



ЭНЕРГИЯ ENERGY

ЭКОНОМИКА · ТЕХНИКА · ЭКОЛОГИЯ

3'2012

Ежемесячный научно-популярный
и общественно-политический
иллюстрированный журнал
Издается с января 1984 г.

© Российская академия наук, 2012 г.
© Редколлегия журнала "Энергия:
экономика, техника, экология"
(составитель), 2012 г.

2

**В. В. БУШУЕВ, Н. К. КУРИЧЕВ,
А. А. ТРОИЦКИЙ**

Инновационный сценарий развития
электроэнергетики до 2050 г.

11

**Л. Э. МИНДЕЛИ, Л. П. КЛЕЕВА,
И. В. ВОРОБЬЁВ**

Наука и инновации в современной России

17

**С. А. ВАРЛАМОВ, А. С. ИВАНОВ,
Ю. П. ПРИЛЕПО, В. В. СИНЯВСКИЙ**

О КПД термоэлектрического
генератора космических
ядерно-энергетических установок

25

**А. Г. КОРЖУБАЕВ, И. В. ФИЛИМОНОВА,
М. В. МИШЕНИН**

Состояние и перспективы
энергетической кооперации России
со странами Восточной Евразии

34

Э. М. БАЗЕЛЯН
Искропаклонники

44

ПРЕСС-КЛИП

46

Л. П. ВЕРЁВКИН, С. А. МАТЯШ
Кризис, или Проблемы капитала

50

О. А. ПРИТУЖАЛОВА

Экологический менеджмент
в производственно-хозяйственной
деятельности

56

А. Н. ЧУМАКОВ

О концепции Программы
"Возобновляемая энергетика
в России"

60

П. Е. РУБИН

В Стокгольм за Нобелевской
премией

67

В. Г. АНДРЕЕВ

Конвейер инноваций

74

М. Н. ТИХОНОВ, М. М. БОГОСЛОВСКИЙ
Интернет-аддикция



Москва
Издательство "Наука"
2012

Журнал издается под руководством
Президиума Российской академии наук



ИННОВАЦИОННЫЙ СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ДО 2050 г.

В. В. БУШУЕВ, Н. К. КУРИЧЕВ, А. А. ТРОИЦКИЙ
(Институт энергетической стратегии)

Технологические тенденции развития мировой энергетики

Технологии генерации электроэнергии можно разделить на две группы – достигшие зрелости (для них ожидается инерционное развитие с некоторым улучшением экономических показателей) и находящиеся в стадии формирования (для них ожидается быстрый прогресс технико-экономических показателей, внедрение новых решений). К технологиям, достигшим зрелости, относятся газовая, ветровая, био- и гидро- электроэнергетика, а также атомная энергетика на тепловых реакторах.

В газовой электроэнергетике к 2030 г. капитальные затраты на строительство парогазовых установок с конденсационным циклом снизятся с современного уровня в 690 долл. до 610 долл., а к 2050 г. – до 550 долл. за кВт. КПД может возрасти с 57% до 64%.

Развитие наземных ветроэнергетических установок достигло стадии зрелости. К 2030 г. капитальные затраты на их строительство могут быть снижены с современного уровня в 1500 долл. до 1200 долл., к 2050 г. – до 1000 долл. за кВт.¹ Технологический прогресс связан с увеличением диаметра лопастей, повышением эффективности преобразо-

вания энергии, совершенствованием систем управления. Потенциал снижения затрат для морских ветроэнергетических установок существенно выше. К 2030 г. капитальные затраты на их строительство могут быть снижены с современного уровня в 2900 долл. до 1800 долл., к 2050 г. – до 1500 долл. за кВт.

Развитие технологий биоэнергетики в перспективе будет медленным. К 2050 г. капитальные затраты на строительство конденсационных электростанций на биомассе составят около 2400 долл. за кВт. Производство биогаза требует дополнительных капиталовложений, но позволяет использовать “неудобные” виды сырья и отработанные технологии газовой энергетики.

Развитие гидроэнергетики достигло стадии зрелости. Все большую роль в современной системе энергоснабжения играют микроГЭС мощностью меньше 1 МВт. Приливные и геотермальные электростанции, по-видимому, будут играть существенную роль только в локальных энергосистемах. В атомной энергетике в настоящее время доминируют (90% мощности) реакторы второго поколения на тепловых нейтронах, разработанные в 1970–1980-х гг. В перспективе ожидается постепенный переход мировой атомной энергетики на реакторы третьего, а затем и четвертого поколения. Первые реакторы третьего поколения в мире уже строятся (американо-японские реакторы AP-1000 – в Китае, европейские PWR – в Финляндии). Реакторы четвертого поколения могут быть разработаны

¹ Оценка капитальных затрат в возобновляемой энергетике приведена по данным Greenpeace. Прогнозы этой организации по динамике ВИЭ в ретроспективе показывают более высокую достоверность по сравнению с другими источниками.



в 2010–2020-х гг., а с 2030 г. начнётся их активное строительство.

К технологиям, находящимся в стадии формирования, относятся ядерные реакторы на быстрых нейтронах, новые технологии угольной электроэнергетики, а также солнечная фотовольтаика.

В угольной электроэнергетике ожидается внедрение комплекса новых технологий. К 2030 г. КПД энергоблоков на каменном угле может возрасти с 45% до 53%. Перспективы технологического развития этой отрасли будут базироваться на: 1) энергоблоках со сверхкритическими и суперсверхкритическими параметрами пара, 2) усовершенствованных способах сжигания угля (в кипящем слое, в угольной пыли, с внутрицикловой газификацией), 3) технологиях газификации угля, 4) улавливании и захоронении диоксида углерода.

Технология сверхкритического парового цикла (SCSC) является коммерческой. В Китае по SCSC строится половина всех новых станций (в 2009 г. более 60 ГВт). Энергоблоки с суперсверхкритическими параметрами (ССКПП) пока не получили широкого распространения в силу высокой стоимости. Новые способы сжигания угля (в циркулирующем кипящем слое, в виде угольной пыли, с внутрицикловой газификацией) в настоящее время находятся в стадии опытно-промышленной эксплуатации. После 2020 г. основной технологией может стать IGSS (интегрированный цикл комплексной газификации угля). Технологии улавливания и захоронения углерода (CCS) ориентированы только на снижение выбросов CO₂. В настоящее время действует несколько демонстрационных проектов CCS, но коммерчески привлекательными они могут стать после 2030 г.

К числу важнейших проблем существующих реакторов на быстрых нейтронах относятся низкая надёжность и высокая стоимость строительства (на 20–24% дороже обычных реакторов). Но их строительство позволяет использовать уран-238, составляющий 99.3% природного урана, в то время как тепловые реакторы используют только уран-235 (0.7% запаса). Создание реакторов на быстрых

нейтронах имеет смысл только в случае организации замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ). В 2009–2010 гг. интерес к развитию этого класса реакторов резко возрос. В России, занимающей в настоящее время лидирующие позиции, строится блок БН-800. Работы в этом направлении начаты или возобновлены в Индии, Китае, Франции, Республике Корея и Японии. В рамках создания малых ядерных энергетических установок в России в 2010 г. была спущена на воду, а в 2012 г. начнёт постоянную работу первая плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС) мощностью 65 МВт, предназначенная для энергоснабжения удалённых районов Крайнего Севера.

Развитие солнечной фотовольтаики (прямого преобразования солнечной энергии в электроэнергию) в перспективе будет весьма быстрым. К 2030 г. капитальные затраты на их строительство могут быть снижены с современного уровня в 3700 долл. до 1800 долл., к 2050 г. – до 1000 долл. за кВт. Указанные цифры исходят из оптимистичной оценки технологического прогресса; при более медленных темпах эти показатели могут быть существенно выше. Снижение уровня издержек при удвоении мощности для фотовольтаики в течение последних 35 лет составляет 0.8. Максимальный КПД солнечных батарей в 2008 г. достиг 47% при средних значениях в используемых установках в 10–15%. Среди наиболее перспективных технологических вариантов рассматриваются тонкоплёночная технология, мультиузловая технология, полупроводниковые красители.

В 2000-е гг. особенно интенсивный технологический прогресс имел место в возобновляемой энергетике (ВЭ), для которой, к сожалению, характерны весьма низкие значения КИУМ (10–20%) по сравнению с атомными энергоблоками (70–95%) и тепловой энергетикой (60–80%). В 2010–2050 гг. КИУМ энергоблоков на ВИЭ будет возрастать в результате оптимизации как работы отдельных установок, так и энергосистемы в целом. Ключевой проблемой этой отрасли энергетики является нестабильность выработки электроэнергии и несовпадение



пиков генерации с пиками нагрузки. Эта проблема может быть решена развитием систем накопления энергии. Кроме того, она естественным образом будет смягчаться по мере роста масштабов возобновляемой энергетики и ее географического распространения.

Технологические тенденции развития электроэнергетических систем. Переход к энергетическим системам нового поколения будет осуществляться по четырем направлениям: 1) создание систем управления энергосистемой (“умная энергосистема”), 2) развитие распределённой генерации, 3) развитие технологий накопления электроэнергии в энергосистеме, 4) развитие технологий дальнего транспорта электроэнергии.

“Умная энергосистема” является обобщением развиваемых в настоящее время технологий “умных сетей” (smart grids) и предполагает управление спросом на энергию. Для этого применяются дифференцированные тарифы. В перспективе энергопотребляющее оборудование будет оснащаться электронными системами, позволяющими в режиме реального времени управлять уровнем энергопотребления. Развитие умных сетей благоприятно как для возобновляемой энергетики, позволяя подстраивать уровень энергопотребления под динамику генерирования электроэнергии, так и для атомной энергетики, обеспечивая большую равномерность нагрузки. При этом снизится потребность в манёвренных газовых мощностях и гидроаккумулирующих электростанциях.

Распространение электромобилей приведёт к выравниванию режима нагрузки на электроэнергетическую систему за счёт роста потребления электроэнергии в ночные часы на подзарядку аккумуляторов, что позволит оптимизировать режим работы энергосистем. Внедрение технологии умных сетей уменьшит потери в электрических сетях, сократит потребность в новых мощностях и капитальных вложениях. В США и Европейском союзе развитие “умных сетей” на государственном уровне признано ключевой задачей в создании электроэнергетики будущего, и в развитие соответствующих

систем инвестируется 30–50 млрд долл. в год.

Распределённая энергетика. Развитие распределённой генерации предполагает интеграцию энергетики в техносферу. Уже сформировался тренд увеличения производства энергии как побочного продукта других технологических процессов, в т.ч. за счёт использования вторичных энергетических ресурсов. Развитие ВЭ в рамках технологий “активного дома” и “активного здания” позволяет использовать потенциал производства энергии непосредственно в зданиях за счёт солнечной и тепловой энергии, отходов и т.п. Развитие распределённой генерации приведёт к формированию “Виртуальных электростанций” – групп распределённых генераторов электроэнергии, находящихся под единым управлением. В перспективе будет происходить интеграция потребителей энергии (промышленных, сервисных и коммунальных) с производителями. Наибольший потенциал развития распределённой генерации сосредоточен в развитых странах в связи с высоким технологическим уровнем и постиндустриальным типом экономики. Для этого необходимо решить как технологические проблемы (переход от асимметричных сетей к симметричным, где производитель и потребитель могут меняться местами), так и организационные (порядок оплаты энергии и управления энергосистемами). Такой процесс приведёт к частичной трансформации энергетического рынка из рынка товаров в рынок сначала услуг, а затем и технологий.

Аккумуляирование энергии. Технологии накопления электроэнергии в энергосистеме необходимы для повышения эффективности использования мощностей и повышения надёжности энергоснабжения. На уровне индивидуального потребителя решением могут быть эффективные аккумуляторы большей мощности. Однако их создание сталкивается с существенно большими трудностями, чем создание аккумуляторов для электромобилей, поэтому на уровне энергосистемы такие решения до 2030 г. не появятся (в случае технологического прорыва в созда-



нии сверхпроводников возможно их появление к 2050 г.). Технологии накопления энергии будут служить не для её валового накопления, а для стабилизации режима работы энергосистемы. Косвенные способы накопления электроэнергии на уровне энергосистемы могут быть реализованы путём строительства ГАЭС.

Системы передачи электроэнергии.

Усложнение топологии сетей требует согласования фаз и управления мощностью. Гибкие системы передачи на переменном токе (FACTS) появились около 1990 года. В 1998 г. в США создана первая система UPFC (Унифицированная система управления энергопотоками), позволяющая управлять активной и реактивной мощностью. Пока таких систем в мире единицы. Они особенно важны в больших городах со сложной топологией сетей. Для развития передачи электроэнергии важны технологии ЛЭП и вставок постоянного тока (HVDC), а также использование сверхпроводников. (Пока снижение стоимости сверхпроводникового оборудования отстаёт от прогнозов.) Линии постоянного тока позволяют повысить мощность и связывать части сети переменного тока с разными фазой и частотой.

В совокупности указанные выше тренды сводятся к созданию интеллектуальных Единых энергетических систем нового поколения (ЕЭС 2.0) с интеллектуальным управлением от производства до конечного потребления.

Сценарии развития мировой электроэнергетики

Анализ тенденций мирового развития энергетики показывает, что существует три различных сценария её развития в 2010–2050 гг.: инерционный, стагнационный и инновационный. Во всех трёх сценариях мировое потребление электроэнергии растёт к 2050 г. по сравнению с 2030 г. опережающими темпами по отношению к потреблению первичных энергетических ресурсов – на 78%, 56% и 126% соответственно (рис. 1). Во всех трёх сценариях доля развивающихся стран растёт с 49% в 2010 году до 63%, 62% и 66% соответственно, при этом

рост в развитых странах также продолжается. Основные количественные тенденции во всех трёх сценариях одинаковы. Быстрее всего сдвиги происходят в инновационном сценарии, медленнее всего – в стагнационном. Но сценарии принципиально отличаются качественными характеристиками развития мировой энергетики.

Инерционный сценарий развития мировой электроэнергетики. Он предполагает сохранение доминирующего положения ТЭС. Производство электроэнергии на угольных электростанциях к 2030 г. вырастет в 2.05 раза и составит 35.6% общего производства электроэнергии, на газовых электростанциях – в 1.92 раза до 23.7%, ВИЭ – в 5.54 раза до 16.0% (рис. 2). Максимальные темпы покажут ВИЭ, угольная и газовая генерация, а минимальные – мазутная. В инерционном сценарии будут реализованы только отдельные элементы “умных сетей”, относящиеся к управлению сетевыми и генерирующими мощностями. Технологии управления конечным потреблением электроэнергии не будут массово использоваться. Профиль нагрузки на электроэнергетические системы останется весьма неравномерным. Уровень потерь при транспортировке электроэнергии незначительно снизится по сравнению с современным уровнем. Как следствие, рост расстояния передачи электроэнергии будет достаточен только для оптимизации существующих электроэнергетических систем (Европа, Россия, США, Китай), но не для существенной перестройки мировой электроэнергетики. Электроэнергетика в инерционном сценарии будет быстро расти в количественном отношении, но при этом сравнительно медленно меняться в качественном отношении.

