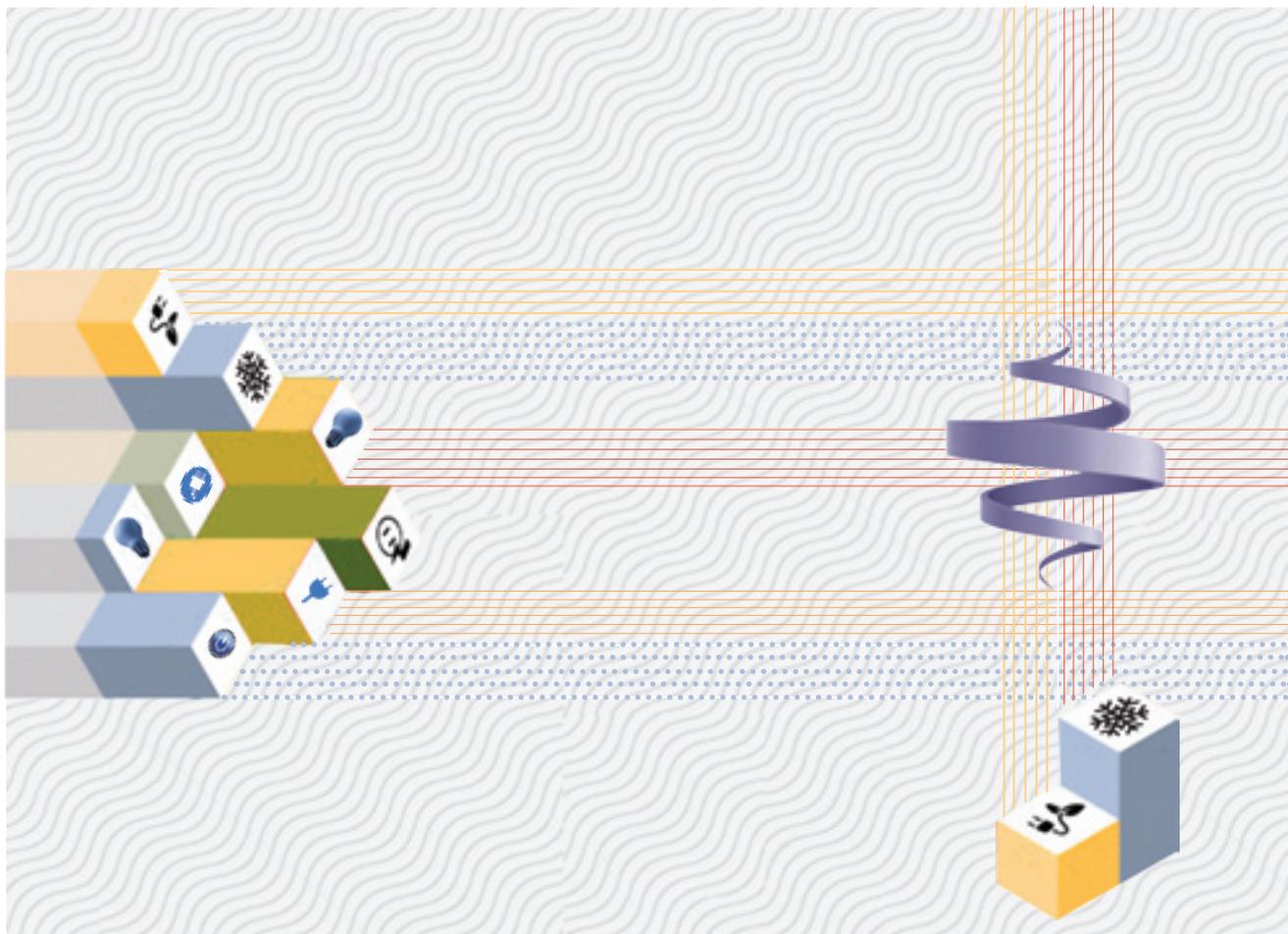


Инновации в российском теплоснабжении: возможности, барьеры, механизмы*

Андрей Ковалев, Лилиана Проскурякова



Теплоэнергетика ведущих стран мира восприимчива к радикальным инновациям, чего нельзя сказать об отечественных компаниях. Не является исключением и система теплоснабжения российской столицы — наиболее инновационная в сравнении с другими городами страны. Приоритет здесь отдают эволюционным инновациям в ущерб прорывным разработкам в области когенерации, тригенерации и т. д.

В статье рассмотрены причины сложившейся ситуации, проведен сравнительный анализ российского и европейского рынков теплоснабжения и корпоративных стратегий, даны рекомендации по стимулированию инновационного развития отечественной теплоэнергетики.

Андрей Ковалев — независимый эксперт.
E-mail: and.v.kovalev@gmail.com

Лилиана Проскурякова — старший научный сотрудник Лаборатории исследований науки и инноваций, Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ. Адрес: 101000, Москва, ул. Мясницкая, 11. E-mail: lproskuryakova@hse.ru

Ключевые слова

теплогенерация; теплоснабжение; электрогенерация; открытые инновации; производительность труда; управление знаниями

Цитирование: Kovalev A., Proskuryakova L. (2014) Innovation in Russian District Heating: Opportunities, Barriers, Mechanisms. *Foresight-Russia*, vol. 8, no 3, pp. 42–57.

* Статья подготовлена в рамках проекта Министерства образования и науки Российской Федерации «Формирование системы инструментов интеграции результатов отраслевых прогнозов научно-технологического развития при формировании и актуализации долгосрочного прогноза научно-технологического развития России» (уникальный идентификатор научно-исследовательской работы RFMEFIC CC14X0002).

Централизованная теплогенерация в России¹ составляет около 44% общемирового объема мощности, а с учетом малых котельных ее доля еще выше [Кожуховский, 2013]. В сравнении с большинством зарубежных аналогов российское теплоснабжение имеет ярко выраженный уклон в сторону централизованных систем. В подобных условиях ошибки при формировании стратегий управления и развития (в том числе инновационного) могут потенциально приводить к большим издержкам [Merrow, 2011], чем в конкурентно-рыночной среде. В последние десятилетия в рассматриваемой сфере накопились такие проблемы, как износ оборудования, потери в сетях и низкая эффективность источников тепла [Минэнерго, 2013; Бегалов, 2013]. Ситуация усугубляется рядом системных факторов [IFC, World Bank, 2008], включая отсутствие инновационного развития в большинстве компаний теплоснабжения. В основном их деятельность нацелена на поддержку технологического процесса в условиях высокого износа оборудования и задержек платежей от потребителей. Исключением является столичная система теплоснабжения, где ключевая организация — Московская объединенная энергетическая компания (МОЭК) — ориентирована на внедрение инноваций [МОЭК, 2011б, 2013а]. По этой причине анализ особенностей инновационного развития столичной теплоэнергетики позволяет сформулировать рекомендации, которые могут быть востребованы другими теплоснабжающими предприятиями.

В настоящей статье исследуется инновационная деятельность предприятий московской системы теплоснабжения. Оснащенность, финансовое обеспечение и строгое соблюдение технических регламентов в городском теплоснабжении позволяют исключить субъективные факторы, которые характерны для многих региональных компаний и обуславливают их технологическое отставание. Это позволяет сфокусировать наше исследование на стратегических аспектах инновационной активности вместо традиционного обсуждения текущих проблем. Представлены стратегия развития указанного сектора на протяжении последних десяти лет и итоги инновационной деятельности компаний этой сферы.

В ходе исследования выявились барьеры, препятствующие внедрению новых разработок на национальном и корпоративном уровнях. Сопоставление подходов, реализуемых отечественными и финскими теплоэнергетическими компаниями, позволяет предложить рекомендации по формированию корпоративных стратегий инновационного развития. Особое внимание уделяется прорывным инновациям в области когенерации и тригенерации.

Специфика теплоснабжения в Москве

Система теплоснабжения российской столицы заметно отличается от ее аналогов в европейских городах. Прежде всего, она уникальна по своему масштабу и сопоставима по основным характеристикам централизованного теплоснабжения с отдельными странами ЕС в целом. Так, в 2012 г. длина трубопроводов в Москве составила 16 323 км, а присоединенная договорная тепловая нагрузка — порядка 19 ГВт², превысив аналогичные суммарные показатели по Финляндии (около 13 600 км и 18.5 ГВт соответственно). МОЭК получает газ от местного поставщика со стабильной логистической сетью, что снижает риски нарушения поставок и снимает необходимость диверсификации типов потребляемых топлив. Отсутствие у столицы выходов к крупным тепловым резервуарам (таким как Балтийское море для прибрежных скандинавских городов или Тихий океан для некоторых штатов США) затрудняет создание отдельных систем, например естественного охлаждения (*free cooling*) [Euroheat & Power, 2006; State of Hawaii, 2002] на основе морской воды³. Наконец, базовым источником энергии в Москве является природный газ — сравнительно чистый с экологической точки зрения.

Перечисленные обстоятельства отодвигают на второй план потенциальные инновационные проекты, связанные с расширением топливной базы и актуальные для европейских теплоснабжающих компаний. Имеются в виду, в частности, использование котлов на отходах деревообрабатывающей промышленности, технологий снижения выбросов угольных ТЭЦ; строительство автоматических хранилищ угля, сокращение площадей золошлакоотвалов (или даже полный отказ от них) и др. Для московской теплоэнергетики эти направления не приоритетны. Ведущая роль отводится повышению надежности и энергоэффективности, развитию инфраструктуры информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Заявленные инновационные инициативы преимущественно направлены на апробацию новых трубопроводов, типов теплоизоляции и поверхностно-активных веществ (ПАВ) [МОЭК, 2013а; РосТепло.Ру, 2010; Startbase, 2014], внедрение частотно-регулируемых приводов (ЧРП) и их аналогов [РосТепло.Ру, 2010]. Вместе с тем, реализация подобных технических решений происходит с отставанием от других стран. В частности, ПАВ используются в зарубежных трубопроводных системах в течение уже почти 20 лет [Pollert et al., 1994], пластиковые трубопроводы — с середины 1980-х гг. [KWH Pipe, 2006]. Современным и энергоэффективным, но вполне типовым методом управления расходом теплоносителя являет-

¹ Следует учитывать, что объемы теплогенерации определяются не только деятельностью теплоснабжающих организаций. Значительные затраты энергии в России связаны с неэффективной теплоизоляцией зданий.

