэффициент инвестиционных затрат отражает возможность изменения удельных капитальных вложений с учетом вариантов монтажа станций. При этом капитальные затраты внедрения передовых технологий могут быть эквивалентны строительству новой станции «под ключ», тогда коэффициент равен 1 или ниже за счет сохранения части инфраструктуры. Тогда, например, при снижении капитальных затрат на 20 % коэффициент равен 0,8.

Таким образом, для модернизации 48,5 % установленной электрической мощности угольных ГРЭС и ТЭЦ Сибири необходимо 375 млрд руб. Расчет выполнен для модернизации четырех ТЭЦ (коэффициент равен 1) и шести ГРЭС (коэффициент равен 0,8) на основе технологии ЦКС и факельного сжигания на суперсверхкритических параметрах пара соответственно. Для сравнения, российские энергетические компании в 2010 г. направили на крупные объекты угольной генерации в Сибири около 15 млрд руб.

Альтернативным способом оценки потребностей в инвестициях может служить пример *анализа корпоративной отчетности* основных стейкхолдеров энергетической отрасли в Сибири.

Крупные компании отрасли, генерирующие основной объем производимого электричества и тепла, являются публичными акционерными компаниями, которые должны в рамках обязательного раскрытия информации публиковать корпоративную отчетность, подтвержденную независимыми аудиторами.

Раздел годового отчета «Инвестиционная деятельность» отражает основные мероприятия, объемы и источники финансирования инвестиционных проектов, планируемые и фактические показатели. Наличие ретроспективной информации по данному разделу позволяет прослеживать основные тенденции инвестиционной деятельности компаний: динамику объемов инвестиций, структуру источников финансирования, стадии реализации конкретных инвестиционных проектов.

Определенные сложности в анализ инвестиционной деятельности вносит постоянный процесс объединений и поглощений компаний отрасли. Данный процесс отражается и на анализе как территориальных генерирующих компаниях (ТГК), где в последнее время он носит активный характер, так и оптовых генерирующих компаний (ОГК). Вследствие этого, сопоставление по годам результатов инвестиционной деятельности генерирующих компаний не является простой задачей.

Объем инвестиционных программ. Структура инвестиционной деятельности генерирующих компаний включает в себя следующие разделы:

- техническое перевооружение и реконструкция;
- новое строительство;
- непроизводственные фонды;
- прочие вложения.

Отдельно выделяется финансирование в рамках мероприятий, осуществляемых по заключенным договорам предоставления мощности (ДПМ).

Сводные данные по объему инвестиционных программ ОГК России за 2011 г. представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Инвестиционные программы ОГК, 2011 г.

Компания	Объем инвестиций, млн руб. (с НДС)
ОГК-1	8601
ОГК-2	19842
ОГК-3	16537
ОГК-4	9500*
ОГК-5	14000*
Итого	68480

* Оценка по объемам капитальных вложений компаний.

Таблица 4.3

**Инвестиционные программы ТГК,
2011 г.**

Компания	Объем инвестиций, млн руб. (с НДС)
ТГК-11	4321
ТГК-13*	6754
ТГК-14	1601
СибЭко	1527
Кузбассэнерго*	5268
Иркутскэнерго**	3410
Итого	22881

* Входят в структуру «Сибирской генерирующей компании».

** За исключение инвестиций по направлению ГЭС.

Оценить, какой объем средств выделяется на объекты, расположенные на территории Сибири, по данным ежегодной отчетности не представляется возможным. Учитывая тот факт, что в среднем в Сибири расположено по одному генерирующему активу компаний, то экспертно можно оценить данное значение в районе 15 % от итоговой суммы, т. е. 10 272 млн руб.

Сводные данные по объему инвестиционных программ ТГК России, имеющих генерирующие мощности в сибирском регионе, и крупных генерирующих компаний за 2011 г. представлены в таблице 4.3.

Для финансирования инвестиционных программ энергокомпании

привлекают как собственные, так и привлеченные средства. Собственные средства формируются в большей степени за счет текущей прибыли, амортизации, средств от дополнительной эмиссии акций. В меньшей степени задействованы средства прибыли прошлых лет, неиспользованная амортизация прошлых лет, НДС к возмещению вследствие их незначительных объемов. Привлеченные средства формируются за счет займов.

Таким образом, в результате *анализа корпоративной отчетности* основных стейкхолдеров энергетической отрасли на объекты сибирской генерации приходится около 33 млрд руб. ежегодных инвестиций согласно инвестиционным программам ОГК и ТГК.

* * *

Как показывает анализ энергетических стратегий ведущих угледо-миниатных стран, таких как США, Китай, Индия, угольная генерация сохранит значимую долю в электроэнергетике в будущем, при этом технологический профиль отрасли изменится существенно с переходом на новые чистые угольные технологии. В России, несмотря на относительно небольшую долю угля в страновом энергобалансе, угольная генерация имеет яркий региональный аспект, и ее доминирование в Сибири и на Дальнем Востоке сохранится в перспективе. Прогноз уровня технологи-

ческого развития угольной генерации в Сибири, сделанных на основе метода форсайта, демонстрирует необходимость высоких темпов технологического обновления отрасли. Технологическая дорожная карта задает ориентиры научно-технической политики и определяет возможные сферы сотрудничества государства, энергокомпаний, научных институтов и университетов для технологического обновления угольной генерации в Сибири. В условиях высокого морального и физического износа генерирующего оборудования необходимо выбирать технологии для модернизации на основе изучения экспертного мнения представителей разных субъектов, действующих в отрасли и с учетом их интересов. Приоритет необходимо отдавать технологиям, в которые заложена возможность к дальнейшей модернизации в процессе эксплуатации с целью соответствия мировым аналогам. Развитие и технологическое вооружение сопутствующих отраслей способно вывести предлагаемые к реализации технологические решения на новый уровень.

4.3. Перспективы развития машиностроения в Сибири

4.3.1. Анализ текущего уровня технологического развития и оценка перспектив развития машиностроения в Сибири

Потребность в модернизации предприятий машиностроения в настоящее время превращается в важнейшую государственную задачу, от решения которой зависит технологический суверенитет России.

В подотраслях машиностроения износ основных производственных фондов приближается к 70 %, и, соответственно, выпускать качественную продукцию на таком оборудовании практически невозможно [Чичкин, 2011].

Исходя из этого, выход на сопоставимые с ведущими странами показатели деятельности машиностроительной отрасли является актуальной задачей.

Оценка перспектив развития машиностроения является необходимым этапом в разработке дорожных карт и программ технологической модернизации отрасли.

В настоящем разделе мы проводим оценку перспектив развития машиностроения Сибири с применением описанного в п. 4.1 методического подхода к формированию отраслевых программ технологической модернизации.

Это продолжение и развитие работы по технологическому прогнозированию машиностроительной отрасли Сибири с применением техноло-

гии форсайт, проводимого в рамках совместного исследования ИЭОПП СО РАН и НГТУ «Технологический прогноз параметров ряда технологий машиностроительных отраслей Сибири» (форсайт-проект «Машиностроение и металлообработка»). Данное исследование в основном проводилось в Новосибирском государственном техническом университете (НГТУ) в 2009–2013 гг. под руководством А.И. Попельюха. Представители Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН осуществляли координационную и методическую поддержку реализации данного форсайт-проекта и участвовали в получении экономических оценок затрат на модернизацию машиностроительной отрасли Сибири.

Часть полученных результатов, и, соответственно элементы апробации предлагаемого методического подхода были опубликованы ранее [Бобылев, Попельюх, 2011; Суслов и др., 2013].

В данной монографии мы реферируем ранее опубликованные материалы для сохранения логики и цельности изложения и приводим материалы, не вошедшие в цикл более ранних публикаций по проекту.

Общая схема методического подхода к разработке отраслевых программ технологической модернизации с применением метода форсайт представлена в п. 4.1 на рис 4.3. Блоки анализа актуальных проблем в отрасли, технологический форсайт и финансово-инвестиционный профиль программы данного подхода уже были достаточно подробно описаны ранее в работах [Бобылев, Попельюх, 2011; Суслов и др., 2013].

В соответствии с проведенным анализом на территории Сибири целесообразно развивать производство по следующим направлениям машиностроения [Бобылев, Попельюх, 2011]:

- авиационная и космическая техника;
- производство прецизионных изделий и точная механика;
- энергетическое машиностроение;
- оборудование для горно-добывающей, обогатительной и металлургической промышленности и строительной индустрии;
- сельскохозяйственное машиностроение;
- оборудование и инструмент для заготовки и комплексной переработки древесины.

Далее мы проведем краткий анализ существующих в Сибири производственных мощностей, технологических процессов и номенклатуры выпускаемой продукции в областях, выбранных для технологического прогноза.

Авиастроение и ракетостроение. Производство авиационной и космической техники тесно связано с обеспечением оборонной стратегии страны и до недавнего времени относилось к наиболее технологически «закрытым» отраслям машиностроения. Значительное количество подобных производств сосредоточено на территории Сибири, в частности:

- Новосибирское авиационное производственное объединение им. В.П. Чкалова (производство самолетов марки СУ, ремонт и модернизация самолетов марок СУ и АН);
- СибНИА им. Чаплыгина, г. Новосибирск (разработка авиационной техники);
- Омское производственное объединение «Полет» (производство ракет-носителей «Космос-3М», «Ангара», космических аппаратов «Надежда», «Стрх», транспортных самолетов Ан-70, Ан-74);
- Иркутский авиационный завод (производство многоцелевых боевых самолетов Су-30МК, учебно-боевых самолетов Як-130, самолетов амфибий Бе-200);
- НПО ПМ им. Решетнева в городе Железногорске Красноярского края (разработка и производство спутников системы ГЛОНАСС);
- Красноярский машиностроительный завод «Красмаш» (ракетные двигатели ЖРД РД0155К; разгонные блоки; проект «Морской старт»);
- ОАО Улан-Удэнский авиационный завод (самолеты-штурмовики Су-39 и учебно-боевые самолеты Су-25УБ, многоцелевые вертолеты МИ-171).

Несмотря на все структурные и кадровые изменения последних лет эти предприятия в значительной мере сохранили свой кадровый, научный, производственный потенциал и способны выпускать сложную научкоемкую продукцию. В настоящее время все эти предприятия входят в состав государственных корпораций и получают значительную финансовую помощь на модернизацию производства и проведение опытно-конструкторских работ. Особенно актуальным становится развитие этих предприятий в связи с прекращением кооперации с украинскими коллегами и с введением санкций в отношении России в области поставок комплектующих к ракетно-космической технике.

Приборостроение и точная механика. По мнению западных ученых, в 1970-х гг. прошлого века приборостроение Советского Союза и производства, выпускающие высокоточные механизмы и устройства, по уровню развития незначительно уступали аналогичным производствам в Западной Европе и США. Однако за последние 20 лет приборостроительная отрасль в России была практически полностью уничтоже-

на. Сохранились лишь те производства, которые работали по военным заказам, выпускали продукцию двойного назначения или изготавливали оборудование для ядерной, тепловой энергетики и добывающих отраслей промышленности. Изначально сибирские приборостроительные предприятия были ориентированы на выпуск оборонной продукции и продукции двойного назначения, поэтому им в значительной мере удалось сохранить свои производственные мощности.

К предприятиям, сохранившим свой производственный потенциал, можно отнести ОАО «Бердский электромеханический завод» (ОАО «БЭМЗ») (выпуск систем наведения для ракет и космических спутников), ГУП «Новосибирский приборостроительный завод» («НПЗ») (выпуск оптических систем), ОАО «Алтайский приборостроительный завод «Ротор» (выпуск навигационных систем и бытовой техники), ФГУП «Научно-исследовательский институт электронных приборов» (производство зенитных комплексов и систем наведения ракет), Омский опытный завод «Эталон» (производство аппаратуры для ядерной энергетики), ФГУП ПО «Север» (производство коммутационной аппаратуры для ядерной энергетики) и т. д. В связи с расширением государственного заказа за последние несколько лет этим предприятиям удалось переоснастить ряд производств современными образцами зарубежной техники, однако доля устаревшего оборудования, в частности на ОАО «БЭМЗ», ГУП «НПЗ» и ФГУП ПО «Север», превышает 70 %.

Энергетическое машиностроение. К крупным производственным предприятиям, работающим на рынке энергетического и электротехнического оборудования, можно отнести ОАО «Элсиб» (производство турбогенераторов, гидрогенераторов и электродвигателей большой мощности), ООО «Сибэлектропривод» (производство тяговых электродвигателей и генераторов средней мощности), ОАО «Барнаултрансмаш» (производство дизелей и дизель-генераторов для речного и морского флота, железнодорожного и автомобильного транспорта, нефтегазового комплекса), ОАО «Бийский котельный завод» (производство, ремонт котлов и оборудования котельных средней и малой мощности, миниТЭЦ), ОАО Сибэлектротерм (электрометаллургическое оборудование).

За последние три года наиболее крупная инвестиционная программа была реализована на ОАО «Элсиб» (420 млн руб.). В связи со сменой собственника и приходом управляющей команды из фирмы «Skoda» стablyно развивается ООО «Сибтрансмаш» (увеличение объемов продаж в три раза за последние два года). Более сложная экономическая ситуация у ОАО «Барнаултрансмаш» и ОАО «Сибэлектротерм». По данным

бухгалтерской отчетности за 2013 г., предприятия работали с рентабельностью не более 5 %. Не проводил технического перевооружения и «Бийский котельный завод», модернизации подвергались лишь средства малой механизации. Однако принятие программы Минпромторга [Криворучек, 2014] по локализации в России военного и гражданского судостроения позволит увеличить объемы производства комплектующих и модернизировать производство.

Производство горно-добывающего и обогатительного оборудования. Условно все предприятия, производящие оборудование для нефтедобычи, горных работ, техники для добычи и обогащения полезных ископаемых и металлургических производств можно подразделить на две большие группы. К первой группе можно отнести предприятия, освоившие выпуск подобной продукции, как правило, еще в советское время. Для предприятий из этой группы производство техники для горных работ и металлургических производств является основной сферой деятельности. К ним можно отнести:

ОАО «Анжеромаш» (Анжеро-Судженск), производящий механизированные комбайны и конвейеры для добычи угля и механизированные крепи;

завод «Буровая техника» (Новосибирск), изготавливающий различные типы буровых станков;

ООО «Юргинский машзавод», осуществляющий выпуск проходческих комбайнов, крепей, дробилок, перегружателей, конвейеров, гидромониторов;

ОАО «Красноярский завод тяжелого машиностроения», производящий шагающие и карьерные экскаваторы, буровую и обогатительную технику и т. д.

Эти предприятия обладают значительным опытом производства горношахтного оборудования различного типа и готовы вкладывать значительные средства в мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции, применение новых конструктивных и технологических решений, новых материалов и расширению выпускаемого ассортимента. Основная доля таких предприятий сосредоточена в Кемеровской области.

Ко второй группе предприятий можно отнести заводы, где выпуск оборудования не является профильным, производство продукции для добывающих отраслей промышленности было налажено за последние 10–15 лет в связи с необходимостью загрузки производственных мощностей предприятий. К таким организациям могут быть отнесены большинство предприятий Новосибирска:

ОАО «Сиблитмаш» (выпуск оборудования для коксохимических батарей и тюбинговых крепей);

ОАО «Тяжстанкогидропресс» (изготовление механизированных крепей, оборудования для коксохимических производств);

ПО «Север» (выпуск роликов для ленточных конвейеров);

ОАО «БЭМЗ» (производство кранов, клапанов, электрогидрораспределителей) и т. д. Не обладая мощным конструкторским потенциалом и не имея наработок в этой области, эти предприятия изготавливают отдельные комплектующие или узлы горношахтного оборудования. Их производственные планы не содержат серьезные инвестиционные программы, направленные на выпуск полной номенклатуры горношахтного оборудования для комплексных технологических решений. Предприятиями не осуществляются значительные изменения в конструкции выпускаемых устройств и в применяемых для этой цели материалах.

Сельхозмашиностроение. Выпуск сельскохозяйственной техники в Сибири и Алтайском крае осуществляет ряд производственных предприятий. Условно в зависимости от сложности выпускаемой продукции предприятия сельхозмашиностроения могут быть подразделены на две группы.

К первой группе можно отнести предприятия, выпускающие тракторы, комбайны и другую самоходную сельскохозяйственную технику. Из предприятий этой группы на территории Алтая и Сибири расположены:

ОАО «Алтайское тракторостроительное объединение» («Алттрак»), выпускавшее до недавнего времени сельскохозяйственные тракторы;

ОАО «ПО «Алтайский моторный завод», специализирующееся на выпуске дизельных двигателей, в том числе и для сельхозтехники. Два последних предприятия входят в состав концерна «Тракторные заводы», который сосредоточил в своих руках основные производства самоходной сельскохозяйственной техники в России. В состав концерна входят такие предприятия, как ОАО «Тракторная Компания “Волгоградский тракторный завод”», ООО «Владимирский моторо-тракторный завод» и ведущие российские заводы по производству тяжелых тракторов, бульдозеров и техники для лесозаготовок.

Одно из градообразующих предприятий города Рубцовска — «Алттрак» в настоящее время обанкротилось и уже не способно выпускать сельскохозяйственные тракторы и лесозаготовительную технику. Тяжелая финансовая ситуация у ОАО «ПО “Алтайский моторный завод”». Поэтому поставки тракторов осуществляют предприятия, находящиеся в европейской части России, Белоруссии (Минский трактор-

ный завод) и иностранные производители, прежде всего американские, западноевропейские и корейские компании.

Ко второй группе предприятий можно отнести заводы, выпускающие навесную и прицепную технику для обработки почвы. Это, прежде всего, ОАО «Сибсельмаш» (находится в состоянии банкротства), ОАО «АСМ-Запчасть» (Алтайсельмаш) и ООО «Омскагромаш». Три этих предприятия осуществляют выпуск сеялок, культиваторов, лущильников, рыхлителей, борон, плугов. Их продукция конструктивно различается между собой, но предназначена для одних и тех же сельскохозяйственных операций. Навесное оборудование для использования с российскими тракторами иностранные производители не производят, а осуществляют комплексные поставки самоходной техники с оригинальным навесным оборудованием. Поэтому благополучие предприятий, выпускающих навесную технику, напрямую зависит от положения отечественного тракторостроения. Уменьшение доли тракторной техники российского или белорусского производства приведет к значительному сокращению потребления отечественного навесного и прицепного сельскохозяйственного оборудования.

Производство оборудования для заготовки и переработки древесины. В настоящее время на территории Алтайского края и Сибири можно выделить ряд крупных промышленных предприятий, выпускающих технику для лесозаготовок. Прежде всего, это ОАО «Красноярский завод лесного машиностроения» («Краслесмаш»), ОАО «ПО “Алтайский моторный завод”» и ОАО «Алтайское тракторостроительное объединение» («Алттрак»). Из этих трех предприятий, выпускающих комплекс машин для заготовки леса, в настоящее время в работающем состоянии находятся два предприятия, входящих в концерн «Тракторные заводы». Это «Краслесмаш» и «ПО “Алтайский моторный завод”», выпускающий двигатели для сельскохозяйственной и лесозаготовительной техники. «Алттрак» прекратил свою деятельность и лесозаготовительную технику на базе трелевочного трактора ТТ4М не выпускает. Основная продукция, выпускаемая ОАО «Краслесмаш», — трелевочные чокерные машины, вальочно-трелевочные машины, бесчокерные машины манипуляторного типа, пачкоподборщики, погрузчики на гусеничной и колесной базе. Базовая машина ТТ4М-23ВГ на данный момент представляет собой глубоко модернизированный вариант широко распространенного трелевочного трактора ТТ4М, выпускающегося уже более 30 лет. Принципиальным отличием изготавливаемой на «Краслесмаше» техники от базовой модели является установка на нее более мощного, экономичного и легкого двига-

теля финской компании «SISU». Еще одним предприятием в России, выпускающим технику для лесозаготовок, является ООО «Онежский тракторный завод» (г. Петрозаводск), также входящий в концерн «Тракторные заводы». Однако выпускаемая на нем лесозаготовительная техника на базе трактора ТЛТ-100А, хоть и обладает меньшим весом, позволяющим успешно работать на болотистых почвах севера европейской части России, но и характеризуется меньшими показателями энергооборуженности, поэтому в Сибири используется редко.

4.3.2. Технологический форсайт машиностроительной отрасли в Сибири

Как отмечалось выше, прогнозы в рамках проекта форсайт-проекта «Машиностроение и металлообработка» выполнены экспертной группой под руководством кандидата технических наук, доцента механико-технологического факультета НГТУ А.И. Попельюха.

В состав экспертной группы входили более 10 сотрудников кафедр материаловедения в машиностроении, технологии машиностроения, автоматизации производственных процессов Новосибирского государственного технического университета, специалисты компаний Autodesk, Delcam, АЦ «Сварка».

Оценка технологического уровня предприятий Новосибирска произведена путем анализа информации в открытой печати, данных бухгалтерского учета и экспертных оценок специалистов промышленных предприятий.

Оценка технологического уровня предприятий Германии осуществлялась с использованием данных, полученных из отечественных и зарубежных периодических изданий, собранных сотрудниками и студентами НГТУ на предприятиях Германии в ходе научных стажировок и командировок (в городах Рюсельсхайм, Ганновер, Франкфурт и т. д.), а также экспертных оценок специалистов германских компаний Kjellberg и DMG.

Основной методический прием, применяемый при прогнозировании, это выявление индикаторов, характеризующих параметры материалов или технологических процессов, и дальнейший прогноз группой экспертов будущего состояния индикаторов. Далее на основе полученных прогнозных значений индикаторов осуществлялись оценки необходимых инвестиционных затрат по достижению прогнозных значений. Особенности применения методического подхода с учетом специфики отрасли машиностроения отражены на рис. 4.9.

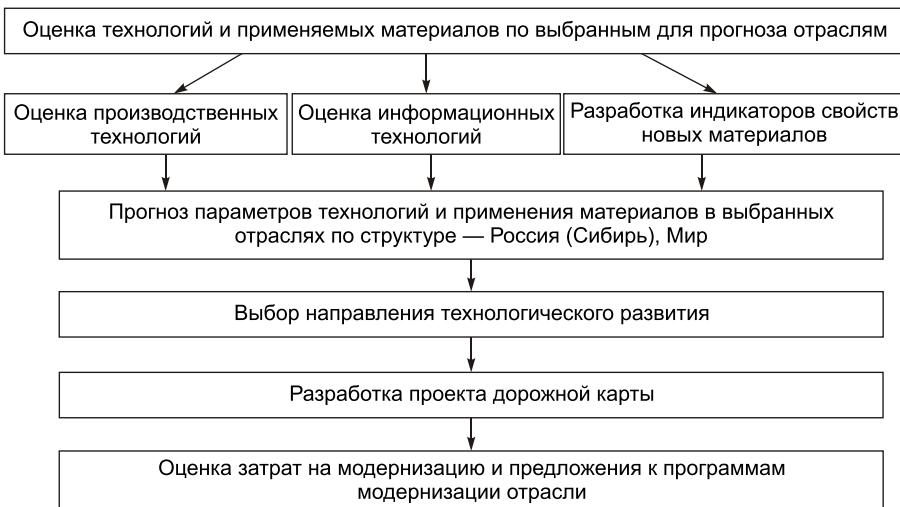


Рис. 4.9. Особенности применения методического подхода для машиностроительной отрасли

Как видно из рис. 4.9, специфика применения технологического форсайта для машиностроения связана, в основном, с особенностями применяемых в машиностроении технологий. Исходя из этого, авторами проекта были выделены следующие основные объекты для прогнозирования, а именно:

- производственные технологии;
- информационные технологии;
- новые материалы.

Обоснование выделения данных объектов проведено в рамках форсайт-проекта «Машиностроение и металлообработка» [Бобылев, Попельюх, 2011].

Экспертной группой была произведена оценка текущего состояния и прогноз до 2025 года основных технологий машиностроительных производств в Сибири по направлениям:

- авиационная и космическая техника;
- производство прецизионных изделий и точная механика;
- энергетическое машиностроение;
- оборудование для горно-добывающей, обогатительной и металлургической промышленности и строительной индустрии;
- сельскохозяйственное машиностроение;
- оборудование и инструмент для заготовки и комплексной переработки древесины.

Прогнозирование основных технологий машиностроительных технологий в рамках форсайт-проекта «Машиностроение и металлообработка» было осуществлено по всем вышеперечисленным направлениям [Бобылев, Попельюх, 2011; Суслов и др., 2013].

С учетом того, что предлагаемый далее проект дорожной карты сделан на примере модернизации предприятия горно-обогатительной и металлургической промышленности, мы, в основном, будем приводить далее материалы относящиеся именно к этому направлению.

Рассмотрим далее особенности технологического форсайта «Машиностроение и металлообработка» на примере прогнозирования свойств новых материалов. Для этого на первом этапе целесообразно выстроить связи между перспективами развития машиностроения и внедрением новых материалов.

Внедрение новых материалов как перспективное направление совершенствования машиностроительной отрасли. Разработка новых материалов и применение их в различных областях деятельности является объективной необходимостью в эволюции современного общества. Идеальный конструкционный материал должен обладать следующими свойствами: небольшой плотностью; высокой прочностью, высоким модулем упругости, высокой трещиностойкостью и коррозионной стойкостью по отношению ко всем средам, высокой стабильностью структуры и однородностью свойств. Попытка объединить все эти свойства в одном материале до сих пор остается недостижимой мечтой человечества, однако процесс появления новых конструкционных материалов или появления новых технологических способов, улучшающих их свойства, происходит ускоряющимися темпами. Несколько десятилетий назад поиск новых материалов с определенными свойствами проходил эмпирически, а процесс их внедрения в массовое производство занимал длительное время. Сейчас, благодаря появлению новой исследовательской техники и систем компьютерного моделирования, появилась возможность быстрого создания новых материалов с заданными характеристиками и предсказанием их возможных свойств.

В развитых странах наряду с медико-биологическими исследованиями и информационными технологиями исследования в области создания новых материалов относятся к наиболее динамично развивающимся областям. Машиностроительная отрасль промышленности является несомненным лидером по потреблению материалов, производимых в мире. В США, Западной Европе, Японии, Китае разработка и внедрение новых материалов происходит в рамках приоритетных национальных

программ. По мнению некоторых американских экспертов, через 20–25 лет не менее 90 % используемых сейчас машин и механизмов будут изготавливаться из других материалов или из традиционных материалов с существенно улучшенными свойствами.