Стагнационный сценарий развития мировой электроэнергетики. Предполагается активное энергосбережение, ренессанс атомной и возобновляемой энергетики с целью снижения выбросов CO₂. Производство электроэнергии на газовых электростанциях к 2030 г. вырастет в 1.65 раза и составит 29.0% общего производства, на электростанциях ВИЭ –

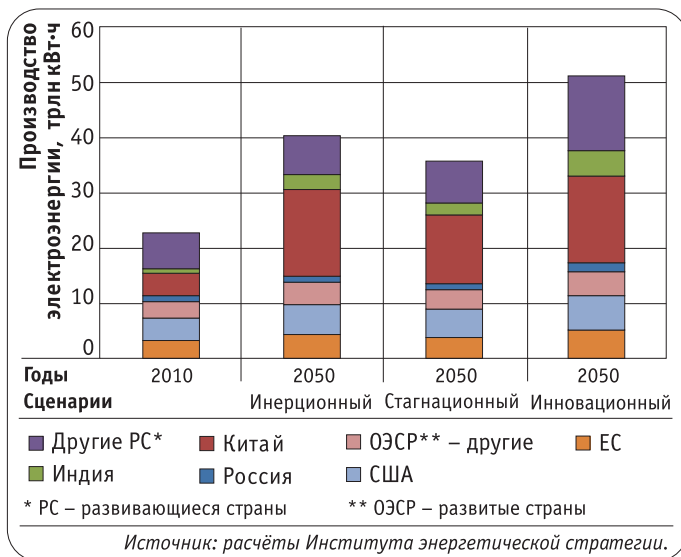


Рис. 1.
Сценарии развития
мировой энергетики
(региональный аспект).

в 13.1 раза (до 26.0%, без гидроэнергетики). При этом производство электроэнергии на атомных электростанциях вырастет на 18%, на угольных – упадёт на 11% до 20.5%, на мазутных – на 51% до 2.7%. В стагнационном сценарии будут реализованы основные элементы “умных сетей”. Распространятся технологии регулирования профиля нагрузки на электроэнергетические системы. Для интеграции нестабильных источников энергии (ВИЭ, распределённая генерация) в энергосистемы будут использоваться косвенные способы накопления электроэнергии путём создания гидроаккумулирующих электростанций, накопителей различного вида. После 2030 г. возможно также использование технологической схемы с получением водорода как накопителя энергии за счёт электроэнергии АЭС и приливных ЭС.

Инновационный сценарий развития мировой электроэнергетики. Решающую роль в динамике электроэнергетики сыграет атомная и возобновляемая энергетика. Производство электроэнергии ВИЭ к 2030 г. вырастет в 16 раз до

26.7% всей выработки, а к 2050 г. – до 48%. Атомная генерация возрастёт к 2030 г. в 4 раза, а её доля достигнет 20%. Возникнут интеллектуальные Единые энергетические системы нового поколения. Технологии “умных сетей” будут реализованы в полном объёме. Уровень потерь при транспортировке электроэнергии снижается по сравнению с современным уровнем за счёт развития технологий постоянного тока и использования сверхпроводников. Радикальное расширение возможностей передачи электроэнергии приведёт

к 2030 г. к формированию Единых энергетических систем Европы, Восточной Азии, Северной Америки, России и сопредельных стран, а также связей между ними. В перспективе 2050 г. указанный тренд приведёт к формированию основ Единой электроэнергетической системы Евразии. Расширятся возможности для использования электроэнергии всех видов электростанций, которые по экологическим (АЭС и крупные угольные ТЭС) причинам желательно размещать в малонаселённых районах. Развитие международной торговли электроэнергией требует решения не только технических, но и организационных (порядок диспетчеризации), экономических (создание международных рынков) и политических проблем. Уровень взаимного доверия стран, связанных поставками электроэнергии, должен быть весьма высоким.

Сценарии развития электроэнергетики России

Сценарии развития электроэнергетики России опираются, с одной стороны, на рассмотренные выше мировые тенденции развития отрасли, а с другой – на сценарии экономического развития России, с учётом также внутренних тенденций и факторов развития отрасли. Рас-

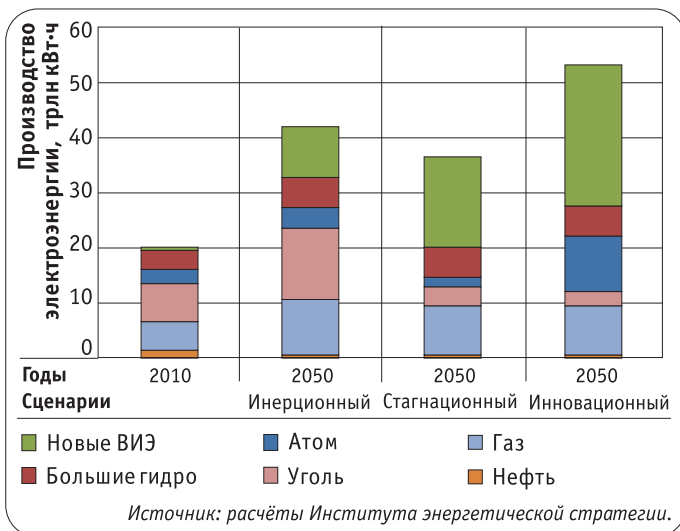


Рис. 2.
Сценарии развития
мировой энергетики
(отраслевой аспект).

смотрим сценарии экономического развития. Инновационный сценарий опирается на инновационный сценарий развития экономики. Только на основе инновационного сценария можно обеспечить долгосрочные темпы роста ВВП более 4% в год, структурную перестройку экономики, сближение с развитыми странами по уровню экономического развития. Близок к исчерпанию потенциал экспортно-сырьевой модели экономического роста. Назрела смена лидера роста в российской экономике и выход на лидирующие позиции высокотехнологичных отраслей. Для этого необходим целый комплекс реформ, касающихся государственного управления, бюджетной, промышленной и технологической политики. Принятые в рамках инновационного сценария показатели роста ВВП в России предусматривают их рост по сравнению с уровнем 2007 г. к 2030 г. в 3.7–3.8 раза, а к 2050 г. в 6.5–7.5 раз и учитывают наличие высокого потенциала инновационной трансформации экономики России (табл.).

Динамика потребления электроэнергии в России. Оценка динамики

удельной электроёмкости экономики России на период до 2050 г. и спроса на электроэнергию внутри страны показывает, что на 2011–2030 гг. прогнозируется рост производства ВВП России в 3.3 раза при снижении удельной электроёмкости экономики на 36% и увеличении спроса на электроэнергию в 1.74 раза. За 2031–2050 гг. ВВП России возрастёт в 2.7 раза, удельная электроёмкость снизится на 41%, а спрос на электроэнергию увеличится в 1.5 раза. В перспективе 2010–2050 гг. сле-

дует ожидать дальнейшего роста спроса на электроэнергию в России. В силу структурных трансформаций экономики и развития энергосбережения темпы роста спроса на электроэнергию будут в период 2030–2050 гг. ниже ретроспективных (не считая кризиса 2008–2010 гг.) и ниже, чем в 2010–2030 гг. по ЭС-2030 (в среднем 2–2.1% в год вместо 2.5–3.7% в период 2001–2009 гг.). Таким образом, инновационный сценарий развития экономики за счёт быстрого повышения энергоэффективности (включая как энергосбережение, так и повышение качества продукта, создаваемого при использовании электроэнергии) обеспечивает умеренный рост потребления электроэнергии при быстром росте экономики.

Динамика необходимой установленной мощности электростанций. При расчётах требуемых мощностей учтены, помимо покрытия внутреннего спроса (включая пиковые нагрузки), также экспорт электроэнергии, необходимый резерв мощности, ограничения использования максимума нагрузки по России в 2009 г. составило 6300 часов в год. Пиковая нагрузка составила 150 ГВт. Наименее плотными являются графики электрических нагрузок в европейской части страны и на Урале, наиболее заполненными – в Сибири. Среднегодовое исполь-



Инновационный сценарий развития экономики и энергетики России

Год	2010	2020	2030	2040	2050
ВВП, % к уровню 2005 г.	114.2	221	367	600.0	971.0
Среднегодовые темпы роста ВВП, %	3.5	6.2	4,8	5.0	5.0
Электроёмкость ВВП, % к уровню 2005 г.	91.7	71	61	48.0	36.0
Динамика удельной электроёмкости, % в год	0.0	–2.6	–2.1	–2.8	–3.0
Среднегодовой прирост спроса на электроэнергию, %	2.4	2.7	2.1	2.2	2.9
Спрос на электроэнергию в России, млрд кВт	1012	1315	1740	2227	2669
Экспорт электроэнергии, млрд кВт - ч	13	35	60	90	120
Производство электроэнергии, млрд кВт - ч	1025	1350	1800	2317	2789
ТЭС	690	873	1098	1353	1618
АЭС	165	247	356	494	654
ГЭС	170	224	319	370	410
Необходимая установленная мощность электростанций, ГВт	224	275	355	435	534
Европейская часть России	130.5	160.4	207.0	254.2	308.8
Урал	29.2	35.8	46.0	55.6	64.8
Сибирь	50.0	61.4	79.5	98.2	123.2
Дальний Восток	14.1	16.4	22.5	27.0	37.2
ТЭС	154	172.0	212.0	255.0	302.0
АЭС	23.2	37.0	52.0	72.0	92.0
ГЭС	46.8	62.0	83.0	90.0	100.0
ВИЭ	0.1	4	8	18	40
Необходимый ввод мощностей электростанций, ГВт		108.8	183.7	148	160
АЭС – вывод		0	6.7	5	5
АЭС – ввод		13.7	21.7	25	25
ГЭС – вывод		0	0	0	0
ГЭС – ввод		15.2	31	9	15
ТЭС – вывод		17.8	48	40	35
ТЭС – ввод		35.8	88	83	92
ВИЭ – ввод		4	4	10	22

Источник: 2005–2009 гг. – факт, 2010 г. – оценка, 2015–2050 – прогноз, 2015–2030 гг. в соответствии с ЭС-2030 и оценками Института энергетической стратегии.

зование максимума нагрузок в рассматриваемый период не будет существенно меняться. Величины нормируемого расчётного резерва мощности по ЕЭС и ОЭС России определены в соответствии с Методическими рекомендациями

по проектированию развития энергосистем и составляют 12–22% от максимума нагрузки. Ограничения мощности электростанций с учётом возможностей сетей составляет до 10% от установленной мощности.



Структура производства электроэнергии трансформируется главным образом в сторону роста доли АЭС с 15,8 % в 2007 г. до 22,5 % в 2050 г. при некотором снижении доли ТЭС (с 66,6 % до 62–63%), а также ГЭС и пр. (с 17,6% до 14–16%). Объём производства электроэнергии на электростанциях, не использующих органическое топливо, возрастёт с 340 млрд кВт · ч в 2007 г. до 1055 млрд кВт · ч.

В части тепловых электростанций на газовом топливе будут доминировать парогазовые блочные установки единичной мощностью от 70 до 750–800 МВт с КПД соответственно от 52–53% до 55–60%, оборудованные системами резервирования топливоснабжения. Широкое применение для целей регулирования найдут ГТУ и сочетания ГТУ с котлом-утилизатором для производства электроэнергии и тепла. Генерирующие установки на угле будут представлять собой установки на сверхкритические и суперкритические параметры пара с КПД от 46 до 55% (в случае качественного высококалорийного угля), установки с котлами с циркулирующим кипящим слоем, котлами с “низкотемпературным вихрем”, а также будут осваиваться установки с газификацией угля и энерготехнологические установки. Общий средний КПД производства электроэнергии на угле составит 41%. Эти инновационные трансформации приведут к снижению удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии с 330 г у т на 1 кВт · ч в настоящее время до 270 – в 2030 г. и до 250 – в 2050 г. соответственно.

В атомной энергетике к 2030 году в европейской части России будут преобладать серийные блоки АЭС с водо-водяными реакторами (ВВЭР) мощностью 1000–1500 МВт с КПД до 36% и КИУМ до 90% на урановом и уран-плутониевом топливе в замкнутом ядерном топливном цикле. После 2030 г. всё большую долю в структуре АЭС будут занимать реакторы на быстрых нейтронах. На периферии ЕЭС России и в изолированных энергоузлах найдут применение энергоблоки АЭС и АТЭЦ с реакторами ВВЭР (ВБЭР) средней мощности (до 600 МВт) повышенной безопасности. В прибреж-

ных районах Крайнего Севера и Дальнего Востока для энергоснабжения изолированных потребителей получат распространение плавучие энергоблоки с атомными теплоэлектростанциями мощностью до 70 МВт.

Производство электроэнергии ВИЭ будет связано с географией экономически эффективного потенциала соответствующих первичных энергоресурсов, в том числе: солнечной и био- энергии преимущественно в южных районах страны; ветровой – в зонах стабильных ветров со скоростью свыше 8–10 м/с, в том числе на Дальнем Востоке, на севере страны, в районе Новороссийска и др.; геотермальной – в районах Дальнего Востока, в Прикавказской зоне, юго-западной Сибири и др.; приливной – в районах с большими диапазонами приливных уровней морей (Дальний Восток, Крайний Север); низкопотенциальное тепло – повсеместно.

В европейской части страны при развитии базовых мощностей, АЭС имеют приоритет по сравнению с ТЭС, работающими на привозном органическом топливе. Развитие ТЭС на органическом топливе в этих регионах должно осуществляться на газе в дополнение к АЭС в базовом режиме и в полупиковом режиме со строительством парогазовых энергоблоков, как на новых ТЭС, так и взамен паросиловых установок. Для удовлетворения потребности в пиковых мощностях предусматривается наряду с использованием ГЭС и ГАЭС строительство газотурбинных генерирующих агрегатов.

На Урале и в Сибири перспектива развития ТЭС ориентирована на угли Кузбасса, КАТЭКа и Забайкалья. ТЭС Дальневосточного федерального округа также будут использовать угольное топливо за исключением отдельных городских ТЭС, для топливоснабжения которых предусматривается применить сахалинский и якутский газ. В Сибирском и в Дальневосточном регионах, богатых гидроресурсами, будет продолжаться развитие гидроэнергетики в основном в качестве полупикового и пикового источника энергии. Конкурентоспособность АЭС в Сибири и на Дальнем Востоке в



условиях наличия здесь крупных запасов дешёвых углей и перспектив разработки новых месторождений газа маловероятна.

Необходимый ввод мощности электростанций. Несмотря на снижение темпов роста спроса на электроэнергию, потребность ввода в действие новых электроэнергетических мощностей резко возрастает, что связано с имеющим место двадцатилетним провалом инвестирования в отрасль и неотвратимым выбытием изношенных агрегатов. 56% всех электростанций эксплуатируются уже более 30 лет. В результате при среднегодовом вводе новых мощностей за период 1992–2009 гг. менее 2 ГВт необходимо будет довести его с учётом замены изношенных мощностей в 2011–2020 гг. до 7 ГВт в год, в 2021–2030 гг. – до 14 ГВт в год и в 2031–2040 гг. – до 13 ГВт. Размеры необходимых вводов мощностей для надёжного энергоснабжения страны при прогнозируемых темпах её экономического развития очень велики, особенно в период 2021–2030 гг., когда одновременно возникает пик выбытия старых мощностей и прогнозируются высокие темпы роста экономики и спроса на электроэнергию. В этот период средние годовые объёмы необходимых вводов новых мощностей беспрецедентны и превышают в 1,5 раза объёмы вводов в лучшие годы энергетики СССР. Решение этой задачи требует разработки государственной программы осуществления ввода новых энергетических мощностей, так как сложившаяся ситуация является угрозой энергетической безопасности страны.