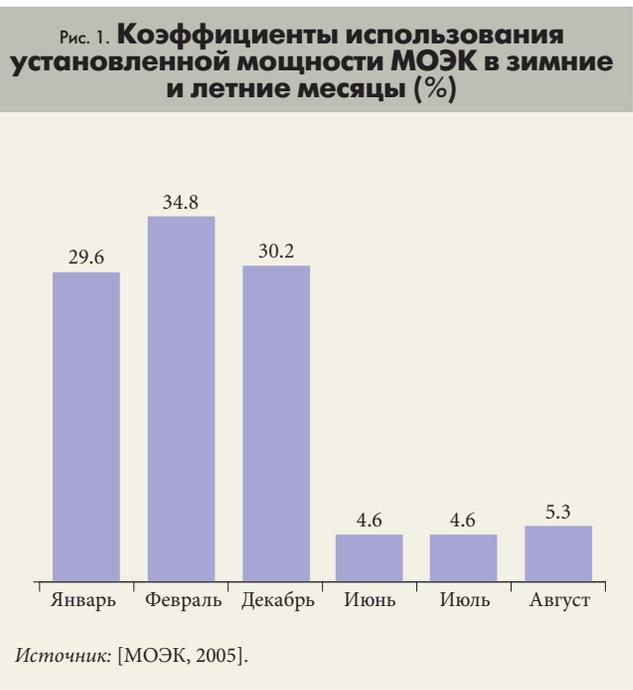
² Здесь и далее информация о МОЭК приводится в соответствии с годовыми отчетами [МОЭК, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011а, 2012].

³ Однако есть и другие технологии *free cooling*. См., например, [Baggini, Sumper, 2012; Wu, 2010].

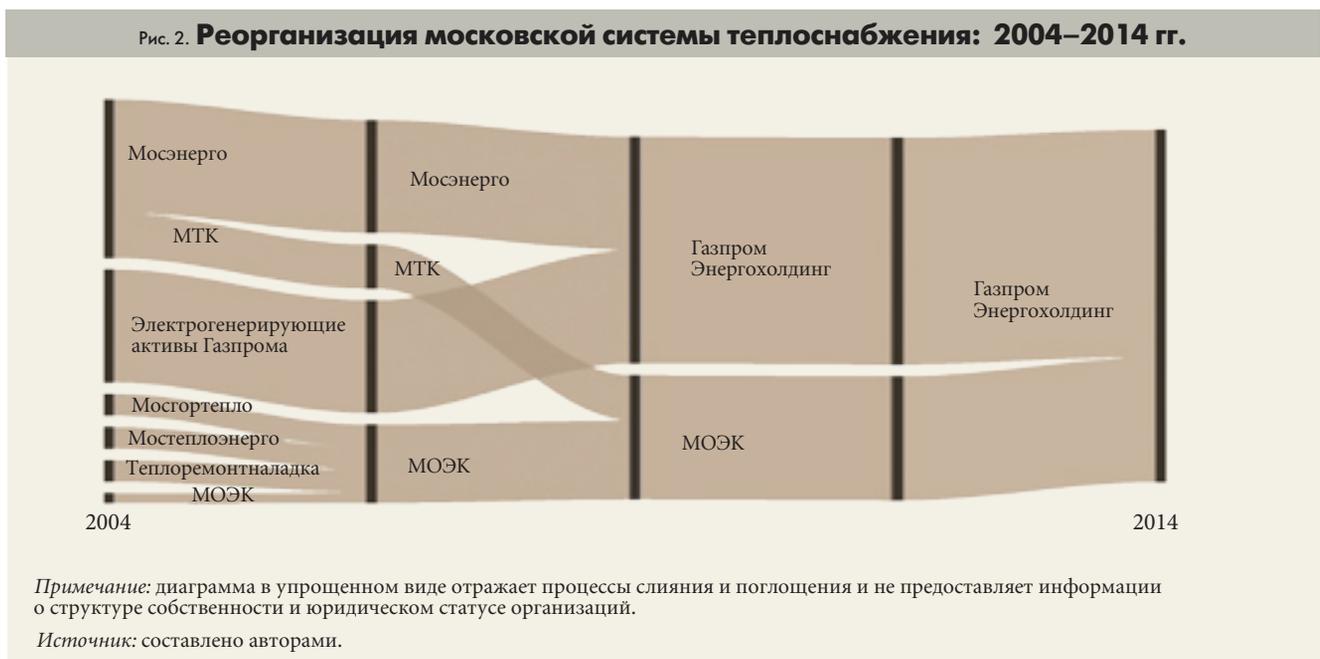
ся и внедрение ЧРП [Herman, 2009; Petchers, 2003; Bloetscher, 2011]. Подобные решения обеспечивают постепенные количественные изменения, которые могут рассматриваться как эволюционные инновации.

На этом фоне выделяются прорывные разработки, связанные с комбинированным производством различных видов энергии и способные радикально преобразить московский энергетический рынок, компенсировав существенный его недостаток — низкий коэффициент использования установленной мощности (КИУМ), являющийся характерной проблемой котельных (рис. 1). Из-за того что последние работают в режиме моногенерации, производя только один тип энергии — тепло, в летний период значения данного показателя предельно низки. Горячее водоснабжение, благодаря которому летний КИУМ отличен от нуля, не позволяет существенно загрузить оборудование. Как свидетельствует практика⁴, более эффективное использование установленной мощности выступает ключевым резервом в этом отношении. Известно, что эффективность моногенерации, будь то электрогенерация либо выработка тепла, ниже, чем в случае комбинированного производства нескольких видов энергии [Andrews et al., 2012; ИНТЕР РАО ЕЭС, 2013; European Commission, 2002; DHS+ Technology Platform, 2009]. Более того, переход к комбинированному производству энергии может способствовать повышению КИУМ. В этой области для МОЭК имеются две возможности: расширение собственной электрогенерации и начало производства холода, что станет прорывной инновацией для энергетического хозяйства столицы.

Причины запаздывания в известной мере определяются историей развития московской системы теплоснабжения. В последние годы она много-



кратно и последовательно подвергалась реорганизации: менялись состав и число предприятий, их функции, внутренние бизнес-процессы и формы взаимодействия между предприятиями (рис. 2). До 2004 г. за непосредственное теплоснабжение потребителей отвечали государственные унитарные предприятия по эксплуатации тепловых пунктов и разводящих тепловых сетей «Мосгортепло», «Мостеплоэнерго» (включая районные тепловые станции, сопутствующие сети и тепловые пункты), «Теплоремонтналадка» (обслуживание около 500 тепловых пунктов на северо-востоке Москвы). Они не конкурировали между собой, поскольку потребители распределялись между компаниями в зависимости от их расположения. Инновационному



⁴ Например, средний КИУМ американских АЭС вырос с 50 до 90% [World Nuclear Association, 2014; Nuclear Energy Institute, 2014].

развитию препятствовали нерегулярное территориальное разделение областей теплоснабжения, неэффективность бизнес-процессов, задержки как платежей от потребителей, так и выплат поставщикам тепла.

В 2004 г. в целях консолидации активов и повышения их эффективности правительством Москвы была создана компания МОЭК, взявшая на себя функции городского теплоснабжения⁵. В новую структуру вошли унитарные предприятия, преобразованные в акционерные общества и ставшие ее филиалами. Позднее МОЭК претерпела еще несколько реорганизаций, в ходе которых число и функции филиалов вновь менялись.

Основным источником тепла в Москве изначально являлись мощности ОАО «Мосэнерго» (главным акционером выступало РАО «ЕЭС России»), которое подверглось реорганизации в 2005 г. В ходе этого процесса из «Мосэнерго» были выделены более десятка подразделений, ставших самостоятельными компаниями, в том числе ОАО «Московская теплосетевая компания» (МТК), управлявшая магистральными тепловыми сетями города. Отделение части активов «Мосэнерго» позволило разграничить монопольные и конкурентные сферы деятельности компании, а также дифференцировать прибыльные активы от убыточных.

Через год столичное правительство приобрело контрольный пакет МТК. За этим последовало слияние компании с МОЭК, завершившееся в октябре 2012 г. Создание МОЭК не устранило в одночасье противоречий, существовавших в теплоснабжении, таких как дисбалансы между сезонными колебаниями тепловой нагрузки (и тепловой мощности, закупаемой у «Мосэнерго») и постоянной величиной выплат со стороны потребителей, что долгое время приводило к касковому разрыву. Для решения накопившихся проблем потребовалось почти десятилетие.

Барьеры для инновационной деятельности

Низкая производительность труда

Недостаточная производительность препятствует инновационной деятельности, так как внедрение новых услуг на основе затратных и устаревших бизнес-процессов и технологий обслуживания снижает потенциальную прибыльность инноваций. На фоне высоких ставок дисконтирования и невозможности внедрять недорогие технологии (например, *free cooling*) инновационные проекты, имевшие успех за рубежом с позиций чистого дисконтированного дохода (*net present value*, NPV), в российской энергетике могут оказаться убыточными. Ставки дисконтирования связаны со «стоимостью денег» для компаний и опреде-

ляются состоянием финансовых рынков. Как и отсутствие доступа к бесплатным тепловым резервуарам, это — внешний фактор, на который предприятие повлиять не в состоянии. Однако оно может повышать эффективность своих операций, осуществляя технологическую модернизацию.

Связь производительности труда и инновационной деятельности отмечают многие исследователи. Так, Филип Кук (Philip Cooke) утверждает, что последняя является основным фактором увеличения продуктивности [Cooke, 2012], а Питер Брэднер (Peter Brödner) указывает на корреляцию между замедлением роста производительности и снижением темпов инновационной активности в Германии [Brödner, 2011]. Лидия Гарсия-Замбрано (Lidia García Zambrano) и ее коллеги, изучая инвестиции в ключевые компетенции сотрудников в период кризиса, также продемонстрировали связь между новаторской деятельностью и производительностью [García-Zambrano et al., 2014]. В своем исследовании управления высокотехнологичным предприятием Роман Бутелье (Roman Boutellier) и Марейке Хайнцен (Mareike Heinzen) используют производительность труда как одну из характеристик инновационной активности [Boutellier, Heinzen, 2014]. Сорин Краммер (Sorin Krammer) рассматривает навыки сотрудников и производительность в качестве критериев оценки инновационной политики [Krammer, 2009]. Франческо Больячино (Francesco Bogliacino) и Марио Пьянта (Mario Pianta), опираясь на данные обследований инновационной активности компаний стран ЕС (Community Innovation Surveys, CIS), указывают на взаимосвязь качества инновационной деятельности и производительности труда [Bogliacino, Pianta, 2009]. Однако для роста продуктивности, основанной на инновациях, требуется современный технологический уровень, поскольку низкотехнологичные предприятия по параметрам результативности инновационной деятельности обычно отстают от высокотехнологичных [Kirner et al., 2009].

Сравним производительность труда нескольких российских и финских энергетических компаний, приняв в качестве критерия отношение годового объема продаж энергии (ГВт•ч) к численности персонала. Для этого требуется сочетать их таким образом, чтобы типы генерации, сетей и продаж примерно совпадали. Сформируем три группы компаний для целей сопоставительного анализа:

А. Тепловые и электрические сети, продажи тепловой и электрической мощности — Turku Energia с финской стороны и группу МОЭК — МОЭСК с российской (зеленый цвет).