Машиностроительные производства производят приблизительно 26 % общего объема выпускаемых товаров, причем около 40 % машиностроительной продукции связано с автомобилестроением, 11 % с аэрокосмической отраслью, 9 % с инструментальной промышленностью, 9 % с точной механикой, 9 % с оборудованием для литья и штамповки и 22 % с прочими механизмами и устройствами (рис. 4.10) [Dobrzanski, 2006].

Подробное описание индикаторов свойств новых материалов, которые применялись для технологического прогнозирования в рамках форсайт-проекта «Машиностроение и металлообработка» приведено в работе [Бобылев, Попельюх, 2011], мы же далее приводим краткие характеристики индикаторов в объеме, достаточном для демонстрации сути предлагаемого подхода:

Основные индикаторы прочностных характеристик, характеризующие расход материалов при изготовлении конструкции и принципиальную возможность использования для изготовления конструкции или механизма с заданными нагрузочными характеристиками.

Удельная прочность материала (strength-to-weight ratio) — отношение прочности материала к его удельному весу. Увеличение этого показателя приводит к существенной экономии материалов при изготовлении инженерных конструкций, уменьшению веса подвижных деталей и узлов, увеличению допустимых нагрузок на материал, повышению ко-

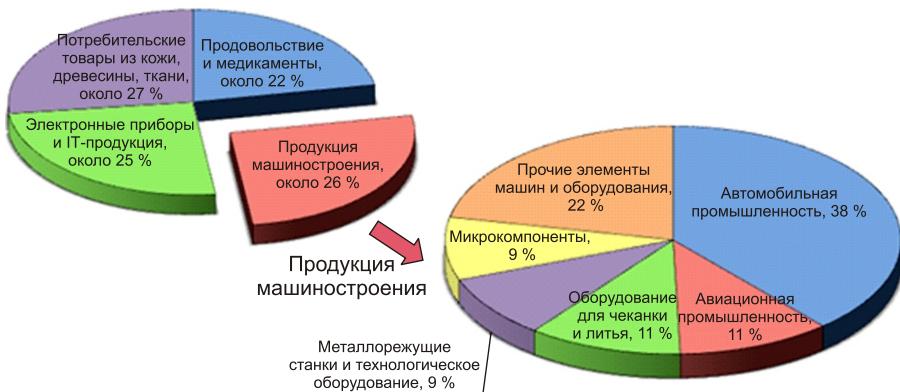


Рис. 4.10. Доля различных технологий и продуктов в глобальном производстве

эффективности полезного действия механизмов и соответственно росту производительности машин.

Жесткость материала (inflexibility) — это мера сопротивления тела деформации при заданном типе и величине действующей на него нагрузки. Применение более жестких материалов в целом позволяет увеличить диапазон допустимых эксплуатационных нагрузок, уменьшить рабочие зазоры, сделать более стабильными форму и размеры конструкции.

Основные индикаторы надежности, определяющие показатели безотказной работы в течение всего срока службы.

Ударная вязкость (impact elasticity) — способность материала поглощать механическую энергию в процессе деформации и разрушения под действием ударной нагрузки. Ударная вязкость характеризует способность материала сопротивляться хрупкому разрушению при воздействии динамической нагрузки. У материалов с высокой ударной вязкостью процесс разрушения носит медленный, а не внезапный характер, что позволяет принять меры для остановки или вывода из эксплуатации машины или конструкции и уменьшить тяжесть последствий от аварии.

Вязкость разрушения (K_c) (fracture toughness) — характеризует способность материала сопротивляться началу движения и развитию трещин при механических и других воздействиях.

Индикаторы долговечности, определяющие ресурс работы конструкции.

Износостойкость (wear resistance) — это показатель сопротивления износу деталей машин и других трущихся изделий. В связи с тем, что при правильном проектировании около 80 % механизмов выходят из строя по причине износа деталей, именно показатели износостойкости определяют их долговечность и ресурс работы.

Коррозионная стойкость (Corrosion resistance, corrosion stability) — способность материалов сопротивляться коррозии, показывает их способность работать в агрессивных средах.

Индикаторы технологичности, определяющие возможность эффективного производства деталей из данного материала с использованием высокопроизводительных способов изготовления и сборки. В отличие от индикаторов механических свойств материалов, которые выражают в численных показателях, характеристики технологичности обычно оценивают качественно по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «плохо».

К основным индикаторам, характеризующим технологичность изготавления, можно отнести:

Обрабатываемость резанием (*machinability*), которая характеризуется сопротивлением резанию и качеством обрабатываемой поверхности. Считается, что лучшую обрабатываемость имеет тот материал, который, при прочих равных условиях, допускает более высокую скорость резания.

Деформируемость (обрабатываемость давлением) (*cold working, hot working*) Это способность материалов воспринимать пластическую деформацию в процессе видоизменения формы при гибке, ковке, штамповке, прокатке и прессовании без нарушения целостности.

Свариваемость (*weldability*) — это свойство металлов или сочетания металлов образовывать при распространенной и производительной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Индикаторы стоимости, определяющие экономическую целесообразность применения материала для изготовления конструкции.

Стоимость (удельная стоимость единицы объема материала). Традиционно в справочной информации и прайс-листиах фирм-производителей стоимость конструкционных материалов указывается за единицу веса, однако при производстве изделий более показательным параметром является удельная стоимость единицы объема продукции, которая может быть получена как произведение стоимости единицы веса материала на его плотность. Например, если сравнить цены за килограмм нержавеющей стали 08Х17Т (100 руб./кг) и алюминиевого сплава Д16Т (140 руб./кг), создается впечатление, что выгоднее делать продукцию из нержавеющей стали, однако алюминиевый сплав почти в три раза легче стали, поэтому продукция из него будет в два раза дешевле.

Мы приводим далее прогноз индикаторов свойств новых материалов, которые будут применяться в производстве оборудования для горно-добывающих и обрабатывающих отраслей, с учетом того, что приводимый далее в разделе 4.3.3 проект дорожной карты по модернизации предприятий машиностроительного профиля сделан на примере предприятия, производящего оборудование для горно-добывающих и обрабатывающих отраслей.

Новые материалы для производства оборудования горно-обогатительной и металлургической промышленности. Наряду с нефтегазодобывающим сектором российской экономики предприятия горно-добывающей, обогатительной и металлургической отраслей в настоящее время наиболее привлекательны для инвестиций.

По уровню развития разработок новой техники в области добычи полезных ископаемых и их переработки в конце 80-х годов прошлого века

советская наука занимала лидирующие позиции в мире. Доклады на международной конференции «Фундаментальные проблемы техногенной геосреды» (ИГД СО РАН, 2010 г.) свидетельствуют о том, что, несмотря на низкий уровень финансирования разработок современной техники, значительный технологический задел, сделанный в советское время, до сих пор позволяет проводить разработку современных конструкций бурового и горношахтного оборудования. В связи со стабильным финансовым положением горно-добывающих предприятий, значительное количество предприятий машиностроения, выпускающих продукцию другой направленности, начали производство оборудования и комплектующих для сырьевых отраслей экономики.

По динамике внедрения новых материалов и технологических процессов упрочнения машиностроение для добывающих отраслей промышленности наряду с авиакосмическим машиностроением занимает ведущие позиции. Однако в применении новых материалов и технологий можно выделить два подхода.

Если предприятие в советское время являлось монополистом в производстве оборудования определенного типа и занимает лидирующие позиции на рынке России, внедрение новых технологических процессов, направленных на повышение характеристик долговечности, заторможено, так как уменьшает доходы предприятия от реализации запасных частей и расходных материалов.

Однако, количество предприятий, осуществляющих подобную производственную политику, за последнее время существенно уменьшилось вследствие интенсивной экспансии на российский рынок продукции китайских производителей.

Из основных тенденций в применении новых материалов и технологических процессов при изготовлении новых видов оборудования для добычи и переработки полезных ископаемых можно выделить:

- широкое применение технологий нанесения износостойких и коррозионностойких покрытий на основе высоколегированных сталей, никелевых сплавов и керамических материалов;
- применение новых технологий упрочнения поверхностей стальных деталей, таких как лазерная, плазменная, электролучевая обработка [Wang et al., 1997];
- применение сталей, полученных методом электрошлакового переплава с малым количеством вредных примесей;
- применение высокопрочных сталей для изготовления наиболее ответственных деталей узлов. Для изготовления ответственных деталей

горного оборудования за рубежом широко применяются хромоникель-молибденовые стали, которые обладают в 2–3 раза более высокими показателями износостойкости, чем обыкновенные конструкционные [Grobler, Mostert, 1990].

Следует отметить, что в связи с низким качеством отечественного металлоконструирования ряд крупных предприятий для повышения конкурентоспособности своей продукции вынуждены для наиболее ответственных узлов закупать стали иностранного (обычно европейского) производства. Так ОАО «Анжеромаш», победитель в конкурсе лучшего предприятия отрасли в 2005 г., применяет при изготовлении скребковых конвейеров сталь HARDOX производства фирмы «SSAB Oxelosund AB» (Швеция). Сравнительные свойства материалов, применяемых для изготовления отечественного и зарубежного оборудования, приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.5 отражает результаты оценки на 2013 год уровня ряда индикаторов, характеризующих производство оборудования для горно-добывающих и обрабатывающих отраслей.

Полученные данные (табл. 4.4 и 4.5) позволяют, по нашему мнению, определить следующие тенденции в применении новых материалов для производства горношахтного оборудования:

- существенно увеличится разработка технологий нанесения износостойких покрытий на керамической основе и применение керамических композиционных материалов, что связано с их высокой коррозионной стойкостью и износостойкостью. Так, в России прогнозируется рост доли керамических материалов в весе конструкции с 2 до 5 % к 2025 году, а в Европе и США — с 5 до 15 %;
- в общем весе конструкции увеличится доля высокопрочных износостойких сталей с 6 до 30 % и керамических композиционных материалов (с 2 до 15 %), полученных с помощью новых методов и термического и химикотермического упрочнения;
- увеличение к 2025 г. доли новых композиционных материалов на основе полимеров (до 6 %) для изготовления корпусных деталей, не испытывающих значительных нагрузок и воздействия абразива;
- будут разработаны конструкции с возможностью быстрой замены сильно изнашивающихся агрегатов и узлов (агрегатный принцип проектирования с использованием быстросъемных технологических модулей).

Применение новых материалов требует модернизации технологических процессов изготовления деталей горношахтного оборудования. В 2025 г. в разработке новых конструкций оборудования и применении новых материалов наша страна будет незначительно уступать ведущим

Таблица 4.4

Индикаторы свойств материалов, применяемых в производстве оборудования для горно-добывающих и обрабатывающих отраслей (угольные комбайны) в 2013 г.

Марка или тип материала	Удельная прочность в/ 10^5 см	Вязкость разрушения, KIC, МПа $M^{-1/2}$	Долговечность	Технологичность	Удельная стоимость, руб./см ³	Приблизительная доля в весе конструкции, %
РОССИЯ						
Нелегированные стали и чугуны	20	14	П	Х	0,23	85
Высококачественные легированные стали	23	88	Х	У	0,45	6
Алюминиевые сплавы	15	41	Х	Х	0,21	4
Титановые сплавы	24	67	Х	У	5,8	Н. д.
Композиционные материалы и пластмассы	11	54	Х	Х	0,1	3
Керамики	8,7	2,3	О	П	0,2	2
ЕВРОПА И США						
Нелегированные стали и чугуны	20	14	П	Х	0,23	55
Высококачественные легированные стали	23	88	Х	У	0,45	30
Алюминиевые сплавы	15	41	Х	Х	0,21	4
Титановые сплавы	24	67	Х	У	5,8	1
Композиционные материалы и пластмассы	11	54	Х	Х	0,1	5
Керамики	10	11	0	П	3,0	5

Примечание. Здесь и в табл. 4.5 — уровень технологических свойств: О — отлично, Х — хорошо, У — удовлетворительно, П — плохо, Н. д. — нет данных.

зарубежным образцам, за исключением вопросов автоматизации работы оборудования, где технологическое отставание будет значительным.

Предложенный выше тип оценки текущего состояния и прогноза индикаторов свойств новых материалов на примере производства оборудо-

Таблица 4.5

Прогноз индикаторов свойств материалов, которые будут применяться в производстве оборудования для горнодобывающих и обрабатывающих отраслей (угольные комбайны) в 2025 г.

Марка или тип материала	Удельная прочность в/ 10^5 см	Вязкость разрушения, KIC, МПа $M^{-1/2}$	Долговечность	Технологичность	Удельная стоимость, руб./см ³	Прилизительная доля в весе конструкции, %
РОССИЯ						
Нелегированные стали и чугуны	20	14	П	Х	0,23	70
Высококачественные легированные стали	23	88	Х	У	0,45	15
Алюминиевые сплавы	15	41	Х	Х	0,21	4
Титановые сплавы	24	67	Х	У	5,8	Н. д.
Пластмассы и композиционные материалы на их основе	11	54	Х	Х	0,1	6
Керамики и композиционные материалы на их основе	10	10	0	П	2,0	5
ЕВРОПА И США						
Нелегированные стали и чугуны	20	14	П	Х	0,23	40
Высококачественные легированные стали	23	88	Х	У	0,45	35
Алюминиевые сплавы	15	41	Х	Х	0,21	5
Титановые сплавы	24	67	Х	У	5,8	5
Пластмассы и композиционные материалы на их основе	15	70	Х	Х	0,1	5
Керамики и композиционные материалы на их основе	15	20	0	П	4,0	15

дования для горно-добывающих и обрабатывающих отраслей, как будет показано далее, является входным параметром при разработке дорожных карт модернизации машиностроительной отрасли.

Оценка и прогноз свойств применяемых материалов позволяет в дальнейшем экспертным путем определить прогноз развития новых моделей горношахтного оборудования с использованием новых материалов и, соответственно, получить оценки необходимых затрат на модернизацию технологических процессов производства новой техники. Оценки затрат на модернизацию предприятия оборудованием применяются при разработке финансово-экономического профиля программы модернизации машиностроительного предприятия.

4.3.3. Построение технологической дорожной карты

В печати и информационных ресурсах практически не встречаются технологические карты модернизации машиностроительных производств. Наибольшее распространение получили дорожные карты по созданию торговых сетей, услуг, информационных технологий и наноиндустрии.

Основной целью данного раздела является составление проекта дорожной карты модернизации машиностроительных предприятий Сибири, который может быть использован для создания карт развития отдельных секторов машиностроения (или конкретных предприятий) с учетом специфики производства и ассортимента выпускаемой продукции. Основными потребителями таких дорожных карт могут быть:

- руководители машиностроительных предприятий и организаций;
- руководители департаментов промышленности и торговли на региональном и федеральном уровнях;
- ректоры и директора высших и средних специальных учебных заведений, обеспечивающих профессиональную подготовку специалистов в области машиностроения;
- специалисты смежных отраслей промышленности, поставляющие материалы и комплектующие для машиностроительной отрасли;
- потенциальные инвесторы, которые хотят понимать рыночную перспективность инновационного проекта.

Обоснование выбора структуры дорожной карты. Цели и аудитория дорожной карты. Одним из возможных способов представления путей развития продуктов, услуг, технологических процессов или производств являются технологические дорожные карты. В настоящее время не существует четкого устоявшегося представления о том, как должна выглядеть дорожная карта, поэтому под этим термином авторы могут представлять как простые презентации, так и сложные бизнес-планы [Андринко, 2011; Симаранов, 2009; Кузык, 2011; Джемала, 2008].

В целом в основе дорожной карты лежит набор мероприятий, которые взаимно увязаны во времени с факторами выбора и альтернативными путями развития для достижения определенных целей.

Применительно к предприятиям машиностроения понятие технологическая дорожная карта зачастую принимает буквальный смысл, так как существует необходимость увязывать между собой отдельные технологические процессы создания продукта.

С точки зрения управления дорожная карта выступает эффективным инструментом планирования, организации и контроля достижения целей. Дорожная карта позволяет сфокусировать ресурсы на критических технологиях, эффективно использовать ограниченные ресурсы в проведении научных исследований и опытно-конструкторских работ, определить наиболее важные ориентиры, необходимые для достижения поставленных целей.

Существуют различные типы дорожных карт. Наибольшее распространение получили дорожные карты продуктов, карты промышленных технологий и программные дорожные карты. Дорожные карты продуктов являются эффективным механизмом оценки рисков и затрат при создании новых продуктов, машин, устройств. Дорожные карты промышленных технологий используются для выявления потребностей современного производства в создании новых технологических процессов и сравнительного анализа различных технологий между собой. Программные дорожные карты используются государственными или частными организациями для реализации новых долгосрочных программ развития территорий или сфер деятельности.

Наиболее рациональным видом дорожной карты модернизации предприятий машиностроения, по нашему мнению, является смешанная продуктovo-технологическо-программная карта, которая должна учитьывать задачи, решаемые при выпуске нового вида машиностроительной продукции, определенные этапы, связанные с выбором и внедрением новых перспективных технологических процессов и программу действий по реализации поставленной цели. Проект дорожной карты, предлагаемый далее, может быть отнесен к отдельному новому типу карт — дорожным картам модернизации промышленных предприятий.

Общее описание предмета исследования (на примере рынка горношахтного оборудования). Выполненные ранее оценки текущего состояния и прогнозы разработки новых видов горношахтного оборудования, применения новых материалов и технологий при его изготовлении позволили оценить затраты и временной интервал, необходимые для

достижения текущего уровня ведущих зарубежных компаний по сценарию приобретения отдельных технологических линией [Бобылев, Попельюх, 2011]. Однако подобный путь модернизации не устраниет предпосылок технологического отставания. Поэтому необходимым элементом дорожной карты является прогноз эволюции продукта, выпускемого данным предприятием или отраслью, и возможное появление на рынке новых технологических процессов его изготовления.

Анализ мировых тенденций производства горношахтного оборудования свидетельствует, что наиболее важными свойствами горных машин, над совершенствованием которых в настоящее время работают ведущие зарубежные и российские компании, являются недостаточная производительность, низкая надежность и малый ресурс работы. Простое повышение производительности оборудования за счет увеличения скорости обработки и рабочих давлений приводит одновременно к снижению его надежности и долговечности. Традиционные места эксплуатации горного оборудования — шахты, рудники и разрезы обычно расположены на значительном расстоянии от крупных промышленных центров, поэтому внезапные поломки горных машин приводят к длительным простоям и значительным затратам по доставке нового оборудования или запасных частей к месту работы. В условиях подземных выработок вышедшее из строя оборудование сложно, а порой и невозможно извлечь на поверхность [Иванов и др., 1987].

Развитие машин и установок для добычи и обогащения полезных ископаемых наиболее перспективно по следующим направлениям:

- разработка конструкций оборудования с возможностью быстрой замены сильно изнашивающихся агрегатов и узлов (агрегатный принцип проектирования с использованием быстросъемных технологических модулей);
- повышение производительности оборудования за счет увеличения скорости вращения рабочих органов или силы удара за счет увеличения магистрального давления сжатого воздуха;
- разработка новых типов оборудования, использующего в качестве рабочего энергоносителя жидкие среды. Это оборудование более производительно и компактно, однако требует высокой точности изготовления и применения материалов, обеспечивающих высокую прочность деталей и герметичность узлов;
- применение новых материалов, покрытий и способов упрочнения поверхности с повышенными характеристиками износостойкости, коррозионной стойкости и усталостной прочности;

- создание роботизированных комплексов, позволяющих вести разработку полезных ископаемых в опасных условиях без участия человека;
- уменьшение стоимости оборудования за счет его меньшей материалоемкости и применения новых высокопроизводительных способов изготовления.

В настоящее время основными конкурентами российских предприятий в сегменте типового оборудования являются компании Китая, а при изготовлении сложного технологичного оборудования — компании Германии, Швеции и США. Российские машиностроительные предприятия, выпускающие горные машины, обладают неплохим потенциалом для развития (по сравнению с приборостроением или электроникой, где позиции российской промышленности существенно хуже).

Основными конкурентными преимуществами компаний Сибири по сравнению с зарубежными заводами являются близость к металлургическим предприятиям (так как оборудование является очень металлоемким), незначительные расстояния до мест эксплуатации, быстрота поставки запасных частей и традиционные связи производителей и потребителей с советских времен. Однако в целом уровень развития технологических процессов на российских предприятиях остается низким, поэтому, несмотря на явные преимущества в стоимости исходного сырья и низких транспортных затратах доля российского оборудования на рынке продолжает сокращаться.

Структура дорожной карты модернизации машиностроительного предприятия. По нашему мнению, создание дорожной карты модернизации машиностроительного предприятия целесообразно проводить, используя принцип блочного построения с постепенной детализацией. В каждом блоке объединяют мероприятия определенной направленности. Затем устанавливают взаимосвязи отдельных блоков, и составляется общая дорожная карта.

В дорожной карте модернизации на уровне отдельного машиностроительного предприятия целесообразно рассматривать следующие блоки мероприятий:

- необходимые свойства продукта и технологические способы их получения (выбор направления технологического развития);
- последовательность совершенствования инфраструктуры предприятия;
- кадровая политика предприятия;
- план развития информационных технологий;
- порядок технологического перевооружения производства.

Блок 1. Необходимые свойства продукта и технологические способы их получения (выбор направления технологического развития).

Основная задача при составлении дорожной карты машиностроительного предприятия для выбора направления технологического развития заключается в представлении в понятной форме возможных технологических способов получения необходимых свойств продукта и конечных и результатов реализации этого плана (конечной цели модернизации). Выпуск нового оборудования или оборудования с улучшенными характеристиками может преследовать различные цели: увеличение объема продаж и расширения доли компании на рынке; выход на зарубежные рынки или расширение объема экспортных поставок; повышение прибыли компаний за счет обеспечения высокого качества и производительности оборудования и перехода его в новую ценовую группу. Наиболее сложной и технологической и сбытовой задачей является формирование абсолютно нового рынка продуктов, не выпускающихся в настоящее время.

В качестве примера нового сегмента горного технологического оборудования, которое сейчас не производится, можно использовать ручные малогабаритные машины для бурения скважин малого диаметра, предназначенные для водоснабжения дачных участков и домов. Можно предположить, что при реализации соответствующего бизнес-плана такое оборудование может выпускаться большими партиями и стать таким же обычным инструментом, как перфоратор или электродрель. Последовательность составления карты направления технологического развития быть представлена следующим образом.

Этап 1. На первоначальном этапе устанавливают крайние области технологической карты. Выделяют основные свойства оборудования, которые являются наиболее важными для потенциальных потребителей в настоящий момент, и уровень свойств, который необходимо обеспечить для достижения поставленной цели.

К важнейшим потребительским свойствам промышленного горно-шахтного оборудования можно отнести его производительность, ресурс работы, надежность, экономичность, себестоимость и удобство эксплуатации и ремонта (эргonomичность).

Этап 2. Выявление движителей развития продукта.

Основными движителями совершенствования буровой техники являются постоянное усложнение условий добычи и возрастающая труднодоступность ресурсов. В настоящее время интенсивная разработка полезных ископаемых происходит в горах, в северных широтах, на дне

морей и океанов. Широкое распространение получает разработка месторождений на большой глубине залегания пластов. Поэтому стоимость оборудования в данном сегменте рынка не является основным потребительским свойством. Более важны для потенциальных покупателей производительность, ресурс работы и надежность оборудования.

При составлении дорожной карты целесообразно провести ранжирование свойств с введением коэффициентов, которые позволяют учитывать важность для потребителя того или иного свойства. Коэффициент важности K в значительной мере определяется областью применения продукта. Например, если для мобильного телефона одним из наиболее важных показателей, влияющих на конкурентную способность продукта, является цена, то для медицинских имплантатов — их надежность. Количественно коэффициент важности может быть определен следующим образом. Совокупность всех свойств продукта принимают за 100 %, затем при помощи экспертных опросов потребителей определяют долю важности каждого свойства. По нашему мнению, коэффициент важности свойств горношахтного оборудованию может быть распределен следующим образом:

Производительность — $K_{\text{п}} = 30 \%$.

Надежность — $K_{\text{н}} = 25 \%$.

Цена — $K_{\text{ц}} = 20 \%$.

Экономичность — $K_{\text{эк}} = 15 \%$.

Эргономичность — $K_{\text{эрг}} = 10 \%$.

На основе этих коэффициентов может быть рассчитан индекс изменения потребительских свойств (ИПС), на основе которого может быть выбрана наиболее рациональная технология изготовления нового оборудования. Индекс изменения потребительских свойств может быть расчитан по следующей формуле:

$$\text{ИПС} = (K \text{ Ис}),$$

где K — коэффициент важности свойства, Ис — относительное изменение свойства.

Например, внедрение технологии № 1 позволяет изготавливать оборудование, у которого в два раза выше производительность и в полтора раза надежность по сравнению с выпускаемым в настоящее время. Цена нового оборудования в 2,5 раза выше, а показатели экономичности и эргономичности остаются на прежнем уровне. Внедрение технологии № 2 в 1,5 раза повышает производительность, в 1,3 раза надежность, при этом рост стоимости оборудования произойдет в 1,3 раза.

Индекс изменения потребительских свойств оборудования (на основе указанных выше коэффициентов важности), при внедрении технологии № 1 составит:

$$\text{ИПС № 1} = 2 K_{\pi} + 1,5 K_{\nu} - 2,5 K_{\mu} + 1 K_{\text{ЭК}} + 1 K_{\text{ЭРГ}} = 2 \cdot 30 + 1,5 \cdot 25 - 2,5 \cdot 20 + 1 \cdot 15 + 1 \cdot 10 = 60 + 37,5 - 50 + 15 + 10 = 72,5 \%$$

При внедрении технологии № 2:

$$\text{ИПС № 2} = 1,5 K_{\pi} + 1,3 K_{\nu} - 1,5 K_{\mu} + 1 K_{\text{ЭК}} + 1 K_{\text{ЭРГ}} = 1,5 \cdot 30 + 1,3 \cdot 25 - 1,3 \cdot 20 = 45 + 32,5 - 26 = 76,5 \%$$

Таким образом, внедрение технологии № 2 будет предпочтительнее, так как приведет к улучшению потребительских свойств оборудования на 76,5 %. Технология № 1 позволяет улучшить показатели оборудования на 72,5 %.

Анализ работ ведущих специалистов [Смоляницкий, 2012; Репин и др., 2012; Oparin et al., 2013] показал, что в разработке новых конструкций горношахтного оборудования можно выделить следующие основные перспективные направления.