Развитие единой энергосистемы России и электрических сетей. В 2010–2050 гг. под воздействием мировых технологических трендов ожидается формирование единой электроэнергетической системы нового поколения на основе технологий “умных сетей” с развитием возобновляемой энергетики, что позволит радикально повысить эффективность экономики и энергетики. Базовый принцип стратегии развития ЕЭС России предусматривает, что ОЭС до 2050 г. строятся преимущественно как сбалансированные по производству и

потреблению энергии. Обмен электроэнергией между ними осуществляется для целей реализации преимуществ совместной работы энергосистем и касается преимущественно пиковых нагрузок. Основной транзит электроэнергии будет реализовываться по направлению Сибирь – Урал – европейская часть России. Широко будут использоваться управляемые устройства (управляемые шунтирующие реакторы, тиристорные статические компенсаторы, продольная ёмкостная компенсация, объединённые регуляторы перетока мощности, фазоповоротные устройства, СТАКОМы, устройства асинхронной связи – передачи и вставки постоянного тока, электромеханические преобразователи, накопители электрической энергии) и новые высокоэффективные системы управления электрическими сетями. Будут использоваться сверхпроводниковые устройства, в первую очередь кабели, накопители, токоограничивающие устройства. Будет создан общий электроэнергетический рынок стран СНГ и общее рыночное электроэнергетическое пространство с ЕС и другими странами на Евразийском континенте.

Таким образом в 2010–2030 и особенно в 2030–2050 гг. мировая энергетика претерпит радикальные изменения. Во-первых, изменится структура генерирующих мощностей за счёт быстрого роста доли возобновляемой энергетики и быстрого прогресса соответствующих технологий. Во-вторых, радикально изменятся принципы организации электроэнергетических систем за счёт перехода к “умной энергетике” и создания электроэнергетических систем нового поколения. Динамика российской электроэнергетики должна будет соответствовать как новым технологическим трендам, так и задачам надёжного энергообеспечения страны. Однако существуют значительные риски как количественной нехватки мощностей, так и в особенности качественного отставания российской электроэнергетики от электроэнергетики других стран. Для решения этих проблем необходима целостная стратегия развития отрасли.



НАУКА И ИННОВАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Член-корреспондент РАН Л. Э. МИНДЕЛИ,
доктор экономических наук Л. П. КЛЕЕВА,
И.В. ВОРОБЬЁВ (ИПРАН РАН)

Развитие современного мира во многом определяет эффективность и активность инновационного процесса. Конкурентоспособность экономики страны зависит, прежде всего, от этого фактора. В свою очередь, инновационный процесс предполагает особую роль науки, которая не только является источником инноваций и экономического роста, но и выполняет роль важнейшего фактора повышения качества жизни, а также обеспечения безопасности государства. Кроме того, она представляет собой базу для формирования научно-технологической и социально-экономической политики.

В последние годы роль научно-инновационной сферы в существенной мере возросла благодаря влиянию ряда внешних и внутренних факторов. К внешним факторам отнесём обострение

глобальной конкуренции за ресурсы, политическое и экономическое переустройство мира, переход к экономике и обществу знаний, а также проблемы коэволюции человека и окружающей среды (исчерпание ресурсов, загрязнение, перенаселение и т.п.).

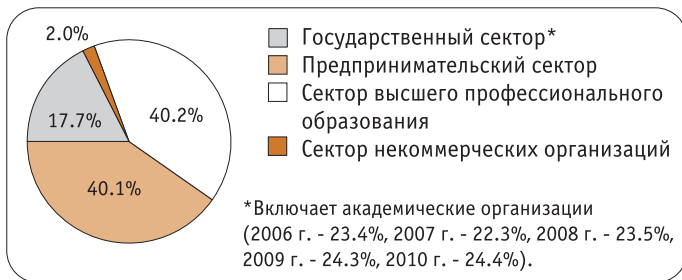
Среди внутренних факторов выделим старение населения, ухудшение его здоровья и снижение уровня образования, острую потребность модернизации российской экономики в связи с доминированием старых технологических укладов, её сырьевую ориентацию, региональные диспропорции. К этим факторам следует отнести распространение лженаучных представлений и потерю общественного интереса к науке, преодоление которых также становится её важной задачей.

Иными словами, сегодня первостепенной стала задача всемерной активизации научно-инновационного развития российской экономики. Рассмотрим, насколько современное состояние отечественной научно-инновационной сферы соответствует этой задаче.

Для этого проведём сравнительный анализ показателей, характеризующих научно-инновационную деятельность России за последнее десятилетие.

Прежде всего отметим неудовлетворительную динамику количества организаций, выполняющих исследования и разра-

Рис. 1.
Распределение по секторам собственности организаций, выполняющих исследования и разработки, по данным на 2010 г. (в %).



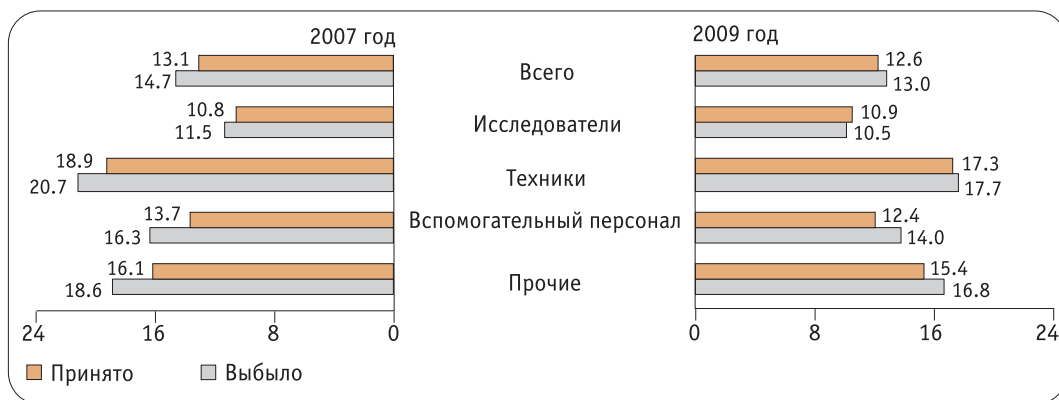


Рис. 2.
Приём и выбытие персонала,
занятого исследованиями
и разработками, по категориям
(% от среднесписочной численности).

ботки, – основного субъекта научно-технологической деятельности и источника инноваций в экономике. По данным за 2010 г. их общее число ниже уровня 1995 г. (4059), когда спад научно-исследовательской деятельности уже был очевиден, и составляет 3492.

Резкое (почти в 6 раз) снижение количества проектных и проектно-исследовательских организаций, свидетельствует о низкой внедряемости достижений. О низкой инновационности экономики также свидетельствует недостаточный рост количества промышленных предприятий, выполняющих исследования и разработки, конструкторских бюро.

Большинство организаций, ведущих научно-исследовательскую деятельность, находятся в государственной собственности (около 75%) и примерно в равных долях относятся к государственному и предпринимательскому сектору науки.

Распределение по секторам науки организаций, выполняющих исследования и разработки, приведено на рис. 1.

Важнейший показатель потенциальных возможностей исследовательской деятельности – количество занятых ею лиц. Изучение динамики общей численности персонала, занятого исследованиями и разработками, и количества исследователей среди них в последние годы практически стабилизировалось.

Динамику числа исследователей интересно дополнить данными о приёме и выбытии персонала по категориям (рис. 2).

Основные средства исследований и разработок

Показатели	2007	2008	2009	2010
Основные средства, млн руб.:				
в действующих ценах	581965.9	612318.3	705048.1	741512.1
в постоянных ценах 1992 г.*	327683.5	289238.7	307518.7	297258.8
Машины и оборудование, млн руб.:				
в действующих ценах	196844.6	226391.7	288345.5	300165.9
в постоянных ценах 1995 г.*	110835.9	106939.9	125766.8	120331.1
Удельный вес машин и оборудования, %	33.8	37.0	40.9	40.5

* Рассчитано по дефлятору валового накопления основного капитала.

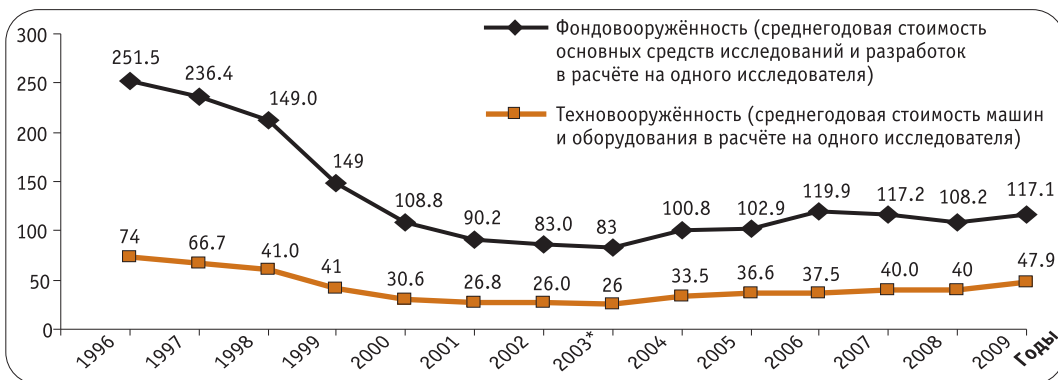


Рис. 3.
Фондовооружённость и техновооружённость исследователей, тыс. руб./чел. (в постоянных ценах 1995 г., без учёта переоценки основных средств бюджетных организаций).

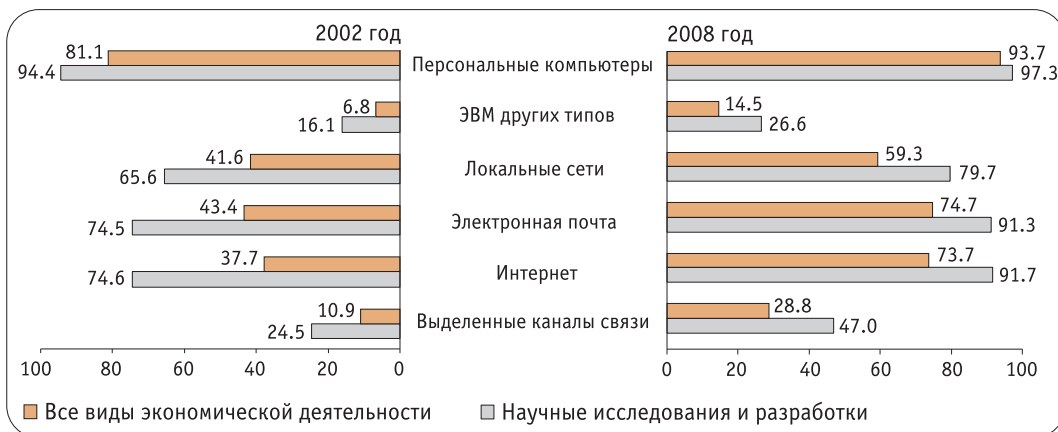
Отметим, что исследователи, то есть наиболее продуктивные работники, представляют собой наиболее стабильную группу. Однако то, что в течение 2009 г. только 14.1% принятых пришли в науку после окончания вуза, может означать, что в сферу исследований и разработок практически не поступает молодёжь, которая могла бы обеспечить преемственность в развитии научных школ и будущее сохранение научной среды организаций.

Следующий показатель состояния научно-технологического потенциала –

динамика общих расходов на исследования и разработки. В 2009 г. финансирование науки составило 83.3%, в 2010 – 80.6% (в % от показателя 1991 г.). Следует констатировать, что современный этап развития экономики России требует более значительного увеличения расходов в стране на научно-исследовательскую деятельность.

Анализ структуры внутренних затрат на исследования и разработки по видам затрат (2-я стр. обложки) позволяет сделать вывод о том, что они растут по всем позициям. Повышение доли оплаты труда в текущих затратах вкупе со снижением доли затрат на оборудование может означать снижение фондо-

Рис. 4.
Использование информационно-коммуникационных технологий.



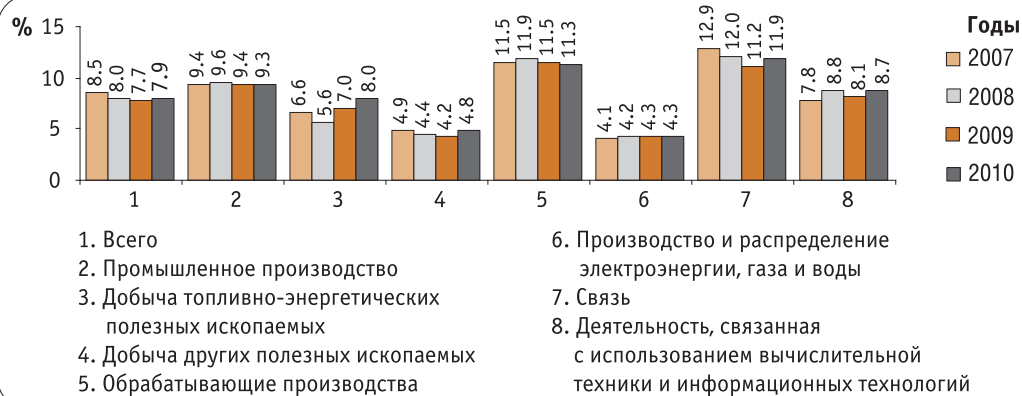


Рис. 5.
Уровень инновационной активности организаций промышленного производства и сферы услуг по видам экономической деятельности

(удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе обследованных организаций).

Таблица 2

Торговля технологиями с зарубежными странами по категориям соглашений

Показатели	Число соглашений			Чистая стоимость предмета соглашения, млн руб.		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Экспорт						
Всего	1 861	1 767	1 767	61 028.6	60 775.4	76 943.2
Патенты на изобретения	5	4	7	156.2	—	8.8
Беспатентные изобретения	—	1	8	—	0.3	82.4
Патентные лицензии	22	34	42	485.4	878.3	512.6
Полезные модели	14	12	10	131.3	27.7	52.0
Ноу-хау	28	29	33	1 003.7	1503.4	1 006.2
Товарные знаки	15	8	19	269.7	11.0	69.4
Промышленные образцы	8	1	1	720.4	700.0	800.0
Инжиниринговые услуги	795	712	682	44 546.5	44 891.6	58 646.1
Научные исследования	637	672	692	8 821.9	10 491.2	10 436.8
Прочее	351	306	373	5 024.9	2 299.6	5 328.9
Импорт						
Всего	1 735	1 554	1 943	93 731.0	83 181.8	83 398.4
Патенты на изобретения	24	15	5	1 431.5	568.6	382.6
Беспатентные изобретения	1	—	—	0.4	—	—
Патентные лицензии	51	83	70	3 054.8	3 541.1	4 594.1
Полезные модели	8	4	13	9.4	6.6	383.2
Ноу-хау	40	32	41	2 998.2	3 442.1	3 356.5
Товарные знаки	70	89	108	10 528.7	10 519.2	14 257.5
Промышленные образцы	1	1	1	0.1	0.3	0.5
Инжиниринговые услуги	993	936	1 080	54 066.1	54 401.8	47 347.3
Научные исследования	111	67	89	2 396.8	1 029.9	1 352.1
Прочее	444	331	536	19 254.3	9 678.8	11 724.8



и техновооружённости научного труда, что, безусловно, является фактором снижения его эффективности. Динамика величины основных средств исследований и разработок с выделением машин и оборудования приведена в табл. 1.