Б. Комбинированное производство электроэнергии и тепла (*combined heat and power*, CHP), тепловые и электрические сети, продажи тепло-

⁵ Распоряжение Правительства Москвы «О создании открытого акционерного общества «Московская объединенная энергетическая компания»» (с изменениями и дополнениями) от 11.11.2004 № 2261-ПП.

вой и электрической мощности — финские Turku District Energy Ltd.⁶ и Turku Energia, российские — «Мосэнерго», МОЭК и МОЭСК (голубой цвет); для сравнения приводятся еще и данные компании Helsingin Energia.

В. Комбинированное производство электроэнергии и тепла — «Мосэнерго» и Turku District Energy Ltd. (желтый цвет).

Полного соответствия характеристик компаний достичь не удастся в силу эффекта масштаба и иного распределения активов. МОЭК является для «Мосэнерго» оптовым перепродавцом тепла (67.7% полезного отпуска тепла последней в 2012 г.), оставшиеся 32.3% поставляются розничным клиентам. В 2012 г. объем продаж тепловой энергии «Мосэнерго» составил $6.8663 \cdot 10^7$ Гкал, а собственное производство тепла МОЭК — $2.46991 \cdot 10^7$ Гкал. Однако приближенное соответствие позволяет проводить качественное сравнение.

Данные табл. 1 свидетельствуют, что средняя производительность труда в московской энергетике заметно ниже, чем в Турку: по группам А и Б — примерно в 2.5–3 раза. МОЭК имеет штат, не соотносящийся по численности с объемами продаж тепла, учитывая, что большая его часть (около 75%) приобретает у «Мосэнерго». Несколько лучше выглядит вторая сетевая компания — МОЭСК, но в этом случае Turku Energia, обслуживающая сети двух типов (электрические и тепловые), демонстрирует примерно такую же

производительность E/P, что и МОЭСК, обеспечивая работу только электрических сетей. При этом совокупная производительность в Turku Energia (Q+E)/P выше, чем у МОЭСК (E/P) более, чем вдвое. Примерный паритет по отношению к Turku District Energy Ltd. (группа В) имеется только у «Мосэнерго».

Причиной значительного отставания в производительности труда российских предприятий служит технологическая неэффективность: низкая степень автоматизации, преобладание ручного труда при ремонте и обслуживании источников и сетей, чрезмерное резервирование мощностей и недостаточное развитие ИКТ-инфраструктуры. Устранение этих недостатков требует базового методологического инструментария, который можно заимствовать из модели «бережного производства» (*lean production*)⁷. Несмотря на то что оптимизация требует значительных усилий и времени, она ведет к повышению эффективности работы и инновационного потенциала компании. В МОЭК этот процесс начался [Управление производством, 2013, 2014; M24.ru, 2013], но пока затрагивает только отдельные аспекты деятельности. Его можно считать инновационным, ведь он базируется на применении лучших мировых практик, исходя из которых определяются оптимальные схемы функционирования.

Барьеры для долгосрочного планирования

Успешная программа инновационных разработок не может существовать изолированно от стратегии развития компании в целом [DeSai, 2013]. Целеполагание в инновационной политике опирается на корпоративную стратегию и долгосрочную финансовую политику.

В течение длительного периода времени стратегия развития московской теплоэнергетики формировалась под влиянием нескольких управляющих центров — Правительства Москвы, РАО ЕЭС и позже Газпрома⁸. Каждый из них реализует собственные программы действий, изменения в которых влекут за собой корректировки корпоративной стратегии МОЭК. Так, для компании весьма перспективен выход на рынки электроэнергии, что обеспечивает возможность использовать технологии совместного производства тепла и электроэнергии, с применением новейшего оборудования, например парогазовых блоков. Для развития электрогенерации в 2008 г. в рамках МОЭК была создана компания «МОЭК-Генерация». Перед ней ставилась задача достичь доли 9% на столичном рынке генерации электроэнергии, что требовало постройки 1.5 ГВт генерирующих мощностей [Кривошанка, 2008]. В том же

Табл. 1. **Производительность труда при производстве, транспорте и сбыте тепла (Q) и электроэнергии (E) (ГВт·ч/чел.)**

	Q/P (ГВт·ч/ чел.)	E/P (ГВт·ч/ чел.)	(Q+E)/P (ГВт·ч/ чел.)
Turku Energia (2013)	6.52	5.50	12.02
Turku District Energy Ltd.	12.26	6.25	18.51
Turku Energia — Turku District Energy Ltd	5.55	3.59	9.15
Helsingin Energia (2012)	5.39	5.25	10.64
МОЭК (2012)	3.25	-	-
Мосэнерго (2012)	9.80	8.07	17.87
МОЭСК (2012)	-	5.16	-
МОЭК — МОЭСК	-	-	4.01
МОЭК — МОЭСК — Мосэнерго	-	-	4.02

Примечание: P — численность персонала, Q — годовой объем продаж тепла (ГВт·ч), E — годовой объем продаж электроэнергии (ГВт·ч). Наиболее близким аналогом МОЭК является Turku Energia (оранжевый цвет).

Источник: расчеты авторов по материалам компаний, упомянутых в таблице.

⁶ Для Turku District Energy Ltd. учитываются также тепловая мощность, поставляемая промышленным потребителям в Naantali, и производство холода в объеме около 25 ГВт·ч.

⁷ Методы моделирования и оптимизации работы технологических, промышленных и энергетических компаний подробно описаны в литературе [Henriques et al., 2014; Curry, Feldman, 2011; Bangert, 2012; de Souza, 2012; O’Kelly, 2013; Blank, 2012].

⁸ Основной бизнес Газпрома связан с добычей и продажей газа, что потенциально вступает в противоречие с необходимостью повышать энергоэффективность теплоснабжения.

Рис. 3. Присоединенная договорная нагрузка (левая вертикальная ось, Гкал/ч), резерв мощности (правая вертикальная ось, Гкал/ч)



Источник: данные годовых отчетов МОЭК за 2005–2012 гг.

году ОАО «Мосгорэнерго» перешло под управление МОЭК [Мосгорэнерго, 2014]. Однако в 2012 г. объем электрогенерации МОЭК оставался на уровне около 193 МВт [МОЭК, 2012], что позволяет предположить произошедший пересмотр планов по расширению доли на рынке электроэнергетики.

Введение дополнительных 1.5 ГВт мощностей на 14 станциях МОЭК стало бы базой малой распределенной генерации по сравнению с крупными ТЭЦ «Мосэнерго», имеющими несопоставимо большую мощность. С другой стороны, строительство и модернизация районных и квартальных тепловых станций в 1990-х и 2000-х гг. предусматривали установку водогрейных котлов. Покупка и установка газовых турбин, очевидно, могут осуществляться независимо от такого оборудования, но в данном случае речь по-прежнему идет о параллельном автономном производстве тепла и электроэнергии, которое не обладает преимуществами их комбинированной генерации. Можно рассматривать возможность одновременной реконструкции котлоагрегатов для утилизации тепла отходящих газов турбин, что увеличит стоимость проекта. В этом отношении попытка сменить вектор оказалась затруднительной в силу решений, принятых ранее в рамках иной стратегии. Подобная переменчивость (*short-termism*) — типичная проблема корпоративного управления [Barton, Wiseman, 2013; Kappel, 1960], сказывающаяся как на инновационном развитии [Tidd et al., 2005; Johnson et al., 2008], так и на долгосрочной перспективе в целом [McLaney, 2009].

Трудности планирования на отдаленный горизонт проиллюстрированы на графике (рис. 3), из которого видно, что за 2011 г. МОЭК потеряла

около 14% присоединенной договорной тепловой нагрузки. Двукратный прирост резерва тепловой мощности МОЭК в 2011 г. примерно соответствовал величине падения нагрузки. Этот спад мог предположительно стать результатом переоценки характеристик потребителей на основании новых норм энергопотребления⁹. В таком случае «виртуальные» изменения свидетельствуют не столько о росте энергоэффективности в Москве, сколько о степени неопределенности при оценке важнейших параметров энергетического баланса города.

Отсутствие внутрикорпоративных стартапов

Как показывают зарубежные исследования, централизованная выработка холода экономически оправдана [Shimoda et al., 2006; Chow et al., 2004; Lozano et al., 2010; Deng et al., 2011], так как позволяет загрузить мощности в период снижения отопительной нагрузки. Для отечественной теплоэнергетики централизованное хладоснабжение является прорывной инновацией по нескольким причинам:

- Подобные системы, включая источники холода, сети и внутрисановое оборудование, ранее не разрабатывались; отсутствуют нормативы, устоявшиеся практики подбора и обслуживания оборудования, технико-экономического обоснования и т. д.
- Их создание представляет комплексную технологическую задачу. Требуется учет таких аспектов, как внедрение количественного (по расходу) регулирования отпуска тепловой мощности вместо распространенного в настоящее время качественного (по температуре),

⁹ Приказ Министерства регионального развития РФ «Об утверждении Правил установления и изменения (пересмотра) тепловых нагрузок» от 28 декабря 2009 г. № 610.

ввод в эксплуатацию аккумуляторов холода, работа с теплоносителем в ином диапазоне температур, изменившиеся условия водоподготовки и др.

- Появится возможность комбинирования производства электроэнергии, тепла и холода (тригенерации) с использованием новых методов балансирования нагрузок и их распределения по источникам.

Пути внедрения тригенерации рассматривались московским правительством еще в 2010 г. [Иванов, 2010]. Приоритет был отдан централизованной генерации. Несмотря на то что МОЭК обозначила свой интерес к хладоснабжению [МОЭК, 2013б; Совет при Президенте по модернизации экономики и инновационному развитию России, 2012], сроки строительства до сих пор не установлены.

Известно, что процесс создания и внедрения прорывных инноваций сдерживается определенными барьерами [Ford et al., 2014]. Для российских компаний их комплекс дополняется проблемами, связанными с особенностями национальной и региональной экономики, и деловой среды в частности. Для МОЭК в отличие от европейских игроков построение централизованного хладоснабжения — более сложная задача и в организационном, и в инженерном плане. Так, в отличие от финской Helsingin Energia МОЭК на старте хладоснабжения может располагать лишь небольшими мощностями собственной электрогенерации. Возможности использовать технологии *free cooling* в Москве также ограничены. По этой причине компания, вероятно, будет вынуждена сосредоточиться на абсорбционных холодильных машинах со сравнительно низкой эффективностью либо вводить в эксплуатацию парокомпрессионные холодильные установки, что потребует покупки электроэнергии.