Разработка конструкций оборудования, работающих при повышенном и высоком давлении сжатого воздуха. Применение энергоносителей под высоким давлением позволяет значительно повысить производительность горношахтного оборудования.

- Применение в качестве энергоносителя жидких сред (обычно минеральных масел) под высоким давлением позволяет обеспечивать значительные усилия при малых габаритных размерах устройств. Однако использование жидких энергоносителей требует применения иных технологических подходов к проектированию и изготовлению оборудования вследствие необходимости обеспечения высокой точности изготавливаемых деталей.

- Разработка станков-автоматов или дистанционно управляемых роботов, которые могут производить подземные работы без присутствия операторов в забое (под землей). Основной эффект от внедрения подобной техники заключается в обеспечении безопасности подземных и наземных работ, так как обрушение породы или выбросы метана часто приводят к человеческим жертвам.

- Разработка конструктивных решений горношахтного оборудования по модульному типу. Быстрая замена вышедших из строя модулей позволяет в кратчайшие сроки производить ремонт и существенно уменьшить затраты, связанные с простоем оборудования. В настоящее

время этот принцип широко используется в военном деле. Например, замена двигателя в современных танках занимает 15–20 минут [Филиппов, 2004].

Этап 3. Выявление материалов, которые могут быть применены для изготовления новых перспективных образцов горношахтного оборудования с получением желаемых показателей эксплуатационных свойств.

Из основных тенденций в применении новых материалов и технологических процессов при изготовлении новых видов оборудования для добычи и переработки полезных ископаемых можно выделить:

- применение высокопрочных износостойких сталей и новых методов их термического и химикотермического упрочнения;
- применение высокочистых сталей с малым количеством вредных примесей для изготовления ответственных деталей, работающих в условиях усталостного нагружения;
- применение высокотвердых керамик для изготовления режущего инструмента;
- применение композиционных материалов на основе полимеров, алюминия и титана для изготовления корпусных деталей, не испытывающих значительных нагрузок и воздействия абразива.

Этап 4. Выявление передовых технологических процессов изготовления новых образцов оборудования.

К новым технологическим процессам, появившимся в последнее время и находящимся на стадии опытно-конструкторских работ, можно отнести:

- появление станков с ЧПУ третьего поколения и внедрение технологий обработки крупногабаритных изделий на обрабатывающих центрах с высокой скоростью резания и переход на высокоскоростную обработку закаленных сталей;
- применение новых технологий точного литья: по холодно-твердеющим смесям, под давлением, по газифицируемым моделям, вакуум-пленочного метода формовки;
- применение новых видов обработки металлов давлением: точной штамповки (штамповки в высокоточных закрытых штампах), изотермической штамповки (штамповки в нагретых штампах), гидроформовки (деформации листа созданием давления в жидкой среде), винтовой штамповки (штамповки с кручением), тиксоштамповки (деформации металлов при температурах, близких к температурам плавления);

- разработка и применение технологий нанесения на детали горного оборудования покрытий на основе высоколегированных сталей, никелевых сплавов и керамических материалов, имеющих высокую коррозионную стойкость и износостойкость;
- широкое применение новых технологий упрочнения поверхностей стальных деталей: лазерной, плазменной и электронно-лучевой обработки;
- применение новых технологических процессов сборки изделий — лазерной, плазменной, гибридной, электронно-лучевой сварки, сварочных роботов и автоматов;

Этап 5. Выявление наиболее рациональных путей изготовления образцов новой продукции.

Рациональная технология в значительной мере определяется типом выпускаемого продукта. Например, при производстве буровых станков и машин наиболее перспективные направления развития связаны с использованием оборудования, работающего на высоком давлении сжатого воздуха. Однако в качестве альтернативных направлений развития буровой техники могут быть выбраны разработка современных гидрофицированных установок или буровых роботов. В качестве наиболее перспективных материалов для производства новых образцов буровой техники, работающих на повышенном давлении, являются высокопрочные стали. Наиболее целесообразным методом производства деталей из этих материалов является технология литья с изготовлением литейных форм вакуум-пленочной формовкой. Применение этих технологий рационально по ряду причин. В частности, собственное литейное производство позволяет обеспечить высокое качество стали и возможность производства деталей различного химического состава. Технология вакуум-пленочной формовки обеспечивает высокую точность при отливке крупногабаритных изделий. Такое производство является мобильным и позволяет выпускать широкую гамму бурового оборудования. Наиболее ответственные детали малого размера целесообразно подвергать обработке давлением — точной штамповке. Вследствие того, что детали обычно имеют сложную форму, в качестве основной металлообрабатывающей технологии будет применяться обработка на 5-координатных обрабатывающих центрах. Дополнительные операции нанесения износостойких и коррозионностойких покрытий значительной толщины целесообразно осуществлять высокопроизводительным способом электродуговой металлизации. Горношахтное оборудование, как правило, является массивным, поэтому сборку изделий наиболее рационально про-

изводить с использованием методов гибридной сварки, позволяющим формировать швы большой толщины за один проход.

Расчет индекса изменения потребительских свойств позволяет определить предполагаемое изменение потребительских свойств новой техники при внедрении новых материалов и технологических процессов. При производстве нового поколения бурового оборудования, работающего на высоком давлении сжатого воздуха, потребительские свойства изменятся следующим образом. В результате модернизации предприятие будет выпускать новое оборудование, которое будет обладать производительностью, превышающей в пять раз существующие аналоги. При этом ресурс работы и надежность оборудования будут увеличены в 2 раза. Однако реализация предложенных мер приведет к росту стоимости выпуска в 1,5 раза, а затрат на эксплуатацию оборудования (в связи с повышенным расходом воздуха) в 1,2 раза. Эргономичность оборудования останется на прежнем уровне.

Таким образом, изменение потребительских свойств нового оборудования будет составлять

$$\text{ИПС} = K_{\text{п}} \cdot 5 + K_{\text{п}} \cdot 1,5 - K_{\text{п}} \cdot 1,5 - K_{\text{экс}} \cdot 1,3 + K_{\text{эрг}} \cdot 1 = \\ = 30 \cdot 5 + 25 \cdot 2 - 20 \cdot 1,5 - 15 \cdot 1,2 + 10 = 150 + 50 - 30 - 18 + 10 = 162 \text{ \%}.$$

Предлагаемые меры по техническому перевооружению предприятия и выпуску нового оборудования, рассчитанного на высокое давление, позволят на 162 % увеличить его потребительские свойства.

Другое перспективное направление производства современного бурового оборудования — выпуск оборудования, где в качестве энергоносителя будет использоваться не сжатый воздух, а жидкость. Реализация этого направления позволяет повысить производительность оборудования в 3–3,5 раза, надежность — в 2 раза и уменьшить эксплуатационные расходы на 20 % по сравнению с выпускаемым в настоящее время, однако вследствие сложности конструкции новое гидравлическое оборудование дороже в производстве в 2,5 раза. Индекс изменения потребительских свойств нового гидравлического оборудования будет равен:

$$\text{ИПС} = K_{\text{п}} \cdot 3,5 + K_{\text{п}} \cdot 2 - K_{\text{п}} \cdot 2,5 + K_{\text{экс}} \cdot 1,2 + K_{\text{эрг}} \cdot 1 = 30 \cdot 3,5 + 25 \cdot 2 - \\ - 20 \cdot 2,5 + 15 \cdot 1,2 + 10 = 105 + 50 - 50 + 18 + 10 = 133 \text{ \%}.$$

Таким образом, новое гидравлическое оборудование на треть будет превосходить по потребительским свойствам ныне выпускаемую буровую технику, однако это направление развития является менее предпочтительным (рост потребительских свойств на 133 %), чем выпуск пнев-

матического бурового оборудования, работающего на высоком давлении сжатого воздуха (рост потребительских свойств на 162 %).

Пример проекта дорожной карты выбора направления технологического развития приведен на рис. 4.11. Подробно вопросы, связанные с особенностями модернизации технологических процессов, применением нового технологического оборудования, и прогнозы развития отдельных отраслей промышленности до 2025 г. рассмотрены в рамках форсайт-проекта «Машиностроение и металлообработка» [Бобылев, Попельюх, 2011].

Мероприятия по модернизации технологических процессов могут быть описаны в следующей последовательности.

1. Выбор направления технологического развития (какие новые виды оборудования, технологии и материалы будут применяться).

2. Составление технологического задания с указанием базовых характеристик новых внедряемых процессов (производительности, точности, энергопотребления, требований безопасности и т. д.) и показателей новых материалов (прочности, трещиностойкости, удельного веса, износостойкости).

3. Выбор страны и фирмы-производителя оборудования.

4. Согласование контрактов на поставку.

5. Монтаж.

6. Запуск pilotной серии нового типа горношахтного оборудования.

Ориентировочные затраты на модернизацию технологических процессов производства нового типа горных машин, работающих на высоком давлении сжатого воздуха, могут быть оценены с учетом стоимости, количества и сроков запуска в эксплуатацию нового приобретаемого оборудования.

Блок 2. Совершенствование информационных технологий предприятия. Внедрение информационных систем в машиностроительное производство является необходимым условием его модернизации и позволяет уменьшить время выпуска нового изделия и снизить его себестоимость. Проведенный ранее анализ перспектив внедрения информационных технологий на предприятиях Сибирского федерального округа показал, что основной экономический эффект связан с сокращением сроков НИОКР и времени технической подготовки производства [Бобылев, Попельюх, 2011]. Модернизация информационных систем предприятия должна осуществляться внедрением комплексных систем: PLM-систем (Product Lifecycle Management, PLM) — передовых средств разработки изделий и подготовки производства и MES-систем (Manu-

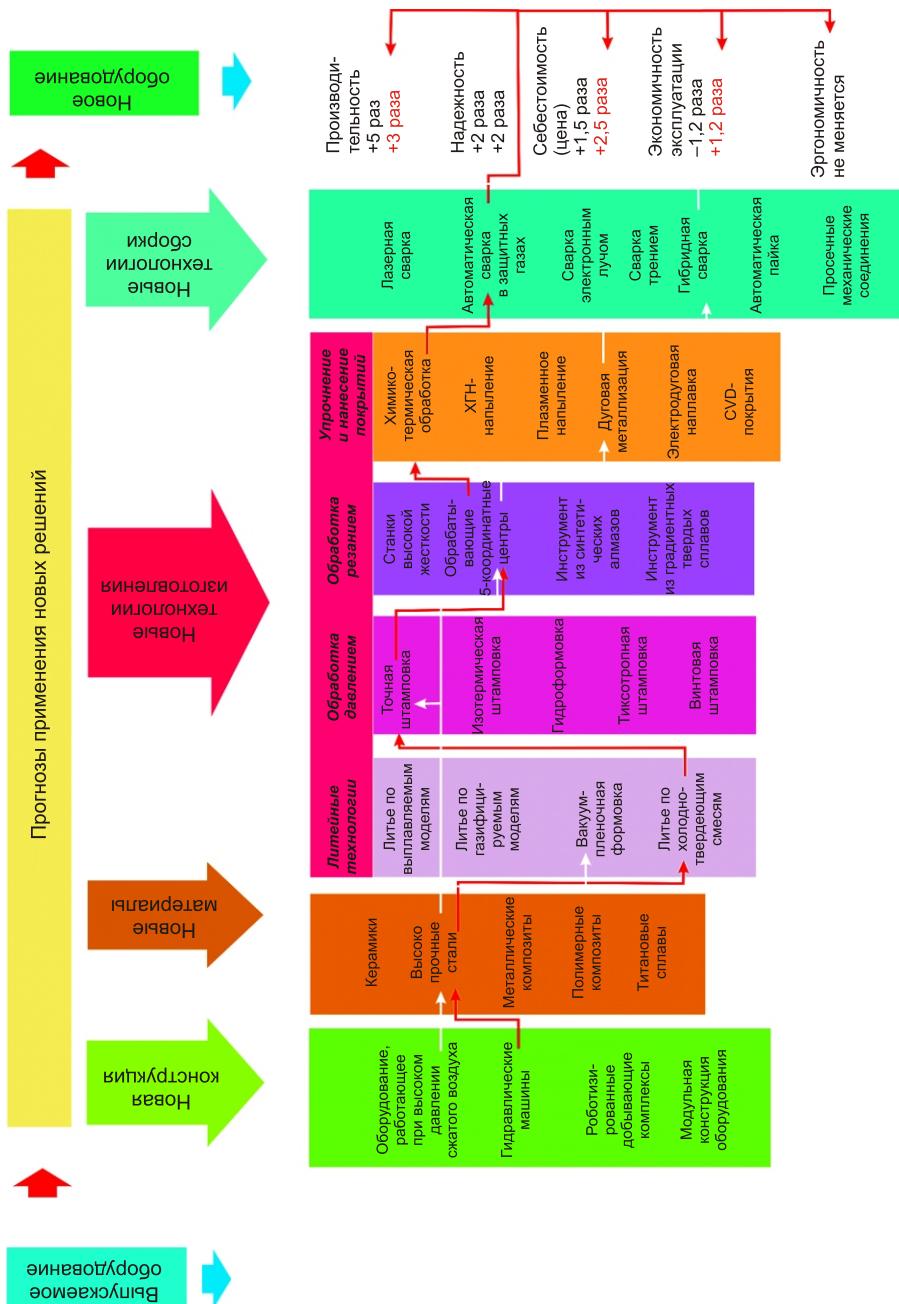


Рис. 4.11. Выбор направления технологического развития

facturing Execution System, MES) — производственных исполнительных систем синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции. Внедрение PLM и MES требует больших затрат на оборудование и программное обеспечение, а также больших временных затрат и пересмотра структуры организации управления на предприятии. Перед внедрением систем необходимо последовательно или параллельно решить ряд задач.

1. Выбор нового типа организации производства. С нашей точки зрения, наиболее предпочтительной системой организации производства горношахтного оборудования на машиностроительных предприятиях Сибири является сборка на заказ или модификации на заказ. Выбор таких систем организации производства связан с тем, что производство горношахтного оборудования является серийным и в значительной мере унифицированным, при этом система позволяет расширить ассортимент оборудования за счет различных его модификаций.

2. После выбора предпочтительного типа организации производства начинается следующий этап — составление технического задания на конфигурацию информационной системы. Учитывая применение информационных систем более высокого уровня, стоимость затрат приобретение одного программного пакета составит от 2 до 5 млн руб.

3. На основании составленного технического задания определяют последовательность закупки нового оборудования и программных продуктов.

4. Уточняется информация о необходимости обучения персонала. Для сокращения длительности внедрения как программных, так и промышленных систем целесообразно параллельное выполнение этапов модернизации.

5. Производится приобретение оборудования и компьютерных систем, прокладка сетевых коммуникаций и их объединение в единую сеть. При приобретении компьютеров следует учитывать тенденцию перехода САПР в системы для «наладонников» и устройств типа iPad.

Следует отметить, что наибольшие затраты на процессы автоматизации машиностроительных производств будут связаны не с внедрением современных информационных систем, а с приобретением современных станков с ЧПУ и промышленных роботов. Сумма инвестиций только в перевооружение металлообрабатывающих производств обойдется среднему российскому машиностроительному предприятию в сумму от 300 до 500 млн руб., что значительно превышает расходы на модерниза-

цию информационных систем. Процесс модернизации можно считать завершенным после запуска всех систем и получения первой прибыли.

Порядок внедрения современных информационных систем и оценка затрат на их внедрение показаны далее на примере дорожной карты внедрения информационных технологий (рис. 4.12).

Блок 3. Кадровая политика предприятия. Внедрение новых технологий, новых подходов к выполнению НИИОКР и технологической подготовки и сопровождения процессов и новых видов промышленного оборудования требует значительных затрат времени на подготовку и повышение квалификации персонала, работающего на предприятии. Система подготовки кадров в значительной мере определяется спецификой специальности, поэтому для разных сфер деятельности целесообразно применять различные методы подготовки и переподготовки. Условно, все специалисты, которые будут задействованы в модернизации информационной структуры в соответствии с блоками дорожной карты предприятия, приведенными выше, могут быть разделены на несколько групп:

1. Специалисты в сфере информационных технологий (системные администраторы). Привлечение этих специалистов необходимо уже на начальной стадии разработки технического задания модернизации информационной системы предприятия.

2. Специалисты-инженеры в области CAD-систем (конструкторы). При подготовке специалистов данного направления необходимо сочетать хороший уровень профессиональной инженерной подготовки со знанием прикладных пакетов CAD-программ. Наиболее рациональной системой образования или повышения квалификации является сотрудничество с высшими учебными заведениями, так как разработчики программных продуктов не смогут обеспечить качественную инженерную подготовку, при этом на рынке труда наблюдается острый дефицит инженеров-конструкторов и инженеров-технологов.

3. Специалисты-операторы станков с ЧПУ.

4. Специалисты по учету (бухгалтеры и менеджеры) и текущему сопровождению производства (мастера и технологии).

Порядок проведения мероприятий по подготовке квалифицированных кадров и приблизительные затраты показаны на примере дорожной карты внедрения кадровой политики предприятия (см. рис. 4.12).

Блок 4. Совершенствование инфраструктуры предприятия. Исторически большинство машиностроительных предприятий Сибири создавались 30–50 лет назад в виде крупных заводов, имеющих полный цикл производства машиностроительной продукции. Поэтому внедрение но-

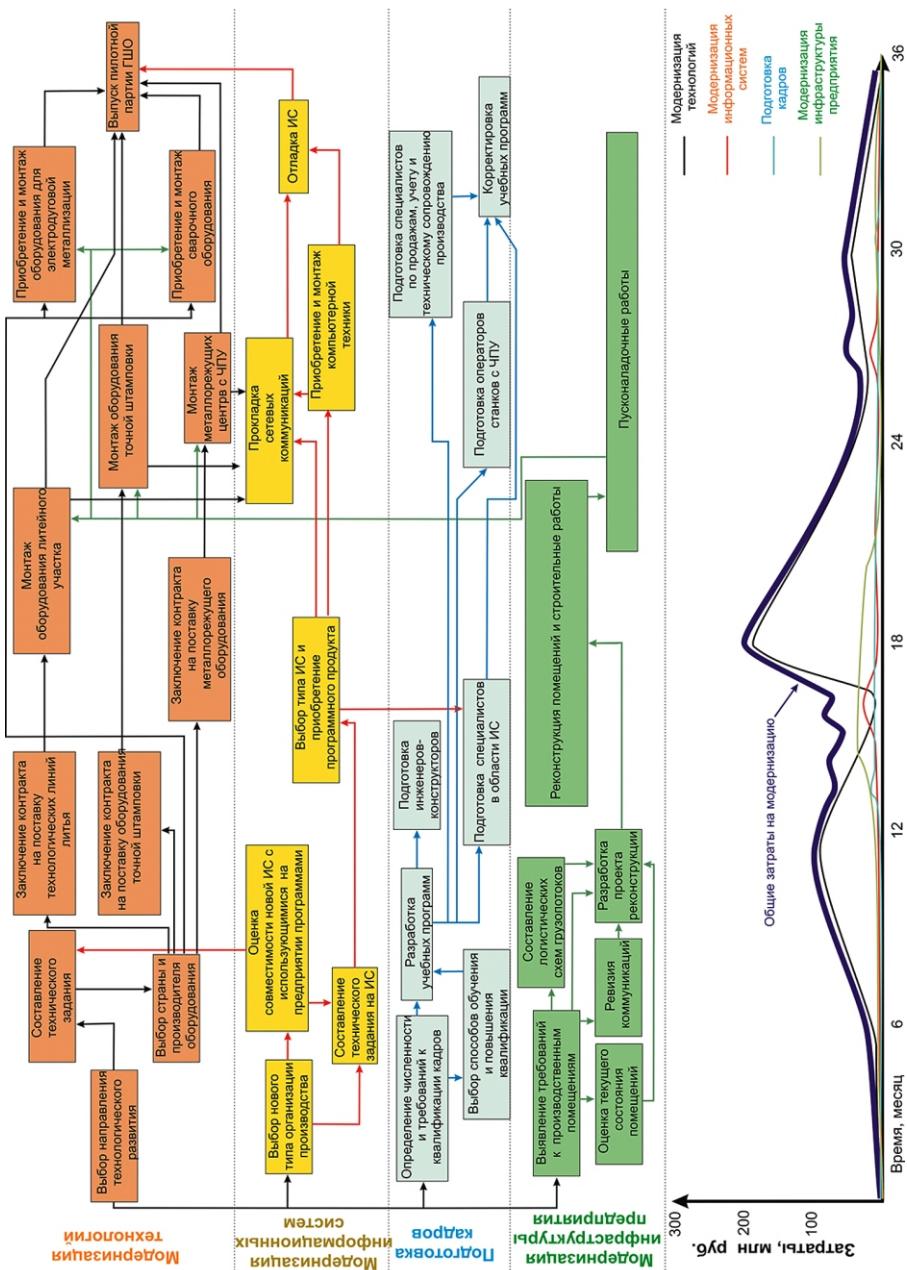


Рис. 4.12. Проект дорожной карты модернизации машиностроительного предприятия

вых технологических процессов, как правило, требует полной модернизации инфраструктуры предприятия, вплоть до строительства новых промышленных корпусов, отвечающих требованиям современных технологий. Основной целью модернизации инфраструктуры предприятия является создание замкнутых технологических цепочек оборудования с полной автоматизацией процессов. При подготовке плана модернизации инфраструктуры предприятия следует учитывать основные общие современные тенденции совершенствования производственных зданий.

1. Сокращение числа трудящихся на производстве и повышение уровня их квалификации приводит к уменьшению доли производственных площадей, занятых вспомогательными и бытовыми помещениями, при одновременном повышении требований к качеству организации рабочих мест.

2. Внедрение в производство гибких автоматизированных систем, робототехники, роторно-конвейерных линий, микропроцессорных средств, станков с числовым программным управлением и т. д. требует обеспечения стабильного теплового режима помещений, их низкой запыленности и хорошей освещенности.

3. Высокая гибкость производства предполагает возможность оперативной перестановки оборудования, поэтому подводимые коммуникации должны быть легкодоступны. Общая тенденция, наблюдаемая при организации современных производств, — прокладка коммуникаций под потолком здания в легкодоступных, быстромонтируемых кабель-каналах.

4. Целесообразно объединение различных технологических линий и складских помещений, имеющих значительную площадь, в один корпус.

5. Создание гибких универсальных промышленных систем требует применения производственных зданий с полом, рассчитанным на максимально возможные нагрузки, так как оборудование монтируется не на фундамент, а ставится непосредственно на пол.

6. Использование типовых промышленных объектов, собираемых из стандартных модулей, позволяет по-разному компоновать основные строительные конструкции, обеспечивая легкость перемещения или замены технологического оборудования и организации новых транспортных потоков.

7. Применение индивидуальных систем отопления существенно уменьшает затраты на теплоснабжение. Наиболее перспективны для использования индивидуальные газовые котельные.

8. Внедрение прогрессивных типов свайных оснований снижает объемы земляных работ, трудоемкость и сроки строительства фундаментов зданий.

9. Использование технологий с высокой степенью экологической безопасности, ориентация на безотходные производства, производства с замкнутым циклом.

10. Выявление и формулирование основных условий функционирования новых производственных процессов, при которых будут обеспечены высокий уровень качества и точности изготавливаемой продукции, безопасности и экологичности производства.

Порядок проведения мероприятий по модернизации инфраструктуры предприятия и приблизительные затраты показаны на разделе дорожной карты внедрения кадровой политики предприятия (см. рис. 4.12).

Рекомендации по организации процесса разработки технологической дорожной карты. Процесс создания технологической дорожной карты включает в себя три этапа. На первом подготовительном этапе происходит сбор необходимой информации для создания дорожной карты и формирование рабочей группы. В частности, должны быть произведены:

- оценка состояния рынка, возможных направлений технологического развития, необходимых компетенций, уровня конкурентоспособности, основных игроков и т. д.;
- привлечение экспертов из органов власти для выяснения возможных преференций (или препятствий) при реализации проекта;
- привлечение экспертов из отраслевых союзов (например, союза машиностроителей) для получения дополнительной информации об отрасли, выяснения вопросов о возможных потребителях разработки и финансировании работ;
- привлечение экспертов предприятий, занимающих ведущее положение в отрасли;
- формирование группы экспертов и рабочей группы по разработке дорожной карты. Разработка концепции дорожной карты. Формулирование целей и задач и желаемого результата разработки дорожной карты, ее временного горизонта;
- разработка проекта и план-графика работы над дорожной картой. Оценка временных и финансовых затрат на разработку карты.

На втором этапе начинается непосредственная разработка дорожной карты: в рамках этапа производят детальную проработку ряда аспектов, важнейшими из которых являются:

- конкретизация целей и задач разработки дорожной карты;
- выделение продуктов или технологий, по которым будет составляться дорожная карта;
- поиск перспективных технологических процессов, позволяющих достичь желаемых показателей свойств продукта;
- выявление основных генераторов и источников финансовых средств технологического развития;
- выявление вариантов различных технологических решений, обеспечивающих получение заданного результата;
- определение наиболее предпочтительных технологических решений в изготовлении продукта (предпочтительную дорогу) с желаемыми свойствами;
- выявление необходимости в повышении квалификации персонала при внедрении новых технологий;
- расчет требуемых финансовых средств для реализации мероприятий дорожной карты с разбивкой по временным интервалам;
- составление дорожной карты в текстовом и графическом формате на основе отчетов экспертов и рабочих групп. Обсуждение и корректировка карты на заседании экспертного совета и предоставление окончательного варианта.

Третий этап работы заключается в отслеживании результатов реализации дорожной карты и внесении в нее необходимых корректировок при существенном изменении текущей ситуации на рынке продуктов, технологий или форс-мажорных обстоятельствах.

4.3.4. Инвестиционно-финансовый профиль программы

Приводимые далее оценки инвестиционно-финансового профиля программы модернизации машиностроительного предприятия приводятся для сценария модернизации: достижение сопоставимого уровня технологического развития российских и зарубежных предприятий.

В современных условиях модернизация машиностроительного комплекса России по такому сценарию возможна несколькими способами:

1. Силами самих предприятий с привлечением производственных мощностей отечественных организаций, работающих на условиях субподряда.

2. Приобретение наиболее сложного технологического оборудования, выпускаемого зарубежными компаниями, с последующим его дополнением технологической оснасткой и средствами малой механизации силами самих предприятий.

3. Приобретение у ведущих зарубежных или российских компаний готовых технологических линий «под ключ», включая технологическую оснастку, транспортные механизмы, устройства сбора и хранения информации и программное обеспечение.