Однако об оснащённости труда исследователей и разработчиков лучше свидетельствуют не абсолютные величины стоимости основных средств и оборудования, а удельные: в расчёте на одного исследователя, то есть фондовооружённость и техновооружённость исследователей. Их динамика приведена на рис. 3.

Величины фондовооружённости и техновооружённости труда исследователей в 90-е годы прошлого века снизились и продолжали снижение вплоть до 2004 г., что является свидетельством ухудшения условий и возможностей исследовательской деятельности. В последние годы величины фондовооружённости и техновооружённости исследователей несколько выросли и затем стабилизировались. Но их уровень не позволяет обеспечить необходимое материально-техническое оснащение исследовательского труда.

Современные исследования требуют, в первую очередь, достаточно высокого их информационно-коммуникационного оснащения. Анализ оснащённости научного труда средствами обеспечения информационно-коммуникационных технологий показывает, что она явно недостаточна, учитывая высокие требования, предъявляемые сегодня к уровню научно-технологических результатов и уровню их представления (рис. 4). В целом вызывает удивление тот факт, что не все исследователи обеспечены Интернетом и электронной почтой, что, безусловно, влияет на эффективность их труда, поскольку сегодня серьёзные исследования и, тем более, международные научные связи должны использовать информационно-коммуникационные технологии.

Недостаточный уровень отечественного научно-технического потенциала и результативности его использования

стали одними из факторов, которые предопределили крайне низкую инновационность нашей экономики. Распределение уровня инновационной активности по видам экономической деятельности представлено на рис. 5. Как следует из приведённых данных, уровень инновационной активности во всех отраслях экономики остается явно недостаточным, даже в её наиболее наукоёмких отраслях: деятельности, связанной с вычислительной техникой и информационными технологиями, и связи.

Низким остаётся во всех отраслях и удельный вес затрат на технологические инновации. Удельный вес инновационных товаров в продукции отечественной промышленности в 2010 г. составляет 8.9%, что крайне мало для современного общества, стремящегося хотя бы к минимальной конкурентоспособности своей экономики. Нет никаких оснований говорить о каких-либо тенденциях сближения с зарубежными инновационными экономиками.

Таблица 3

**Объём продаж
за период 1980–2005 гг.**

**Всего:
(рост в 2.2 раза)**

1980 – 10.34 трлн долл.
1985 – 11.91 трлн долл.
1995 – 15.55 трлн долл.
2000 – 19.02 трлн долл.
2005 – 22.51 трлн долл.

**Высокотехнологичная
продукция:
(рост в 5.2 раза)**

1980 – 0.79 трлн долл.
1985 – 1.11 трлн долл.
1995 – 1.77 трлн долл.
2000 – 3.01 трлн долл.
2005 – 4.14 трлн долл.

**Высокотехнологичная
продукция в процентах
от объёма продаж**

1980 – 7.6%
1985 – 9.3%
1995 – 11.4%
2000 – 15.8%
2005 – 18.4%



Таблица 4

**Распределение мирового рынка
высокотехнологичной продукции
по отдельным странам (%)**

	1980	1985	1990	1995	2001	2005
Страны ЕС	42.9	39.4	40.6	34.1	33.7	32.1
США	21.7	22.8	20.4	19.3	17.5	15.9
Япония	9.2	12.3	11.0	9.8	7.7	5.8
Сингапур	1.9	2.1	3.4	5.6	5.0	4.7
Китай	0.6	1.7	1.4	2.6	4.8	7.2
Ю. Корея	1.2	1.7	2.4	3.0	3.9	4.9
Россия	Нет данных (н. д.)	н.д.	н.д.	0.37	0.2	0.34

При этом нет свидетельств и в пользу того, что имеются тенденции к улучшению, поскольку затраты на технологические инновации в сопоставимых ценах растут недостаточно (особенно до 2008 г.), что хорошо видно из табл. (2-я стр. обложки). Инновационная активность отечественных производителей видится ещё более низкой на фоне инновационных процессов в развитых странах Европы. Удельный вес новых для рынка инновационных товаров в общем объёме отгруженных товаров инновационно-активных предприятий в России в 2009 г. составил 0.7%, в то время как по данным за 2004–2006 гг. в Великобритании этот показатель составил 12%, в Венгрии – 14%, в Германии – 14.1%, в Португалии – 15.4%.

Важной характеристикой инновационной активности экономики считается динамика торговли технологиями, международный обмен которыми свидетельствует об участии страны в мировом инновационном процессе и некоторой ориентации на его уровень. В 2010 г. по ряду позиций наблюдается некоторый рост общего числа соглашений и их стоимости, как в отношении экспорта, так и при импорте технологий (табл. 2). Однако сальдо платежей по технологиям остаётся отрицательным по многим развитым странам. Иными словами, Россия постоянно

снижает величину своего экспорта наиболее наукоемких технологий. Это является ещё одним следствием неудовлетворительной динамики научно-технологического потенциала.

Доля высокотехнологичной продукции в общем объёме экспорта выявляет конкурентоспособность страны в условиях перехода к инновационной экономике. Для России этот показатель с 2001 по 2006 гг. уменьшился с 3.24 до 1.62, в то время как, например, для Китая

за тот же период он увеличился с 18.6 до 28.2, для Кореи – с 26.9 до 28.73.

Причём сокращение отечественного экспорта наукоемких технологий происходит на фоне резкого роста доли объёма продаж высокотехнологичной продукции на мировом рынке. Её динамика и объём наглядно представлены на сводке данных, в ценах 2000 г. (табл. 3).

Оценить роль России на мировом рынке высоких технологий поможет распределение рынка высокотехнологичной продукции по отдельным странам, представленное в табл. 4. Обращает на себя внимание тот факт, что **доля России на рынке высокотехнологичной продукции составляет чуть более трети процента!**

Такое положение нашей страны на мировом рынке высокотехнологичной продукции можно считать только крайне неудовлетворительным. Приведённые результаты бесспорно свидетельствуют о том, что современное развитие отечественной научно-инновационной сферы не соответствует задачам современного экономического развития и улучшения качества жизни населения.



О КПД ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА КОСМИЧЕСКИХ ЯДЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

С. А. ВАРЛАМОВ, А. С. ИВАНОВ, Ю. П. ПРИЛЕПО (НПО “РИФ”),
В. В. СИНЯВСКИЙ (РКК “Энергия” им. С.П. Королёва)

Эксплуатация термоэлектрических генераторов (ТЭГ) различного назначения подтверждает, что они имеют уникальные качества. Это полная автономность, высокая надёжность, простота эксплуатации, долговечность, способность работать в любом пространственном положении. Их работоспособность не зависит от внешней среды, они обладают способностью работать от любых источников тепловой энергии, имеют высокие удельные энергоёмкостные характеристики.

Сдерживающим фактором широкого применения ТЭГ остаётся низкое качество известных, применяемых в конструкции термоэлектрических материалов, характеризующихся добротностью (Z). В результате КПД ТЭГ остаётся пока низким, в то время как КПД тепловых двигателей имеет значение от 15% для стационарных паровых машин до 44% – для стационарных дизельных двигателей.

Однако последние достижения в области термоэлектрического материаловедения, технологии термогенераторостроения, совершенствование компоновочных схем энергоустановок, повышающих эффективность теплопередающих систем ТЭГ, позволяют надеяться на существенное повышение энергетической эффективности ТЭГ и энергетических установок с их использованием.

Результаты исследований¹ показывают, что наибольшее практическое значение имеет режим максимального КПД. Расчёт ТЭГ для работы на максимальной

мощности приводит к увеличению его габаритов и массы, но во всех случаях его энергетические и экономические характеристики зависят от величины температурного интервала, в котором работают спай термобатарей.

Для исследования возможности повышения КПД и влияния на него различных факторов используется уравнение, предложенное А.Ф. Иоффе. Запишем выражение для определения значения КПД²

$$\eta = \frac{T_1 - T_0}{T_1} \times \frac{M - 1}{M + (T_0/T_1)}, \quad (1)$$

где T_1 и T_0 , K – температуры горячего и холодного спаев ТЭГ соответственно, M – оптимальная для режима максимального КПД величина отношения полезной нагрузки к внутреннему сопротивлению ТЭГ, характеризующая меру необратимых потерь в термоэлементе

$$(R_{\text{нар}}/r_{\text{ТЭГ}}) = M = \sqrt{1 + 1/2Z(T_1 + T_2)}, \quad (2)$$

где Z – добротность, комплексный критерий, определяющий качество применяемого термоэлектрического материала, K^{-1} . Первый множитель для определения КПД, как видно из (1), представляет собой термодинамический КПД обратимого процесса (цикл Карно), второй показывает снижение его в результате необратимых потерь на теплопроводность и джоулево тепло. Критерий добротности запишем как

$$Z = \alpha^2 \sigma / \kappa, \quad (3)$$

¹ Бурштейн А.И. Физические основы расчёта полупроводниковых термоэлектрических устройств. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962.

² Иоффе А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы. М.–Л.: Изд-во АН СССР. 1960.

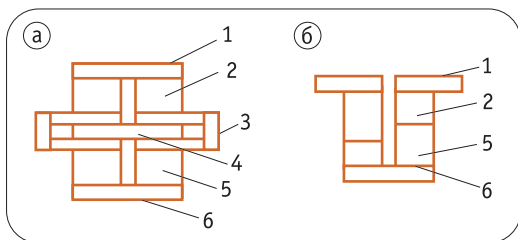


Рис. 1.

Компоновка термоэлементов:

а – каскадный, б – сегментированный;

1 – холодная шина;

2 – ветвь холодного каскада;

3 – токовывод;

4 – электроизоляция;

5 – ветвь горячего каскада;

6 – горячая шина.

где α – коэффициент термоэдс, В/К; σ – удельная электропроводность, $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$; κ – удельная теплопроводность, $\text{Вт/см} \cdot \text{К}$.

Первый множитель выражения (1) представляет собой КПД цикла Карно, который обозначим как $\eta_k = (T_1 - T_0)/T_1$, второй – как КПД термоэлектрического преобразования $\eta_{\text{тп}} = (M - 1)/(M + T_0/T_1)$. Тогда для удобства анализа выражение для КПД ТЭГ можно записать как произведение

$$\eta_{\text{ТЭГ}} = \eta_k \cdot \eta_{\text{тп}} \quad (4)$$

Из (1) и (2) видно, что чем больше M по сравнению с единицей, т.е. чем больше Z и средняя температура холодного и горячего спаев $0.5(T_1 + T_0)$, тем меньше необратимое снижение КПД. Повышение температуры горячих спаев и снижение её на холодных спаях увеличивает КПД не только из-за увеличения КПД цикла Карно, но и в результате роста M при данном значении Z .

Рассмотрим первый множитель (1), определяемый циклом Карно (η_k). В принципе, ТЭГ в отличие от других энергетических систем может работать в довольно широком диапазоне температур горячего и холодного спаев (от температур порядка температуры плавления вольфрама ($T_{\text{пл}} = 3633 \text{ К}$) и до криогенных температур порядка температуры кипения жидкого воздуха ($T_{\text{к}} = 81 \text{ К}$) и ниже). При этом возможно изготовить слоистый или сегментированный термоэлемент из материалов, обладающих приемлемыми термоэлектрическими свойствами, ко-

торые в настоящее время применяются для изготовления различных специальных термоэлектрических устройств. При рассмотренных температурах η_k может достигать 97%. Но реализовать такие температуры спаев термоэлементов не реально из-за теплотехнических ограничений и из-за снижения прочности и ресурсоспособности конструкционных материалов, физико-химического взаимодействия термоэлектрического материала и электропроводного материала коммутационных пластин, соединяющих ветви в термоэлементы и термобатареи. Вместе с тем существующие термоэлектрические материалы и технологии в принципе позволяют создать каскадные или сегментированные ветви термоэлементов, способные работать в интервале температур 200–2300 К.

О компоновочной схеме термоэлементов

Повышение КПД ТЭГ может быть достигнуто при использовании прогрессивных компоновочных схем ветвей термоэлементов, что видно на примере ТЭГ ЯЭУ “Бук”, длительное время (1970–1988 гг.) эксплуатировавшейся в составе радиолокационных космических аппаратов.

На рис. 1 приведены компоновочные схемы каскадного (а) и сегментированного (б) термоэлементов. Из этих схем видно, что для создания каскадного элемента необходимо согласование выходного напряжения каскадов, для создания сегментированного термоэлемента – согласование токов в каскадах. Поэтому в каскадном термоэлементе ветви холодного и горячего каскадов разделены по току межкаскадной электроизоляцией, являющейся термическим сопротивлением, на котором создаётся дополнительный паразитный температурный напор, снижающий рабочий перепад температуры на спаях ТЭГ.

В космической ЯЭУ “Бук”³ в ТЭГ использовалась двухкаскадная батарея,

³ Ярыгин В.И. Термоэлектричество и термоэмиссия в космических ядерных энергетических установках прямого преобразования. Современное состояние и перспективы // Сб. докл. междунар. конф. “Ядерная энергетика в космосе – 2005”. Т.1. М.-Подольск, 1–3 марта 2005.



собранный по схеме, приведённой на рис. 1а. При эксплуатации ЯЭУ “Бук” средняя температура горячего спая ТЭГ составляла по горячей стороне 993 К, по холодной – 603 К. Горячий каскад термобатареи ТЭГ был выполнен из кремний-германиевого сплава, который работал при перепаде температур $\Delta T = 130$ К с температурой горячего спая 993 К, холодного – 863 К. Холодный каскад был выполнен из теллуридов свинца и германия и работал при перепаде температур $\Delta T_r = 170$ К с температурами горячего спая 773 К и холодного – 603 К. Суммарный срабатываемый перепад по термоэлектрическим материалам в каскадах составлял $\Delta T_x = 300$ К. Общий перепад между горячим спаём кремний-германиевого каскада и холодным спаём холодного каскада из теллуридов свинца и германия составлял $\Delta T_{об} = 390$ К. Потери температурного напора между каскадами составили $\Delta T_{пар} = 90$ К.

Согласно (1) и (2), термодинамический КПД горячего каскада составлял $\eta_{гк} = 0.13$, КПД термоэлектрического преобразования $\eta_{гтп} = 0.09$ при добротности кремний-германиевого сплава $Z = 4.43 \cdot 10^{-4}$ 1/К, т.е. КПД горячего каскада будет равен $\eta^g = 0.13 \cdot 0.09 = 0.0118$. По аналогии с горячим каскадом значения сомножителей КПД холодного каскада составляют $\eta_{гк}^x = 0.219$, $\eta_{гтп}^x = 0.17$ соответственно. При добротности среднетемпературного термоэлектрического материала $Z = 1.27 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹ КПД холодного каскада будет равен $\eta^x = 0.219 \cdot 0.17 = 0.0375$.

Общий КПД ТЭГ определяется по формуле

$$\eta_{\Sigma} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \eta_i), \quad (5)$$

где n – число каскадов или сегментов в термобатареи, при двухкаскадной термобатареи $n = 2$. Таким образом, общий КПД ТЭГ составлял $\eta_{\Sigma} = 1 - (1 - 0.0118) \cdot (1 - 0.0375) = 0.049$. При электрической мощности ТЭГ ЯЭУ “Бук” 2800 Вт тепловая мощность, подводимая к горячим спаям ТЭГ, составляла $Q_r = 2800/0.049 = 57\,140$ Вт.

При анализе температурных режимов работы каскадов следует обратить внимание на значительный паразитный

перепад температур между каскадами в 90 К из-за высокого термического сопротивления между ними.