Подобные трудности часто решаются при помощи внутрикорпоративных стартапов (*intrapreneurship, corporate new ventures*) [Byers et al., 2011]. В этом случае основной бизнес изолирован от рисков, расширяются возможности гибкого управления пилотными инновационными проектами. Однако крупные российские компании имеют мало опыта в организации таких стартапов.

Показательно, что «Газпром Промгаз», разрабатывавший детальную программу тепло- и газоснабжения «Новой» Москвы, согласованную с МОЭК, лишь единожды упоминает централизованное хладоснабжение на базе тригенерации: «Объекты генерации новых территорий намечается объединить с электроподстанциями и сформировать единый комплекс энергоснабжения потребителей — “Энергокомплекс” с возможностью

дополнительного производства холода (тригенерация) при необходимости» [Правительство Москвы, 2014].

Субсидирование и отсутствие конкуренции

Для компании при выходе на новый рынок важны первые потребители, которые во многом разделяют риски, сопряженные с выбором инновационного продукта или услуги. Это имеет особое значение для энергетики, характеризующейся масштабными инвестициями и высокой стоимостью смены ошибочно выбранных режимов либо типов энергоснабжения.

Не является исключением и хладоснабжение. Завоеванию неосвоенных рынков крупными теплоснабжающими организациями препятствуют их слабая связь с потребителями и недостаточная гибкость во взаимоотношениях с ними. Последним необходимо, например, обращаться к компаниям с просьбой о присоединении к сети. Учитывая, что централизованное хладоснабжение — новая для России сфера, ни один игрок не имеет на этом рынке даже локального монопольного статуса, вынужден доказывать свою конкурентоспособность и сражаться за покупателя, а подобную практику отечественные теплоснабжающие организации пока не освоили. Между тем, взаимодействие с клиентами может стать значимым предметом для инноваций [Mattsson, 2008] в таких аспектах, как организационная гибкость, стратегия работы с потребителем, удаленное обслуживание и т. п. [Nandakumar et al., 2014; Edward, Sushil, 2013; Earpen, 2009; Peppers, Rogers, 2011; Eid, 2013]. Однако развитие в этих направлениях затрудняется несколькими обстоятельствами.

В отличие от европейской практики российские теплоснабжающие предприятия систематически субсидируются¹⁰. Подобное положение определяется Федеральным законом № 190-ФЗ от 27 июля 2010 г. «О теплоснабжении», где сформулированы принципы регулирования тарифов, которые в соответствии со статьей 7 устанавливаются на основании требований доступности тепловой энергии. Статья 3 того же закона определяет основы государственной политики, включая развитие централизованного теплоснабжения, соблюдение баланса экономических интересов теплоснабжающих организаций и потребителей, обеспечение стабильных и недискриминационных условий для предпринимательской деятельности.

Субсидирование и монополизация приводят к искажению стимулов, отражающих реальные издержки производства и транспорта тепла, как для производителя, так и для потребителей; растет и ценовое давление на конкурирующих операто-

¹⁰ В качестве лишь нескольких таких примеров сошлемся на постановления Администрации Курской области «О порядке предоставления субсидий организациям, оказывающим услуги теплоснабжения, холодного и горячего водоснабжения, водоотведения, утилизации (захоронения) твердых бытовых отходов, на возмещение части недополученных доходов в связи с применением государственных регулируемых цен (тарифов) при оказании услуг населению» от 26 декабря 2012 г. № 1140-па; Правительства Москвы «Об утверждении цен, ставок и тарифов на жилищно-коммунальные услуги для населения на 2011 год» от 30 ноября 2010 г. № 1038-ПП (с изменениями от 14 декабря 2010 г.) и «Об утверждении цен, ставок и тарифов на жилищно-коммунальные услуги для населения на 2014 год» от 26 ноября 2013 г. № 748-ПП и др.

ров, не получающих такой поддержки. Используя подобные инструменты, государство аккумулирует и консервирует неэффективность, препятствуя партнерским отношениям между поставщиками услуг и потребителями и тем самым усиливая риски. А ведь регулирование в энергетике уже само по себе — потенциальный риск [Peterson, Augustine, 2003; Sweeney, 2002].

В Финляндии приоритет отдается развитию конкуренции, где оператор централизованного теплоснабжения — один из участников рынка, с которым могут соперничать локальные производители тепла [Finnish Energy Industries, 2013], поэтому там нет аналога вышеупомянутого российского закона «О теплоснабжении». В российской же практике акцент ставится на централизованной модели, что осложняет перевод теплоснабжения на рыночные принципы. Определенные ограничения накладывают и нормативные документы. Так, «Правила организации теплоснабжения в Российской Федерации» (утверждены Постановлением Правительства РФ от 8 августа 2012 г. № 808) определяют порядок присвоения статуса единой теплоснабжающей организации, которая может отказаться расторгнуть договор с клиентом, если в одностороннем порядке посчитает, что это негативно отразится на других потребителях (п. 32 Правил).

На территории «Новой» Москвы, как и в других регионах, на фоне потерь тепла в сетях и изношенности оборудования пакетные решения на базе современных конденсационных котлов могут оказаться достаточно эффективными, по крайней мере, если речь идет о конкуренции с котельными. В то же время в п. 2.3 Постановления Правительства Москвы № 1508-ПП «О Схеме теплоснабжения города Москвы на период до 2020 года с выделением двух этапов 2010 и 2015 гг.» указано, что «использование децентрализованных источников теплоснабжения применяется в исключительных случаях, согласованных с Департаментом топливно-энергетического хозяйства города Москвы, или в качестве аварийных или резервных источников»¹¹.

Техническая и экономическая эффективность российских систем централизованного теплоснабжения ниже, чем у лучших зарубежных аналогов. Ввиду этого инновационные решения — локальные источники тепла малой мощности на основе когенерационных установок с высоким КПД — выглядят вполне конкурентоспособными [Pehnt et al., 2006; Parker, 2009; Pilatowsky et al., 2011; Praetorius et al., 2012]. Однако для их распространения следует отменить искусственные административные запреты. Позитивный вклад способны внести либерализация российского газового рынка и стимулирование малой распределенной электроэнергетики.

Инновационный вектор в стратегии компаний теплоэнергетики

Управление знаниями

Ключевая компонента инновационной деятельности — управление знаниями. До настоящего времени значительная часть документации российских инфраструктурных компаний — от термодинамических схем до сведений о режимах работы оборудования — остается не оцифрованной и хранится в бумажном виде. Но даже там, где информация оцифрована, порядок хранения и доступа к ней не проработан. Не получили развития и неформализованные каналы обмена информацией, особенно между специалистами и менеджерами разных уровней, не находящимися в непосредственном подчинении. Подобная картина характерна для предприятий самых различных профилей — технологического, индустриального, инфраструктурного, ресурсного и др.

Формирование в компаниях систем управления знаниями должно предусматривать такие принятые в научном сообществе процедуры, как независимая экспертиза (*peer review*), коллективное обсуждение результатов работы и др. Не хватает неформальных площадок — семинаров, конференций, экспертных обсуждений. Естественно, должен соблюдаться баланс между открытым обсуждением и коммерческими интересами (включая вопросы охраны интеллектуальной собственности), тем не менее в настоящее время в этой сфере пока преобладают закрытость и непрозрачность.

Наконец, переход на рыночные принципы в столь сложной области, как энергетика, требует последовательной оптимизации источников мощности и сетей с использованием соответствующих аналитических инструментов системы управления знаниями. Пример такого подхода — расчет оптимального распределения нагрузок (*unit commitment problem*) [Wood et al., 2013; Tagare, 2011; Catalao, 2012; Soliman, Mantawy, 2012], что актуально и для тепловых нагрузок [Sakawa et al., 2002]. Распределение нагрузок в теплоэнергетике в России на этом уровне не рассматривается, хотя оно несет в себе инновационный потенциал.

Коллаборативные сети как основа инновационной деятельности

Инновационные процессы в настоящее время претерпевают существенные изменения, связанные с вовлечением в них потребителей, диверсификацией и более глубокой специализацией [Chesbrough, 2003]. Собрать под «одной крышей» необходимых специалистов — невыполнимая задача, в силу их рассредоточения по многим организациям и отсутствия потребности в них на постоянной основе. Многие инновационные ком-

¹¹ Режим доступа: https://www.mos.ru/documents/index.php?id_4=118398, дата обращения 17.06.2014.

пании становятся открытыми: число их связей с внешними партнерами и подрядчиками последовательно возрастает, а новаторская активность принимает сетевой характер.

В этом смысле показателен пример компании General Electric (GE). В среднем за десятилетие на исследования и разработки (ИиР) ею выделялось около 4.3 млрд долл. в год, что превышает средний годовой бюджет Российской академии наук за тот же период. В GE действует программа открытых инноваций [Bingham, Spradlin, 2011; Möslin, 2014], направленная на технологический краудсорсинг и привлечение сторонних подрядчиков, специализирующихся на ключевых технологиях, таких как 3D-печать.

Термин «сеть» не случаен. Взаимоотношения участников ИиР близки по структуре к более традиционным информационным сетям [Scherngell, 2013; Prahalad, Krishnan, 2008; Tidd et al., 2005]. Инновационные сетевые процессы сегодня интенсивно изучаются [Гросфелд, Роландт, 2008; Праузе, Тернер, 2014]. По утверждению Набила Саккаба (Nabil Sakkab) — старшего вице-президента Procter & Gamble (P&G), будущее корпоративных ИиР — сетевые структуры для совместной работы, объединяющие 99% исследователей-разработчиков [Tidd et al., 2005]. P&G имеет сопоставимый с GE исследовательский бюджет, а один из ее важнейших принципов — «соединять и разрабатывать» (Connect and Develop). Аналогичным образом руководитель компании Bosch Франц Ферербах (Franz Fehrerback) уверен, что его компания «расширит свою работу в исследовательских сетях с другими фирмами» [Dutta et al., 2009].

Модель «закрытых инноваций» 30–40 лет назад практиковалась во многих компаниях, известных успехами в инновационной деятельности¹², но в настоящее время устарела. В этих условиях у небольших фирм, не располагающих бюджетами масштаба GE, но стремящихся внедрять инновационные решения, практически не остается выбора, кроме как развивать собственную «инновационную сеть». В настоящее время стратегия «закрытых инноваций» все менее совместима с реалиями. Георг Вайерс (Georg Weiers) отмечает, что все больше новых решений поступает в компанию извне, благодаря чему повышается скорость разработок, снижаются риски и затраты, которые распределяются по всей сети [Weiers, 2014]. Напротив, замыкая инновационный процесс на себя, предприятие принимает и соответствующие риски. Вместе с тем, «внешняя» инновационная деятельность не должна исключать внутренних разработок. Доказано, что ведение собственных корпоративных ИиР облегчает внедрение внешних инноваций [Hervas-Oliver et al., 2011].