4. Приобретение полного технологического цикла изготовления продукта (например, как это было сделано на ВАЗе в СССР).

Модернизация машиностроительных производств силами самих отечественных предприятий (сценарий 1) в настоящее время представляется проблематичной, так как за последние 20–25 лет в значительной степени утрачен производственный, технологический и кадровый потенциал в отрасли. Традиционным методом модернизации производства на машиностроительных предприятиях Сибири является приобретение за рубежом отдельных единиц технологического оборудования для выполнения наиболее сложных и ответственных технологических операций (сценарий 2). Широкое распространение этого метода обусловлено не его технологическими и организационными преимуществами, а недостаточностью у предприятий свободных средств.

При реализации сценария 2 возникают значительные проблемы при встраивании отдельных единиц технологического оборудования в существующий поток и значительные затруднения в их адаптации к потребностям конкретного производства. Кроме того, применение неоригинальной технологической оснастки и инструмента в значительной мере могут снизить технологические возможности и производительность оборудования.

Реализация сценария 4 — приобретение полного технологического цикла изготовления продукта — рациональна только в условиях многосерийного или массового производства. Так как производство горношахтного оборудования в значительной мере ориентировано на нужды конкретного заказчика и обычно адаптируется под его технические требования, приобретение «под ключ» полного технологического процесса изготовления какого-либо вида оборудования значительно снижает мобильность и гибкость производства, а также требует значительных единовременных затрат.

С точки зрения оптимального сочетания показателей цены и продолжительности мероприятий по модернизации производства наиболее рационально приобретение готовых технологических линий по сценарию 3. Благодаря комплексному подходу в приобретении отдельных технологических линий сокращается время их запуска в эксплуатацию и выхода на проектную мощность, при этом показатели производитель-

ности соответствуют параметрам, заявленным в технической документации. В связи с тем, что возможна поэтапная модернизация производства, объем единовременно инвестируемых в модернизацию средств может быть существенно уменьшен.

Данные статистики и проведенный ранее анализ показателей предприятий Сибирского федерального округа свидетельствуют, что в настоящее время на типичном российском предприятии, выпускающем продукцию общего машиностроительного профиля, работают 500–1000 человек. Средняя годовая выручка от реализации продукции составляет 500–1000 млн руб. с рентабельностью производства 5–10 % [Бобылев, Попельюх, 2011]. Эти показатели взяты за основу при составлении дорожной карты модернизации машиностроительного предприятия, представленной ранее на рис. 4.12 на примере предприятия, выпускающего горношахтное оборудование.

Предприятие, производящее горношахтное оборудование, выпускает механизмы, оборудование и комплектующие для горно-добывающей и металлургической промышленности. Основные потребители — угольные разрезы и шахты (в основном Кузбасса), предприятия черной и цветной металлургии, нефтедобывающие компании Восточной и Западной Сибири.

Для оценки финансовых средств, необходимых для модернизации горношахтного машиностроения Сибири, целесообразно проводить оценку по отдельным статьям затрат на реконструкцию типичного машиностроительного предприятия.

По оценке, минимальные затраты на модернизацию отдельного предприятия общего машиностроения составляют 370–400 млн руб. (в ценах на середину 2011 г.) [Бобылев, Попельюх, 2011].

В рамках проекта «Оценка инвестиционных затрат на модернизацию отдельных направлений машиностроительной отрасли Сибири» [Попельюх, 2011] была произведена оценка по отдельным статьям затрат, необходимых на модернизацию машиностроительного предприятия по сценарию 3 «Приобретение у ведущих зарубежных или российских компаний готовых технологических линий “под ключ”, включая технологическую оснастку, транспортные механизмы, устройства сбора и хранения информации и программное обеспечение».

Как видно из рисунка 4.12, оценивались затраты на модернизацию технологических процессов, информационных систем, инфраструктуры и персонала предприятия: по каждому из элементов на каждое мероприятие и далее по группам мероприятий [Попельюх, 2011].

В качестве примера приведем оценку затрат и сроков осуществления мероприятий по внедрению информационных технологий.

Оценка затрат на внедрение информационных технологий. Большинство российских машиностроительных предприятий имеют в своей структуре информационные сети, однако вследствие значительного отставания в применении современного компьютеризированного оборудования на таких предприятиях отсутствуют комплексные информационные системы, а информационные технологии представляют собой набор не связанных между собой разнофункциональных информационных пакетов по ведению бухгалтерского учета, конструкторских программ, систем учета технической поддержки и т. д.

Внедрение комплексных информационных систем планирования ресурсов (Enterprise Resource Planning, ERP-систем), управления производством (Manufacturing Execution System, MES-систем), взаимодействия с клиентами и сторонними организациями (Product Lifecycle Management, PLM-систем) зависят от большого количества факторов (количества рабочих мест, оборудования, бизнес-модели предприятия и т. п.). При внедрении информационных систем традиционно рассчитывается уровень необходимых затрат на создание одного рабочего места.

В настоящее время средняя стоимость комплекса CAD/CAE/CAM-систем (систем конструирования, проектирования, инженерных расчетов, например комплекса T-Flex) на одно рабочее место составляет около 500 тыс. руб. Стоимость пакета MES-систем (систем технической поддержки и управления производством) составляет около 200 тыс. руб. Стоимость ERP-систем (систем бухгалтерского и складского учета, логистики, организации работы с клиентами, например 1С, составляет порядка 30 тыс. руб.). Кроме затрат на приобретение необходимы постоянные инвестиции в техническую поддержку и подписку на новые версии программ. Следует отметить, что нецелесообразно оснащать каждое рабочее место полным пакетом программ. Наиболее дорогостоящими будут рабочие места инженеров. Цена автоматизации одного рабочего места инженера на предприятии будет составлять приблизительно 700–800 тыс. руб. (без учета оснащения его современным компьютерным оборудованием). Организация одного рабочего места в производственных службах завода, бухгалтерии, коммерческом отделе обойдется приблизительно в 200–300 тыс. руб. (из-за отсутствия дорогостоящих программ расчета и проектирования). Стоимость оснащения одного рабочего места современной компьютерной техникой составляет около 50–70 тыс. руб.

Следует отметить, что большинство российских предприятий используют системы проектирования и бухучета, поэтому требуется дооснащение рабочих мест современной компьютерной техникой и приобретение полных пакетов программного обеспечения, вследствие этого реальные затраты могут быть снижены в 1,5–2 раза. Оценка затрат на внедрение современных информационных технологий на машиностроительных предприятиях Сибири дает 14–27 млн руб. (табл. 4.6).

Аналогичные оценки по другим статьям были сделаны в рамках НИР «Оценка инвестиционных затрат на модернизацию отдельных направлений машиностроительной отрасли Сибири» [Попельюх, 2011]. Мы приводим интегральные оценки затрат в табл. 4.7. Как видно из таблицы, применительно к предприятию, изготавливающему горношахтное оборудование, наибольших затрат требуют модернизация технологических процессов обработки резанием (46 % от всего объема инвестиций) и литьевые технологии (22 %).

Для обеспечения высокой точности изготовления и качества продукции требуется реконструкция части производственных помещений (8 %

Таблица 4.6

Оценка затрат на модернизацию информационных технологий машиностроительного предприятия

№	Статья затрат	Стоимость, тыс. руб.	Количество	Сумма, тыс. руб.
1	Организация одного рабочего места инженера	750–850 за место	10–20 рабочих мест	7 500–17 000
2	Организация одного рабочего места в производственных и коммерческих службах	250–300 за место	50–70 рабочих мест	12 500–21 000
3	Техническая поддержка и обновление программных продуктов	200–300 за программный продукт	4–5	0,8–1,5
4	Компьютеры и оргтехника	50–70	100	5 000–7 000
5	Сервер	200–300	4–5	1–1,5
6	Прокладка сетевых коммуникаций	100–200	1	0,1–0,2
7	Стоимость внедрения современной ИС на предприятии (с нуля) — 26,9–48,2 млн руб.			
8	Стоимость внедрения современной ИС на предприятии (с учетом имеющегося технологического задела) — 13–24 млн руб. (50 % от строки 7 данной таблицы)			

Таблица 4.7**Оценка затрат на модернизацию по сценарию приобретения готовых технологических линий «под ключ»**

№	Статья затрат	Сумма инвестиций, млн руб.	Срок модернизации, месяцев
1	Заготовительное производство	10	9
2	Литейное производство	83	36
3	Кузнечно-штамповочное производство	21	24
4	Обработка резанием	170	14
5	Технологии упрочнения, нанесения защитных и износостойких покрытий	15	23
6	Сварочные технологии	10	20
7	Информационные технологии	26	22
8	Обучение специалистов	12	36
9	Реконструкция зданий и сооружений (для обеспечения требуемого качества продукции)	30	13
	Итого	377	36

от всего объема инвестиционных вложений). Затраты на модернизацию других технологических процессов составляют 3–6 % от инвестиционного портфеля. Структура затрат может меняться в зависимости от вида производимой продукции, но, несомненно, основной статьей затрат останется модернизация металлорежущих технологий.

График общих затрат на модернизацию получен как суммирование затрат по каждому из вышеприведенных направлений. Как видно из графика, пик затрат приходится на 18–20-й месяц реконструкции, это связано с приобретением оборудования для основных технологических процессов (см. рис. 4.12).

Анализ материалов проекта дорожной карты свидетельствует, что для модернизации типичного машиностроительного предприятия Сибири по сценарию 3 необходимо около трех лет. Максимальные инвестиционные затраты будут необходимы приблизительно через полтора года после начала проекта, а общая сумма инвестиций составляет около 400–500 млн руб.

Реализация мероприятий, предусмотренных дорожной картой, позволит выпускать новое горношахтное оборудование, которое по своим потребительским свойствам в 2,5 раза будет превосходить выпускаемое в настоящее время. Предложенный проект дорожной карты может быть

использован при разработке программ модернизации машиностроительных предприятий другого направления, а также применяться в качестве элемента обоснования при разработке программ модернизации отрасли в целом.

* * *

Итак, приведен опыт апробации методического подхода к формированию отраслевых программ технологической модернизации. Одним из ключевых результатов, полученных на данном этапе проекта, является, по нашему мнению, проект продуктово-технологическо-программной дорожной карты модернизации машиностроительного предприятия.

Продуктово-технологическо-программная дорожная карта является эффективным инструментом для разработки мероприятий по модернизации предприятий машиностроительной отрасли Сибири и использование данного метода позволяет составить целостную картину действий с учетом временных и финансовых показателей. В результате составления проекта дорожной карты модернизации машиностроительных предприятий Сибири были оценены основные тенденции развития производства горношахтного оборудования, проведен анализ новых технологических процессов и материалов, являющихся перспективными при производстве буровой техники, и обоснованы основные направления модернизации. Сформулированы предложения по структуре дорожной карты и организации действий по ее разработке.

Оценки, сделанные для разработки финансово-экономического профиля реализации программы модернизации, показывают, что для модернизации типичного машиностроительного предприятия Сибири по сценарию 3 необходимо около трех лет. Максимальные инвестиционные затраты будут необходимы приблизительно через полтора года после начала проекта, а общая сумма инвестиций составляет около 400–500 млн руб.

4.4. Распределенная энергетика и перспективы развития умных электрических сетей (smart grids)

Если руководствоваться классификацией инноваций, приведенных в главе 1, то к цивилизационной инновации следует отнести использование электричества для освещения и получения механической и химической энергии. Эпохальной инновацией, «технологией широкого применения» следует считать создание энергетических систем, которые от-

крыли возможности нового технологического уклада. Энергетические системы как инновации нашли применение по многим направлениям человеческой деятельности.

Базисной инновацией, входящей в состав энергетических систем, являются электрические сети, конкретизирующие эпохальную инновацию «энергетическая система». Внутри электрических сетей прошло множество улучшающих инноваций и микроинноваций.

Все эти инновации нижнего уровня (основные из которых рассмотрены далее) привели фактически к некоторой интегральной инновации, которая тоже может называться эпохальной.

«Умные сети» в электроэнергетике представляют собой один из важнейших элементов мирового инновационного процесса. «Смысл “smart grids” в том, чтобы сделать “интеллектуальными” генерацию, передачу и распределение электрической энергии, насытить электрические сети современными средствами диагностики, электронными системами управления, алгоритмами, техническими устройствами типа ограничителей токов короткого замыкания сверхпроводящих линий и многим-многим другим, что сегодня появилось в науке и технике. Грубо говоря, это соединение возможностей информационных технологий, уже привычных для нас из Интернета, с силовой электротехникой» [Фортов, 2014].

«Умные сети» обеспечивают возможность использования различных источников энергии, в том числе, таких, поступление энергии от которых не гарантировано (ветро- и гелиоэнергетика). Распределенная энергетика, в свою очередь будет влиять в перспективе не только на размещение производительных сил, но и на социально-экономические структуры, и на политическое устройство, и на формы хозяйственной жизни. Распределенная энергетика означает экономическую независимость территорий и регионов. Изменится структура государственных и межгосударственных образований. Естественно, что не сама распределенная энергетика или «умные сети» будут воздействовать на механизмы хозяйствования, они лишь создают технические возможности будущих кардинальных социально-экономических изменений. В особенности это касается российской экономики.

Единая энергетическая система России создавалась для экономических условий, принципиально отличных от нынешних. Как и в прочих отраслях экономики, ориентация шла на объемные показатели выпуска, тогда как другие показатели деятельности считались второстепенными: производительность оборудования, потери, окупаемость инвестиций

и т. д. Объясняется это наследием советской плановой системы, которая принципиально ориентировалась на объемные показатели.

«...под развитием отрасли всегда понималось увеличение энергетических мощностей, ввод новых электростанций, и общественный интерес к модернизации был направлен именно в эту плоскость, а развитие электросетевой инфраструктуры рассматривалось во вторую очередь. На этом строился пиар так и не реализованных по срокам программ РАО ЕЭС (так называемое ГОЭЛРО-2) или атомного ФЦП. Из-за поднятого грамотными промоутерами из РАО и “Росатома” шума о готовности построить десятки новых станций мало кто слышал их оппонентов-технологов. Профессионалы же говорили о необходимости первоочередной модернизации уже существующих тепловых и атомных станций за счет повышения КПД и коэффициента использования установленной мощности, предлагали обновлять и развивать сетевое хозяйство для “открытия” запертых мощностей и оптимизации перетоков мощности и снижения процента потерь в сетях» [Имамутдинов, 2010].

Именно в этом контексте и следует оценивать перспективы развития smart grids в российской энергетике. Это, прежде всего, смена приоритетов и переформулирование задач, стоящих перед отраслью. Не столько увеличение объемов производимой электроэнергии, сколько совершенствование и повышение качества и эффективности в уже существующей электроэнергетике. Именно на это и ориентированы «умные сети», или smart grids.

Интеллектуальные электрические сети представляют собой недавно открывшийся уникальный рынок для мировой экономики, емкость которого на ближайшие 10–15 лет составит 200 млрд долл. в год. Прогресс здесь ожидается не меньший, чем скачок в технологии телекоммуникаций с его Интернетом и сотовой связью.

Мир переживает кардинальные изменения в сфере, имеющей принципиальное значение для современной хозяйственной деятельности, — передаче электрической энергии. Электрические сети из пассивных устройств транспорта электроэнергии превращаются в средства получения дополнительной электрической мощности.

Термин smart grids за рубежом существует с другими терминами: Future Grid, Empowered Grid, Modern Grid, IntelliGrid и даже Wise Grid. В России в официальных документах принят термин «активно-адаптивные сети», но часто используются термины «интеллектуальные сети» и «умные сети». В отличие от европейской практики новые термины применяются не только к распределительным сетям, но и ко всем элект-

рическим сетям вообще. Это смещение сферы приложения терминов показательно. Для развитых стран smart grids представляют собой техническую основу изменения правовых и организационных отношений между участниками энергетического рынка. В российской практике стремятся обойти эту наиболее важную проблему, поскольку неравноправное положение поставщиков и потребителей электроэнергии предполагается непреодолимым и естественным.

В рамках европейского Стратегического плана энергетических технологий (Strategic Energy Technologies Plan — SET-PLAN) разрабатывается ряд программ, называемых Европейскими промышленными инициативами. Одна из них — Инициатива европейских электрических сетей (European Electricity Grid Initiative — EEGI). Она рассчитана до 2020 г., когда все электрические сети Евросоюза будут преобразованы в интеллектуальные. При этом подчеркивается, что в основе этих преобразований лежат не столько технологические, сколько системные инновации.

Федеральная комиссия по регулированию в области электроэнергетики США (FERC) разработала стратегию развития интеллектуальных сетей, в которой главным направлением определена разработка ключевых стандартов для достижения функциональной совместимости интеллектуальных систем и устройств. Она имеет два основных компонента: нормативный и технический. Нормативная компонента состоит из стандартов и технических условий. Техническая определяется функциональными возможностями устройств новой конструкции и способами настройки этих устройств.

Во многих странах работа над модернизацией сетей начинается с образцово-показательных пилотных проектов. Так, в городе Майами (штат Флорида) реализуется проект Energy Smart Miami, в котором к местной энергокомпании Florida Power & Light присоединились такие гиганты, как General Electric, Cisco Systems и Silver Spring Networks. Это пилотный проект по внедрению интеллектуальной энергосети с объемом инвестиций 200 млн долл. Крупнейшие компании мира создали объединение-альянс Smart Energy Alliance. В него вошли GE Energy (дочь General Electric), Capgemini, Cisco Systems, Hewlett-Packard, Intel, Oracle и другие. Теперь в рамках альянса возможны комплексные решения по преобразованию электрических сетей.

В Испании «умные» системы установлены на линиях с напряжениями от 13 до 110 кВ. Для сетей 380 В, идущих непосредственно к конечным потребителям, просто модернизированы диспетчерские службы, следящие за работой электросетей. Правда, и здесь требуется модерни-

зация: выделенные линии связи, эффективные системы диагностики и мониторинга и т. д. Возможно, испанский вариант окажется наиболее привлекательным для российской электроэнергетики в силу «запущенности» испанского энергохозяйства, аналогичной той, что существует в современной России.

Общепризнанный лидер технологии «умных сетей» — Дания, где реализуется масштабный проект EDISON. Именно он стимулирует вовлечение в эту проблематику крупных европейских компаний: компании IBM, Siemens и DONG Energy уже задействованы в датском проекте. Причина лидерства Дании в том, что в ее энергетике высокую долю составляют альтернативные источники, в том числе ветряные электростанции, которые дают почти 20 % всей вырабатываемой электроэнергии.

В 2013 г. общемировые объемы вложений составили 14,9 млрд долл.¹ Примерно половина инвестиций касалась smart metering, т. е. интеллектуальных приборов учета. Из этого следует, что интеллектуализация учета электроэнергии — это половина программы создания smart grids. Вторая половина инвестиций распределилась между демонстрационными проектами и средствами автоматизации распределительных сетей (distribution automation). Доли этих двух направлений в точности неизвестны, но есть предположение, что демонстрационные проекты занимают значительную долю этой половины.

Китай в 1212 г. инвестировал в smart grids 4,3 млрд долл и превратился в крупнейшего в мире инвестора в «умные сети», превзойдя по объемам инвестиций в них США². В том же году Китай обогнал США и по объемам инвестиций в возобновляемую энергетику. Это показывает, что развитие возобновляемой энергетики и smart grids представляет собой некоторый единый процесс. В Китае уже больше половины инвестиций пошло на smart metering. По плану, к 2017 г. должно быть установлено 62 млн интеллектуальных приборов учета. По состоянию на 2013 г. уже было установлено около 250 млн таких приборов. Для сравнения, основной в РФ производитель интеллектуальных приборов учета новосибирская компания «Радио и микроэлектроника» за 10 лет (2003–2013 гг.) обеспечила установку лишь 1,5 млн приборов. Общее количество интеллектуальных приборов учета, установленных в распределительных сетях РФ, по оценкам экспертов, не превышает 8 млн шт., что в 31 раз меньше, чем в КНР.

¹ Данные экспертного отчета Bloomberg New Energy Finance (BNEF).

² <http://www.smartgrid.ru/analitika/issledovaniya-kitay-vpervye-operedil-ssha-po-obemam-investiciy-v-smart-grid/>

Российская практика. По оценкам экспертов, экономический эффект от внедрения интеллектуальных сетей в электроэнергетику РФ составит 50 млрд руб. в год. Эта цифра явно занижена в силу того, что экономический эффект от внедрения «умных сетей» проявляется по многим направлениям. Занижению оценки этого эффекта способствует и то, что неясно, какой субъект рынка электроэнергии будет использовать этот эффект, превращать его в свои доходы.

Выручка сетевых и генерирующих компаний напрямую зависит от объемов продаж, стимулы к энергосбережению минимальны. Поэтому начинать нужно с разработки правил, способствующих и энергосбережению, и повышению надежности работы сетей, и улучшению качества электроэнергии. Эту проблему вполне понимают и на уровне правительства РФ, и на уровне Государственной думы, и в Федеральной сетевой компании (ФСК). Федеральный закон «Об электроэнергетике» определяет ответственность энергосбытовых организаций и поставщиков электроэнергии перед потребителями за надежность обеспечения их электрической энергией и ее качество в соответствии с техническими регламентами и иными обязательными требованиями. Но, как отмечают специалисты, этой ответственности недостаточно для формирования нормального рынка электроэнергии, получения дополнительной электрической мощности.

В связи с «умными сетями» по-новому выглядит проведенная реформа энергетики, обычно связываемая с именем А. Чубайса. В основе реформ энергетики лежал догматический принцип формирования энергетического рынка через дробление технологических цепочек: через отделение генерирующих компаний от сетевых, магистральных сетей от распределительных, сетевых компаний от сбытовых.

Этот принцип находится в явном противоречии с концепцией «умных сетей» согласно которой в единую автоматизированную систему на технологическом уровне объединяются генерирующие, сетевые, сбытовые и потребляющие структуры. Границы единой технологической цепочки выработки, передачи и потребления электроэнергии стираются, поскольку автоматические устройства работают так, что контролируют и регулируют процессы по всей цепочке безотносительно организационно-экономических границ. Все участники энергетического рынка теряют экономическую самостоятельность. По этой причине само деление собственности по технологическим этапам становится бессмысленным. Вместо внедрения конкуренции реформы в энергетике сформировали масштабный барьер инновациям в отрасли. В рамках развития «умных сетей» разделе-

ние генерации, передачи и сбыта электроэнергии тормозит реализацию автоматических реакций системы на изменения условий работы энергосистемы через эти границы, не позволяет повышать интегральную надежность и экономическую эффективность энергетики в целом.

До тех пор, пока на официальном уровне не будет зафиксировано, что реформы в энергетике были ошибочными и стали тормозом для инноваций в энергетической сфере, перспективы внедрения «умных сетей» в РФ будут невысокими, а меры, предпринимаемые на федеральном уровне, будут симуляцией реальной инновационной деятельности.

В начале 2010 г. премьер-министр РФ В.В. Путин высказался о необходимости развития «интеллектуальных» систем. Уже через два дня ФСК включило в программу развития энергосистем раздел «интеллектуальные» сети. Это направление было оформлено подпрограммой «Активно-адаптивные сети на период 2010–2012 гг.». За три года были освоены инвестиции объемом почти 520 млрд руб. Кроме того, для МРСК до 2012 г. было выделено еще 360 млрд рублей. За два с небольшим года (9 кварталов) из бюджета выплачены 880 млрд руб., или по 18,3 млрд руб. в месяц. Несмотря на исследования аналитиков, не удалось установить, кому были выделены эти средства.

Сомнения вызывают не только скорость принятия решения и неизвестный источник финансирования, но и сама цифра, сопоставимая с инвестициями в аналогичные программы США. Кроме того, ФСК отвечает в нашей стране только за магистральные сети, тогда как за распределительные сети отвечает МРСК, которой до 2012 г. выделено всего 360 млрд рублей. К тому же не ясно, входят ли в эти суммы задачи поддержания ЛЭП, обновление подстанций и т. п. Нужно еще раз подчеркнуть, что термин smart grids за рубежом относится исключительно к распределительным сетям. Получается, что в российском варианте имеет место не просто смещение термина, а прямое его замещение. «Умные сети» трактуются как внутренние дела сетевых компаний, относящиеся к компетенции ФСК, т. е. к магистральным сетям. А это означает, что «умные сети» в России и за рубежом — несколько разные сферы деятельности.

Несколько лучше обстоят дела с pilotными проектами. В 2010 г. началась разработка试点ного проекта интеллектуальной сети в Санкт-Петербурге, цель которого состоит в отработке типовых решений по одному из районов города. Предполагается, что они будут тиражироваться по всей России. Но к 2014 г. этот проект был не готов к такому тиражированию.

Модернизация электрических сетей и внедрение их интеллектуализации представляет собой непростое дело в стране, где работа электрических сетей обеспечивается разношерстным и устаревшим оборудованием, а современным требованиям не отвечают не только средства автоматики, но даже сечения проводов. Кроме того, развитие интеллектуальных сетей станет чрезвычайно важным моментом при большом числе малых энергетических установок.

Части российских электрических сетей плохо совместимы и недостаточно надежны. И если ориентироваться только на действующее законодательство и нынешние стандарты, то это выглядит нормально. Понятно, почему и стандарты, и законодательные акты разрабатывались под сильным влиянием энергетиков, которые не желали усложнять себе жизнь. Так, стандарты почти не касаются сетей напряжения 380 В, эта сфера вообще считалась малозначимой, хотя именно там и происходят основное число аварий.

По этой причине ФСК отвела первую пару лет программы модернизации сетей исключительно на нормотворчество. Это было естественным шагом, поскольку, как говорилось, «умные сети» дают основной эффект в распределительных сетях, а ФСК отвечает за магистральные сети. Уже созданы серии стандартов для устройств и систем телемеханики и на законодательном уровне в общих чертах определены требования к интеллектуальным сетям. Но прошло уже три года после начала кампании, но практических мер еще не принято. 2013 г. прошел без заметных сдвигов в создании «умных сетей». Основная техническая причина задержки продвижения «умных сетей» в российскую энергетику состоит в том, что генерирующие и сетевые компании привыкли к тому, что все потери электроэнергии, как текущие, так и от аварий, оплачиваются потребителями, что за низкое качество электроэнергии не следует штрафных санкций, и т. д.