Если бы в ТЭГ была применена сегментированная термобатарея по конструкционной схеме (см. рис. 1б), это дало бы возможность использовать паразитный перепад в 90 К. Тогда температура холодного спая горячего каскада была бы равна горячей температуре холодного каскада, т.е. $T_{гк}^x = T_{гк}^x$. При оптимальной границе раздела температуры между сегментами термобатареи КПД ТЭГ составил бы не менее $\eta_{\Sigma} = 0.07$. Учитывая, что оценочная тепловая мощность, подводимая к горячим спаям, составила 57.14 кВт, при использовании сегментированной термобатареи электрическая мощность могла бы возрасти от 2.8 до 4.0 кВт, т.е. в 1.42 раза без изменения массогабаритных характеристик ЯЭУ. При этом КПД цикла Карно оставался бы тем же самым, т.е. равным 39%.

Для повышения КПД космических ЯЭУ, кроме выбора рациональной компоновки термоэлектрических батарей, значительные резервы находятся в расширении температурного диапазона работы спаев ТЭГ и повышении добротности Z термоэлектрического материала.

Температурный диапазон работы ТЭГ

В работе⁴ проведена оценка оптимальной температуры холодильника-излучателя относительно температуры горячего теплоносителя, влияние температуры холодильника на его массогабаритные характеристики. В совокупности эти зависимости определяют оптимальные параметры ТЭГ, его массогабаритные характеристики. Полный перепад температур между теплоносителями $\Delta \Theta$ можно разбить, как и тепловые сопротивления, на три части – перепад температуры с горячей стороны термобатареи $\Delta \Theta_r$, с холодной $\Delta \Theta_x$ и на слое термоэлектрического материала $\Delta T_{пн}$. Термическое сопротивление по горячей (ζ_r) и холодной (ζ_x) сторонам состоят из термического

⁴ Марченко О.В., Кашин А.П., Лозбин В.И., Максимов М.З. Методы расчёта термоэлектрических генераторов. Новосибирск: Наука, 1995.



сопротивления теплоёмкости горячего или холодного теплоносителей, определяющего изменение температуры на входе и выходе ТЭГ, термического сопротивления теплоотдачи потока теплоносителя к стенке теплопровода ТЭГ, термического сопротивления конструктивных слоёв, включающих толщины стенок трубопровода или иных конструктивных элементов, формирующих поток теплоносителя, электроизоляции, коммутационных пластин, а также теплоконтактные сопротивления этих конструктивных элементов, находящихся в контакте между собой.

Зависимость термического сопротивления полупроводника от паразитных термических сопротивлений по холодной и горячей сторонам ТЭГ, позволяющей при первой итерации определить рабочую высоту ветви термоэлемента в ТЭГ, при которой достигается максимум удельной мощности, следующая⁵

$$\delta/k_{\text{пн}} k = \zeta_r + \xi_x (1 - \eta).$$

При этом можно доказать, что $\Delta T_{\text{пн}} = 1/2 \Delta \Theta$. Предел же оптимальных значений $\Delta T_{\text{пн}}$ лежит в диапазоне температур $0.46 \Delta \Theta < \Delta T_{\text{пн}}^{\text{опт}} < 0.54 \Delta \Theta$.

В первом приближении срабатываемый перепад температуры на термоэлектрическом материале, который в рассмотренном случае для космической ЯЭУ “Бук” равен 390 К, должен составлять половину перепада температур по теплоносителям. Тогда логарифмическая разность температуры по холодному и горячему теплоносителям должна составлять $\Delta \Theta_T = 2 \Delta T_{\text{пн}}$, т.е. 780 К. Следовательно, температура горячего контура будет 1188 К, что на 12 К ниже температуры кипения чистого Na при давлении в 1.5 бар, а холодного – 408 К. Такая температура холодного теплоносителя вполне достижима при использовании капельного холодильника-излучателя, на котором может быть достигнута температура в 375 К. Приведённые рассуждения показывают зависимость энергетической эффективности ТЭГ, его срабатываемого перепада на спаях от внешних условий. Если на теплофизические свойства кон-

структивных элементов нельзя повлиять, то паразитные термические сопротивления теплоотдачи в контурах, термические сопротивления теплоконтактных переходов зависят от опыта проектировщиков. Следует отметить, что возможности снижения термического сопротивления теплоконтактных переходов тоже достаточно ограничены. Они зависят, как известно, от чистоты обработки сопрягаемых поверхностей, давления прижима, которое ограничивается прочностью термоэлектрического материала на сжатие. Известны способы снижения теплоконтактных термических сопротивлений за счёт применения эластичных прослоек в виде теплопроводных резин, герметиков – эласилов, но они не пригодны для работы ТЭГ при высоких температурах. В этом случае могут использоваться высокотемпературные кремний-органические эмали. Наибольший эффект даёт применение металлических клеев, особенно находящихся в теплоконтактном зазоре в жидком состоянии, что позволяет одновременно решить проблемы термических расширений в ТЭГ. Применение прослоек даёт возможность в несколько раз снизить термические сопротивления в теплоконтактных сопряжениях по сравнению с сухими прижимными контактами, повысить удельную мощность за счёт снижения рабочей высоты ветви, повысить плотность теплового потока, сохранить величину срабатываемого перепада температуры на веществе, и, следовательно, сохранить высокие значения η_k и $\eta_{\text{ТП}}$.

Одним из способов повышения КПД ТЭГ остаётся расширение перепада температуры по теплоносителям. Так, температура горячего теплоносителя термоэмиссионной энергоустановки составляет 2073 К, при использовании капельного холодильника-излучателя располагаемый перепад температуры можно довести до 1698 К. В результате перепад температуры на спаях может быть ~850 К, при этом можно ожидать, что температура горячего спая составит $T_r = 1650$ К, холодного $T_x = 800$ К. Исходя из приведённых выше положений, величина термодинамического КПД ТЭГ в этом случае составит более 51%, т.е. увеличится более чем на 30% по сравнению с ЯЭУ “БУК” (рис. 2). Очевидно, что чем ниже температура горячего теплоносителя, тем выше ресурс-

⁵ Саркисов А.А., Якимов В.А., Каплар Е.П. Термоэлектрические генераторы с ядерными источниками теплоты. М.: Энергоатомиздат, 1987.



способность энергетической установки с ТЭГ, хотя при этом происходит снижение термодинамического КПД термоэлектрического преобразования. Проведённые оценки термодинамического КПД ТЭГ имеют те же значения величин, что и КПД других систем преобразования. Если принять за основу параметры ядерной энергодвигательной установки, т.е. температуру горячего теплоносителя равной 1500 К и температуру в холодильнике 320 К⁶, то располагаемый перепад составит 1180 К, и срабатываемый перепад может колебаться от 543 до 637 К, соответственно, термодинамический КПД будет находиться в пределах от 46 до 52%.

Известно, что КПД ТЭГ сильно зависит от качества термоэлектрического

материала, его добротности. Более полувек назад, благодаря исследованиям А.Ф. Иоффе с сотрудниками произошел скачок в повышении добротности термоэлектрического материала, когда был разработан тройной термоэлектрический сплав на основе теллурида висмута. Это – фактически первый термоэлектрический наноматериал, имеющий слоистую структуру распределения кристаллитов в матрице другого состава⁷. С разработкой этого материала

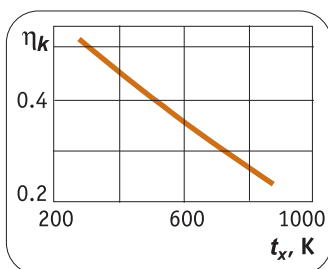


Рис. 2.
Зависимость КПД цикла Карно от температуры излучателя при постоянной температуре теплоносителя – 1513 К

⁶ Коротеев А.С. Новый этап в использовании атомной энергии в космосе // Атомная энергия. 2010. Т. 108. Вып. 3. С. 135–138.

⁷ Абрикосов Н.Х., Шелимова Л.Е. Полупроводниковые материалы на основе соединений $A^{IV}B^{VI}$. М.: Наука, 1975.

Таблица 1

Перспективные термоэлектрические материалы

Состав термо- электрического материала	Температур- ный диапа- зон исполь- зования, К	Термоэлектрические свойства				Исто- чник
		α , 10^{-6} В/К	ρ , 10^{-4} Ом · см	κ , Вт/см · К	Z , 10^{-3} I/К	
Оксиды						
Оксид меди Cu ₂ O	до 1000	475	—	—	—	3.12
Оксид железа Fe ₂ O ₃	до 1000	1150	—	—	—	3.12
BiTiO ₃ + 8% Gd ₂ O ₃	до 1520	10000	2.3–10.0	0.03	1.3–1.5	12
Силициды						
B ₁₄ Si	600–2100	500	0.003–0.01	0.02	1.0–3.75	12
Mg ₂ Ge _{0.6} Si _{0.4}	250–600	500	0.05	0.029	2.6	12
Mn ₁₁ Si ₁₉	300–1000	240	0.0016	0.025	1.44	12
β-FeSi ₂	1500	2000	—	—	—	13
Карбиды						
Карбид бора B ₁₄ C	300–2300	80	0.02–1.00	0.45	0.6 · 10 ^{−3}	12
Карбид кремния SiC (модифициро- ванный нанодис- пергаторами)	2300	300	5.7 · 10 ⁶	0.13	0.9 (мо- диф.)	14

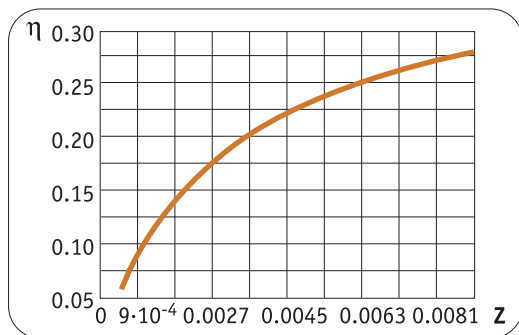


Рис. 3.
Зависимость КПД ТЭГ от добротности термоэлектрического материала при $T_r = 1205\text{ K}$, $T_x = 615$. Температура теплоносителя 1500 K .

удалось в два раза увеличить добротность Z , подняв её значение от $(0.7\text{--}1.5) \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$, которое имели использовавшиеся антимониды цинка, теллура, сульфиды и селениды свинца и другие соединения, до $(2.8\text{--}3.0) \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$ — для тройных сплавов на основе теллуридов висмута, сурьмы и селена.

В настоящее время существуют коммерческие термоэлектрические материалы, которые представляют интерес для использования их в ТЭГ, работающего в средне- и высокотемпературном диапазонах (табл. 1).

При максимальной добротности материалов, приведённых в табл. 1, их средневзвешенная добротность в рассматриваемом диапазоне температуры $T_r = 1650\text{ K}$ и $T_x = 800\text{ K}$ составляет $1.45 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$. Эта средневзвешенная добротность вдвое превышает добротность высокотемпературного термоэлектрического материала на основе кремний-германиевого сплава. Тогда в соответствии с зависимостями (1) и (2) термодинамический коэффициент составит $\eta_r = 51.5\%$, коэффициент термоэлектрического преобразования $\eta_{\text{тп}} = 31.0\%$, а КПД ТЭГ достигнет 16%. Заманчивым представляется материал p -типа $\{[\text{Bi}_2\text{Te}_3]_{0.97}[(\text{Dy}_3\text{Te}_4)_{0.5} \cdot (\text{Dy}_2\text{Te}_3)_{0.5}]_{0.03}\}_{0.997}\text{Ge}_{0.003}$, среднеинтегральная добротность которого в интервале $300\text{--}850\text{ K}$ составляет $3.27 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$ [12–15], что более чем в два с половиной раза превышает среднеинтегральную добротность среднетемпературных

материалов, использованных в ТЭГ ЯЭУ “Бук”. Замена теллурида свинца и германия на соединение типа теллурида висмута с теллуридом диспрозия дало бы возможность поднять КПД ТЭГ космической ЯЭУ “Бук” до 11%.

С развитием нанотехнологии вновь заговорили о возможности качественного скачка в росте энергетической эффективности ZT (критерий Иоффе) термоэлектрических материалов. Теоретические исследования показали возможность предельного повышения термоэлектрической эффективности для сплавов на основе теллурида висмута при комнатной температуре до значений $ZT = 3.5\text{--}4.0$. Появление такого материала может вызвать переворот в теплоэнергетике и холодильной технике. КПД термоэлектрического генератора, работающего в характерном для стационарной паровой машины температурном диапазоне $100\text{--}500\text{ }^\circ\text{C}$, сравняется с КПД паровой установки; холодильный коэффициент будет не меньше, чем в абсорбционной (аммиачной) холодильной машине ($\varepsilon = 2.0$).

Обнадеживающие результаты получены белорусскими и немецкими специалистами при исследовании силицидов, получаемых методом механосинтеза и других нанотехнологических приёмов. Развитие нанотехнологий даёт надежды на появление суперэффективных термоэлектрических материалов, связывая их с супрамолекулярными клатратами типа фононное стекло — электронный кристалл, наполненными скуттерудитами, соединениями типа LAST (сложные теллуриды серебра, свинца, сурьмы), половинными сплавами Гойслера (сплавы типа MgAgAs), антимонидом цинка и другими, ожидаемая термоэлектрическая эффективность которых может превысить значения $ZT > 1.5$. Но пока эти материалы не вышли из стадии исследования и имеют добротность ниже, чем традиционные термоэлектрики, применяемые в термоэлектрической энергетике.

На рис. 3 приведена зависимость КПД ТЭГ от добротности термоэлектрического материала. Для расчёта располагаемого и срабатываемого перепада температур приняты температуры ЯЭУ.

Из рисунка видно, что повышение добротности термоэлектрического материала до $3.0 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$ делает ТЭГ с вы-



сокотемпературным ядерным реактором конкурентоспособным с системами с электродинамическим способом преобразованием энергии в электричество, а при средневзвешенной добротности, равной $1.5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, в рассматриваемом диапазоне температур КПД ТЭГ может превосходить КПД термоэмиссионного генератора. Приведённая зависимость показывает, что достижение добротности $9.0 \cdot 10^{-3}$ позволяет термоэлектрическому методу преобразования тепловой энергии в электрическую конкурировать с любыми электродинамическими системами. Дальнейший рост добротности не даёт столь значительного увеличения КПД. Очевидно, что дальнейшее приращение добротности потребует больших усилий и затрат при незначительном повышении энергетической эффективности установок.

Следует отметить, что сейчас есть многочисленные подтверждения, показывающие, например, что применение технологических приёмов, используемых в нанотехнологии для получения порошков, даёт возможность значительно повысить добротность термоэлектрических материалов. Так, закалка при скорости 10^6 K/с жидкого состояния (ЗЖС) тройных термоэлектрических материалов на основе теллурида висмута позволяет достичь добротности более чем $3.7 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, превосходящую по своему значению добротность любых тройных сплавов на основе твёрдых растворов теллуридов сурьмы и селена, получае-

мых вытягиванием кристаллов или направленной кристаллизацией. Механоактивационный синтез кремний-германиевого сплава с внедрением инертных диспергаторов типа BN, B_4C или фуллеритов диаметром $\sim 0.7 \text{ нм}$ позволяет снизить теплопроводность сплава на 30%, повысить его добротность почти в два раза при диспергировании окиси тория.