В подобном контексте особую важность приобретает управление распределенными разработками. Эти практики активно изучаются за рубежом

[Möhring, 2014; и др.], однако в России они пока «не приживаются», особенно при взаимодействии с иностранными партнерами, что сказывается на выполнении ИиР.

Другим значимым фактором эффективности распределенной структуры инновационного развития служит вовлечение большого числа экспертов и консультантов — юридических и физических лиц — на стадиях стратегического планирования или технико-экономического обоснования проектов. Поддержка партнерства на должном уровне представляет собой сложную управленческую задачу, охватывающую управление знаниями и развитие инфраструктуры ИКТ. DuPont удерживает мировое лидерство за счет распределенной сети научной и инженерно-технической кооперации [Boutellier et al., 2008] при помощи переноса центра тяжести управления и организации ИиР в виртуальное пространство, что обеспечивает экономию финансовых и временных ресурсов, поскольку не нужно реорганизовывать подразделения ИиР под новые программы. В противном случае потребовались бы существенные затраты на постоянную поддержку международной мобильности сотрудников.

Для отечественной практики характерна попытка «сделать все своими силами», приводящая к чрезмерной концентрации разработок в одной организации и слабой специализации и без того немногочисленных инновационных центров, что еще более ослабляет конкуренцию. Российский рынок инновационных разработок остро нуждается в конкуренции, уровень которой в настоящее время не соответствует объемам финансирования, выделяемого компаниями на инновационное развитие. Как следствие, позиции на рынке (*market power*) смещаются от заказчика к подрядчику. Складывается ситуация, когда несколько крупных игроков вынуждены инвестировать в один и тот же ограниченный набор инновационных разработок, то есть фактически конкурировать за подрядчика.

В долгосрочной перспективе проблема может быть решена только за счет системного развития научных организаций и их сотрудничества с технологическими компаниями. «Быстрый» положительный эффект обеспечит участие зарубежных инновационных фирм и научных центров прикладного профиля в российских инновационных проектах.

Заключение

Инновации в российском теплоснабжении носят преимущественно эволюционный характер и выражаются во внедрении технологий, эффективность которых подтверждена многолетней эксплуатацией за рубежом. Продвижение прорывных решений, даже если они доказали свою результативность в ведущих мировых компаниях и получили поддержку

¹² Один из примеров — PARC Research Facility (компания Xerox).

со стороны федеральных и региональных органов власти, в России сталкивается с существенными препятствиями. Среди них — негибкость корпоративного управления, в том числе при взаимодействии с потребителями, отсутствие опыта создания корпоративных стартапов и управления рисками на ранних стадиях ИиР.

Технологическое отставание приводит к завышению потенциальных издержек при оценке инвестиционной привлекательности инновационных проектов, что критично для развития новой инфраструктуры со значительными начальными постоянными затратами, как в случае с централизованным хладоснабжением.

Рекомендуемые меры по поддержке инновационного развития теплоснабжения можно разделить на институциональные и корпоративные. Первые касаются стимулирования конкуренции на рынке теплоснабжения и формирования стабильной законодательной и инвестиционной среды. Вторые предполагают технологическую модернизацию, разработку долгосрочных корпоративных стратегий, включающих инновационные программы, систематический анализ лучших международных практик инновационного развития и выстраивание партнерских сетей с участием зарубежных инновационных, консалтинговых и научно-исследовательских центров.

Пример Москвы демонстрирует, что стратегическое развитие энергетических компаний в минувшем десятилетии фокусировалось не на

инновационной составляющей, а в основном на поглощениях. В столичной практике «горизонтальные» слияния нулевых годов и последующие «вертикальные» поглощения осуществлялись по управленческим соображениям. Благодаря этому в значительной мере были упорядочены бизнес-процессы и денежные потоки, но не удалось достичь европейского уровня производительности. Образование единой вертикально интегрированной структуры в московской энергетике ограничивает возможности развития альтернативных систем теплоснабжения. Тарифная политика и субсидирование в комбинации с нормативными ограничениями альтернативных методов теплоснабжения фактически нивелируют стимулы для организаций реализовывать инновационную политику. В этих условиях доминирует краткосрочное планирование, в то время как среднее и долгосрочное почти не практикуется.

Опыт показывает, что централизация не гарантирует простоты во взаимоотношениях основных субъектов столичной энергетике. Примером может служить кассовый разрыв, вызванный сезонностью в изменении тепловой нагрузки МОЭК и особенностями покупки тепловой мощности у «Мосэнерго». Существенным недостатком при ведении инновационной деятельности является ее замкнутость в пределах одной организации. Это касается многих ресурсоснабжающих российских компаний, не учитывающих сетевой характер современных инновационных разработок. **F**

Бегалов В.А. (2013) Актуальные вопросы энергосбережения и повышения эффективности использования энергоресурсов при разработке схем теплоснабжения // Энергосовет. № 3 (28). С. 77–80.

Гросфелд Т., Роландт Т. (2008) Логика открытых инноваций: создание стоимости путем объединения сетей и знаний // Форсайт. Т. 2. № 1. С. 24–29.

Иванов А. (2010) Энергообеспечение Москвы: задачи и направления развития // Энергополис, 20.05.2010. Режим доступа: <http://energypolis.ru/portal/2010/391-yenergoobespechenie-moskvy-zadachi-i-napravleniya.html>, дата обращения 19.06.2014.

Интер РАО ЕЭС (2013) Остаться с теплом // Энергия без границ. № 4 (23). С. 10–15. Режим доступа: [http://www.interrao.ru/upload/iblock/b66/Inter_RAO_4\(23\)_2013.pdf](http://www.interrao.ru/upload/iblock/b66/Inter_RAO_4(23)_2013.pdf), дата обращения 19.06.2014.

Кожуховский И.С. (2013) Обзор энергетических рынков России. Режим доступа: <http://iiab.hse.ru/news/103218273.html>, дата обращения 19.06.2014.

Кривошапка И. (2008) Теплоснабжение без проблем — столичный опыт // Энергетика и промышленность России. № 10 (102).

M24.ru (2013) «МОЭК» сэкономит 300 миллионов на новых технологиях. 15.03.2013. Режим доступа: <http://www.m24.ru/news/4959>, дата обращения 19.06.2014.

Минэнерго (2013) Политика в теплоснабжении. М.: Министерство энергетики РФ. Режим доступа: <http://minenergo.gov.ru/upload/iblock/2a1/2a186182f1ce1484577da18d98938694.pdf>, дата обращения 19.06.2014.

Мосгорэнерго (2014) «Мосгорэнерго» опубликовало итоги деятельности за 2013 год. 31.01.2014. Режим доступа: <http://www.mosgorenergo.ru/press-center/market-news/244/>, дата обращения 19.06.2014.

МОЭК (2005) Годовой отчет. М.: ОАО «Московская объединенная энергетическая компания». Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, дата обращения 19.06.2014.

МОЭК (2006) Годовой отчет. М.: ОАО «Московская объединенная энергетическая компания». Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, дата обращения 19.06.2014.

МОЭК (2007) Годовой отчет. М.: ОАО «Московская объединенная энергетическая компания». Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, дата обращения 19.06.2014.

МОЭК (2008) Годовой отчет. М.: ОАО «Московская объединенная энергетическая компания». Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, дата обращения 19.06.2014.

МОЭК (2009) Годовой отчет. М.: ОАО «Московская объединенная энергетическая компания». Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, дата обращения 19.06.2014.

МОЭК (2010) Годовой отчет. М.: ОАО «Московская объединенная энергетическая компания». Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, дата обращения 19.06.2014.

МОЭК (2011a) Годовой отчет. М.: ОАО «Московская объединенная энергетическая компания». Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, дата обращения 19.06.2014.

МОЭК (2011b) Практический опыт МОЭК вызвал интерес на форуме «Инновации. Модернизация. Энергоэффективность». Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/press-center/news-releases/news-archive-2011/698-moek-news2011-09-30.html>, дата обращения 19.06.2014.