В настоящее время не только развитие «умных сетей», но и рядовая автоматизация распределительных электрических сетей развивается с отставанием от аналогичных процессов в зарубежных энергетических системах. Можно отметить несколько причин такого отставания:

- отсутствие хороших отечественных решений (программных средств), способных работать с большими объемами информации, с сетями, насчитывающими сотни тысяч потребителей,
- закрытость существующих программных пакетов, отказ государства сделать эти программные пакеты открытыми, как это было сделано всеми развитыми странами мира,

- отсутствие прямой заинтересованности сетевых компаний, оторванных от средств, собираемых энергосбытовыми компаниями,
- дороговизна программ создания «умных сетей», если в принятии решений ориентироваться на зарубежные аналоги.

Но эти частные препядствия развитию «умных сетей» существенно менее важны, чем основной барьер технологически разделенного монополизма, о котором речь шла выше.

Характерно, что проблемы реструктурирования отношений на энергетическом рынке РФ при внедрении технологии «умных сетей» вообще не поднимаются.

Возьмем за образец программу развития «умных сетей», которая реализуется в Сингапуре. Еще до начала реализации программы в электроэнергетике Сингапура уже использовались системы автоматического управления сетями (Supervisory Control and Data Acquisition — SCADA). Эти системы включали в себя двухканальные средства получения информации о текущем состоянии сетей, т. е. то, что отсутствует в наших распределительных сетях. В 2009 г. Агентство энергетического рынка Сингапура Energy Market Authority (EMA) начало пилотный тестовый проект по созданию интеллектуальной энергосистемы, получивший название «живая лаборатория». В пилотном проекте установлено 4500 интеллектуальных приборов учета электроэнергии. Двухканальную информационную систему превратили в трехканальную: оптоволоконная связь, радио и Wi-Fi. Была построена специализированная оптоволоконная система, предназначенная только для обслуживания распределительных электрических сетей. Но главное, что рассматривается как наиболее важная информация, — возможность более полно информировать потребителей о поставляемой им электроэнергии. Система оперативно реагирует на все возможные нарушения режимов работы электрических сетей.

В системе интегрированы многочисленные альтернативные источники электроэнергии (солнечные батареи и ветряки), причем режим сводится к тому, что источник включается в сеть без предупреждения в любое время. Ключевым элементом проекта считается увеличение роли потребителя в функционировании сети вплоть до возможности оперативной смены поставщика электроэнергии. Для 400 потребителей было проведено обучение анализу информации о текущем потреблении ими электроэнергии. Сама постановка задачи развития «умных сетей» как средства усиления роли потребителя на энергетическом рынке для нашей страны выглядела бы необычной. Такая постановка противоречила бы общей установке государственной власти опоры на крупные компа-

нии с государственным участием. Производители заинтересованы в увеличении потребления электроэнергии.

В Сингапуре для будущих «умных сетей» поставлена задача сократить потребление электроэнергии на 2,4 % в среднем и на 3,9 % в пиковых нагрузках. Причем это касается не уменьшения потерь, а осознанного сокращения потребления электроэнергии самими потребителями за счет оптимизации ими режимов энергопотребления ради экономии семейных бюджетов.

Домохозяйства в Сингапуре стимулируются к уходу от потребления электроэнергии в часы пик и к установке программируемых бытовых приборов. Такие приборы интегрируются в общую систему управления сетью через компьютерные программы энергосбережения, которые поставляются как поставщиками приборов, так и сетевыми компаниями. Таким образом, опыт Сингапура учит нас тому, что необходимы инвестиции в развитие активности потребителей электроэнергии вплоть до внедрения систем обучения энергосбережению в домашнем хозяйстве.

Пилотный проект «умных сетей» Сингапура делится на два этапа. На первом этапе создается информационная инфраструктура, в которой информация может идти в двух направлениях: к потребителю и от него. На этом же этапе решается и проблема произвольно включающихся и отключающихся распределенных источников энергии, в том числе системы станций зарядки электротранспорта. Оборудование для проекта поставляли компании IBM, Accenture, Logica и Siemens.

На втором этапе пилотного проекта основное внимание будет уделяться вовлечению в процесс управления потребителей, как домохозяйств, так и коммерческих предприятий. На этом же этапе должна быть организована реальная конкуренция между продавцами электроэнергии, включая государственные структуры и девелоперские компании. Для этого должна быть обеспечена тотальная установка интеллектуальных приборов учета с возможностями дистанционного (в том числе через Интернет) считывания их показаний. К задачам второго этапа относится и сокращение потребления во время пиковых нагрузок, что дает двойную выгоду. Не только потребители экономят на том, что им поставляется полноценная электроэнергия (стандартного напряжения и частоты), но и сетевые структуры уходят от чрезмерных нагрузок и перенапряжений. К тому же открываются возможности прироста потребления без дополнительных инвестиций в сети.

Для реализации программы создан Институт энергетических исследований (ERI@N). Институт привлек к своей деятельности шесть веду-

ших университетов мира: Технологический институт Австрии, Швейцарский Эколь политехик (Лозанна), Лондонский императорский колледж, Норвежский институт науки и технологии, Кембриджский университет, Мюнхенский технический университет. Привлечение иностранных специалистов — также опыт, который нужно заимствовать.

Для контраста ведущей организацией по развитию российских «умных сетей» считается группа компаний VOLTA Engineering Group (VOLTA EG), инжиниринговая группа численностью всего 370 человек, созданная в 2011 г. по инициативе ФСК инвестиционной компанией ru-Net и тремя российскими фирмами: ЗАО «НОВИНТЕХ», ООО «ВОЛЬТА Системы Управления» и ООО «Энергософт ИК». Ею реализовано более 250 комплексных проектов во всех федеральных округах от Северо-Запада до Дальнего Востока на 150 подстанциях и 12 Центрах управления сетями ОАО ФСК ЕЭС и ОАО «Холдинг МРСК», 11 диспетчерских центрах ОАО «СО ЕЭС», филиалах ООО «Газпром Межрегионгаз», филиалах ОАО «РусГидро».

Созданная на волне интереса к «умным сетям», поднявшейся в 2010 г., VOLTA EG занимается проектированием в более широком контексте, чем собственно smart grids, в частности, защитой сетей энергоснабжения от киберугроз, а также обучением и тестированием персонала, сервисным обслуживанием и технической поддержкой. Когда ведущая организация в развитии отечественных «умных сетей» насчитывает менее 400 сотрудников и создана всего лишь в 2011 г., можно представить себе скромные масштабы этой инновационной деятельности для страны в целом. И, естественно, такая организация не ставит задачи международного сотрудничества в масштабном развитии российских «умных сетей».

Умные сети как средство снижения потерь. В сложившихся организационно-экономических условиях, когда интересы участников российского рынка электроэнергии не согласованы друг с другом и не ориентированы на улучшение функционирования, необходимо было выдвинуть цель, которая была бы понятна не только участникам энергетического рынка, сколько властным структурам и внешним наблюдателям. И такой целью стало снижение потерь при транспортировке электрической энергии.

Доля потерь в отечественной энергетике существенно выше, чем в развитых зарубежных странах. Во Франции потери в магистральных сетях составляют 2,1 %, в распределительных сетях 3,7 %. Потери в магистральных сетях Чехии и Австрии составляют всего 1,5 %, в распреде-

лительных сетях Австрии потери составляют 4,5 %, тогда как в Чехии, унаследовавшей социалистическое хозяйство Чехословакии, 7 % [Treatment, 2008].

Как видим, потери в распределительных сетях всегда выше, чем в магистральных. Тем более необоснованным выглядит определение главным получателем инвестиций на создание «умных сетей» ФСК, то есть организации, в сферу компетенции которой входят только магистральные сети. Впрочем, такому выбору есть объяснение.

Выделено три направления снижения потерь электроэнергии: снижение технических потерь; потерь, обусловленных погрешностями приборов учета, и коммерческих потерь электроэнергии. Некоторые меры приводят к одновременному снижению потерь по всем трем направлениям.

За счет сокращения потерь в электрических сетях можно сэкономить не менее чем 2,1 % электроэнергии. Такой уровень признан в Государственной программе энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период до 2020 г. Это примерно 2,8 млн т условного топлива, или около 22 млрд кВ ч электроэнергии (или 15 % электроэнергии, производимой на ГЭС). Но возможности экономии в сетях существенно больше, чем предполагается программой. Для этого нужно более строго определить масштабы потерь при передаче электроэнергии.

Пока существуют пять методов расчета потерь электроэнергии в сетях:

- 1) оперативных расчетов;
- 2) расчетных суток;
- 3) средних нагрузок;
- 4) учета числа часов наибольших потерь мощности;
- 5) оценки потерь по общей информации о нагрузках и схемах сети.

Методы не равноценны, самый точный — первый, наименее точный — пятый. Но чем точнее метод, тем выше затраты на его применение. Поскольку практика такова, что за потери платит потребитель, а расчеты, как правило, поручаются производителям, то используются наименее точные и наименее затратные методы.

При множественности методов расчета приведенная выше оценка потерь может считаться минимальной. Существуют и иные оценки, существенно более высокие. Ведущий специалист в данной теме профессор В.Э. Воротницкий [2014] доказывает, что в России потери электроэнергии по отношению к ее суммарному отпуску в сеть составляют 13,1 %. Для сравнения, в электрических сетях Минэнерго СССР в конце

1980-х годов они были равны 8,65 %, т. е. немногим больше, чем в современной Чехии¹.

Расхождения в оценках потерь связаны не только с множественностью методик, но и с тем, что Росстат не включает в статистический учет потерь сетей «Иркутскэнерго», «Татэнерго» и т. д., всего около 20 % электрических сетей страны.

Потери электроэнергии в электрических сетях можно считать удовлетворительными, если они не превышают 4–5 % от отпуска электроэнергии. Максимально допустимыми можно считать потери электроэнергии на уровне 10 %, при более высокой доле начинается повышенный физический износ сетей. То есть более высокие потери наносят вред основным фондам отрасли, который не компенсирует оплата потребителями этих потерь [Бохмат и др., 1998].

Программа интеллектуализации электрических сетей не сводится к простой экономии электроэнергии при ее транспортировке. Но поскольку в настоящее время существующая система российского бюджетного планирования в сфере энергетики ориентирована преимущественно на энергосбережение, разумно сейчас ориентироваться на этот эффект, присутствующий при интеллектуализации электрических сетей. Естественно, что должна быть проведена привязка этого народнохозяйственного эффекта к интересам отдельных субъектов (персонификация). Без этого сам народнохозяйственный эффект остается только на бумаге как абстрактная расчетная величина.

Умные сети как средство повышения качества электроэнергии. В России пока во многих сферах сохраняются советские обычаи. Применительно к электрическим сетям они выражаются в недооценке роли качества электрической энергии — согласно пришедшему к нам из плановой экономики ГОСТу 13109-97. Однако при переходе к рыночной экономике электроэнергия также становится товаром, к качеству которого имеет право предъявить свои требования потребитель. Только монопольное положение поставщика позволяет ему продавать электроэнергию сомнительного качества.

Как генерирующие, так и сетевые компании находятся в полной безопасности от рисков колебаний в потреблении электроэнергии конечными потребителями. В условиях советской плановой экономики уделялось очень мало внимания качеству электрической энергии. Этот дефект

¹ В.Э. Воротницкий — автор Методических рекомендаций по определению потерь электрической энергии в городских электрических сетях напряжением 10(6)-0,4 кВ, утвержденных Госстроем РФ 23.04.01.

сохранился до сих пор. Отсутствуют официальные методики расчета потерь от понижения качества электроэнергии. По этой причине невозможно определить уровень экономических потерь в целом по стране и влияние низкого качества на макроэкономические показатели. Один из мотивов внедрения «умных сетей» по всему миру состоит в стабилизации и повышении качества электроэнергии, в нашей стране данный мотив отсутствует.

Поначалу кажется, что ущерб возникает только у потребителей, но, как выясняется, ситуация сложнее. Помимо роста расходов на электроэнергию, обычно перекладываемых на потребителей, у всех приборов, потребляющих электроэнергию, увеличивается износ, сокращается период эксплуатации, учащаются отказы и повреждения. Двустороннее невнимание к качеству электроэнергии приводит к убыткам как потребителей, так и производителей электроэнергии.

В энергогенерирующих компаниях возрастают затраты на расходные материалы для генераторов, на ремонт поврежденных генераторов и приборов, на внутреннее энергопотребление, повышается расход топлива, масла и охлаждающей жидкости, более частыми становятся вибрации и поломки генераторов. Для всех участников рынка электроэнергии ухудшается качество изоляции, учащаются возгорания проводки и приборов

Есть одна категория потерь, которая имеет непосредственно заинтересованную сторону и является единственной, которую можно рассчитать относительно точно. Все прочие последствия оцениваются вероятностно, как увеличение рисков.

В расчетах экономической эффективности учитывается только этот компонент выгоды, получаемой в результате мероприятий по улучшению качества электроэнергии. Из этого не следует, что увеличение рисков — меньший ущерб, чем дополнительные издержки потребителей за некачественную электроэнергию. Скорее всего, именно увеличение вероятности техногенных аварий и несет наибольшие убытки как для производителей, так и для сетевых компаний, и для потребителей электроэнергии. Но будущие катастрофы не впечатляют никого из участников энергетического рынка.

Считалось, что нарушения в работе сети и понижение качества электроэнергии особенно сильны там, где есть мощные промышленные агрегаты (прокатные станы, сварочные агрегаты и электропечи), для которых характерны быстро меняющиеся нагрузки. Но сейчас такие же нарушения вносят бытовые приборы, владельцы которых в одно время вста-

ют утром и ложатся вечером, в одно время уезжают на работу и возвращаются с нее. Все это повышает требования к качеству электроэнергии.

Качество электроэнергии при ее передаче ухудшается вследствие трех причин: низкой устойчивости передачи, нестабильности напряжения и резонансных явлений. А кроме этого качество электроэнергии понижают еще гармоники высоких частот, искажение синусоиды, скачки реактивной мощности, фликкер-эффекты и многое другое. Остановимся только на стабильном напряжении, ради которого потребителям электроэнергии приходится нести затраты на приобретение стабилизаторов напряжения и источников бесперебойного питания.

При 10%-м долговременном повышении напряжения срок службы ламп накаливания уменьшается втрое. Еще быстрее выходят из строя светодиоды. При снижении напряжения на 10 % световой поток снижается на 30 %, т. е. лампочка в 60 Вт начинает светить как лампочка в 40 Вт. Энергосберегающие лампы при снижении напряжения на 15 % начинают мерцать. Это — лишь частный пример того, что при низком качестве электроэнергии технический прогресс в энергетике невозможен.

В электродвигателе переменного тока при нестандартном уровне напряжения появляется вращающееся магнитное поле, притормаживающее роторы. При работе падение напряжения на 15 % это уменьшает крутящий момент электродвигателя на 20 %. Как следствие, двигатель сильно разогревается, поскольку увеличивается ток через его обмотки, срок службы двигателя уменьшается.

При этом отклонение напряжения в 10 % допускается действующим ГОСТом. ГОСТ таков по той причине, что он учитывает исключительно ситуации включения или отключения мощных промышленных потребителей электроэнергии. Разработчики стандарта вряд ли могли предположить, что напряжение может резко упасть после показа по телевидению популярного сериала или футбольного матча, когда десятки или сотни тысяч горожан включают электрические чайники. Такое падение напряжения сокращает срок службы не только чайников, но и всего электрооборудования по всей сети.

В существенно большей мере отрицательно влияет на сохранность сетей и приборов краткий (менее тысячной доли секунды) скачок напряжения, который незаметен для стандартных приборов учета и контроля. Такой скачок на сети 220 В может превышать 2 кВ. Мгновенные скачки напряжения происходят при отключениях, подключениях и переключениях, срабатывании автоматов защиты, при работе сварочных аппаратов. Они вызывают аварии, в частности, может перегореть нулевой про-

вод или замкнуться на землю фазовый. В результате на корпусах незаземленных приборов появляется электрический потенциал, что приводит к несчастным случаям и пожарам. Импульсные скачки напряжения наиболее опасны для электроники. Иными словами, приборы ничего не заметили, но авария произошла или компьютеры сгорели. Сеть с некачественной электроэнергией тормозит компьютеризацию и внедрение электронных устройств.

Наряду с внутренними сетевыми источниками импульсных нарушений подачи электроэнергии существуют и внешние. Так, импульс может быть получен от воздействия атмосферного электричества в результате удара молнии в воздушную ЛЭП. Броски напряжения могут привести к полному прекращению транспорта электроэнергии.

Именно в этой части повышения качества электроэнергии оказалась включенной Российской академия наук. Объединенный институт высоких температур (директор — академик В.Е. Фортов) разработал «Способ моделирования разряда молнии», который необходим для «разработки адекватных, надежных и современных систем защиты электроэнергетического оборудования сетей 110–750 кВ». Именно это изобретение академик Фортов предложил как одно из основных при обсуждении путей развития российской энергетики. Для решения задач повышения качества электроэнергии необходимы сотни таких способов и тысячи вариантов устройств эти способы реализующих.

Все эти способы и устройства так или иначе связаны с силовой электроникой. Будучи чувствительной к качеству электроэнергии, силовая электроника при ее эксплуатации способствует его ухудшению. Одновременно именно силовая электроника является основным средством повышения качества электроэнергии.

Автоматическое включение резерва. Две крупнейших техногенных аварии в нашей стране (Чернобыль и Саяно-Шушенская ГЭС) произошли вследствие отсутствия возможности автоматического включения резерва (АВР). Это — плата за отставание в продвижении к «умным сетям». По этой причине оценка эффективности АВР должна учитывать риск техногенных аварий разных масштабов, включая самые значительные.

В отличие от зарубежной практики, когда любой потребитель может потребовать возмещения ущерба, понесенного им вследствие аварийного отключения, в нашей стране потребители разделены на категории.

Так, рассчитывать на возмещение ущерба могут только потребители первой категории, для которых перерыв электроснабжения может повлечь за собой:

- опасность для жизни людей,
- значительный ущерб предприятию,
- повреждение дорогостоящего основного оборудования,
- массовый брак продукции,
- расстройство сложного технологического процесса,
- нарушение функционирования особо важных элементов производственного цикла.

Только в этих случаях потребители первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания, а перерыв электроснабжения может быть допущен «лишь на время автоматического восстановления питания». Это неравноправие потребителей представляет собой рудимент советской системы хозяйствования, когда при полном господстве государственной собственности на средства производства категория потребителя электрической энергии определялась централизованно, исходя из соображений народнохозяйственной целесообразности.

Как и в случае с народнохозяйственным эффектом, народнохозяйственная целесообразность не вписывается в современные рыночные отношения. Она является элементом коррупционности, поскольку процедура определения того субъекта, интересы которого наиболее близки к этой целесообразности, законодательно не регламентирована.

Но если отвлечься от проблемы категорийности потребителей, которая тормозит развитие «умных сетей» в РФ, можно отметить те характеристики систем АВР внутри smart grids, которые отличают от устройств обычной автоматики. В умных сетях АВР должно срабатывать в прогнозном режиме, т. е. до того, как наступит или станет неизбежной аварийная ситуация. Новые АВР должны дифференцировать долговременное снижение напряжения от просадок напряжения, возникающих при запуске электродвигателей и других кратковременных нагрузках. При этом регулирование порога срабатывания должно осуществляться автоматически. Средства автоматического включения резерва должны сами выбирать приоритеты вводов, т. е. оценивать, какое включение лучше всего стабилизирует работу сети и повышает равномерность распределения нагрузки. АВР «умных сетей» должны помнить предыдущие отключения и включения с тем, чтобы иметь базу для сравнения их со складывающейся неблагоприятной или предаварийной ситуацией. Можно сказать, что в таких системах должны быть предусмотрены устройства, аналогичные «черным ящикам» в авиации, в которых хранится информация, необходимая для анализа и выводов на будущее.

Нечто аналогичное в существующих энергосистемах уже есть, но отсутствует адекватный математический аппарат анализа, который бы работал в автоматическом режиме.

Хранение энергии. В длительном теоретическом споре относительно того, представляет ли собой электроэнергия оказание услуги или товар, можно поставить точку. Если электроэнергию можно сохранять, то она, несомненно, является товаром.

Система хранения электроэнергии представляет собой неотъемлемый элемент «умной сети». Существует два варианта резерва — резервные источники энергии и накопители энергии (источники бесперебойного питания). Первый вариант считается наиболее приемлемым и распространенным, второй — более современным и перспективным. В нашей стране рубежом (несостоявшегося) перехода от первого варианта ко второму было энергообеспечение Олимпиады 2014 г. в Сочи. Все олимпийские объекты были отнесены к потребителям первой категории, для которых нормативно необходим резервный источник питания. Первоначально предполагалось, что будет сделан отечественный накопитель (бесперебойный источник питания), когда это не удалось, переориентировались на накопители зарубежного производства. Когда и этот вариант не прошел, решили установить несколько мощных импортных дизельных электростанций. Таким образом, была упущена возможность сделать прорыв в создании «умных сетей» за счет средств, направленных на проведение Олимпиады. Вместе с тем, за рубежом именно в годы российской подготовки к Олимпиаде произошел скачок в технологиях накопления электроэнергии. Наша страна упустила этот этап не только в связи с олимпиадой.

В данном аспекте можно отметить более прогрессивное отношение к проблеме Российской академии наук, которая именно в это время подвергалась болезненным реформам, инициированным сверху стороной, которая была (во всяком случае по данной проблеме) отстающей.

РАН подключилась в первую очередь именно к частной проблеме отключений и хранения информации в тематике «умных сетей». В Институте высоких температур РАН разработали взрывные размыкатели, которые в несколько микросекунд разрывают килоамперные токи. РАН решает еще одну близкую проблему: при попадании молнии в линию электропередач очень высоки аварийные потери — перенапряжения, короткие замыкания, ложное срабатывание автоматики и т. д. В том же институте разработан взрывомагнитный генератор, имитирующий удар

молнии в линию электропередач, в котором энергия взрывчатого вещества преобразуется в импульс электрического тока. Генератор возможно доставлять на реальные ЛЭП или подстанции для испытаний. Чтобы реализовать возможность такой доставки, нужно желание энергетических компаний сотрудничать с Российской академией наук.

Еще одна разработка академических институтов — технология дистанционного измерения высоких напряжений. До сих пор это делается с помощью специальных крупногабаритных трансформаторов. Ученые предложили использовать при измерениях оптоволоконные сети, с помощью которых возможно измерить изменение плоскости поляризации фарадеевского вращения, что напрямую связано с силой тока. Измерительное устройство в этом варианте становится портативным.

Сибирское отделение РАН оказалось вовлеченным в эту часть программы развития «умных сетей» благодаря сотрудничеству с корпорацией «Роснано». Одним из самых амбициозных проектов ОАО «Роснано» называли строительство в Новосибирской области завода «Лиотех» по выпуску литий-ионных аккумуляторов (ЛИА), которое знаменовало собой появление в РФ новой высокотехнологичной отрасли и обеспечивало доступ на молодой и чрезвычайно перспективный мировой рынок ЛИА.

Литий-ионными называют аккумуляторные батареи, катоды которых изготовлены из различных соединений лития. Первые образцы были изготовлены еще в 1970-х гг., но лишь в 1991 г., после того как технология была усовершенствована, фирма Sony начала коммерческое производство ЛИА, изготовленных на основе кобальтата лития (LiCoO_2) и кокса. В конце 1990—начале 2000-х гг. появились батареи на основе других солей лития: LiNiO_2 , LiMnO_2 , LiMn_2O_4 , LiFePO_4 , были созданы аккумуляторы с полимерным электролитом. Новые модификации ЛИА с улучшенными характеристиками, основанные на новых химических и конструктивных составляющих, появляются в среднем каждые полгода. В настоящее время ЛИА являются наиболее распространенными аккумуляторами в портативной электронике, но перспективы роста их потребления связаны в первую очередь с развитием рынка электро- и гибридных автомобилей и растущими потребностями в стационарных аккумуляторных батареях большой емкости.

Новосибирский завод «Лиотех» по производству литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) большой емкости должен был стать крупнейшим в мире. Установленная мощность производства к моменту его запуска в 2011 г. планировалась на уровне 300 млн ампер-часов в год, а в 2012 г.

должна была достичь 400 млн ампер-часов. Финансирование проекта осуществляли ГК «Роснано» и китайская Thunder Sky Group, на тот момент — один из мировых лидеров в производстве ЛИА большой емкости, то есть не для транспорта, а как раз для «умных сетей».

В качестве катодного сырья для новосибирского предприятия был выбран наноструктурированный литий-железо-фосфат (LiFePO_4), позволяющий достигать «наилучших характеристик аккумуляторов при их промышленном производстве»¹.

Официально завод был введен в строй в начале декабря 2011 г., серийное производство продукции началось через три месяца. К 2015 г. объем продаж батарей должен был превысить 35 млрд руб. в год.

На старте и в течение двух лет 80 % выпуска предполагалось экспортirовать в Китай. У Thunder Sky было подписано соглашение с FAW (один из крупнейших в Китае производителей автомобилей) по совместному созданию электробусов, большую заинтересованность в продукции высказывала компания-производитель автобусов из китайского Чанчуня.

Thunder Sky не рассчитывала, что в Китае так резко увеличится внутренний спрос на литий-железо-фосфат (с момента подписания договора до запуска завода прошло 4 года), и ей пришлось собирать сырье по всему миру. Российский партнер не захотел мириться с трудностями роста. Китайскую компанию сначала оштрафовали на 10 % акций — за нарушение дисциплины поставок, а потом вынудили выйти из проекта. Покинув проект, китайский партнер оставил его без сырья и без рынка сбыта. Первый год продукция «Лиотех» реализовывалась по цене почти в 2 раза ниже себестоимости

О стратегической ориентации ООО «Лиотех» на удовлетворение потребностей энергетического рынка учредители публично заявили только в конце 2013 г. Оценив бесперспективность попыток обосноваться на рынке электротранспорта, ОАО «Роснано» в конце 2013 г. приступило к переориентации на большую энергетику, т. е. фактически на «умные сети». Именно на этом и настаивали изначально руководители институтов СО РАН.

Предполагается, что теперь ООО «Лиотех» будет выпускать системы накопления энергии (СНЭ) на базе аккумуляторных батарей, ориентированные на энергетические компании. Для целей реализации стратегии принято решение о выделении проекту дополнительного финанси-

¹ В настоящее время передовой технологией считается литий-кремниевая.