Пути повышения КПД

Проведённый краткий анализ современных термоэлектрических материалов показывает, что можно сконструировать каскадированный или сегментированный термоэлемент с добротностью в два-три раза выше, чем добротности распространенных коммерческих материалов. При этом рабочую температуру можно поднять до уровня температур, характерных для термоэмиссионных генераторов. Так, разработка трёхкаскадной или трёхслойной ветвей *p*- и *n*-типов из комбинации материалов силицидов германия, марганца, теллурида висмута с теллуридом диспрозия и смеси оксида висмута и титана с оксидом гадолиния и теллурида свинца, полученного механоактивацией, даёт возможность создать термоэлемент со средневзвешенной добротностью не ниже $1.5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Следовательно, ЯЭУ может иметь КПД не менее 12.6% со всеми преимуществами, свойственными термоэлектрической системе преобразования энергии.

Таблица 2

Зависимость КПД ТЭГ ($\eta_{\text{ТЭГ}}$) от температуры холодных спаев при разной добротности термоэлектрического материала

Температура холодного спая, К	$Z = 1.5 \cdot 10^{-3}$		$Z = 2.0 \cdot 10^{-3}$		$Z = 3.0 \cdot 10^{-3}$	
	M	η	M	η	M	η
273	1.530	0.250	1.669	0.296	1.918	0.359
373	1.554	0.232	1.699	0.271	1.957	0.327
473	1.578	0.210	1.428	0.245	1.995	0.296
573	1.601	0.189	1.757	0.220	2.032	0.266
673	1.615	0.168	1.785	0.195	2.069	0.236
773	1.648	0.147	1.813	0.171	2.105	0.207
873	1.670	0.126	1.840	0.147	2.140	0.177



В табл. 2 приведены значения КПД ТЭГ при температуре горячего спая 1513 К в зависимости от температуры холодного спая и добротности термоэлектрического материала, рассчитанные по зависимостям (1) и (2).

Температура горячего спая принята с ориентацией на её достижимость при работе, характерной для термодинамических циклов термоэмиссионной и газотурбинной ЯЭУ.

Одной из проблем метода термоэлектрического преобразования энергии является создание надёжных коммутационных переходов. До недавнего времени использовались три способа коммутации: пайка припоями с различной температурой плавления, припрес-

совка, диффузионная сварка. В последнее время появилось достаточно способов коммутации с использованием плазменно-дугового или детонационного нанесения порошков электропроводных металлов на подложку из полупроводникового материала. Это позволяют создать термобатареи из различных термоэлектрических материалов, способных работать в широком температурном диапазоне до 2000 К и подобрать оптимальный послойный состав.

Это даст возможность увеличить термодинамический КПД цикла ядерных термоэлектрических установок с одновременным увеличением КПД термоэлектрического преобразования.

Если Вас интересуют
проблемы энергетики, экономики и экологии:
энергетическая политика и безопасность стран и регионов,
нефте- и газодобыча, энергопроизводство
и его экологические последствия,
энергосберегающие технологии,
прошрое, настоящее и будущее атомной энергетики,
перспективы развития местных возобновляемых
гелио-, ветро- и гидроресурсов,
доступно и точно изложенные ведущими
отечественными и зарубежными специалистами,
а также разнообразные социальные проблемы, связанные с развитием
топливно-энергетического комплекса,
и многое другое (вопросы образования, здоровья,
управления, природопользования и т.д.),
Вам, несомненно, нужен ежемесячный
иллюстрированный журнал
Президиума Российской академии наук:

“ЭНЕРГИЯ: ЭКОНОМИКА, ТЕХНИКА, ЭКОЛОГИЯ”

Наш девиз – доступность и достоверность.
Именно поэтому журнал “Энергия”
называют в числе самых авторитетных источников
точной информации по проблемам экономики, экологии, энергетики.
В дополнение к специальным материалам
в каждом номере “Энергии”
Вы найдёте кроссворд и материалы,
посвящённые гуманитарным проблемам современного мира.

*В розничную продажу журнал не поступает.
Подписной индекс – 71095.*

*Желающие могут оформить льготную подписку
в редакции. Тел.: 362-07-82.*



СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КООПЕРАЦИИ РОССИИ СО СТРАНАМИ ВОСТОЧНОЙ ЕВРАЗИИ

Доктор экономических наук А.Г. КОРЖУБАЕВ,
Кандидат экономических наук И.В. ФИЛИМОНОВА,
М.В. МИШЕНИН (СО РАН)

Долгосрочные интересы Российской Федерации, состоящие в создании экономики инновационного типа, интегрированной в мировое технологическое и экономическое пространство, определяют особую роль для будущего Восточных территорий России (ВТР) и прилегающих акваторий Тихого океана и Арктики в силу их географического положения и наличия значительных природных, в том числе энергетических, ресурсов. Промышленные и научные центры ВТР располагают мощным производственным, научно-техническим, образовательным и кадровым потенциалом.

Геополитическая ситуация. В условиях возрастания геополитической и экономической роли Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) в мире для укрепления внешнеэкономических и внешнеполитических позиций России становится всё более необходимым наращивание своего присутствия, экономического и политического веса именно в этой части Евразийского континента. При расширении кооперации с Азиатско-Тихоокеанским регионом следует учитывать, что в последние десятилетия происходит быстрое развитие торговых и финансовых связей между АТР, Северной Евразией и Тихоокеанскими странами Американского континента, что отражает формирование нового глобального экономического бло-

ка – АТРАМ, включающего страны АТР, Россию, Тихоокеанские страны Северной и Южной Америки. Здесь пересекаются интересы крупнейших мировых держав, и Россия не может далее терять население и экономический потенциал на Востоке, упуская возможности участия в дальнейшем переделе мировых рынков. В перспективе к АТРАМ должны будут подключиться и ориентированные на торговлю с Россией и Китаем страны Содружества Независимых государств (СНГ), в первую очередь, страны Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС).

Россия располагает самым крупным в мире энергетическим потенциалом, основная часть которого сконцентрирована в Азиатской части страны, а Тихоокеанский регион – крупнейший глобальный рынок нефти, нефтепродуктов, угля и самый динамично развивающийся рынок газа. Однако несмотря на высокую долю экспорта в производстве, поставки энергоносителей и энергии на этом перспективном направлении пока не превышают 15% российского энергетического экспорта (рис. 1, 2). Доля экспорта нефти на Тихоокеанском направлении, прежде всего, в Китай, Корею, Японию, а также в США, составляет порядка 15% (2010 г. – 38 млн т) от российских поставок на международные рынки, нефтепродуктов – менее 10% (12 млн т). Поставки СПГ в Японию, Корею, Китай и Тайвань (кит.) не превышают 7%

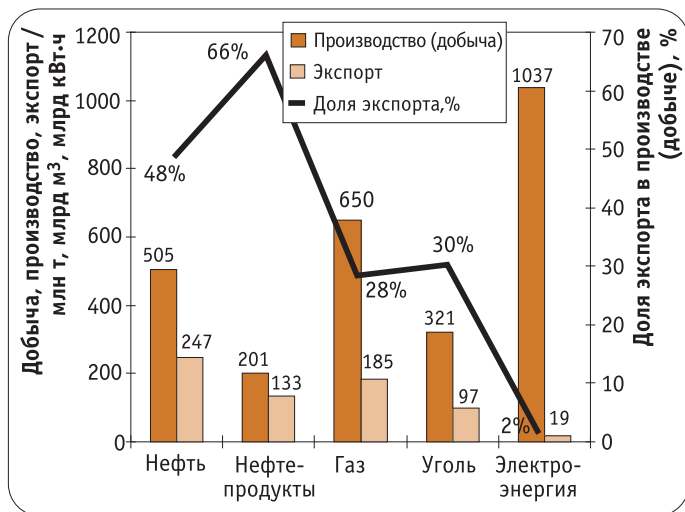


Рис. 1.
Доля экспорта в производстве (добыче) энергоносителей и энергии в России в 2010 г.

(10 млн т или 13.4 млрд м³ в пересчёте на исходное вещество) от суммарного экспорта газа. В экспорте угля доля АТР составляет 32% (31 млн т), в экспорте электроэнергии – около 7% (1.3 млрд кВт·ч).

Основные причины ограниченности поставок на Тихоокеанский рынок – отсутствие развитой транспортной инфраструктуры, неосвоенность ресурсного потенциала ТЭР Восточной Сибири и Дальнего Востока, Восточной Арктики, в том числе низкий уровень геологической изученности территории и акватории, а также неурегулированность ряда институциональных вопросов (законодательных, организационных, инвестиционных, ценовых). Широкомасштабный выход России на энергетические рынки АТР и Западного побережья Америки стимулирует развитие Восточных регионов страны, способствует решению социально-эко-

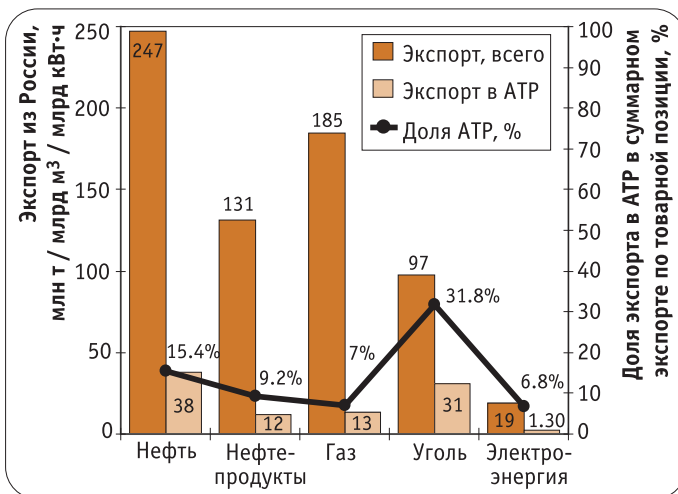
номических и внешнеэкономических задач.

Вопрос заключается в том, будет ли Россия продолжать сдавать геополитические позиции, как это произошло с Квантунской областью, включая незамерзающие порты Дальний (Далянь) и Порт Артур (Люйшунь), Китайско-Чанчуньской железной дорогой (КЧЖД¹), или создаст на Востоке страны мощный центр экономического развития для продвижения своих интересов в Тихоокеанском регионе.

Глобальные тенденции. В АТР сконцентрирована значительная часть населения (57%) планеты и промышленного производства (40%), на регион приходится свыше трети (37%) мирового спроса на энергию и энергоносители. В последние несколько десятилетий АТР – самый динамично

¹КЧЖД представляла собой административное объединение ранее отдельно управлявшихся Китайско-Восточной железной дороги (КВЖД) и Южно-Маньчжурской железной дороги (ЮМЖД), построенных Россией.

Рис. 2.
Роль АТР в экспорте энергоносителей и энергии из России в 2010 г.





развивающийся регион мира, где в условиях быстрого экономического роста происходит интенсивное технологическое развитие, особенно в части промышленной, энергетической и транспортной инфраструктуры. При рассмотрении международных позиций АТРАМ, что соответствует реальным торгово-экономическим отношениям, необходимо иметь в виду, что на этот регион приходится почти 70% населения, около 50% территории, 68% энергопотребления и 63 % ВВП мира.

На АТРАМ приходится основная часть глобального потребления практически всех видов энергетических ресурсов: свыше 86% угля, 66% нефти, 55% газа, 68% атомной энергии (рис. 3).

Наиболее населённые страны мира с высоким экономическим потенциалом – Китай, Индия, США, Индонезия и др., определяющие глобальную динамику энергопотребления, входят в АТРАМ. При этом 34% глобального спроса на энергию и энергоносители приходится на восемь экономически наиболее развитых стран Азиатско-Тихоокеанского региона, а 60% – на восемь крупнейших стран АТРАМ (рис. 4). В десяти самых крупных по численности населения странах АТР проживает 52% населения Земли (рис. 5).

Самые крупные по энергопотреблению страны мира – Китай, США, Россия, Индия, Япония и Канада – входят в АТРАМ. При этом в 2009 г. Большой Китай (включая Гонконг и Макао) вышел на первое место в мире по потреблению энергетических ресурсов, обогнав США, а в 2010 г. использование

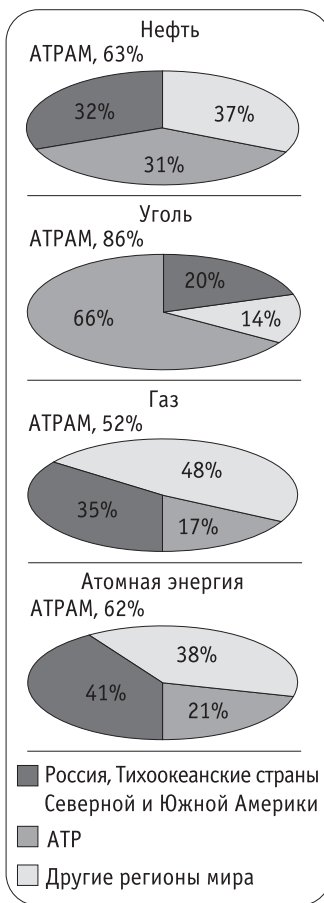


Рис. 3.
Доля АТР и АТРАМ
в потреблении нефти,
газа, угля и атомной
энергии в мире.

энергии и энергоносителей только в его континентальной части превзошло американский уровень.

Среди стран АТРАМ именно в АТР в последние десятилетия XX века и в начале XXI века происходил наиболее быстрый рост потребления энергоносителей и энергии (рис. 6). Причём даже в условиях глобального финансово-экономического кризиса 2008–2010 гг., когда в мире произошло снижение энергетического спроса, энергопотребление в большинстве стран АТР продолжало быстро возрастать.

Для дальнейшего развития странам АТР требуются дополнительные сырьевые и энергетические, в первую очередь, нефтегазовые ресурсы, что обусловлено изменением технологической структуры экономики и энергообеспечения, ростом моторизации, усилением экологической нагрузки и повышением требования безопасности к энергетическим системам. Обострение борьбы за энергоносители – одна из важных реалий современного глобализирующегося мира.

В этих условиях усиление роли России в качестве мирового энергетического лидера будет происходить именно за счёт развития нефтяной, газовой, угольной промышленности и электроэнергетики на Востоке страны, укрепления позиций на энергетических рынках АТР, участия в развитии и

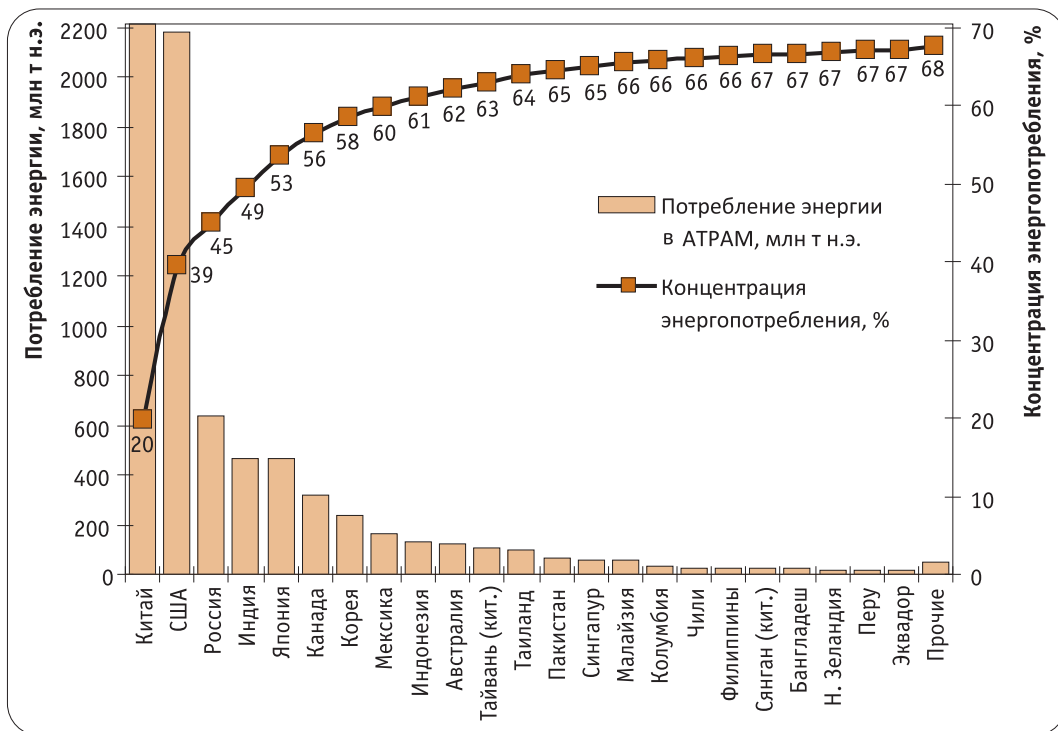


Рис. 4.
Потребление энергетических ресурсов и концентрация энергопотребления в странах АТРАМ в 2010 г.