- МОЭК (2012) Годовой отчет. Режим доступа: http://www.oaomoek.ru/ru/_downloads/investor/otchet/god-otchet_moek_2012_full.pdf, дата обращения 19.06.2014.
- МОЭК (2013а) МОЭК внедряет инновации на объектах теплосетевой инфраструктуры. 15.03.2013. Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/press-center/news-releases/news-2013/928-moek-vnedryaet-innovacii.html>, дата обращения 16.06.2014.
- МОЭК (2013б) ОАО «МОЭК» предлагает услуги по хладоснабжению и внедряет тригенерацию. 15.04.2013. Режим доступа: <http://www.oaomoek.ru/ru/press-center/news-releases/news-2013/971-trigeneraciya-moek.html>, дата обращения 19.06.2014.
- Правительство Москвы (2014) О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения (этап 1, том 1.4, книга 1). М.: Департамент топливно-энергетического хозяйства города Москвы. Режим доступа: <http://depte.h.mos.ru/legislation/projects/1070692/>, дата обращения 19.06.2014.
- Прауде Г., Тернер Т. (2014) Сообщества потребителей — драйверы открытых инноваций // Форсайт. Т. 8. № 1. С. 24–32.
- РосТепло.Ру (2010) В ОАО «МОЭК» внедряются инновационные технологии. 08.10.2010. Режим доступа: <http://www.rosteplo.ru/news.php?zag=1286518651>, дата обращения 19.06.2014.
- Совет при Президенте по модернизации экономики и инновационному развитию России (2012) МОЭК рассматривает пилотные проекты тригенерации на территории Сколково и «Москва-сити». 28.12.2012. Режим доступа: <http://i-russia.ru/all/articles/16540/>, дата обращения 19.06.2014.
- Управление производством (2013) Проект СТЭП: шаги МОЭК в будущее. 12.03.2013. Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/production_management/lean/svetlov-moek.html, дата обращения 19.06.2014.
- Управление производством (2014) Процессное управление в МОЭК в рамках проекта «ВЕГА». 11.06.2014. Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/management/processnoe-moek.html, дата обращения 19.06.2014.
- Andrews D., Riekkola A. K., Tzimas E., Serpa J., Carlsson J., Pardo-Garcia N., Papaioannou I. (2012) Background Report on EU-27 District Heating and Cooling: Potentials, Barriers, Best Practice and Measures of Promotion. Brussels: European Commission.
- Baggini A., Sumper A. (2012) Electrical energy efficiency. New York: Wiley.
- Bangert P. (2012) Optimization for Industrial Problems. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Barton D., Wiseman M. (2013) Focusing capital on the long term // Harvard Business Review. January-February. P. 48–55.
- Bingham A., Spradlin D. (2011) The open innovation marketplace: Creating value in the challenge-driven enterprise. Waltham, MA: InnoCentive Inc.
- Blank R. (2012) Cross-Functional Productivity Improvement. London: CRC Press.
- Bloetscher F. (2011) Utility Management for Water and Wastewater Operators. Denver, CO: American Water Works Association.
- Bogliacino F., Pianta M. (2009) The impact of innovation on labour productivity growth in European industries: Does it depend on firms' competitiveness strategies? IPTS working paper on corporate R&D and innovation № 13/2009. Brussels: European Commission.
- Boutellier R., Gassmann O., Von Zedtwitz M. (2008) Managing global innovation: Uncovering the secrets of future competitiveness (3rd ed.). Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Boutellier R., Heinzen M. (2014) Growth Through Innovation: Managing the Technology-Driven Enterprise. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Brödner P. (2011) Innovations Require Conducive Institutions // Enabling Innovation. Innovative Capability — German and International Views / Eds. I. Isenhardt, F. Hees, S. Trantow. RWTH Aachen University P.S.J., Springer. P. 179–183.
- Byers L., Dorf R., Nelson A. (2011) Technology Ventures: From Idea to Enterprise. New York: McGraw-Hill.
- Catalao J.P.S. (ed.) (2012) Electric Power Systems: Advanced Forecasting Techniques and Optimal Generation Scheduling. London: CRC Press.
- Chesbrough H.W. (2003) Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press.
- Chow T.T., Au W.H., Yau R., Cheng V., Chan A., Fong K.F. (2004) Applying district-cooling technology in Hong Kong // Applied Energy. Vol. 79. № 3. P. 275–289.
- Cooke P. (2012) Complex Adaptive Innovation Systems Relatedness and Transversality in the Evolving Region. London: Routledge.
- Curry G.L., Feldman R.M. (2011) Manufacturing Systems Modeling and Analysis (2nd ed.). Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Deng J., Wang R.Z., Han G.Y. (2011) A review of thermally activated cooling technologies for combined cooling, heating and power systems // Progress in Energy and Combustion Science. Vol. 37. № 2. P. 172–203.
- DeSai J. (2013) Innovation Engine: Driving Execution for Breakthrough Results. New York: Wiley.
- De Souza G.F.M. (ed.) (2012) Thermal Power Plant Performance Analysis. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Dutta S., Berger R., Raffel T., Samuels G. (eds.) (2009) Innovating at the Top: How Global CEOs Drive Innovation for Growth and Profit. Roland Berger Strategy Consultants, INSEAD.
- Eapen G. (2009) Flexibility: Flexible Companies for the Uncertain World. London: CRC Press.
- Edward A., Sushil S. (2013) The Flexible Enterprise. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Eid R. (2013) Managing Customer Trust, Satisfaction, and Loyalty through Information Communication Technologies. Hershey, PA: IGI Global. Режим доступа: 10.4018/978-1-4666-3631-6, дата обращения 19.06.2014.
- Euroheat & Power (2006) District Cooling: Cooling More with Less, May 2006. Brussels: Euroheat & Power. Режим доступа: http://www.euroheat.org/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=/Files/Filer/documents/positionpapers/District_Cooling/EHPCoolingMoreWithLessS.pdf, дата обращения 19.06.2014.
- European Commission (2002) The Act on the Conservation, Modernization and Development of Combined Heat and Power. April 1, 2002. Brussels: European Commission.
- DHC+ Technology Platform (2009) The District Heating and Cooling plus (DHC+) Technology Platform: District Heating & Cooling — A Vision Towards 2020 – 2030 – 2050. Brussels: DHC+ Technology Platform.
- Finnish Energy Industries (2013) Strategy for the district heating sector. Helsinki: Finnish Energy Industries. Режим доступа: http://energia.fi/sites/default/files/kaukol_strategia_eng_2410.pdf, дата обращения 19.06.2014.
- Ford S., Ferriani S., Probert D. (2014) Overcoming the innovation barrier: A search-selection model of breakthrough innovation in large firms // Strategies and Communications for Innovations / Eds. N. Pfeffermann, T. Minshall, L. Mortara. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer. P. 41–63.

- García-Zambrano L., Rodríguez-Castellanos A., García-Merino J.D. (2014) Proactive Management of Core Competencies, Innovation and Business Performance in a Period of Crisis: The Case of Spain // *Entrepreneurship, Innovation and Economic Lessons for Research, Policy and Practice* / Eds. K. Rüdiger, M. Peris-Ortiz, A. Blanco-González. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer. P. 59–68.
- Henriques E., Pecas P., Silva A. (eds.) (2014) *Technology and Manufacturing Process Selection: The Product Life Cycle Perspective*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Herman S.L. (2009) *Industrial Motor Control* (6th ed.). Delmar Cengage Learning.
- Hervas-Oliver J.-L., Garrigos J. A., Gil-Pechuan I. (2011) Making sense of innovation by R&D and non-R&D innovators in low technology contexts: A forgotten lesson for policymakers // *Technovation*. Vol. 31. № 9. P. 427–446.
- IFC, World Bank (2008) *Energy Efficiency in Russia: Untapped Reserves*. Moscow: International Finance Corporation, World Bank.
- Johnson G., Scholes K., Whittington R. (2008) *Exploring Corporate Strategy* (8th ed.). Essex: Prentice Hall, Person Education Ltd.
- Kappel F. (1960) *Vitality: In a Business Enterprise*. New York: McGraw-Hill Education.
- Kirner E., Kinkel S., Jaeger A. (2009) Innovation paths and the innovation performance of low-technology firms — An empirical analysis of German industry // *Research Policy*. Vol. 38. № 3. P. 447–458.
- Krammer S.M.S. (2009) Drivers of national innovation in transition: Evidence from a panel of Eastern European countries // *Research Policy*. Vol. 38. № 5. P. 845–860.
- KWH Pipe (2006) *Development of KWH Technology* // *Pipe world — The KWH pipe customer journal*. № 1. P. 6–10.
- Lozano M. A., Ramos J. C., Serra L. M. (2010) Cost optimization of the design of CHCP (combined heat, cooling and power) systems under legal constraints // *Energy*. Vol. 35. № 2. P. 794–805.
- Mattsson J. (2008) Customer Relationship Management (CRM) as innovation: Taking care of the right customers // *Innovation and the Creative Process: Towards Innovation with Care* / Ed. L. Fuglsang. Cheltenham: Edward Elgar. P. 48–56.
- McLaney E. (2009) *Business Finance: Theory and Practice* (8th ed.). Essex: Person Education Ltd.
- Morrow E.W. (2011) *Industrial Megaprojects: Concepts, Strategies, and Practices for Success*. New York: Wiley.
- Möhring M.M. (2014) *Innovation in a High Technology B2B Context: Exploring Supply Networks, Processes and Management*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Möslein K.M. (2014) Open Innovation: Strategic Options, Actors, Tools and Tensions // *Strategy and Communication for Innovations* / Eds. N. Pfeffermann, T. Minshall, L. Mortara. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer. P. 27–40.
- Nandakumar M.K., Jharkharia S., Nair A.S. (2014) *Organisational Flexibility and Competitiveness*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Nuclear Energy Institute (2014) *US Nuclear Capacity Factors*. Режим доступа: <http://www.nei.org/Knowledge-Center/Nuclear-Statistics/US-Nuclear-Power-Plants/US-Nuclear-Capacity-Factors>, дата обращения 19.06.2014.
- O'Kelly P. (2013) *Computer Simulation of Thermal Plant Operations*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Peppers D., Rogers M. (2011) *Managing Customer Relationships: A Strategic Framework*. New York: Wiley.
- Pilatowsky I., Romero Rosenberg J., Isaza C.A., Gamboa S.A. (2011) *Cogeneration Fuel Cell-Sorption Air Conditioning Systems*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Praetorius B., Martiskainen M., Sauter R., Watson J. (2012) *Microgeneration in the UK and Germany from a Technological Innovation Systems Perspective* // *Sustainability Innovations in the Electricity Sector* / Eds. D. Jansen, K. Ostertag, R. Walz. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer. P. 117–140.
- Parker D. (2009) *Microgeneration: Low energy strategies for larger buildings*. Elsevier.
- Pehnt M., Cames M., Fischer C., Praetorius B., Schneider L., Schumacher K., Voß J.-P. (2006) *Micro Cogeneration Towards Decentralized Energy Systems*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Petchers N. (2003) *Combined Heating, Cooling & Power Handbook: Technologies & Applications. An Integrated Approach to Energy Resource Optimization*. Lilburn, Georgia: The Fairmont Press.
- Peterson S., Augustine C. (2003) Regulatory Failure in the California Electricity Crisis // *The Electricity Journal*. Vol. 16. № 7. P. 56–64.
- Pollert J., Zakin J.L., Myska J., Kratochvil K. (1994) Use of friction reducing additives in district heating system field test at Kladno-Krocehlavy // *Proceedings of the International District Heating and Cooling Conference, Prague*. Vol. 85. P. 141–156.
- Prahalad C.K., Krishnan M.S. (2008) *The New Age of Innovation: Driving Co-created Value Through Global Networks*. New York: McGraw Hill Education.
- Sakawa M., Kato K., Ushiro S. (2002) Operational planning of district heating and cooling plants through genetic algorithms for mixed 0–1 linear programming // *European Journal of Operational Research*. Vol. 137. № 3. P. 677–687.
- Schergell T. (ed.) (2013) *The Geography of Networks and R&D Collaborations*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Shimoda Y, Nagota T., Isayama N., Mizuno M. (2008) Verification of energy efficiency of district heating and cooling system by simulation considering design and operation parameters // *Building and Environment*. Vol. 43. № 4. P. 569–577.
- Soliman S.A., Mantawy A.H. (2012) *Modern Optimization Techniques with Applications in Electric Power Systems*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Startbase (2014) *Внедрение инновационных энергосберегающих ПАВ-технологий дает осязаемый результат*. 17.02.2014. Режим доступа: <http://www.startbase.ru/knowledge/articles/336>, дата обращения 19.06.2014.
- State of Hawaii (2002) *Sea water district cooling feasibility analysis for the State of Hawaii*. Honolulu: State of Hawaii, Department of Business, Economic Development and Tourism, Energy, Resources, and Technology Division Режим доступа: <http://www.districtenergy.org/assets/pdfs/03Innovative-Energy-Systems-Workshop-Honolulu/swac-full-report.pdf>, дата обращения 19.06.2014.
- Sweeney J.L. (2002) *California Electricity Crisis*. Stanford, CA: Hoover Institution Press Publication.
- Tagare D.M. (2011) *Electric power generation*. New York: Wiley-IEEE Press.
- Tidd J., Bessant J., Pavitt K. (2005) *Managing Innovation Integrating Technological, Market and Organizational Change* (3rd ed.). Chichester: Wiley & Sons Ltd.
- Weiers G. (2014) *Innovation Through Cooperation: The Emergence of an Idea Economy*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Wood A.J., Wollenberg B.F., Sheble G.B. (2013) *Power generation, operation, and control* (2nd ed.). New York: Wiley.
- World Nuclear Association (2014) *Nuclear Power in the USA*. Режим доступа: <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/USA--Nuclear-Power/>, дата обращения 19.06.2014.
- Wu S. (2010) *Heat energy storage and cooling in buildings* // *Materials for energy efficiency and thermal comfort in buildings* / Ed. M.R. Hall. Cambridge: Woodhead Publishing. P. 101–126.