рования в размере 447 млн рублей. ОАО «Русгидро» уже официально объявило о своем намерении внедрять «сетевые накопители энергии различной мощности на базе литий-ионных аккумуляторов» на своих объектах в изолированных энергосистемах Дальнего Востока и арктических территорий — на основании генерального соглашения с ОАО «Роснано» о стратегическом партнерстве.

По оценкам литиевые технологии начнут вытеснять свинцовые аккумуляторы из сегмента источников бесперебойного питания (ИБП) большой мощности (например, для энергообеспечения крупных потребителей, весьма чувствительных к надежности энергоснабжения: центров обработки данных, опасных объектов, обогатительных производств и т. д.). Появление литиевых технологий само по себе придает дополнительный импульс развитию этого сегмента, поскольку литиевые аккумуляторы предполагают большее в 5–7 раз количество циклов использования.

Но у новосибирского предприятия отсутствуют надежные источники сырья — катодной массы, а фактический отказ от научно-технического сопровождения со стороны СО РАН гарантирует неуспех на быстро развивающемся рынке высокотехнологичной продукции. «Росатому» или (от его имени) НЗХК необходимо оформить взаимоотношения с ООО «Катодные материалы», которому переданы оборудование и патент на производство литий-железо-фосфата. Эту технологию создавал Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, но с учеными за разработку не расплатились. Крупнейшие мировые компании, работающие в сфере литиевых технологий, каждые полгода объявляют об улучшении характеристик своей продукции. Поэтому технология, созданная в конце 2000-х гг., уже устарела.

История с «Лиотех» приводит к выводу, что какую бы рыночную лексику ни использовали руководители госкорпораций, они не приспособлены для рыночной экономики. «Роснано» этим особо не выделяется. История «Лиотеха» достаточно рядовая. Уже когда заключалось соглашение с китайской компанией, была очевидна непростая ситуация на мировом рынке литий-ионных батарей. Можно было увидеть, что их использование — слишком дорогая плата за отсутствие проводов в троллейбусном движении. Неустойчиво вели себя акции американских компаний, производящих литий-ионные батареи. Когда был запущен завод под Новосибирском, половина этих компаний обанкротилась, поскольку на рынок вышли конкуренты с более эффективными технологиями и продуктами. А если конкуренты вышли, когда завод уже работал, это

означает, что была волна патентов на их инновации перед банкротствами и выходом новых игроков на рынок литий-ионных батарей¹.

История «Лиотеха» заставляет по-новому взглянуть на специфически российскую проблему реализации программы создания «умных сетей». Определение ФСК как головной организации в данной программе имеет не только тот недостаток, что компетенция ФСК не распространяется на распределительные сети, основную область реализации программы. Не меньшим недостатком является и то, что государственная структура неповоротлива и будет ориентироваться на устаревшие технологии, как это и произошло в сцепке «Роснано» — «Лиотех». В августе 2014 г. было сообщено об остановке деятельности завода.

Причина двух неудачных попыток проникнуть на рынок силовой электроники состоит в том, что средства хранения энергии в сетях — лишь элемент решения более общей задачи. Наряду с развитием средств хранения шел прогресс в приборах, которые обеспечивают управление качеством электроэнергии. От пассивных фильтров в связке с тиристорными (или диодными) преобразователями произошел переход к системам FACTS (15–20 лет тому назад), в которых управление по току заменено на управление по напряжению на базе силовых триодов. Современные системы FACTS способны регулировать долю реактивной мощности в сети без конденсаторных батарей. Сейчас идет переход от систем FACTS к системам UPFC, позволяющим увеличить подачу электроэнергии сверх проектных мощностей существующих линий электропередачи за счет повышения качества электроэнергии. Пока систем UPFC в мире единицы, но за ними будущее.

Для контраста можно привести прогноз на 2030 г. из доклада восьми крупнейших отечественных специалистов по электроэнергетике: «Широко будут использоваться управляемые устройства (управляемые шунтирующие реакторы, тиристорные статические компенсаторы, продольная емкостная компенсация, объединенные регуляторы перетока мощности, фазоповоротные устройства, СТАТКОМы; устройства асинхронной связи — передачи и вставки постоянного тока, электромеханические преобразователи; накопители электрической энергии) и новые высокоэффективные системы управления электрическими сетями» [Волков и др., 2010]. Из этого следует, что до 2030 г. российские электрические сети предлагается развивать на базе тех технических устройств, какие

¹ Справедливо заметил Ф. Достоевский: «Чиновник уважает свой выбор». Зачем нужен мониторинг курсов акций и новых патентов, если сам А. Чубайс уже принял решение: «Заводу быть».

были известны уже 30 лет тому назад. Такая стратегия обрекает российскую энергетику на отставание в перспективе ближайших 15 лет.

Одна из причин невнимания к «умным сетям» со стороны академических институтов состоит в том, что их исследования по развитию транзита электроэнергии с востока РФ «выявили относительно высокую стоимость увеличения пропускной способности электрических связей, соизмеримую со стоимостью строительства электростанций». По этой причине предлагается строить новые магистральные линии электропередачи напряжением 220 и 500 кВ. При этом требуется как-то решать проблемы, ранее (в условиях централизованной плановой экономики) отсутствовавшие. К их числу относятся изменившееся земельное право. Чтобы проложить новую линию электропередачи через земли, находящиеся в чьей-то собственности, нужно будет либо понести расходы на приобретение земельных участков, либо согласиться на произвольно устанавливаемые сервитутные платежи. И это в корне изменяет ситуацию выбора «увеличивать пропускную способность существующих сетей» или «строить новые сети». Важная причина развития «умных сетей» в развитых зарубежных странах состоит в том, что с учетом действующего там земельного права невыгодно строить новые линии электропередач. По той же причине в Европе не распространены распределительные газопроводы, поскольку прокладка их затрагивает имущественные интересы множества юридических и физических лиц.

Этот недоучет изменившихся условий хозяйствования можно проследить и по другой мысли того же доклада: «При переходе к рыночным отношениям надежность становится экономической категорией, определяемой ценой, которую потребители согласны платить за заявленный уровень надежности. Это требует уточнения нормативных критериев балансовой и режимной надежности в сторону ужесточения этих критериев, в частности, повышения вероятности бездефицитной работы энергосистем — до величины порядка 0,9997 к концу рассматриваемого периода» [Там же. С. 8].

Автоматическая компенсация реактивной мощности. Для электрической сети в целом требуется равенство генерации и потребления активной и реактивной мощности. Основным нормативным показателем поддержания баланса активной мощности в каждый момент времени является частота переменного тока, которая служит общесистемным критерием. А основным нормативным показателем поддержания баланса реактивной мощности в каждый момент времени является уровень напряжения — местный критерий, который для каждого узла нагрузки

и каждой ступени номинального напряжения существенно различается. Поэтому в отличие от баланса активной мощности необходимо обеспечить баланс и резерв реактивной мощности не только в целом в энергосистеме, но и в узлах нагрузки.

С другой стороны, при рыночных отношениях существенно выросла стоимость строительства новых высоковольтных линий. В этих условиях актуальным становится максимальное использование в режимах с повышенной пропускной способностью действующих и вновь сооружаемых линий электропередачи за счет применения различных устройств управляемой компенсации реактивной мощности.

Полная мощность, определяющая расчетные токи и напряжения сети, состоит из передаваемой в нагрузку активной составляющей и неактивных составляющих мощности (реактивной, искажения и асимметрии), которые отрицательно влияют на режимы работы электрической сети и показатели качества электроэнергии. В частности, реактивный ток дополнительно загружает высоковольтные линии и трансформаторы, приводит к увеличению потерь активной и реактивной мощности, влияет на уровни напряжения у потребителя. Присутствие реактивной энергии в электрической сети приводит к возрастанию линейных токов, из-за чего происходят частые перепады напряжения в распределительных линиях и дополнительные потери мощности.

Основная цель компенсаторов реактивной мощности состоит в оптимизации работы электросети за счет снижения энергопотребления и увеличения доступной мощности. Эти устройства позволяют, в частности, на 5–10 % уменьшить выбросы CO₂, компенсировать провалы напряжения и снизить вероятность аварий, не допускать преждевременного старения электротехнического оборудования и порчи его компонентов.

Переход к «умным сетям» в этой части состоит в том, что в обычных сетях компенсаторы представляют собой батареи конденсаторов, а в smart grids они заменяются или дополняются приборами силовой электроники. Это дополнительное оборудование (дроссели, контроллеры, контакторы и пр.), как правило, относится к ноу-хау крупных компаний.

Примером эффективности может служить установка 70 конденсаторных батарей с антирезонансными дросселями производства германской компании Schneider Electric в мадридском аэропорту, в результате которой получено 10 % экономии потребления и сокращение затрат на электроэнергию на 18 %.

Реактивная мощность — лишь часть потерь электроэнергии в сетях. Потери появляются при колебаниях частоты и напряжения, при измене-

нии формы колебаний тока и напряжения (несинусоидальности). Но из прочих можно особо выделить несбалансированность нагрузки по фазам. В «умных сетях» этот недостаток устраняется автоматически.

Поддержание синусоидальности напряжения. Несинусоидальностью напряжения называется искажение синусоидальной формы кривой напряжения в сетях переменного тока. Любой потребитель с нелинейной вольт-амперной характеристикой потребляет ток, форма кривой которого отличается от синусоидальной: офисная и бытовая техника, трансформаторы, синхронные двигатели, сварочные установки, статические преобразователи, дуговые и индукционные печи, газоразрядные осветительные приборы и так далее. Любые полупроводниковые преобразователи (выпрямители и пр.) потребляют ток трапециевидной формы, выхватывающие из синусоиды прямоугольные элементы. Короче, практически все потребители имеют нелинейную вольт-амперную характеристику. Исключение составляли только уходящие в прошлое лампы накаливания. Пришедшие на их смену светодиоды и прочие энергосберегающие светильные приборы поставили электрические сети перед необходимостью «поумнеть» даже в сегменте электрического освещения.

Проистекающее от потребителей искажение синусоидальной формы кривой напряжения влияет на работу электрооборудования: выходят из строя компьютеры, неправильно срабатывают устройства управления и защиты, повышается риск пробоя кабелей и конденсаторов, более частыми становятся короткие замыкания на землю.

Возрастают суммарные потери электрической мощности в трансформаторах и электрических машинах. При искажении синусоидальной формы всего на 10 % потери в сетях промышленных предприятий и железнодорожного транспорта могут достигать 15 %. Искажается учет электроэнергии индукционными счетчиками из-за того, что искаженная синусоида тормозит вращение диска. Это приводит к занижению объема потребленной электроэнергии и, соответственно, к убыткам поставщиков. По этой причине интеллектуальные приборы учета электроэнергии, являющиеся неотъемлемым элементом «умных сетей», в обязательном порядке имеют подсистему анализа отклонений напряжения от синусоидальной формы.

Автоматическая балансировка фаз. Для трехфазных симметричных нагрузок необходим контроль перекоса фаз. В случае мощных однофазных нагрузок контроль перекоса фаз будет вызывать частое срабатывание АВР. Такое частое срабатывание — одна из специфических проблем российской энергетики. Происходит оно вследствие того, что,

как правило, отсутствуют математические (электронные) модели распределительных сетей. Поэтому, если причина аварии не очевидна, она устраняется методом проб и ошибок.

Модернизация электрических сетей РФ и внедрение технологии «умных» сетей не сводятся к общей экономии электроэнергии. Это позволяет экономить ее в тех точках, где такая экономия действительно необходима, — максимально близко к потребителям. Устройства автоматики повышают пропускную способность и устойчивость сетей, что особенно важно для сильно загруженных энергосистем. Становится возможным экономить на инвестициях в строительство новых линий электропередачи.

Итак, помимо сбережения энергии, автоматизация и интеллектуализация электрических сетей обеспечивает двухсекторную экономию инвестиций — в генерирующие мощности и сами электрические сети, а также позволяет экономить на фонде заработной платы за счет сокращения обслуживающего персонала.

Объединение электрических сетей в единую энергосистему экономически выгодно не только из-за совместного использования резервов, но и потому, что становится возможной торговля электроэнергией между разными сетями. Однако недостаток такого подхода — легкое распространение аварийных ситуаций из части объединенной сети в другую. Решить эту проблему позволяют «межсетевой экран», высоковольтные ЛЭП, работающие на постоянном токе (HVDC). Соединение HVDC может полностью контролировать передачу энергии, но не подвержено перегрузкам и не допускает распространения токовых бросков.

Модернизация сетей приводит к большей устойчивости энергоснабжения, сокращению числа аварий и нештатных режимов. Для повышения устойчивости энергосистем используются вставки постоянного тока (ВПТ). При помощи ВПТ возможно связать энергосистемы с разной частотой, при этом сохраняется возможность передачи мощности между этими энергосистемами. ВПТ применяется для объединения любых энергосистем, где требуется регулирование реактивной мощности в широком диапазоне, в том числе и по межсистемным связям, мощность которых мала по сравнению с мощностью энергосистем, которые они связывают. Вставки постоянного тока повышают «интеллектуальный уровень» распределительных электрических сетей тем, что они облегчают работу средств интеллектуальной автоматики, которая отвечает за работу только участка сети, отделенного от других с помощью ВПТ.

Интеллектуальные измерения. Для развития «умных сетей» требуется не обычные электрические счетчики, а интеллектуальные приборы учета, которые представляют собой достаточно сложные измерительные и вычислительные устройства. В Европе ежегодно в рамках программы развития «умных сетей» поставлена задача заменять не менее 30 млн счетчиков на интеллектуальные приборы учета. В результате к 2020 г. почти 70 % электрических счетчиков в Европе (90 % в Западной Европе) будут заменены. Новое поколение приборов учета измеряет до 10 параметров действующей электрической сети, помимо потребленной электроэнергии: напряжение, реактивную мощность, отклонение переменного тока от синусоидальной формы, отклонение от стандартной частоты и т. п. Эти приборы учета оснащены средствами дистанционного считывания или выходом в Интернет, защищены от внешнего вмешательства, способны сохранять накопленную информацию не только внутри себя, но и в соседних приборах учета. Самым крупным отечественным производителем таких приборов учета в РФ является компания «Радио и микроэлектроника» (Новосибирск), благодаря которой в России установлены 1,5 млн интеллектуальных приборов учета.

Без новых приборов учета невозможно вовлечение потребителей в активное участие на рынке электроэнергии. Массовая установка «умных» приборов учета приводит к привыканию потребителей к тому, что они располагают очень подробной информацией о поставках им электроэнергии.

В Евросоюзе интеллектуальные приборы учета вписывались ранее в так называемую «стратегию 20–20–20». Единая экологическая стратегия до 2020 года 20–20–20 выдвинула цель сократить уровень выбросов углекислого газа в атмосферу на 20 % (по сравнению с уровнем 1999 г.), увеличить долю энергии из возобновляемых источников до 20 % и сократить общие энергозатраты на 20 %.

Это — одна из многих стратегических программ Евросоюза. Ее предваряла так называемая Лиссабонская стратегия, в которой зафиксировано намерение сделать Европейский Союз самой конкурентоспособной экономикой мира и к 2010 г. достичь полной занятости. Хотя эта задача не была выполнена, это показывает принципиальные отличия нашего подхода к проблеме «умных сетей» от принятого в Европе.

В зарубежной концепции определяется общая энергетическая стратегия, затем составляется список приоритетных задач. В российской постановке реализация стратегии 20–20–20 обойдется Евросоюзу пример-

но в 1 трлн евро до 2020 года. При этом налицо парадоксальные для нашего менталитета последствия: расходы на энергию каждой семьи могут сократиться на 1000 евро в год. Если в нашей российской постановке, инвестиционные средства должны вернуться инвестору, то в рассматриваемой нами европейской постановке средства вкладывает государство, а выгоды получают домохозяйства.

* * *

Распределенная энергетика невозможна без наличия «умных сетей», которые создают возможности включения в энергосистему солнечных и ветровых электростанций, а также любых иных источников негарантированного получения электроэнергии.

Россия в создании «умных сетей» существенно отстает не только от развитых стран, но и от КНР и других развивающихся стран.

Существуют системные преграды развитию «умных сетей», прежде всего, неравноправное положение поставщика и потребителя на рынке электроэнергии.

Технические инновации, какие требуется внедрять, очевидны, но экономические предпосылки такого внедрения отсутствуют, поскольку поставщики электроэнергии имеют возможность продавать электроэнергию невысокого качества и заставить потребителей платить за те потери, которые связаны с устаревшей технической базой и неэффективными методами хозяйствования.

Литература

Андринко Л. Расклад на платформах. 2011 // <http://www.raso.ru/articles/article33132.html> (дата обращения 4.5.2013).

Бараков В.С. Моделирование экономического развития регионов с учетом потенциала модернизационных преобразований // Фундаментальные исследования. 2013. № 6. С. 939–944.

Баранов А.О., Неустроев Д.О. Взаимоувязка макромоделей и точечных динамических межотраслевых моделей с позиции отображения влияния инновационных процессов на развитие экономической системы // Инновационное развитие Сибири: Теория, методы, эксперименты / Отв. ред. В.И. Суслов. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2011. С. 53–64.

Бессонов В.А., Гимпельсон В.Е., Кузьминов Я.И., Ясин Е.Г. Производительность и факторы долгосрочного развития российской экономики. 2010.//<http://www.hse.ru/data/2010/10/29/1220370102/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%D2%0%D0%B8%D2%0%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B.pdf>

Блайт У. Экономика переходного периода: сектор электроэнергетики // Информационный доклад / Международное энергетическое агентство, 2011. С. 38.

Бобылев Г.В., Попельюх А.И. Форсайт-проект «Машиностроение и металлообработка» // Инновационное развитие Сибири: теория, методы, эксперименты / Отв. ред. В.И. Суслов. Новосибирск: Нонпарель, 2011. С. 256–281.

Бохмат И.С., Воротницкий В.Э., Татаринов Е.П. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах // Электрические станции. 1998. № 9.

Валиева О. Российские региональные инновационные системы. Характеристика и анализ. Saarbrucken: LAP Lambert Academic Pub., 2011. 192 р.

Ведение бизнеса в России-2012. Сравнение регулирования предпринимательской деятельности в 30 городах России и 183 странах. Субнациональная серия. Совместная публикация Международной финансовой корпорации и Всемирного банка. М: Алекс, 2012 // <http://russian.doingbusiness.org/~media/FPDKM/Doing%20Business/Documents/Subnational-Reports/DB12-Sub-Russia-russian.pdf> (дата обращения 20.02.2014).

Ведение бизнеса-2014 // <http://russian.doingbusiness.org/~media/GIAWB/Doing%20Business/Documents/Annual-Reports/Foreign/DB14-minibook-russian.pdf> (дата обращения 21.07.2014).

Веселов Ф.В. Интеллектуальные электрические сети: <http://ruscable.3dn.ru>.

Винокуров В.И. Основные термины и определения в сфере инноваций // Инновации. 2005. № 4. С. 6–22.

Волков Э.П., Баринов В.А., Маневич А.С. и др. Перспективы развития электроэнергетики России до 2030 г. Доклад на Объединенном симпозиуме «Энергетические связи между Россией и Восточной Азией», сентябрь 2010. С. 6 // <http://www.sei.irk.ru/symp2010/papers/RUS/S1-04r.pdf>

Воротницкий В.Э. Нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях: результаты, проблемы, пути решения // Энергоэксперт. 2007. № 3. С. 10–19.

Воротницкий В.Э. Снижение потерь электроэнергии — важнейший путь энергосбережения в электрических сетях // Энергосбережение. 2014. № 3.

Гапоненко А. Контуры научноемкой экономики // Экономика. 2005. № 10. С. 56–66.

Гараджса В.И. Социология религии. М.: ИНФРА-М, 2005. 348 с.

Голиченко О.Г. Модернизация и реформирование инновационной стратегии России: проблемы и решения // Вопросы экономики. 2010. № 8. С. 41–53.

Голиченко О.Г. Национальная инновационная систем России: Состояние и перспективы развития. М.: Наука, 2006.

Горбачева Н.В., Кузнецов А.В., Фурсенко Н.О. Форсайт-исследование технологий угольной генерации энергии // Инновационное развитие Сибири: теория, методы, эксперименты. Новосибирск: Нонпарель, 2011. С. 223–255.

Дежина И.Г. Особенности российской «тройной спирали» отношений между государством, наукой и бизнесом // Инновации. 2011. № 4. С.47–55.

Деловая Россия (2011). План «Новая Индустриализация». <http://www.deloros.ru/main.php?mid=368>

Дерлугьян Г. Чисто империалистическое самоубийство // Эксперт. 2014. № 31–33. С. 28–33.

Дерлугьян Г., Валлерстайн И. История одного падения // Эксперт онлайн / <http://expert.ru/expert/2012/01/istoriya-odnogo-padeniya/> (дата обращения 5.07.2014).

Джемала М. Корпоративная «дорожная карта» // Российский журнал менеджмента. 2008. Т. 6, № 4.

Дорожные карты для энергетических технологий: руководство для разработки и реализации / Международное энергетическое агентство, 2011.

Дробышевский С. Бремя мозга // Эксперт. 2013. № 37. С. 70–76.

Друкер П. Бизнес и инновации. М.: Вильямс, 2007. 432 с.

Евсеенко А.В., Кулешов В.В., Унтура Г.А. Модернизация секторов научно-образовательной и инновационной деятельности в Сибири // Современная роль экономики Сибири в народнохозяйственном комплексе России / Отв. ред. В.В. Кулешов. Новосибирск, 2014. С. 137–196.

Иванов В.В. и др. Национальные инновационные системы в России и ЕС / Центр исследований проблем развития науки РАН. М., 2006.

Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1987.

ИГД СО РАН. Аннотации докладов конференции «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды». Июль, 2010 // <http://www.misd.nsc.ru/publishing/proceedings/> (дата обращения 10.05.2014).

Имамутдинов И. Сети становятся умнее // Эксперт. 2010. № 8.

Инвестиционный потенциал российских регионов в 2013 году / Эксперт-онлайн // http://expert.ru/ratings/investitsionnyij-potentsial-rossijskih-regionov-v-2013-godu_0/. (дата обращения 25.04.2014).

Индексы интенсивности промышленного производства. Январь 2000 – июнь 2014, доклад НИУ ВШЭ, рук. Баранов Э.Ф. http://www.hse.ru/data/2014/07/18/1311137354/iipp_14-06.pdf

Индикаторы инновационной деятельности: 2012: Стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2012.

Индикаторы инновационной деятельности 2014: Стат. сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2014.

Индикаторы науки: 2012: Стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2012.

Индикаторы науки: 2014: Стат. сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2014.

Инновационное развитие России: проблемы и решения. М.: АНКИЛ, 2013. 1210 с.

Инновационное развитие, экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями, М.: Научная мысль, 2013. 624 с.

Инновационные технологии в энергетике / Под общ. ред. Н.В. Клячковой. Иваново: Научная мысль, 2011. С. 228.

Инновационный вектор экономики знания / Науч. ред. Г.А. Унтура. Новосибирск, Наука, 2011. 271 с.

Иноземцев В.Л., Красильщиков В.А., Медовников Д.С. и др. Модернизация России: условия, предпосылки, шансы. Сб статей и материалов. Вып. 1 / Центр исследований постиндустриального общества, 2009.

Интервью с академиком РАН А.А. Макаровым «Возможности и стратегические приоритеты инновационного развития энергетики» // Инновации. 2010. № 12 (146). С. 3–6.

Интервью с Сергеем Мироновским «Как снова вернуться в рынок» // Российская газета (Федеральный выпуск). 2012. № 5792.

Ицкович Г. Тройная спираль: университеты—предприятия—государство: инновации в действии. Томск, Изд-во Томского гос. ун-та систем управления, 2010.

Казанцев С.В. Масштабы инновационной деятельности в субъектах Федерации // Регион: экономика и социология. 2012. № 4. С. 111–138.

Канева М.А. Типология «вход—выход—результаты—последствия» и показатели оценки инновационного потенциала в РФ // Исследования молодых ученых: отраслевая и региональная экономика, инновации, финансы и социология / Под ред. С.А. Суспицына и др. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2011. С. 329–337.

Канева М.А., Унтура Г.А. Диагностика инновационного развития Сибири // Регион: экономика и социология. 2013. № 2. С. 173–196.

Киселев В.Н. Сравнительный анализ инновационной активности субъектов Российской Федерации // Инновации. 2010. № 4.

Клейнер Г.Б. Системная модернизация российской экономики // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летнему юбилею ВЗФЭИ. М.: ВЗФЭИ, 2011 // http://kleiner.ru/arpab/sisorikros_2011.html (дата обращения 18.07.2014).

Коврыжко В.В. Экономическая модернизация трансформирующихся экономик // Journal of Economic Regulation (Вопросы регулирования экономики). 2010. Т. 1, вып. 1 // Научная библиотека КиберЛенинка: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-modernizatsiya-transformiruyuschihsya-ekonomik#ixzz3GCFe8ZY5> (дата обращения 10.07.2014).

Корная Я. Инновации и динамизм: взаимосвязь систем и технического прогресса // Вопросы экономики. 2012. № 4. С. 4–31.

Кравченко Н.А. К проблеме измерения и оценки региональных инновационных систем // ЭКО. 2010. № 1. С. 61–75.

Кравченко Н.А., Бобылев Г.В., Валиева О.В., Федоров А.А. Конкурентоспособность на основе инноваций: международное позиционирование России // Проблемы прогнозирования. 2013. № 5. С. 90–100.

Криворучек А. Для Минпромторга подготовили программу импортозамещения судовых материалов и комплектующих // <http://izvestia.ru/news/571667> (дата обращения 22.07.2014 г.).

Кузнецов Ю.А., Мичасова О.В. Обобщенная модель экономического роста с учетом накопления человеческого капитала. I // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2010а. № 1. С. 171–178.

Кузнецов Ю.А., Мичасова О.В. Обобщенная модель экономического роста с учетом накопления человеческого капитала. II // Там же. 2010б. № 2. С. 151–158.

Кузнецов Ю.А., Мичасова О.В. Обобщенная модель экономического роста с учетом накопления человеческого капитала. III // Там же. 2010в. № 3. С. 177–190.

Кузык Ю. Что такое дорожная карта // Журнал новые знания. 2011 // <http://novznania.ru/?p=358> (дата обращения 11.05.2013).

Кузык Б.Н., Яковец Ю.В. Россия — 2050: стратегия инновационного прорыва. М. Экономика, 2004.

Кук Д., Антонюк А., Мюррей И. К более эффективной и инновационной электроэнергетике в России // Материалы для дискуссии / Международное энергетическое агентство, 2012. С. 22.