эксплуатации объектов энергетической инфраструктуры в странах региона.

Энергетический потенциал Восточных территорий и акваторий России. В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке сосредоточено почти 19 млрд т ресурсов и около 3.1 млрд т запасов жидких углеводородов (нефти и конденсата), свыше 60 трлн м³ ресурсов и почти 9.5 трлн м³ запасов газа, около 100 млрд т запасов угля, свыше 500 тыс. т запасов природного урана. Эффективное освоение российским и международным капиталом в рамках российских законов энергетического потенциала и других природных ресурсов Восточной Сибири и Дальнего Востока и на этой основе развитие высокотехнологичных отраслей перерабатывающей промышленности – важное условие сохранения национального су-

веренитета России на обширных территориях и акваториях, повышения уровня и качества жизни российского населения, полноценной интеграции в экономическое пространство АТР и АТРАМ.

В этих условиях формирование новых крупных центров топливно-энергетического (ТЭК) и нефтегазового (НГК) комплексов, развитие производственной (добывающей, генерирующей, перерабатывающей) и транспортной инфраструктуры на Востоке России становится всё более важной задачей не только социально-экономического развития регионов Дальнего Востока и Сибири и обеспечения энергетической безопасности страны, но и реализации российских геополитических интересов в мире.

Социально-политические процессы. При развитии сотрудничества с АТР и АТРАМ нельзя обойти тот факт, что у части населения современной России, особенно в некоторых депрессивных регионах ВТР, и, в ряде случаев, в научном сообществе, сущест-

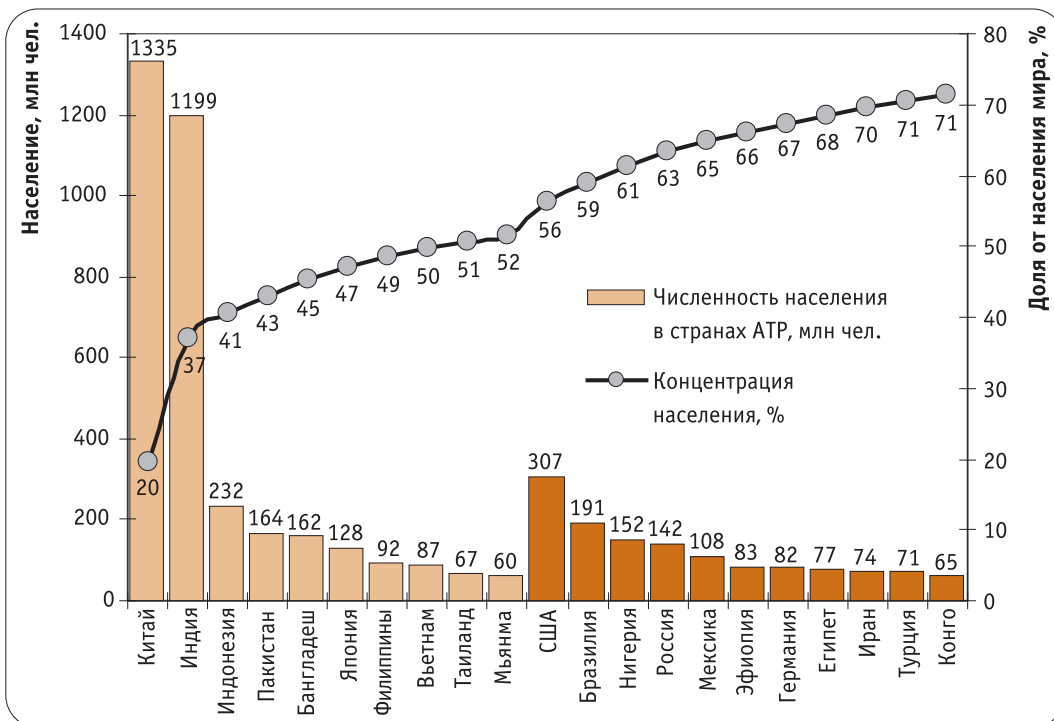


Рис. 5.
Численность населения в мире и в АТР
в 2010 г. по крупнейшим странам.

вуют упаднические и пораженческие настроения, обусловленные болезненным восприятием текущих негативных процессов.

Следует отметить, что в истории и России, и других стран происходили

и более серьезные кризисы, например, в истории динамично развивающегося сейчас Китая. Поражение в первых двух опиумных войнах стало причиной длительного кризиса китайского государства и источником гражданской смуты, что вылилось в значительную депопуляцию населения: с 1842 по 1881 гг. население Китая сократилось на 11% или на 47 млн человек.

Формирование и развитие новых центров нефтяной, газовой, угольной, урановой, нефтегазоперерабатывающей и нефтегазохимической, гелиевой промышленности, электроэнергетики стимулирует рост экономики Восточных регионов и России в

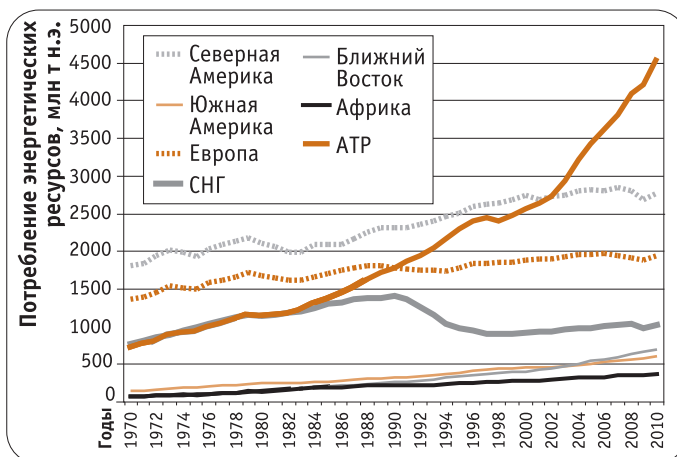


Рис. 6.
Потребление энергетических ресурсов,
в 1970–2010 гг.
в регионах мира.

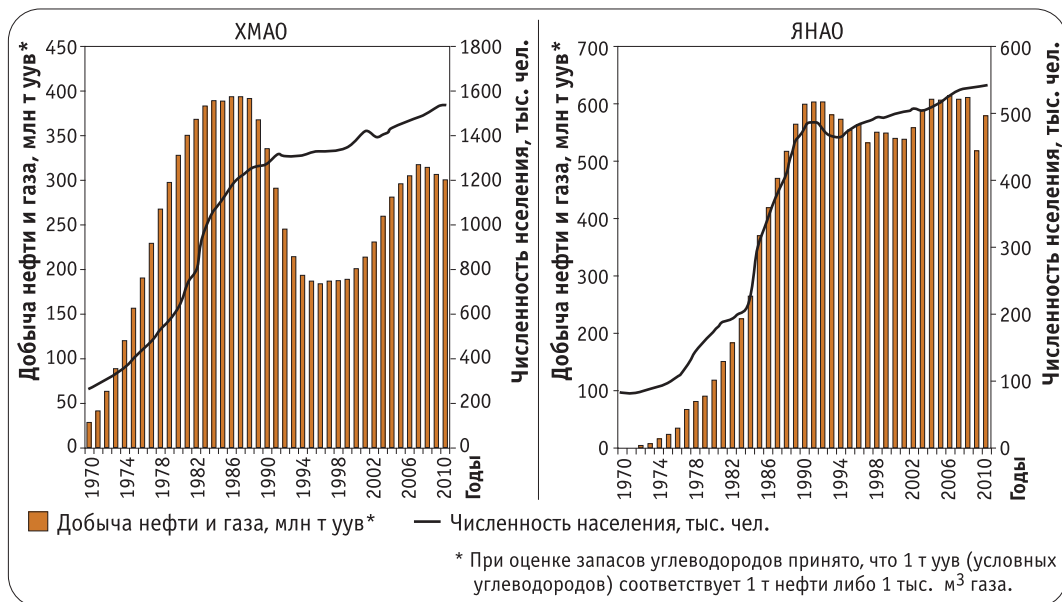


Рис. 7.
Добыча углеводородного сырья
и численность населения
ХМАО и ЯНАО в 1970–2010 гг.

целом, позволит обеспечить крупномасштабный выход на динамичные Тихоокеанские рынки, привлечь в регионы Восточной Сибири и Дальнего Востока население и несырьевой бизнес, повысить уровень и качество жизни населения. Такой положительный опыт, связанный с освоением ресурсного потенциала и развитием НГК Западной Сибири, у России имеется: в процессе формирования и развития нефтегазового комплекса Севера Западной Сибири население ЯНАО увеличилось в 7 раз (с 80 тыс. в 1970 г. до 550 тыс. чел. в 2011 г.), ХМАО – почти в 6 раз (с 270 тыс. до 1.55 млн чел.). Численность населения продолжала возрастать и в период общероссийской депопуляции в 1990–2000 гг., причём как за счёт миграции, так и в результате естественного прироста.

Именно за счёт освоения ресурсного потенциала севера Западной Сибири в регионе произошло резкое увеличение численности населения, что обеспечило изменение воспроизводственной пара-

дигмы региона (рис. 7). Развитие добывающих отраслей стимулировало развитие инфраструктуры, смежных отраслей и несырьевого бизнеса, что обеспечило сохранение и рост численности населения и в период выхода конкретных нефтегазовых месторождений и районов на падающую стадию добычи. Регион стал базой квалифицированных специалистов нефтегазового комплекса для других регионов страны и мира.

В современных условиях только мобилизационная стратегия позволит России выйти на позитивную траекторию развития и обеспечить территориальную целостность и национальную безопасность страны.

Приоритетные направления и проекты ТЭК на Востоке России. Развитие ТЭК на Востоке России, усиление экономических позиций в АТР и в АТРАМ будут связаны в первую очередь со следующими приоритетными направлениями и крупными проектами.

В геологоразведке и добыче энергоносителей:

- проведение геологоразведочных работ и освоение месторождений углеводородов в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке (Лено-Тунгусской, Хатангско-Вилуйской, Охотоморской

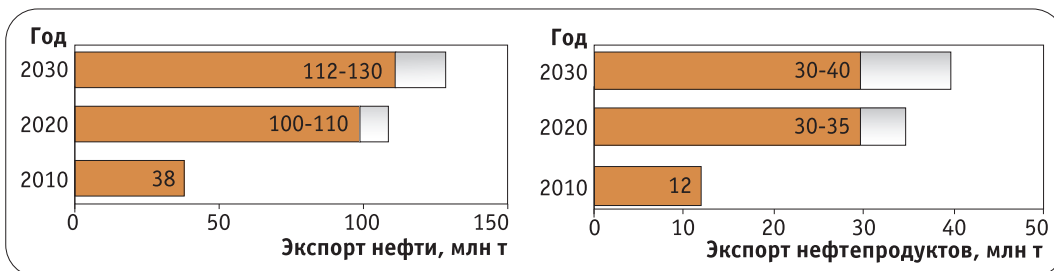


Рис. 8.
Экспорт нефти и нефтепродуктов
из России в АТР в 2010 г.
и прогноз до 2030 г.

провинциях), шельфе Дальневосточных и Арктических морей;

- повышение эффективности добычи и освоение новых месторождений угля Сибири и Дальнего Востока, в первую очередь, Кузнецкого, Канско-Ачинского, Южно-Якутского угольных бассейнов;

- доразведка и освоение месторождений природного урана Забайкальского края, Республики Саха (Якутия), Республики Бурятия, Хабаровского края;

- расширение участия российских компаний – “Газпрома”, “Роснефти”, “ЛУКОЙЛа”, “Зарубежнефти”, “Атомредметзолота” и др. – в проведении геологоразведочных работ и освоении месторождений нефти, газа, угля, природного урана в странах АТРМ (Китае, Монголии, Колумбии, экономически и инфраструктурно связанной с Тихоокеанским побережьем Венесуэлы и др.) и СНГ (Казахстане, Узбекистане, Туркменистане) для совместного укрепления экономических позиций на традиционных и выхода на новые рынки АТРМ.

В переработке энергетического сырья:

- формирование производственно-технологических комплексов по глубокой переработке газа с блоком нефтегазохимии и гелиевыми заводами в Саянске, Нижней Пойме, Хабаровске;

- строительство НПЗ регионального значения в Якутии (в Ленске) и крупного экспортного НПЗ с блоком нефтехимии в Приморском крае (в бухте Елизарова);

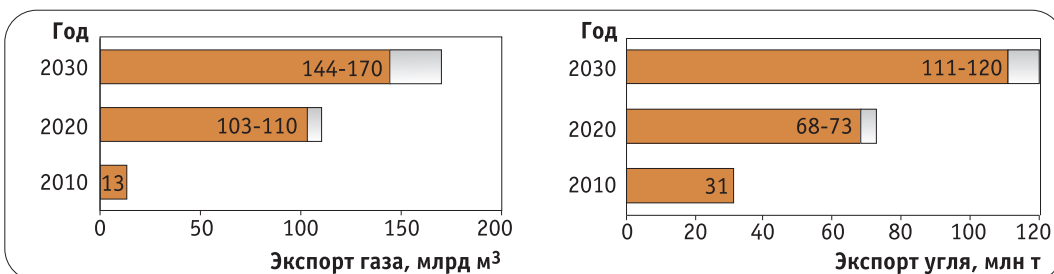
- участие российских компаний в развитии и эксплуатации объектов перерабатывающей инфраструктуры в странах АТР и АТРМ (НПЗ, ГХК и др.).

В генерации электрической энергии:

- строительство новых ТЭС: Олонь-Шибирской в Республике Бурятия, Харанорской и Татауровской в Забайкальском крае, Ерковецкой в Амурской области, Ургальской в Хабаровском крае, а также парогазовой установки в Хабаровске;

- сооружение Тугурской ПЭС в Тугурском заливе в Хабаровском крае;

Рис. 9.
Экспорт газа и угля из России
в АТР в 2010 г. и прогноз до 2030 г.



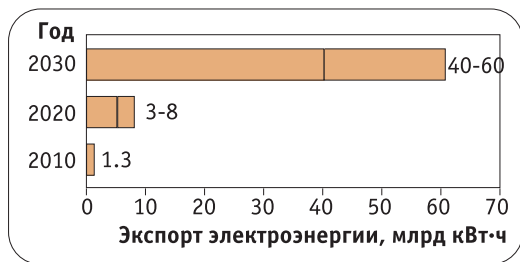


Рис. 10.
Экспорт электроэнергии из России в АТР в 2010 г. и прогноз до 2030 г.