Innovation in Russian District Heating: Opportunities, Barriers, Mechanisms

Andrey Kovalev

Independent Expert. E-mail: and.v.kovalev@gmail.com

Liliana Proskuryakova

Senior Research Fellow, Research Laboratory for Science and Technology Studies, HSE ISSEK. Address: 11, Myasnitskaya str., Moscow 101000, Russian Federation. E-mail: lproskuryakova@hse.ru

Abstract

Contrary to more advanced countries, Russia's district heating hardly embraces radical innovations. Moving forward with breakthrough solutions, even if they have proven their effectiveness at leading European companies and are supported by federal and regional authorities, encounters significant obstacles. These obstacles include inflexible corporate management, including when interacting with customers, and inexperience in creating internal corporate startups and managing risks in the early stages of R&D.

The authors review the innovation activity of heating companies, analyze the difficulties in adopting innovations, and compare the strategies and performance indicators of Russian and Finnish energy companies. Special emphasis is given to the Moscow district heating system. Analysis shows that its' strategic development in the past decade has focused primarily on reframing the organizational set-up, not innovation. As a result, business processes and cash flows were largely streamlined but European level of productivity was not achieved. The creation of a single vertically integrated entity in Moscow's energy industry has

limited the ability to develop alternative district heating and cooling systems. Energy infrastructure innovation centres are sparse and feature limited specialization and competition. Large companies tend to follow the 'closed innovation' model where R&D activities are concentrated within an organization, and focus on incremental innovations while lagging in radical innovations in cogeneration and trigeneration. Under these conditions, short-term planning dominates, while mid- and long-term planning are virtually non-existent.

The paper concludes with recommended measures to support the innovative development of Russian heating companies that can be split into institutional and corporate recommendations. The first group concerns stimulating competition in the heat supply market and creating a stable legal and investment environment. The second group calls for technological modernization, development of long-term corporate strategies that include investment programmes, systematic analysis of the best international practices for innovative development, and the formation of partner networks involving foreign innovative, consulting, and research centres.

Keywords

heat generation; heat supply; power generation; open innovation; labor productivity; knowledge management

Citation

Kovalev A., Proskuryakova L. (2014) Innovation in Russian District Heating: Opportunities, Barriers, Mechanisms. *Foresight-Russia*, vol. 8, no 3, pp. 42–57.

References

- Andrews D., Riekkola A. K., Tzimas E., Serpa J., Carlsson J., Pardo-Garcia N., Papaioannou I. (2012) *Background Report on EU-27 District Heating and Cooling: Potentials, Barriers, Best Practice and Measures of Promotion*, Brussels: European Commission.
- Baggini A., Sumper A. (2012) *Electrical energy efficiency*, New York: Wiley.
- Bangert P. (2012) *Optimization for Industrial Problems*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Barton D., Wiseman M. (2013) Focusing capital on the long term. *Harvard Business Review*, January-February, pp. 48–55.
- Begalov V. (2013) Aktual'nye voprosy energosberezheniya i povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya energoresursov pri razrabotke skhem teplosnabzheniya [Topical issues of energy saving and energy efficiency in the designing district heating infrastructure]. *Energosovet*, no 3 (28), pp. 77–80.
- Bingham A., Spradlin D. (2011) *The open innovation marketplace: Creating value in the challenge-driven enterprise*, Waltham, MA: InnoCentive Inc.

- Blank R. (2012) *Cross-Functional Productivity Improvement*, London: CRC Press.
- Bloetscher F. (2011) *Utility Management for Water and Wastewater Operators*, Denver, CO: American Water Works Association.
- Bogliacino F., Pianta M. (2009) *The impact of innovation on labour productivity growth in European industries: Does it depend on firms' competitiveness strategies?* (IPITS working paper on corporate R&D and innovation no 13/2009), Brussels: European Commission.
- Boutellier R., Gassmann O., Von Zedtwitz M. (2008) *Managing global innovation: Uncovering the secrets of future competitiveness* (3rd ed.), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Boutellier R., Heinzen M. (2014) *Growth Through Innovation: Managing the Technology-Driven Enterprise*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Brödner P. (2011) Innovations Require Conducive Institutions. *Enabling Innovation. Innovative Capability — German and International Views* (eds. I. Isenhardt, F. Hees, S. Trantow), RWTH Aachen University P.S.J., Springer, pp. 179–183.
- Byers L., Dorf R., Nelson A. (2011) *Technology Ventures: From Idea to Enterprise*, New York: McGraw-Hill.
- Catalao J.P.S. (ed.) (2012) *Electric Power Systems: Advanced Forecasting Techniques and Optimal Generation Scheduling*. London: CRC Press.
- Chesbrough H.W. (2003) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Boston: Harvard Business School Press.
- Chow T.T., Au W.H., Yau R., Cheng V., Chan A., Fong K.F. (2004) Applying district-cooling technology in Hong Kong. *Applied Energy*, vol. 79, no 3, pp. 275–289.
- Cooke P. (2012) *Complex Adaptive Innovation Systems Relatedness and Transversality in the Evolving Region*, London: Routledge.
- Council for Economic Modernisation and Innovative Development (2012) *MOEK rassmatrivaet pilotnye proekty trigeneratsii na territorii Skolkovo i «Moskva-siti»* [MIPC examines the trigeneration pilot projects in Skolkovo and “Moscow City”], 28.12.2012. Available at: <http://i-russia.ru/all/articles/16540/>, accessed 19.06.2014.
- Curry G.L., Feldman R.M. (2011) *Manufacturing Systems Modeling and Analysis* (2nd ed.), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- De Souza G.F.M. (ed.) (2012) *Thermal Power Plant Performance Analysis*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Deng J., Wang R.Z., Han G.Y. (2011) A review of thermally activated cooling technologies for combined cooling, heating and power systems. *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 37, no 2, pp. 172–203.
- DeSai J. (2013) *Innovation Engine: Driving Execution for Breakthrough Results*, New York: Wiley.
- DHC+ Technology Platform (2009) *The District Heating and Cooling plus (DHC+) Technology Platform: District Heating & Cooling — A Vision Towards 2020 – 2030 – 2050*, Brussels: DHC+ Technology Platform.
- Dutta S., Berger R., Raffel T., Samuels G. (eds.) (2009) *Innovating at the Top: How Global CEOs Drive Innovation for Growth and Profit*, Roland Berger Strategy Consultants, INSEAD.
- Eapen G. (2009) *Flexibility: Flexible Companies for the Uncertain World*, London: CRC Press.
- Edward A., Sushil S. (2013) *The Flexible Enterprise*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Eid R. (2013) *Managing Customer Trust, Satisfaction, and Loyalty through Information Communication Technologies*, Hershey, PA: IGI Global. Available at: 10.4018/978-1-4666-3631-6, accessed 19.06.2014.
- Euroheat & Power (2006) *District Cooling: Cooling More with Less*, May 2006, Brussels: Euroheat & Power. Available at: http://www.euroheat.org/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=/Files/Filer/documents/positionpapers/District_Cooling/EHPCoolingMoreWithLessS.pdf, accessed 19.06.2014.
- European Commission (2002) *The Act on the Conservation, Modernization and Development of Combined Heat and Power*, April 1, 2002, Brussels: European Commission.
- Finnish Energy Industries (2013) *Strategy for the district heating sector*, Helsinki: Finnish Energy Industries. Available at: http://energia.fi/sites/default/files/kaukol_strategia_eng_2410.pdf, accessed 19.06.2014.
- Ford S., Ferriani S., Probert D. (2014) Overcoming the innovation barrier: A search-selection model of breakthrough innovation in large firms. *Strategy and Communication for Innovation* (eds. N. Pfeffermann, T. Minshall, L. Mortara), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 41–63.
- García-Zambrano L., Rodríguez-Castellanos A., García-Merino J.D. (2014) Proactive Management of Core Competencies, Innovation and Business Performance in a Period of Crisis: The Case of Spain. *Entrepreneurship, Innovation and Economic: Lessons for Research, Policy and Practice* (eds. K. Rüdiger, M. Peris-Ortiz, A. Blanco-González), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 59–68.
- Government of Moscow (2014) *O trebovaniyakh k skhemam teplosnabzheniya, poryadku ikh razrabotki i utverzheniya (etap 1, tom 1.4, kniga 1)* [On the requirements for heating schemes, the order of their development and approval (step 1, Volume 1.4, Book 1)]. Available at: <http://depte.mos.ru/legislation/projects/1070692/>, accessed 19.06.2014.
- Grosfeld T., Roelandt T. (2008) Logika otkrytykh innovatsii: sozdanie stoimosti putem ob'edineniya setei i znanii [The Logic of Open Innovation: Making Value by Connecting Networks and Knowledge]. *Foresight-Russia*, vol. 2, no 1, pp. 24–29.
- Henriques E., Pecos P., Silva A. (eds.) (2014) *Technology and Manufacturing Process Selection: The Product Life Cycle Perspective*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Herman S.L. (2009) *Industrial Motor Control* (6th ed.), Delmar Cengage Learning.