Кулешов В.В., Унтура Г.А., Евсеенко А.В. Наука, образование, инновационные центры: региональные аспекты интеграции // ЭКО. 2012. № 9. С. 95–113.

Кун Т.С. Структура научных революций / Пер с англ И.З. Налетова. М., 1975.

Лавровский Б.Л. К вопросу об изменении инновационного фактора: региональный аспект // Регион: экономика и социология. 2012. № 4. С. 171–182.

Лавровский Б.Л., Горюшкина Е.А., Шильчин Е.А. Региональные дисбалансы: Россия и Сибирь: монография / Под ред. член-корр. РАН В.И. Суслова. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. 306 с.

Левицкий Е.М. Влияние факторов научно-технического прогресса на рост экономики // Технологический прогресс и экономическое развитие: сб. науч. тр. / Отв. ред. Э.Б. Голланд, Т.А. Рыбакова. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1991. С. 174–188.

Ливанов Д., Рогачев М. Инновации: путь развития // Ведомости. 2010. 30.06. // http://taxpravo.ru/analitika/statya-104952-innovatsii_put_razvitiya (дата обращения 8.09.2014).

Лорен Г. Сможет ли Россия конкурировать? История инноваций в царской, советской и современной России. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 272 с.

Маевский В.И. Эволюционная теория и технологический прогресс // Вопросы экономики. 2001. № 11. С. 4–16.

Маевский В.И. Я. Корнаи, Й. Шумпетер и экономическая теория (тезисы доклада). http://www.inecon.org/docs/Mayevsky_abstract.pdf, 2012.

Макаров В.Л. Обзор математических моделей экономики с инновациями // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45, вып 1. С. 3–14.

Макаров В.Л. Экономика знаний: уроки для России // Вестник РАН. Т. 73, № 5. С. 450.

Макаров В.Л. Экономика знаний: уроки для России // Наука и жизнь. 2003. № 5. С. 26 – 36.

Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бахтизина Н.В. Вычислимая модель экономики знаний // Экономика и математические методы. 2009. № 1.

Марков Л.С., Ягольницер М.А. Кластеры: формализация взаимосвязей в неформализованных производственных структурах. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2006.

Методика расчета показателей «Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте» и «Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом региональном продукте субъекта Российской Федерации». Утверждена Приказом Росстата от 14.01.2014 № 21 // www.gks.ru/metod/metodika_21.docx

Миндели Л.Э., Пипия Л.К. Концептуальные аспекты формирования экономики знаний // Проблемы прогнозирования. 2007. № 3. С. 115–136.

Модернизация российской экономики: структурный потенциал. Авторский коллектив / Отв. ред. Н.И. Иванова. М.: ИМЭМО РАН, 2010.

Моисеев В.И. Презентация ИСИ. М., 2012.

НАИРИТ подводит итоги Рейтинга инновационной активности регионов-2012. Инновационная активность регионов растет // <http://nair-it.ru/news/04.07.2013/405>.

Национальная инновационная система и государственная инновационная политика Российской Федерации: Базовый доклад к обзору ОЭСР национальной инновационной системы Российской Федерации. М., 2009.

Национальные счета России в 1989–1996 годах: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 1997. 117 с.

Национальные счета России в 1994–2001 годах: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 2002. 213 с.

Национальные счета России в 1997–2004 годах: Стат. сб. / Росстат. М., 2005. 211 с.

Национальные счета России в 2002–2009 годах: Стат. сб. / Росстат. М., 2010. 325 с.

Национальные счета России в 2004–2011 годах: Стат. сб. / Росстат. М., 2012. 344 с.

Неустроев Д.О. Модель экономического роста Узавы—Лукаса с отражением использования природных ресурсов // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер.: Социально-экономические науки. 2012. Т. 12, № 4. С. 5–17.

Новая индустриализация в России и третья промышленная революция. Strategy Partners Group (2013). <http://strategy.ru/UserFiles/File/presentations/2013%2002%20SPG%20on%20New%20Industrialisation%20in%20Russia.pdf>

Новая экономика – шанс для России: Тезисы/ Кузьминов Я.И., Яковлев А.А., Гохберг Л.М. и др. Препринт. М.: ГУ ВШЭ, 2003.

Обзоры ОЭСР по инновационной политике: Российская Федерация. М., 2011.

ОНН: впервые Россия вошла в топ-3 по притоку прямых инвестиций // <http://www.bfm.ru/news/245335?doctype=news> (дата обращения 15.07.2014).

От перераспределения благ к созданию процветания: выводы из Индекса глобальной конкурентоспособности (из доклада Всемирного экономического форума и Евразийского института конкурентоспособности) // Вопросы экономики. 2011. № 8. С. 4–40.

Перечень критических технологий Российской Федерации // http://news.kremlin.ru/ref_notes/988 (дата обращения 17.01.2013).

Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях. М.: Статистика, 1980.

Плясовских А. Может ли христианство привести Россию к возрождению ее экономической мощи. <http://www.invictory.com/library/post-5152-impact.html>, 2011

Полтерович В.М. Стратегии модернизации, институты и коалиции // Вопросы экономики. 2008. № 4.

Полтерович В.М. Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // Вопросы экономики. 2009а. № 6. С. 4–23.

Полтерович В.М. Принципы формирования национальной инновационной системы // Проблемы теории и практики управления. 2009б. № 11. С. 8–19.

Полтерович В.М. Проблема формирования национальной инновационной системы // Экономика и математические методы. 2009в. № 2. С. 3–18.

Полтерович В., Тонис А. Абсорбционные и инновационные способности страны: проблема измерения // II Всероссийская конференция. Экономический рост, ресурсозависимость и социально-экономическое неравенство. ЭМИ РАН Санкт-Петербург, 27–29 октября 2010 г. Пленарные доклады. СПб.: ЭМИ РАН, 2014.

Полякова А.Г. Концептуальные основы модернизации экономики регионов // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 323.

Понtryгин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Миценко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1983. 392 с.

Попелюх А.И. Отчет о НИР «Оценка инвестиционных затрат на модернизацию отдельных направлений машиностроительной отрасли Сибири» / НГТУ. Новосибирск, 2011.

Портал государственных программ Российской Федерации. Перечень государственных программ // <http://programs.gov.ru/Portal/programs/list#> (дата обращения 10.09.2014).

Примаков Е. (2012). Новая индустриализация. <http://www.rg.ru/2012/06/09/primakov.html>

Путин В. Россия на рубеже тысячелетий. 1999 // http://www.ng.ru/politics/1999-12-30/4_millenium.html

Путин: Россия должна увеличить производительность труда в четыре раза. 2008 // <http://www.rg.ru/2008/02/08/putin-trud-anons.html>

Региональная инновационная политика. Приоритеты и механизмы развития. М.: Нестор-История, 2013. 219 с.

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2007: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2013. Стат. сб. / Росстат. М.: Статистика России.

Регионы России: социально-экономические показатели. 2013. Стат. сб. / Росстат. М., 2013. 990 с.

Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов // Эксперт. 2011. № 50. С. 97.

Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов России // Эксперт. 2013. № 50. С. 129.

Рейтинг инновационного развития субъектов РФ. Аналитический доклад ГУВШЭ // <http://www.hse.ru/primarydata/rir2012>.

Рекомендации по совершенствованию российских институтов инновационного развития / РЭШ. М., 2012. <http://www.forinnovations.ru/>

Репин А.А., Алексеев С.Е., Попелюх А.И. Методы повышения надежности деталей ударных машин // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2012. № 4. С. 94–101.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 1996. 1202 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 1997. 749 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 1998. 813 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 1999. 621 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 2000. 642 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 2001. 679 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 2002. 690 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 2003. 705 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Росстат. М., 2007. 825 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Росстат. М., 2008. 847 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Росстат. М., 2009. 795 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Росстат. М., 2011. 795 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Росстат. М., 2004. 725 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Росстат. М., 2005. 819 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Росстат. М., 2006. 806 с.

Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Росстат. М., 2010. 813 с.

Россия регионов: в каком социальном пространстве мы живем? М.: Поматур, 2005.

Россия: Модернизация экономики. Серия публикаций ОЭСР о «Лучшей политике» (2013). OECD, Paris. <http://www.oecd.org/russia/Modernising-the-Economy-RU.pdf>

Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Третье издание. Перевод с английского. Изд. второе исправленное. М., 2010. 107 с.

Сайт Economicus.Ru, «Показатели концентрации продавцов на рынке»: <http://io.economicus.ru/index.php?file=1-1>

Сайт Всемирного банка: www.data.worldbank.org/products/wdi

Сайт Отчета о развитии человечества: <https://data.undp.org/dataset/Human-Development-Index-HDI-value/8ruz-shxu>

Сайт Центра международных исследований Пенсильванского университета: https://pwt.sas.upenn.edu/php_site/pwt_index.php

Семенова Р.И. Сравнительный анализ применения инструментов поддержки инновационной деятельности, а также механизмов реализации инновационной политики в субъектах Российской Федерации: выявление лучших практик // <http://regconf.hse.ru/uploads/c7f5b686a8a833cd2b357bd0155ac33739b4233b.doc>.

Симаранов Ю. Продуктовые дорожные карты как инструмент экспертизы и управления инновационными проектами. 2009 // <https://sites.google.com/site/krasnanoseminar/ar-hvosty/rus-nano-z-/rus-nano-z-4> (дата обращения 10.5.2013).

Синергия пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания / Отв. ред. Пилясов А.Н. М.: Ойкумена, 2012. 759 с.

Сиротин В.П., Кузьмин О.М. Моделирование инновационного потенциала региона // finbiz.spb.ru/download/4_2008_sirotin.pdf.

Смоляницкий Б.Н. Перспектива развития технологий проходки протяженных скважин в породном массиве, строительства и эксплуатации подземных объектов // Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды:

Тр. всерос. конф. с участием иностранных ученых 9–12 октября 2012 г. В II т. Т. II. Машиноведение. Новосибирск: Ин-т горного дела СО РАН, 2012. С. 3–10.

Статистика инноваций в России. http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/ind_2020/pril3.pdf

Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утверждена Распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р. / www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124 (Режим доступа: 12.11.2012).

Стратегия инновационного развития Российской Федерации до 2020 г. Утверждена распоряжением Правительством РФ 08.12.2011 № 2227-р.

Стратегия модернизации российской экономики / Отв. ред. В.М. Полтерович. СПб.: Алетейя, 2010.

Стратегия развития науки и инновации в Российской Федерации на период до 2015 г. Утверждена Межведомственной комиссией по научно-инновационной политике Министерства образования и науки, 15.02.2006 г.

Суслов В.И. Синергия региональных инновационных систем // *Инновации*. 2012. № 1. С. 11–14.

Суслов В.И., Ибрагимов Н.М., Талышева Л.П., Цыплаков А.А. Эконометрия. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 744 с.

Суслов В.И., Горбачева Н.В., Кузнецов А.В., Фурсенко Н.О. Форсайт-исследование технологий угольной генерации энергии // *ЭКО*. 2011. № 4. С. 60–71.

Суслов В.И., Бобылев Г.В., Горбачёва Н.В. и др. Применение методологии форсайта для отдельных отраслей экономики Сибири // *Инновационное развитие России: проблемы и решения* / Под ред. М.А. Эскиндара, С.Н. Сильвестрова. М.: Анкил, 2013. С. 792–831.

Тенденции развития промышленности ЦМАКП/ ГУ ВШЭ, 2014. http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Analytics/PROM/2014/Trends_2014_06_17.pdf

Угольная генерация: перспективы и тормоза // Независимая газета. 2008. 10.06.

Указ Президента РФ от 07.05.2012 № 596 «О долгосрочной экономической политике» (пункт «д» раздела 1).

Унтура Г.А. Innovations as the Foundation for Regional Economic Development and Growth // Социально-экономическая и индустриально-инновационная модернизация Казахстана: проблемы и перспективы: материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Алматы, 15 июня 2012 г. Алматы, 2012. С. 118–120.

Унтура Г.А. Перспективные вложения для развития экономики знаний: общероссийские и региональные тенденции // Регион: экономика и социология. 2009. № 1. С. 64–84.

Унтура Г.А. Стратегическая поддержка регионов России: проблемы оценки статуса территорий инноваций // Регион. 2012. № 1. С. 123–141.

Унтура Г.А., Комиссарова И.Г., Ушаков Ф.А. Методы обработки данных для построения комплексных (интегральных) индикаторов и классификации объектов. Новосибирск: Изд-во НГУ, 1998. 75 с.

Унтура Г.А., Есикова Т.Н., Зайцев И.Д., Морошкина О.Н. Проблемы и инструменты аналитики инновационного развития субъектов РФ // Вестник НГУ. Сер.: Социально-экономические науки. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 81–100.

Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации, официальный сайт // <http://www.gks.ru> (дата доступа 05.05.2014).

Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон “О науке и государственной научно-технической политике”» № 254-ФЗ от 21 июля 2011 года.

Филиппов П. Леопард против «Абрамса». 2004 // http://nvo.ng.ru/armament/2004-12-17/6_tanks.html (дата обращения 3.02.2013).

Фортов В.Е. Интервью на IV Петербургском международном экономическом Форуме, 18–21.06.2014.

Халимова С. Инновационная деятельность российских регионов. Анализ развития региональных инновационных систем. Saarbrucken: LAP Lambert Academic Pub., 2011. 115 р.

Чичкин А. Уровень износа основных фондов в России намного выше, чем в других странах БРИКС // <http://www.rg.ru/2011/07/05/iznos.html> (дата обращения 20.09.2014).

Экономико-географические и институциональные аспекты экономического роста в регионах / Консорциум по вопр. приклад. экон. исслед., Канадское агентство по международ. развитию и др. М. : ИЭПП, 2007. 164 с.

Яковец Ю.В. Эпохальные инновации 21 в. М.: Экономика, 2004.

2002-05-16. Догнать и перегнать Португалию / Теплухин П., Уифер К. <http://www.club2015.ru/index.asp?NewsID=%7BB82C5620-CC18-4039-A244-636198EE3426%7D&FolderID=%7BDA679BD1-AA36-4A5B-841F-77BB72A3C325%7D>

A Knowledge-Based Norway. David John Smith for Norway Communicates <http://www.norwaycommunicates.com/knowledgebasednorway.html>

Acemoglu D. Introduction to Modern Economic Growth. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2009. xviii, 990 p.

Advanced Economies by Subgroup, IMF // World Economic Outlook. 2013. April. P. 172 // <http://www.socialjustice.ie/sites/default/files/file/IMF/2011-04-11%20-%20IMF%20-%20World%20Economic%20Outlook%20April%202011.pdf> (дата обращения 10.07.2014).

Aghion P., Howitt P. Endogenous growth theory. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1998. xiii, 694 p.

Archibugi D. et al. The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators, Technol. Forecast. Soc. Change 2008 doi: 10.1016/j.techfore.2009.01.002

Arrazola M., Hevia J. More on the estimation of the human capital depreciation rate // Applied Economics Letters. 2004. V. 11, N 3. P. 145–148.

Arrow K.J., Kurz M. Public investment, the rate of return, and optimal fiscal policy. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1970. xxviii, 218 p.

Asheim B., Gertler M. Understanding regional innovation systems // J. Fagerberg, D. Mowery and R. Nelson. Handbook of Innovation. Oxford: Oxford University Press, 2004.

Asheim B.T., Isaksen A. Regional innovation systems: the integration of local «sticky» and global «ubiquitous» knowledge // Journal of Technology Transfer. 2002. V. 27(1). P. 77–86.

Barro R.J., Sala-i-Martin X. Economic growth. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2004. xvi, 654 p.

Benhabib J., Perli R. Uniqueness and Indeterminacy: On the Dynamics of Endogenous Growth // Journal of Economic Theory. 1994. V. 63, N 1. P. 113–142.

Bethmann D. The open-loop solution of the Uzawa-Lucas model of endogenous growth with N agents // Journal of Macroeconomics. 2008. V. 30, N 1. P. 396–414.

BP Statistical Review of World Energy June 2012 // <http://www.bp.com/statisticalreview> (дата обращения: 01.07.2013).

Bravo-Ortega C., De Gregorio J. The Relative Richness of the Poor? Natural Resources, Human Capital and Economic Growth / Central Bank of Chile. 2002.

Caputo M.R. Foundations of dynamic economic analysis: optimal control theory and applications. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press, 2005. xii, 579 p.

Carliner G. The Wages of Older Men // The Journal of Human Resources. 1982. V. 17, N 1. P. 25–38.

Castellacci F. Evolutionary and new growth theories. Are they converging? // Journal of Economic Surveys. 2007. V. 21 (3). P. 585–627.

Castellacci F., Natera J.M. The dynamics of national innovation systems: a panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity, MPRA Paper, 2011. <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/31583/> Ch. <http://www.nber.org/chapters/c5973>

Chen D., Dahlman K. The Knowledge Economy, the KAM Methodology and World Bank Operations // World Bank Institute Working Paper N. 37256, October 2005 // http://siteresources.worldbank.org/KFDLP/Resources/KAM_Paper_WP.pdf.

Chikkatur P.A., Sagar D.A. Cleaner power in India: towards a clean-coal-technology roadmap // Discussion paper 2007-06, Cambridge, Mass.: Belfer Center for Science and International Affairs, 2007. P. 261.

Conniffe D., O'Neill D. An Alternative Explanation for the Variation in Reported Estimates of Risk Aversion // IZA Discussion Paper. 2012. N 6877. 19 p.

Cooke P., Boekholt P., Tdling F. The Governance of Innovation in Europe: Regional Perspectives on Global Competitiveness. London: Pinter, 2000.

Cooke P., Gomez Uranga M., Etxebarria G. Regional innovation systems: Institutional and organizational dimensions // Research Policy. 1997. V. 26(4-5). P. 475–491.

Crescenzi R. Innovation and regional growth in the enlarged Europe: the role of local innovative capabilities, peripherality, and education // Growth and Change. 2005. V. 36 (4). P. 471–507.

Crescenzi R., Rodriguez-Pose A., Stopper M. The territorial dynamics of innovation: a Europe–United States comparative analysis // Journal of Economic Geography. 2007. V. 7, issue 6. P. 673–709.

Dezhina I., Ponomarev A. Advanced Manufacturing: New Emphasis in Industrial Development//FORESIGH T-RUSSIA. 2014. V. 8, N. 2.

Dobrzanski L.A. Significance of materials science for the future development of societies // Journal of Materials Processing Technology. 2006. V. 175. P. 133–148.

Doing Business 2012 // <http://www.doingbusiness.org/reports/global-reports/doing-business-2012> (дата обращения 12.11.2012).

Dosi G., Fagiolo G., Roventini A. Schumpeter meeting Keynes: A policy-friendly model of endogenous growth and business cycles // Journal of Economic Dynamics and Control. 2010. V. 34, iss. 9. P. 1748–1767.

Duc Dang, Katsuhiro Umemoto. Modeling the development toward the knowledge economy: a national capability approach // Journal of Knowledge Management. 2009. V. 13, Iss. 5. P. 359–372.

E-Government Survey 2014 // http://unpan3.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2014-Survey/E-Gov_Complete_Survey-2014.pdf (дата обращения 26.06.2014).

Energy Technology Perspectives 2012: Pathways to a Clean Energy System / IEA, OECD publishing, 2012. 690 p.

European Union Scoreboard 2011 // http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius-2011_en.pdf (дата обращения 18.01.2013).

Eurostat // <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes> (дата обращения: 01.07.2013).

Evangelista R., Iammarino S., Mastrostefano V., Silvani A. Looking for regional systems of innovation: evidence from the Italian innovation survey // Regional Studies. 2002. V. 36(2). P. 173–186.

Fagerberg J., Srholec M. National Innovation Systems, Capabilities and Economic Development // Research Policy. 2008. V. 37. P. 1417–1435.

Fagerberg J., Feldman M., Srholec M. Technological Dynamics and Social Capability: US States and European Nations // TIK Working Paper on Innovation Studies. 2013. N 20130819. <http://ideas.repec.org/s/tik/inowpp.html>

Feldman M., Massard N. Institutions and systems in the geography of innovation. Kluwer Academic Publisher, 2002.

Field A. Discovering statistics using SPSS for Windows. London: Thousand Oaks: New Delhi: Sage publications, 2013.

Florida R. Toward the learning region // Futures. 1995. V. 27(5). P. 527–536.

Forbes N., Wield D. What is R&D? Why does it matter? // Science and Public Policy, 2004. V. 31. P. 267–277.

Freeman C. Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. London: Pinter, 1987.

Frenkel A. Can regional policy affect firms' innovation potential in lagging regions? // Annals of Regional Science. 2000. V. 34. P. 315–341.

- Furman J., Porter M., Stern S.* The determinants of national innovative capacity // Research Policy. 2002. V. 31. P. 899–933.
- Geum Y., Park Y.* The state-of-the-art of public-sector technology roadmaps: A taxonomical approach to energy technology roadmaps // Science and Public Policy. 2013. V. 40. P. 327–339.
- Global Manufacturing Competitiveness Index* (2013). Deloitte.
- Gomez M.* Equilibrium efficiency in the Uzawa-Lucas model with sector-specific externalities // Economics Bulletin. 2006. V. 8, N 3. P. 1–8.
- Gomez M.* Optimal fiscal policy in the Uzawa-Lucas model with externalities // Economic Theory. 2003. V. 22, N 4. P. 917–925.
- Horstiaga A., Hromcova J., Lopez-Garcia M.-A.* Optimal taxation in the Uzawa-Lucas Model with externality in human capital / Instituto Valenciano de Investigaciones Economicas, S.A. (Ivie). 2011. 18 p.
- Gould E.D., Moav O., Weinberg B.A.* Skill obsolescence and wage inequality within education groups // The Economics of Skills Obsolescence (Research in Labor Economics, Volume 21) / Grip A., Loo J., Mayhew K.: Emerald Group Publishing Limited, 2002. P. 215–234.
- Grobler P.E., Mostert R.J.* Experience in the laboratory and commercial development of abrasion-corrosion resistant steels for the mining industry // Wear. 1990. V. 135, Iss. 2. P. 339–354.
- Gumbau-Albert M., Maudos J.* Technological activity and productivity in Spanish regions // Annals of Regional Science. 2006. V. 40. P. 55–80.
- Guriev S., Zhuravskaya E.* Why Russia is not South Korea // Journal of International Affairs. 2010. V. 63. N. 2.
- Hall J.* Adding meaning to measurement evaluating trends and differences in innovation capacity among the states // Economic Development Quarterly. 2009. V. 23(1). P. 3–12.
- Hellwig Z.* Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i struktury wykwalifikowanych kadr // Przegląd Statystyczny. 1968. N 4.
- Hollenbeck K., Willke R.J.* Dislocated Worker Human Capital Depreciation and Recovery. W.E. Upjohn Institute for Employment Research. 1990. 16 p.
- Holtmann A.G.* On-the-Job Training, Obsolescence, Options, and Retraining // Southern Economic Journal. 1972. V. 38, N 3. P. 414–417.
- Howells J.* Regional systems of innovation? // Innovation Policy in a Global Economy / Ed. D. Archibugi, J. Howells, and J. Michie. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. P. 67–93.
- http://www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us_pip_GMCI_11292012.pdf
- <http://www.etla.fi/eng/index.php?did=1390>
- http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook_18147364;jsessionid=3s2vm9deld6g8.x-oecd-live-02
- [\(дата обращения 12.7.2014\).](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.pdf)

Human Development Report 2013 // http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/14/hdr2013_en_complete.pdf (дата обращения 21.07.2014).

Jones C., Scrimgeour D. A New Proof of Uzawa's Steady-State Growth Theorem // *The Review of Economics and Statistics*. 2008. V. 90, N 1. P. 180–182.

Jorgenson D.W. Productivity and Economic Growth.

Kamien M.I., Schwartz N.L. Dynamic optimization: the calculus of variations and optimal control in economics and management. Amsterdam; New York: Elsevier Science, 1991. xvii, 377 p.

Kaneva M.A., Untura G.A. Diagnostics of innovative development of Siberia // *Regional Research of Russia*. 2014. V. 4, N. 2. P. 105–114.

Kaneva M.A., Untura G. Using Statistical Methods to Diagnose the Innovative Development of Siberian Regions [Electronic resource]. 2013 // Social Science Research Network. 2013. Mode of access (25.06.13): http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2237770

Kapel T.A. Perspectives on roadmaps: How organizations talk about the future // *Journal of Product Innovation Management*. 2001. N. 18/1. P. 39–50.

KEI and KI Indexes (KAM 2012) http://info.worldbank.org/etools/kam2/KAM_page5.asp (Режим доступа: 1.08.2014).

Kleinknecht A., Montfort K., Brouwer E. How Consistent Are Innovation Indicators? A Factor Analysis of CIS Data // *Vrije Universitat Amsterdam. Research Memorandum* 2000-28, August 2000.

Knowledge Assessment Methodology, KAM (2012) <http://siteresources.worldbank.org/INTUNIKAM/Resources/2012.pdf> (Режим доступа: 1.08.2014).

Kravchenko N.A., Bobylev G.V., Valieva O.V., Fedorov A.A. Competitiveness on the Basis of Innovation: The International Position of Russia // *Studies on Russian Economic Development*. 2013. Vol. 24, N 5. P. 461–469.

Kravchenko N.A., Untura G.A. Possibilities and Prospects for Siberia's Innovative Development // *Regional Research of Russia*. 2011. V. 1, N 3. P. 253–258.

Kravchenko N.A., Untura G.A., Anokhin R.N. Major trends in regional innovation system development: The case of Siberia, Russia // *A Global Economy / M.P. van der Hoek. Papendrecht: Forum for Economists Int.*, 2011. P. 67–77.

Leydesdorff L. The Triple Helix of University-Industry-Government Relations (2012). Amsterdam School of Communication Research (ASCoR). <http://www.leydesdorff.net>

Logical framework methodology. (2010). The World Bank Group Publication // <http://tools.jiscinfonet.ac.uk/downloads/project-management/logical-framework-information.pdf> (дата обращения 17.01.2013)

Lucas R., Jr. On the mechanics of economic development // *Journal of Monetary Economics*. 1988. V. 22, N 1. P. 3–42.

Lundvall B.-A. Product innovation and user-producer interaction / Industrial development Research Series. 1985. V. 31.

Lundvall B.-A. (ed.) National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive learning. London: Pinter, 1992.