- Hervas-Oliver J.-L., Garrigos J. A., Gil-Pechuan I. (2011) Making sense of innovation by R&D and non-R&D innovators in low technology contexts: A forgotten lesson for policymakers. *Technovation*, vol. 31, no 9, pp. 427–446.
- IFC, World Bank (2008) *Energy Efficiency in Russia: Untapped Reserves*, Moscow: International Finance Corporation, World Bank.
- Inter RAO UES (2013) Ostat'sya s teplom [Staying with the heat]. *Energiya bez granits*, no 4 (23), pp. 10–15. Available at: [http://www.interrao.ru/upload/iblock/b66/Inter_RAO_4\(23\)_2013.pdf](http://www.interrao.ru/upload/iblock/b66/Inter_RAO_4(23)_2013.pdf), accessed 19.06.2014.
- Ivanov A. (2010) Energoobespechenie Moskvy: zadachi i napravleniya razvitiya [Energy supply in Moscow: Challenges and directions for the development]. *Energopolis*, 20.05.2010. Available at: <http://energypolis.ru/portal/2010/391-yenergoobespechenie-moskvy-zadachi-i-napravleniya.html>, accessed 19.06.2014.
- Johnson G., Scholes K., Whittington R. (2008) *Exploring Corporate Strategy* (8th ed.), Essex: Prentice Hall, Person Education Ltd.
- Kappel F. (1960) *Vitality: In a Business Enterprise*, New York: McGraw-Hill Education.
- Kirner E., Kinkel S., Jaeger A. (2009) Innovation paths and the innovation performance of low-technology firms — An empirical analysis of German industry. *Research Policy*, vol. 38, no 3, pp. 447–458.
- Kozhukhovskii I. (2013) Obzor energeticheskikh rynkov Rossii [Review of Russian energy markets]. Available at: <http://iiab.hse.ru/news/103218273.html>, accessed 19.06.2014.
- Krammer S.M.S. (2009) Drivers of national innovation in transition: Evidence from a panel of Eastern European countries. *Research Policy*, vol. 38, no 5, pp. 845–860.
- Krivoshapka I. (2008) Teplosnabzhenie bez problem — stolichnyi opyt [Heating without problems — Evidence from the capital]. *Energetika i promyshlennost' Rossii*, no 10 (102).
- KWH Pipe (2006) Development of KWH Technology. *Pipe world — The KWH pipe customer journal*, no 1, pp. 6–10.
- Lozano M.A., Ramos J.C., Serra L.M. (2010) Cost optimization of the design of CHCP (combined heat, cooling and power) systems under legal constraints. *Energy*, vol. 35, no 2, pp. 794–805.
- M24.ru (2013) «MOEK» ekonomit 300 millionov na novykh tekhnologiyakh [Moscow Integrated Power Company will save 300 million with new technologies], 15.03.2013. Available at: <http://www.m24.ru/news/4959>, accessed 19.06.2014.
- Mattsson J. (2008) Customer Relationship Management (CRM) as innovation: Taking care of the right customers. *Innovation and the Creative Process: Towards Innovation with Care* (ed. L. Fuglsang), Cheltenham: Edward Elgar, pp. 48–56.
- McLaney E. (2009) *Business Finance: Theory and Practice* (8th ed.), Essex: Person Education Ltd.
- Merrow E.W. (2011) *Industrial Megaprojects: Concepts, Strategies, and Practices for Success*, New York: Wiley.
- Ministry of Energy (2013) *Politika v teplosnabzhenii* [Policy in Heating], Moscow: Ministry of Energy of the Russian Federation. Available at: <http://minenergo.gov.ru/upload/iblock/2a1/2a186182f1ce1484577da18d98938694.pdf>, accessed 19.06.2014.
- MIPC (2005) *Godovoi otchet* [Annual Report], Moscow: Moscow Integrated Power Company. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, accessed 19.06.2014.
- MIPC (2006) *Godovoi otchet* [Annual Report], Moscow: Moscow Integrated Power Company. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, accessed 19.06.2014.
- MIPC (2007) *Godovoi otchet* [Annual Report], Moscow: Moscow Integrated Power Company. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, accessed 19.06.2014.
- MIPC (2008) *Godovoi otchet* [Annual Report], Moscow: Moscow Integrated Power Company. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, accessed 19.06.2014.
- MIPC (2009) *Godovoi otchet* [Annual Report], Moscow: Moscow Integrated Power Company. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, accessed 19.06.2014.
- MIPC (2010) *Godovoi otchet* [Annual Report], Moscow: Moscow Integrated Power Company. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, accessed 19.06.2014.
- MIPC (2011a) *Godovoi otchet* [Annual Report], Moscow: Moscow Integrated Power Company. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/investor/reports.html>, accessed 19.06.2014.
- MIPC (2011b) *Prakticheskii opyt MOEK vyzval interes na forume «Innovatsii. Modernizatsiya. Energoeffektivnost'»* [MIPC experience sparked interest in the forum on Innovation, Modernisation and Energy Efficiency]. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/press-center/news-releases/news-archive-2011/698-moek-news2011-09-30.html>, accessed 19.06.2014.
- MIPC (2012) *Godovoi otchet* [Annual Report], Moscow: Moscow Integrated Power Company. Available at: http://www.oaomoek.ru/ru/_downloads/investor/otchet/god-otchet_moek_2012_full.pdf, accessed 06/19/2014.
- MIPC (2013a) MOEK vnedryaet innovatsii na ob'ektakh teplosetevoi infrastruktury [MIPC implements innovations in thermal grid infrastructure], 15.03.2013. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/press-center/news-releases/news-2013/928-moek-vnedryaet-innovacii.html>, accessed 16.06.2014.
- MIPC (2013b) OAO «MOEK» predlagaet uslugi po khladosnabzheniyu i vnedryaet trigeneratsiyu [MIPC offers services on cold supply and implementing trigeneration], 15.04.2013. Available at: <http://www.oaomoek.ru/ru/press-center/news-releases/news-2013/971-trigeneraciya-moek.html>, accessed 19.06.2014.
- Möhring M.M. (2014) *Innovation in a High Technology B2B Context: Exploring Supply Networks, Processes and Management*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Mosgorenergo (2014) «Mosgorenergo» opublikovalo itogi deyatelnosti za 2013 god [“Mosgorenergo” published results of operations for 2013], 31.01.2014. Available at: <http://www.mosgorenergo.ru/press-center/market-news/244/>, accessed 19.06.2014.

- Möslein K.M. (2014) Open Innovation: Strategic Options, Actors, Tools and Tensions. *Strategy and Communication for Innovation* (eds. N. Pfeffermann, T. Minshall, L. Mortara), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 27–40.
- Nandakumar M.K., Jharkharia S., Nair A.S. (2014) *Organisational Flexibility and Competitiveness*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Nuclear Energy Institute (2014) *US Nuclear Capacity Factors*. Available at: <http://www.nei.org/Knowledge-Center/Nuclear-Statistics/US-Nuclear-Power-Plants/US-Nuclear-Capacity-Factors>, accessed 19.06.2014.
- O’Kelly P. (2013) *Computer Simulation of Thermal Plant Operations*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Parker D. (2009) *Microgeneration: Low energy strategies for larger buildings*, Elsevier.
- Pehnt M., Cames M., Fischer C., Praetorius B., Schneider L., Schumacher K., Voß J.-P. (2006) *Micro Cogeneration Towards Decentralized Energy Systems*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Peppers D., Rogers M. (2011) *Managing Customer Relationships: A Strategic Framework*, New York: Wiley.
- Petchers N. (2003) *Combined Heating, Cooling & Power Handbook: Technologies & Applications. An Integrated Approach to Energy Resource Optimization*, Lilburn, Georgia: The Fairmont Press.
- Peterson S., Augustine C. (2003) Regulatory Failure in the California Electricity Crisis. *The Electricity Journal*, vol. 16, no 7, pp. 56–64.
- Pilatowsky I., Romero Rosenberg J., Isaza C.A., Gamboa S.A. (2011) *Cogeneration Fuel Cell-Sorption Air Conditioning Systems*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Pollert J., Zakin J.L., Myska J., Kratochvil K. (1994) Use of friction reducing additives in district heating system field test at Kladno-Krocehlavy. *Proceedings of the International District Heating and Cooling Conference, Prague*, vol. 85, pp. 141–156.
- Praetorius B., Martiskainen M., Sauter R., Watson J. (2012) Microgeneration in the UK and Germany from a Technological Innovation Systems Perspective. *Sustainability Innovations in the Electricity Sector* (eds. D. Jansen, K. Ostertag, R. Walz), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 117–140.
- Prahalad C.K., Krishnan M.S. (2008) *The New Age of Innovation: Driving Cocreated Value Through Global Networks*, New York: McGraw Hill Education.
- Prause G., Thurner T. (2014) Soobshchestva potrebitelei — draivery otkrytykh innovatsii [User Communities — Drivers for Open Innovation]. *Foresight-Russia*, vol. 8, no 1, pp. 24–32.
- Production Management (2013) *Proekt STEP: shagi MOEK v budushchee* [Project STEP: MIPC steps into the future], 12.03.2013. Available at: http://www.up-pro.ru/library/production_management/lean/svetlov-moek.html, accessed 19.06.2014.
- Production Management (2014) *Protsessnoe upravlenie v MOEK v ramkakh proekta «VEGA»* [Process management in MIPC project “VEGA”], 11.06.2014. Available at: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/management/processnoe-moek.html, accessed 19.06.2014.
- RosTeplo.Ru (2010) *V OAO «MOEK» vnedryayutsya innovatsionnye tekhnologii* [MIPC implements innovation techniques], 08.10.2010. Available at: <http://www.rosteplo.ru/news.php?zag=1286518651>, accessed 19.06.2014.
- Sakawa M., Kato K., Ushiro S. (2002) Operational planning of district heating and cooling plants through genetic algorithms for mixed 0–1 linear programming. *European Journal of Operational Research*, vol. 137, no 3, pp. 677–687.
- Scherngell T. (ed.) (2013) *The Geography of Networks and R&D Collaborations*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Shimoda Y, Nagota T., Isayama N., Mizuno M. (2008) Verification of energy efficiency of district heating and cooling system by simulation considering design and operation parameters. *Building and Environment*, vol. 43, no 4, pp. 569–577.
- Soliman S.A., Mantawy A.H. (2012) *Modern Optimization Techniques with Applications in Electric Power Systems*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Startbase (2014) *Vnedrenie innovatsionnykh energosberegayushchikh PAV-tekhnologii daet oshchutimyi rezul’tat* [Introduction of innovative energy-saving SAW technologies gives tangible results], 17.02.2014. Available at: <http://www.startbase.ru/knowledge/articles/336>, accessed 19.06.2014.
- State of Hawaii (2002) *Sea water district cooling feasibility analysis for the State of Hawaii*, Honolulu: State of Hawaii, Department of Business, Economic Development and Tourism, Energy, Resources, and Technology Division. Available at: <http://www.districtenergy.org/assets/pdfs/03Innovative-Energy-Systems-Workshop-Honolulu/swac-full-report.pdf>, accessed 19.06.2014.
- Sweeney J.L. (2002) *California Electricity Crisis*, Stanford, CA: Hoover Institution Press Publication.
- Tagare D.M. (2011) *Electric power generation*, New York: Wiley-IEEE Press.
- Tidd J., Bessant J., Pavitt K. (2005) *Managing Innovation Integrating Technological, Market and Organizational Change* (3rd ed.), Chichester: Wiley & Sons Ltd.
- Weiers G. (2014) *Innovation Through Cooperation: The Emergence of an Idea Economy*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Wood A.J., Wollenberg B.F., Sheble G.B. (2013) *Power generation, operation, and control* (2nd ed.), New York: Wiley.
- World Nuclear Association (2014) *Nuclear Power in the USA*. Available at: <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/USA--Nuclear-Power/>, accessed 19.06.2014.
- Wu S. (2010) Heat energy storage and cooling in buildings. *Materials for energy efficiency and thermal comfort in buildings* (ed. M.R. Hall), Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 101–126.