Maillat D. From the industrial district to the innovative milieu: contribution to an analysis of territorialized production organizations: Discussion Paper / Université de Neuchatel, 1998.

Mangasarian O.L. Sufficient Conditions for the Optimal Control of Nonlinear Systems // SIAM Journal on Control. 1966. V. 4, N 1. P. 139–152.

Maruyama N., Eckelman M. Long-term trends of electric efficiencies in electricity generation in developing countries / Energy Policy Article, 2009.

Matinez-Pellitero M., Buesa M., Heijts J., Baumert T. A Novel Way of Measuring Regional Systems of Innovation: Factor Analysis as a Methodological Approach / Instituto de Analysis y Financiero, Universidad of Madrid, 2008 // <http://eprints.ucm.es/7979/1/60-08.pdf> (дата обращения 17.01.2013).

Mattana P. The Uzawa-Lucas endogenous growth model. Aldershot, Hants, England; Burlington, VT: Ashgate, 2004. xxv, 155 p.

Measuring of Information Society 2013 // http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2013/MIS2013_without_Annex_4.pdf (дата обращения 26.06.2014).

Mincer J. Schooling, experience, and earnings. New York [u.a.]: Columbia Univ. Press, 1974. XV, 152 p.

Mincer J., Polachek S. Family Investment in Human Capital: Earnings of Women // Journal of Political Economy. 1974. V. 82, N 2. P. 76–108.

Morgan K. The learning region: Institutions, innovation and regional renewal // Regional Studies. 1997. V. 31. P. 491–503.

Mulligan C.B., Sala-i-Martin X. Transitional Dynamics in Two-Sector Models of Endogenous Growth // The Quarterly Journal of Economics. 1993. V. 108, N 3. P. 739–773.

Murillo I. Returns to Education and Human Capital Depreciation in Spain. European Regional Science Association. 2006. 23 p.

Nelson R. What enables rapid economic progress: what are the needed institutions? // Research Policy. 2008. V. 37(1). P. 1–11.

Neuman S., Weiss A. On the effects of schooling vintage on experience-earnings profiles: Theory and evidence // European Economic Review. 1995. V. 39, N 5. P. 943–955.

North D. Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge: University Press, 1990.

OECD Factbook 2014. Economic, Environmental and Social Statistics.

OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013.

OECD. 1993. Frascati Manual 1993: The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development. Paris: OECD, 1993.

OECD. 2005. The Measurement of Scientific and Technological Activities: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data: Oslo Manual. 3rd ed. Paris: OECD, 2005.

-
- OECD*. 2009a. Regions Matter: Economic Recovery, Innovation and Sustainable Growth. Paris: OECD, 2009.
- OECD*. 2009b. How Regions Grow: Trends and Analysis. Paris: OECD, 2009.
- Oparin V.N., Freidin A.M., Tapsiev A.P., Filippov P.A.* Hard mineral mining and raw material supply in Russia: Current state and the challenges // Journal of Mining Science. 2013. V. 49. P. 670–676.
- Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. 3rd edition / *OECD*, Paris, 2005.
- Park H.M.* Linear regression models for panel data using SAS, Stata, LIMDEP, and SPSS. The University Information Technology Services (UITs). 2009 / Center for Statistical and Mathematical Computing, Indiana University Working Paper // <http://www.indiana.edu/~statmath/stat/all/panel/index.html> (дата обращения 17.01.2013).
- Park W.G.* International R&D Spillovers and OECD Economic Growth // *Economic Inquiry*. 1995. V. 33, N 4. P. 571–591.
- Pekka Y.-A.* Finland's Transition to a Knowledge Economy.
- Peters A.* Rising unemployment fuels social tensions in Russia. 2010 // <http://www.wsws.org/en/articles/2010/02/russ-f20.html>.
- Phaal R.* Technology roadmapping // Project Report. Center for Technology Management. University of Cambridge, United Kingdom, 2006.
- Porter M.E.* The competitive advantage of nations, London; Basingstoke: Macmillan, 1990.
- Potrafke N.* Unemployment, Human Capital Depreciation and Pension Benefits: An Empirical Evaluation of German Data. Department of Economics, University of Konstanz. 2011. 29 p.
- Radosevic S.* Science-Industry Links in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States: Conventional Policy Wisdom Facing Reality // *Science and Public Policy*. 2011. N 38 (5). P. 365–378.
- Rebelo S.* Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth // *Journal of Political Economy*. 1991. V. 99, N 3. P. 500–521.
- Research and Innovation performance in Norway. Country profile*. 2013. European Union, 2013.
- Rogriguez-Pose A.* Innovation prone and innovation averse societies. Economic performance in Europe // *Growth and Change*. 1999. V. 30. P. 75–105.
- Rodriguez-Pose A., Crescenzi R.* Research and development, spillovers, innovation systems, and the genesis of regional growth in Europe // *Regional Studies*. 2008. V. 42 (1). P. 51–67.
- Rosen S.* A Theory of Life Earnings // *Journal of Political Economy*. 1976. V. 84, N 4. P. 45–67.
- Roubini N., Backus D.* Productivity and Growth Lectures in Macroeconomics // <http://pages.stern.nyu.edu/~nroubini/NOTES/CHAP4.HTM>
- Savvides A., Stengos T.* Human capital and economic growth. Stanford, Calif.: Stanford Economics and Finance, 2009. x, 240 p.

Schumpeter J.A. Capitalism, Socialism, and Democracy. Taylor&Francis e-library publishing, 2003. First published in the UK in 1943.

Schwab K. The Global Competitiveness Report 2010–2011. Geneva: World Economic Forum, 2011.

Sethi S.P., Thompson G.L. Optimal control theory: applications to management science and economics. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. xvii, 504 p.

Shtertser T.A. Ehmpiricheskij Analiz Faktorov Innovatsionnoj Aktivnosti v Sub'ektakh RF. [Empirical Analysis of Innovation Activities in Regions of the Russian Federation] // Vestnik NGU [Herald of Novosibirsk State University]. 2005. V. 5(5). P. 100–109 (in Russian).

Simon C.P., Blume L. Mathematics for economists. New York: Norton, 1994. xxiv, 930 p.

Special report: a roundtable discussion on coal // Power Engineering. 2012. 14.08 // <http://www.power-eng.com>.

Srholec M., Verstpagen B. The Voyage of the Beagle in Innovation System Land. Explorations on Sectors, Innovation, Heterogeneity, and Selection // TIK Working Paper on Innovation Series 20080220, 2008 // <http://ideas.repec.org/s/tik/inowpp.html>.

Statistics Canada: Canada's national statistical agency // <http://www.statcan.gc.ca/> (дата обращения: 01.07.2013).

The Global Competitiveness Report 2011–2012. http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf (дата обращения 12.11.2012).

The Global Competitiveness Report 2013–2014.

The Global Information Technology Report 2014 // http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalInformationTechnology_Report_2014.pdf (дата обращения 26.06.2014).

The Global Innovation Index 2011. Accelerating Growth and Development // INSEAD, 2011 // http://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/gii-2011_report.pdf

The Global Innovation Index 2012. Stronger Innovation Linkages for Global growth // INSEAD, and the World Intellectual Property Organization, 2012 // <http://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/gii2012-launch-slides.pdf>

The Global Innovation Index 2013. The Local Dynamics of Innovation // Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization, 2013 // http://www.wipo.int/export/sites/www/freepublications/en/economics/gii/gii_2013.pdf

The Global Innovation Index 2014. Human factor of innovation. // Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization, 2014 // <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=GII-Home>

The Nokia effect //Economist. 2012. 25.8. <http://www.economist.com/node/21560867>

The UNIDO technology foresight manual // The United Nations Industrial Development Organization, 2005.

The World Bank // <http://data.worldbank.org/> (дата обращения: 01.07.2013).

Torres Preciado V.H., Polanco-Gaytan M., Tinoco-Zimeno M.A. Technological innovation and regional growth in Mexico // Annals of Regional Science. 2014. V. 52. P. 183–200.

Treatment of Losses by Network Operators — ERGEG Position Paper Ref: E08-ENM-04-03 15 July. 2008.

Untura G.A. Strategic support of the Russian regions: Problems of the assessment of the status of innovative territories // Regional Research of Russia. 2013. V. 3, Iss. 2. P. 153–161.

Untura G.A. The structure of foreign investment: Russian knowledge-based economy // Journal of Business and Economics. 2013. V. 4, N 10. P. 1011–1016.

Uzawa H. Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth // International Economic Review. 1965. V. 6, N 1. P. 18–31.

Valente S. Human Capital, Resource Constraints and Intergenerational Fairness / CER-ETH – Center of Economic Research (CER-ETH) at ETH Zurich. 2007.

Ville S., Wicken O. The Dynamics of Resource-Based Economic Development: Evidence from Australia and Norway. Department of Economics, University of Wollongong, Working Paper. 2012. 04-12. <http://ro.uow.edu.au/commwkpapers/241>

Wang Z., Ding G., Qu J.-X., Shao H.-S., Yang Y.-S. Laser cladding coating against erosion-corrosion wear and its application to mining machine parts // Wear. 1997. V. 209, Issues 1-2. P. 96–100.

Weber S. Human Capital Depreciation and Education Level: An Empirical Investigation / University of Neuchatel–Institute for Research in Economics (IRENE) 2000. 31 p.

Whalen P.J. Strategic and technology planning on a road mapping foundation // Research Technology Management. 2007. V. 50. P. 40–51.

Xie D. Divergence in Economic Performance: Transitional Dynamics with Multiple Equilibria // Journal of Economic Theory. 1994. V. 63, N 1. P. 97–112.

Žížalová P. Emerging Innovation Models and Regional Innovation Systems in Czech Republic. TIK Working Paper on Innovation Studies 20090102, 2009.

Приложение 1.1

**Динамика рейтинга стран по Индексу экономики знаний
(KEI, Мировой банк), 1995–2012 гг.**

Страна	Место в рейтинге 2012	Место в рейтинге 2007	Место в рейтинге 2000	Место в рейтинге 1995
Швеция	1	1	1	9
Финляндия	2	4	8	2
Дания	3	2	3	1
Нидерланды	4	5	2	3
Норвегия	5	3	7	4
Новая Зеландия	6	11	9	8
Канада	7	7	10	7
Германия	8	15	15	14
Австралия	9	8	6	11
Швейцария	10	6	5	5
США	12	10	4	6
Великобритания	14	9	12	10
Страны БРИКС				
Россия	55	47	64	55
Бразилия	60	54	59	58
ЮАР	67	50	52	41
Китай	84	75	91	104
Индия	110	101	104	97

Источники: статистика Мирового банка (2013).

<http://siteresources.worldbank.org/KFDLP/Resources/461197-1170257103854/Rankings.pdf>

<http://siteresources.worldbank.org/INTUNIKAM/Resources/2012.pdf>
Knowledge Assessment Methodology, KAM (2012)

<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/WBI/WBIPROGRAMS/KFDLP/EXTUNIKAM/0,,menuPK:1414738~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:1414721,00.html>

Приложение 1.2

**Страны ОЭСР и БРИКС, зависящие от природных ресурсов
(рента от природных ресурсов, % ВВП), 2011**

Страна	Нефть	Природный газ	Уголь	Минералы	Лес	Всего природных рент в 2011 г.
РФ	15,4	3,2	1,4	1,7	0,3	33,3
Чили	0,1	0,1	0,0	18,6	0,4	7,4
Норвегия	10,8	2,7	0,0	0,0	0,1	16,2
Австралия	0,8	0,7	1,9	7,2	0,1	3,8
ЮАР	Н/Д	0,0	5,7	4,2	0,7	4,3
Индонезия	3,0	0,8	4,0	1,6	0,6	12,7
Китай	1,6	0,1	4,4	2,8	0,2	4,2
Мексика	7,2	0,6	0,1	1,1	0,1	4,4
Индия	1,3	0,3	3,1	2,0	0,6	4,2
Бразилия	2,6	0,1	0,0	2,8	0,3	3,3
Канада	3,2	0,2	0,2	1,0	0,5	4,4

Источник: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013 - © OECD 2013 <http://dx.doi.org/10.1787/888932890029>

Приложение 1.3

Список международных индексов, характеризующих экономику знаний

Номер индекса	Название индекса	Число первичных показателей	Место России (по последнему году)	Число стран (по последнему году)	Источник/ российский партнер	Число ссылок в англоязычном Google	Число ссылок в русскоязычном Google
1	Индекс глобальной конкурентоспособности	113	64	148	Всемирный экономический форум Стратегии Партнерс Групп	6,0 млн	344 тыс.
2	Индексы знаний	148	55	146	Мировой банк	605 млн	19,2 млн
3	Глобальный инновационный индекс	84	49	143	Международная школа бизнеса INSEAD, Cornell University, WIPO	64,1 млн	381 тыс.
3	Индекс развития информационно-коммуникационных технологий	11	40	157	Международный союз электросвязи (ITU)	4,06 млн	362 тыс.
4	Индекс готовности к сетевому миру	4 субиндекса 10 первичных показателей	54	148	Всемирный экономический форум Всемирный банк Международная школа бизнеса INSEAD	428 тыс.	196 тыс.
5	Индекс готовности стран к электронному правительству	3 субиндекса 11 первичных показателей	27	193	Департамента экономического и социального развития ОНН (UNDESA)	304 млн	78,9 тыс.
7	Ведение бизнеса	9 блоков / 36 показателей	120	183	Всемирный банк	381 млн	303 тыс.
8	Индекс развития человеческого потенциала	3 субиндекса (4 показателя)	66	187	United Nations Development Programme	288 млн	70,8 тыс.

Приложение 1.4

Рейтинг стран в соответствии с объемными и душевыми показателями производства в 2010 г.

Место страны	Страна	ВВП (ППС) в ценах 2005 г., долл.	Удельный вес в мировом ВВП, %
1	Соединенные Штаты	12 836 220 059 043	19,01
2	Китай	9 483 560 583 046	14,04
3	Индия	4 078 635 360 277	6,04
4	Япония	3 988 390 038 906	5,91
5	Германия	2 782 879 470 919	4,12
6	Соединенное Королевство	2 136 492 213 259	3,16
7	Россия	2 099 529 170 196	3,11
8	Франция	2 027 205 222 931	3,00
9	Италия	1 724 111 743 556	2,55
10	Бразилия	1 674 125 105 225	2,48
11	Мексика	1 342 852 294 604	1,99
12	Корея, Республика	1 294 389 115 297	1,92
13	Испания	1 271 101 344 393	1,88
14	Канада	1 252 837 635 860	1,85
15	Индонезия	963 563 467 057	1,43
16	Австралия	884 458 538 692	1,31
17	Турция	812 267 979 180	1,20
18	Иран, Исламская Республика	725 338 597 014	1,07
19	Польша	642 378 170 156	0,95
20	Нидерланды	640 940 477 201	0,95
21	Таиланд	535 039 723 216	0,79
22	Саудовская Аравия	519 480 552 758	0,77
23	Аргентина	510 075 601 725	0,76
24	Бельгия	370 644 022 252	0,55

Окончание прил. 1.4

Место страны	Страна	ВВП (ППС) в ценах 2005 г., долл.	Удельный вес в мировом ВВП , %
25	Южно-Африканская Республика	368 749 385 433	0,55
26	Колумбия	333 063 787 655	0,49
27	Швеция	327 868 824 209	0,49
28	Австрия	316 948 541 396	0,47
29	Швейцария	304 827 921 491	0,45
30	Греция	271 172 858 178	0,40
31	Вьетнам	248 885 543 896	0,37
32	Чешская Республика	238 662 621 429	0,35
33	Норвегия	236 110 905 035	0,35
34	Казахстан	190 240 048 929	0,28
35	Дания	185 967 708 985	0,28
36	Финляндия	173 374 734 599	0,26
37	Ирландия	161 350 262 141	0,24

Приложение 1.5

Рейтинг стран в соответствии с уровнем производительности труда — крупнейшие экономики

Место страны	Страна	ВВП (ППС) / общую занятость, в ценах 2005 г., долл./чел.
1	Соединенные Штаты	92 447,91
2	Норвегия	91 219,71
3	Ирландия	89 197,88
4	Бельгия	82 752,86
5	Австралия	79 198,98
6	Австрия	78 034,42
7	Франция	76 174,38
8	Нидерланды	74 220,16
9	Соединенное Королевство	73 526,84
10	Канада	73 490,71
11	Швеция	72 454,80
12	Финляндия	72 052,92
13	Италия	70 203,80
14	Германия	68 540,59
15	Испания	67 871,84
16	Дания	67 218,48
17	Швейцария	66 744,96
18	Япония	64 403,78
19	Греция	57 724,64
20	Корея, Республика	54 795,86
21	Чешская Республика	47 154,35
22	Польша	40 533,55
23	Турция	35 348,56
24	Аргентина	33 686,73

Окончание прил. 1.5

Место страны	Страна	ВВП (ППС) / общую занятость, в ценах 2005 г., долл./чел.
25	Россия	31 204,49
26	Мексика	30 662,82
27	Иран, Исламская Республика	24 176,26
28	Казахстан	23 430,89
29	Южно-Африканская Республика	19 775,88
30	Колумбия	19 221,83
31	Бразилия	16 484,60
32	Таиланд	14 058,19
33	Китай	12 580,75
34	Индонезия	8 880,09
35	Индия	8 755,27
36	Вьетнам	5 114,18

Приложение 3.1

Множественная регрессия МНК с фиктивными переменными времени и регионов, зависимая переменная — ВРП

Независимые переменные	Уравнение 3 Число наблюдений=400
Число созданных передовых технологий	5 272,58** (1 579,29)
Затраты на технологические инновации	10,72*** (2,99)
Число выданных патентов на изобретения	53,61 (230,05)
Объем инновационных товаров, работ, услуг	1,01* (0,52)
Объем инвестиций в основной капитал	1,41*** (0,37)
Выпуск аграрного сектора	0,67 (1,22)
Уровень безработицы в регионе	4 155,63 (4 614,33)
Доля занятого населения в регионе в возрасте до 30 лет	-13 601,69** (5 620,70)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 11 до 20	-138 487,40** (68 967,83)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 21 до 30	-152 325,10** (74 783,44)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 31 до 40	-157 157,40** (74 432,44)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 41 до 50	-172 430,10** (75 598,15)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 51 до 60	-174 501,00** (76 867,12)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 61 до 70	-144 924,80* (78 309,24)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 71 до 82	-150 538,70** (76 095,45)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2008 г.	17 977,05 (17 429,94)

Продолжение прил. 3.1

Независимые переменные	Уравнение 3 Число наблюдений=400
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2009 г.	-17 313,21 (21 552,89)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2010 г.	25 123,99 (19 219,64)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2011 г.	16 731,39 (16 705,68)
ФП Брянская область	-39 340,42 (77 782,27)
ФП Владимировская область	-27 562,01 (86 916,02)
ФП Воронежская область	-137 443,20 (89 411,23)
ФП Ивановская область	-51 543,28 (153 804,50)
ФП Калужская область	-185 620,80* (96 161,74)
ФП Костромская область	-11 142,95 (92 814,05)
ФП Курская область	-11 670,98 (63 488,35)
ФП Липецкая область	-204 763,60 (130 432,80)
ФП Московская область	145 828,40 (320 530,60)
ФП Орловская область	-62 771,97 (76 034,59)
ФП Рязанская область	-7 440,831 (78 922,62)
ФП Смоленская область	-36 727,52 (91 015,60)
ФП Тамбовская область	-90 631,12 (71 214,43)
ФП Тверская область	-13 337,09 (92 238,31)

Продолжение прил. 3.1

Независимые переменные	Уравнение 3 Число наблюдений=400
ФП Тульская область	-39 026,44 (83 855,15)
ФП Ярославская область	-96 374,58 (94 672,82)
ФП Москва	4 823 090,00** (1 723 194,00)
ФП Республика Карелия	35 129,20 (105 350,90)
ФП Республика Коми	63 292,58 (119 475,3)
ФП Архангельская область	88 158,58 (118 872,70)
ФП Вологодская область	31 045,71 (96 039,17)
ФП Калининградская область	-29 152,08 (93 070,34)
ФП Ленинградская область	-63 858,20 (99 246,07)
ФП Мурманская область	88 627,31 (108 301)
ФП Новгородская область	-9 292,88 (93 371,96)
ФП Псковская область	-23 283,18 (94 878,67)
ФП Санкт-Петербург	-153 047,80 (419 388,90)
ФП Республика Адыгея	-62 745,36 (96 938,33)
ФП Республика Калмыкия	-79 812,13 (97 639,95)
ФП Краснодарский край	-135 983,90 (170 561,3)
ФП Астраханская область	-30 450,47 (91 519,72)

Продолжение прил. 3.1

Независимые переменные	Уравнение 3 Число наблюдений=400
ФП Волгоградская область	66 089,68 (67 593,35)
ФП Ростовская область	-61 199,31 (140 971,5)
ФП Республика Дагестан	15 410,48 (86 657,31)
ФП Республика Ингушетия	-338 340,00 (222 598,00)
ФП Кабардино-Балкарья	-73 845,73 (87 050,68)
ФП Карачаево-Черкессия	-85 097,49 (91 649,11)
ФП Северная Осетия-Алания	-81 417,81 (87 277,78)
ФП Чеченская Республика	-60 394,12 (14 4070,5)
ФП Ставропольский край	16 669,43 (50 662,66)
ФП Республика Башкортостан	174 507,50* (101 981,00)
ФП Республика Марий Эл	-54 186,43 (86 516,39)
ФП Республика Мордовия	-173 264,70* (90 014,56)
ФП Республика Татарстан	-205 757,90 (163 106,10)
ФП Удмуртская Республика	62 105,41 (73 888,36)
ФП Чувашская Республика	-41 686,64 (81 893,83)
ФП Пермский край	36 299,22 (116 536,60)
ФП Кировская область	31 021,37 (83 314,44)
ФП Нижегородская область	-492 397,90** (163 416,10)
ФП Оренбургская область	141 280,20** (61 195,25)

Продолжение прил. 3.1

Независимые переменные	Уравнение 3 Число наблюдений=400
ФП Пензенская область	-88 780,37 (74 526,00)
ФП Самарская область	-201 611,20 (145 038,90)
ФП Саратовская область	-46 872,82 (54 093,99)
ФП Ульяновская область	-55 586,90 (84 523,87)
ФП Курганская область	-55 655,96 (83 441,16)
ФП Свердловская область	-183 673,30 (178 377,20)
ФП Тюменская область	1 215 025,00** (363 702,70)
ФП Челябинская область	-335 089,70** (134 268,80)
ФП Республика Алтай	-46 583,44 (101 859,50)
ФП Республика Бурятия	23 325,43 (99 013,45)
ФП Республика Тыва	-61 577,86 (109 117,30)
ФП Республика Хакасия	-17 261,55 (101 656,10)
ФП Алтайский край	23 437,84 (42 319,33)
ФП Забайкальский край	17 604,38 (99 900,78)
ФП Красноярский край	239 441,90** (118 413,10)
ФП Иркутская область	131 828,70 (92 563,55)
ФП Кемеровская область	202 745,10** (99 750,97)

Окончание прил. 3.1

Независимые переменные	Уравнение 3 Число наблюдений=400
ФП Новосибирская область	-32 970,42 (115 961,00)
ФП Омская область	26 280,71 (65 793,83)
ФП Томская область	75 004,13 (108 185,90)
ФП Республика Саха	26904,51 (116168,90)
ФП Камчатский край	-35030,55 (103911,90)
ФП Приморский край	38 829,15 (111 637,00)
ФП Хабаровский край	31 957,19 (106 878,40)
ФП Амурская область	-35 052,99 (94 185,86)
ФП Магаданская область	-108 494,20 (106 803,00)
ФП Сахалинская область	-115 208,40 (173 309,50)
ФП Еврейская АО	-71 128,11 (101 628,20)
ФП Чукотский АО	-62 087,07 (108 163,80)
Константа	516 297,60** (168 652,70)
R^2	0,992 9
Тест Фишера на значимость коэффициентов нулю коэффициентов регрессии	F(98,301)=253,70 [0,0000]

Примечания. В скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция vce(robust)). Одна, две, три звездочки — значимость на 10%- , 5%- и 1%-м уровне соответственно.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Инновационная экономика, экономика знаний: концептуальные положения	9
1.1. Инновации в исторической ретроспективе	9
1.2. Развитие концепции экономики знаний	33
1.3. Международное позиционирование России в контексте инновационного развития	59
1.4. Россия и сибирские регионы в системе мировых трендов производительности	85
Глава 2. Подходы к моделированию инновационной экономики	111
2.1. Моделирование влияния человеческого капитала и при- родных ресурсов...	111
2.2. Влияние человеческого капитала и природных ресурсов на экономическую динамику	126
Глава 3. Методы анализа инновационного развития регионов	142
3.1. Композитные индексы как инструменты анализа иннова- ционного развития субъектов РФ	142
3.2. Влияние факторов инновационного развития на эконо- мический рост регионов	170
3.3. Измерение и оценка региональных инновационных систем	192

Глава 4. Научные основы модернизации отдельных отраслей инновационной экономики	213
4.1. Научные основы программ модернизации промышленности России.	213
4.1.1. Ключевые (основные) понятия теории модернизации	213
4.1.2. Методический подход к формированию отраслевых программ технологической модернизации с применением элементов форсайта	219
4.2. Перспективы развития угольной электроэнергетики Сибири	226
4.3. Перспективы развития машиностроения в Сибири	245
4.3.1. Анализ текущего уровня технологического развития и оценка перспектив развития машиностроения в Сибири	245
4.3.2. Технологический форсайт машиностроительной отрасли в Сибири	252
4.3.3. Построение технологической дорожной карты	262
4.3.4. Инвестиционно-финансовый профиль программы	279
4.4. Распределенная энергетика и перспективы развития умных электрических сетей (smart grids)	285
Литература	313
Приложения	331

Научное издание

ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

концептуальные основы, методы и модели

Ответственные редакторы
член-корреспондент РАН В.И. Суслов
д. э. н., профессор Н.А Кравченко

Монография

Редактор Н.А. Лившиц
Компьютерная верстка Н.В. Черепановой, Т.Г. Чуевой

Подписано к печати 12.12.2014. Формат 60 90 $\frac{1}{16}$. Офсетная печать.

Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 21,7. Уч.-изд. л. 18,0. Тираж 300 экз. Заказ № 1212.

Оригинал-макет подготовлен в издательстве ООО «Автограф»
630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 4/1.

Отпечатано в типографии ООО «Параллель»
630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 4/1.