- создание каскада ГЭС в Южной Якутии (Канкунской и Нижне-Тимптонской на р. Тимптон, Верхне-Алданской на р. Алдан, Олекминской и Нижне-Олекминской на р. Олекма, Средне-Учурской и Учурской на р. Учур);

- строительство Дальневосточной ВЭС на островах Русский и Попова;

- участие в строительстве энергогенерирующих мощностей в странах АТРМ (Китае, Индии, Монголии, Вьетнаме и др.) и СНГ (Киргизии, Таджикистане и др. для совместного выхода на международные рынки).

В системе транспорта и дистрибуции энергоносителей и энергии:

- завершение строительства второй очереди и расширение пропускной способности нефтепровода “Восточная Сибирь – Тихий океан”, расширение мощности нефтяного терминала в порту Козьмино, увеличение пропускной способности нефтепровода “Россия–Китай” (Сковородино–Дацин);

- развитие морских терминалов для нефти, нефтепродуктов, продукции нефтегазохимии (метанола, полимеров, гелиевого концентрата и др.), угля на российском побережье Тихого океана (Козьмино, Находка, Де-Кастри, Пригородное, бухта Елизарова, Ванино, Пошмет, Славянка и др.);

- создание системы подземных хранилищ природного газа и гелиевого концентрата в Красноярском крае, Иркутской области, Республике Саха (Якутия), Хабаровском крае;

- сооружение системы газопроводов “Сибирь–Дальний Восток – АТР” (Сахалин–Хабаровск–Владивосток, Иркутский центр газодобычи – Проскоково, Иркутский центр газодобычи – Западно-Якутский центр газодобычи – Хабаровск – Владивосток, Дальнереченск – Харбин); строительство в районе Владивостока (Находки) завода по сжижению природного газа и терминала СПГ;

- сооружение и модернизация системы ЛЭП Олонь – Шибирь – государственная граница, Харанорская ТЭС – государственная граница, Гусиноозерская ГРЭС – Петровск-Забайкальский, Олонь – Шибирская ТЭС – Петровск-Забайкальский, Татауровская ТЭС – Чита, Татауровская ТЭС – Харанорская ТЭС, Амурская – государственная граница, Ургальская ТЭС – Еркевецкая ТЭС, Еркевецкая ТЭС – Амурская, Ургальская ТЭС – Шэньян (до государственной границы); Тугурская ПЭС – государственная граница; объединением Западного и Центрального районов Якутии с единой энергосистемой России; синхронизации энергосистем России и стран АТР;

- участие российских компаний в развитии и эксплуатации объектов энерготранспортной инфраструктуры и дистрибуции в странах АТРМ и СНГ (нефтепроводы, газопроводы, ЛЭП, ПХГ, АЗС и др.).

Перспективы экспорта энергоносителей и энергии из России на Тихоокеанский рынок. С учётом состояния и перспектив реализации сырьевых проектов, развития перерабатывающей и транспортной инфраструктуры экспорт нефти, нефтепродуктов и газа в АТРМ может осуществляться не только с месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока, но и из Западной Сибири. Экспорт сырой нефти по всем маршрутам может быть доведён к 2020 г. до 100–110 млн т, к 2030 г. – до 112–130 млн т (рис. 8). Поставки нефтепродуктов на Тихоокеанский рынок могут составить к 2020 г. 30–35 млн т, к 2030 г. – возрасти до 40 млн т.



Поставки газа в значительной мере будут определяться как развитием транспортной инфраструктуры, так и договорённостью по ценам, объёмам и маршрутам. У России нет задачи обеспечить экспорт газа в АТРАМ любой ценой, поэтому в зависимости от позиций стран-реципиентов поставки на рынки Китая (включая Тайвань), Японии, Кореи, Тихоокеанского побережья Америки, Монголии могут составить к 2020 г. 103–110 млрд м³, к 2030 г. – 144–170 млрд м³ (рис. 9). Будет происходить наращивание поставок СПГ в рамках проекта “Сахалин-2”, организован экспорт из месторождений проекта “Сахалин-1” и “Сахалин-3”, с завода СПГ в Приморском крае, а также по магистральным газопроводам “Алтай” (Западная Сибирь – Западный Китай и Восточная Сибирь – Дальний Восток – Северо-Восток Китая”).

Экспорт угля на Тихоокеанский рынок может быть увеличен к 2020 г. до 68–73 млн т, к 2030 г. – до 111–120 млн т. Основные поставки из Кузбасса, КАТЭКа, Южной Якутии, Тувы и других регионов Сибири и Дальнего Востока будут направлены в Китай, а также Корею и Японию (см. рис. 9).

Межгосударственные перетоки электроэнергии в Китай, Монголию, а также в Корею и Японию в зависимости от интенсивности реализации проектов развития генерирующих мощностей и создания энерготранспортной инфраструктуры составят в 2020 г. 3–8 млрд кВт·ч, в 2030 г. – 40–60 млрд кВт·ч (рис. 10).

Основные принципы сотрудничества. Взаимодополняемые экономики России и стран АТРАМ имеют значительные перспективы сотрудничества в энергетической сфере. Важно, чтобы при развитии такой кооперации были обеспечены условия социально-экономического развития российских ресурсных и транзитных территорий, реализованы экономические и геополитические интересы России.

В ближайшие десятилетия самым перспективным рынком нефти, газа, угля, урана будет оставаться Китай,

одновременно может быть значительно расширен экспорт российских энергоносителей в Японию, Корею, США, а также в Таиланд, на Филиппины, Тайвань (кит.), организованы поставки в Индонезию.

При расширении сотрудничества с партнёрами в АТР следует учитывать особенности азиатского менталитета. Любая односторонняя уступка в Азии рассматривается не как решение проблемы, а как проявление слабости, за которым последует требование новой уступки. В Китае, Японии, Кореи и, вообще, в Азии в переговорном процессе особое внимание уделяется симметричности позиций, поэтому в случае принятия новых решений о допуске азиатских партнёров к активам по добыче и транспортировке углеводородов на территории России, необходимо предусмотреть участие российских компаний в проектах разведки, добычи, транспорта, подземного хранения, переработки и сбыта конечным потребителям на территории стран АТР.

Главные партнёры в энергетических проектах в АТРАМ будут выступать как международные и европейские компании, имеющие бизнес-интересы в регионе – BP, ExxonMobil, Royal Dutch / Shell, Chevron, Total, BG, BHP Billiton, Rio Tinto, так и, крупнейшие азиатские компании – CNPC, Sinopec, CNOOC, CITIC group, KNOC, KOGAS, JOGMEC, OVL, Petronas, KEPCO, China Coal Energy Company, China Shenhua Energy, Itochu, Japex, Impex, Mitsui, Mitsubishi и др.

Развивая сотрудничество на Тихоокеанском направлении, следует максимально диверсифицировать инфраструктуру поставок и источники привлечения инвестиций и технологий. Это предполагает безусловное поддержание и укрепление сотрудничества со странами СНГ и Европы, а также Ближнего Востока и Африки, где экономические позиции России пока остаются наиболее надёжными, при активном расширении деловых и политических связей с АТР, Северной и Южной Америкой.



ИСКРОПОКЛОННИКИ

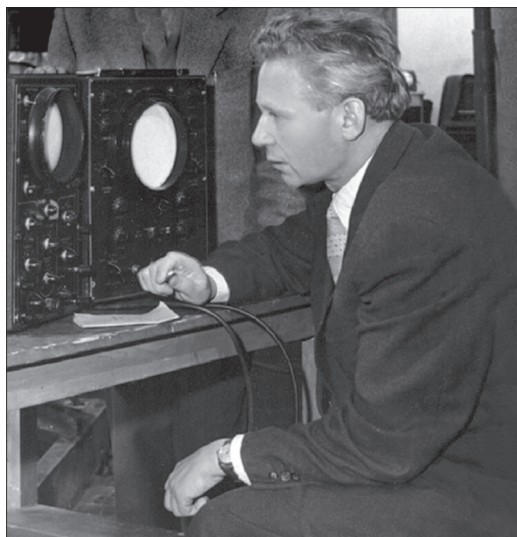
Доктор технических наук Э.М. БАЗЕЛЯН

В старости люди начинают чаще вспоминать своих учителей, может быть потому, что вместе с ними вспоминается молодость. В наш подмосковный городок Нина Николаевна Покровская была вывезена по ледовой дороге из блокадного Ленинграда. И она, и две её дочери уцелели под бомбёжками и обстрелом. Вещи и документы пропали. В те годы жить без документов было страшно, страшнее, чем без вещей. Счастье, что железная дорога была тогда государством в государстве. Удалось пристроиться в железнодорожную школу преподавать русский язык и литературу. Так мы стали учиться словесности. Это было здорово. Никто не замечал вечных валенок с галошами, кособокой юбки неопределённого цвета, вытянутой кофты домашней вязки. Я не могу сегодня сказать, сколько лет было нашей учительнице. Она казалась нам мудрой и доброй. Мы тянулись к ней. Если по правде, то возраст нас и не интересовал. Никто из класса не стал профессиональным литератором. Но вряд ли прошли без следа в душе еженедельные летние встречи в пустой школе, когда тринадцатилетние мальчишки и девчонки (школа была совместная) прибегали слушать “Евгения Онегина”. Нина Николаевна просто читала. И никаких рассуждений о лишнем человеке. Вспоминаю об этом потому, что без тех уроков словесности не рискнул бы написать о другом учителе-антипode, который столь же серьёзно изменил мое мироощущение.

Я попал в лабораторию Высоковольтного газового разряда Энергетического института (ЭНИИ) им. Г.М. Кржижановского в начале 1959 г. Готовилось распределение выпускников-высоковольтников. На кафедре меня не рекомендовали оставлять кадровики, к работе в проектом институте не лежала душа, и тогда добрые люди посоветовали обратиться к профессору И.С. Стекольникову. Лабо-

ратория высоковольтного газового разряда ЭНИИ находилась в церкви “Большое Вознесение”, что у Никитских ворот. Не знаю, видел ли Абуладзе нашу церковь, но в “Покаянии” всё было очень похоже. Кабинет профессора был на третьем этаже. Секретарша открыла дверь. Мне показалось, что в комнате нет стен — только большие окна. Они сходились углом, оставляя небольшое тёмное пространство, и в нём умещался письменный стол, заваленный бумагами. За столом сидел человек с капризным выражением лица (рис. 1). Большой лоб как-то особенно оттеняла копна светлых тщательно зачёсанных волос. Красивая рубашка, красивый галстук и совершенно элегантный костюм. Мне ещё не приходилось видеть такого. Возраст? Когда тебе почти 23, тридцатилетний кажется пожилым. И всё-таки меня поразила молодость.

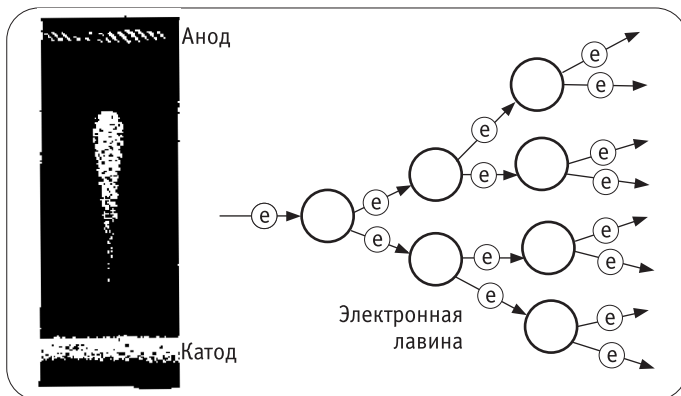
Рис. 1.
Профессор И.С. Стекольников.





Разговора не помню. Даже общее его направление не сохранилось в памяти, но итог был положительным, и после двух недель мытарств в отделе кадров (кадровики – великая сила!) 17 марта 1959 г. я начал работать в должности старшего лаборанта. Тогда в академических институтах была традиция зачислять молодых специалистов не инженерами и уж тем более не младшими научными сотрудниками, а именно лаборантами (старшими, чтобы было не так обидно). Работа под руководством проф. Стекольников строилась абсолютно непрогнозируемым образом. Конечно, молодой специалист мог получить вполне конкретное задание, скажем, ему приказывалось снять вольтсекундную характеристику воздушного промежутка или измерить ток короны при медленно нарастающем напряжении. Но такое было скорее исключением, нежели правилом, потому что каждый должен был находить себе работу сам. Под работой понималась новая задача. Её надо было придумать и реализовать. Внимание шефа она начинала привлекать, если тянула на мировой рекорд. Пробыть промежуток предельно большой длины, получить искру с максимально большим током, снять оптическую картину разряда с временным разрешением в доли мкс – на такие вещи стоило тратить время. Теоретический анализ? Запрета не было.

Рис. 2.
Электронная лавина
(схема и фотография
в камере Вильсона).



Занимайся, если не способен на большее. Шефа теория интересовала мало. Лабораторные предания говорят, что как-то среди экспериментаторов появился математик, специально приглашённый для создания теории длинной искры. Задачу формулировал сам шеф. Через несколько недель, глядя на решение, он произнёс: “Полная ерунда!” и услышал в ответ: “Ерунда просил, ерунда получил” (математик был родом из Тбилиси). На том теоретические построения закончились надолго.

По образованию шеф был инженером. Он приехал в Москву из Ташкента, поступил в МВТУ и закончил его в 21 год. Молодым, почти без опыта работы был направлен в 1926 г. на стажировку в Германию к профессору Вальтеру Роговскому, который в истории исследований искрового разряда остался как создатель гипотезы ионизационного нарастания. Это была попытка объяснить проникновение канала разряда в область промежутка с исключительно слабым полем, где невозможна ионизация. Гипотеза строилась на представлении о серии последовательных электронных лавин. Электроны уходили из промежутка, а малоподвижные положительные ионы оставались практически в месте своего возникновения и постепенно усиливали электрическое поле. Количественная проверка гипотезы не подтвердила – слишком много времени требовалось для развития цепочки из многих лавин. На деле длинные промежутки с резко неоднородным электрическим полем пробивались несопоставимо быстрее. Молодого инженера гипотеза, по-видимому, не заинтересовала.

Во всяком случае, никто в лаборатории не слышал о ней ни плохого, ни хорошего. Впрочем, о своей стажировке Стекольников предпочитал не распространяться. Даже в 50-е годы это было не вполне принято и совсем не безопасно. Другое дело осциллографы. К тому времени в Германии широко осваивалась запись быстропротекающих газоразрядных процессов осциллографами с холодным катодом. Эти



рекордные по скорости записи не могли не привлечь амбициозного человека. Он постарался узнать об осциллографах максимум возможного. Уже тогда созрело решение создать в Москве нечто подобное. Свобода выбора всегда была не слишком модной в СССР. Будь она у молодого инженера, вряд ли он выбрал бы стажировку в Германии. Для тех, кто интересуется искровым разрядом, Англия куда соблазнительнее. А такой интерес у Ильи Стекольниковца уже был, ничем не мотивированный и потому стойкий. Хотелось бы высокопарно отметить – вечный, как неразделённая любовь, но это было бы слишком большой натяжкой, ибо здесь не обошлось без взаимности.

Англия была родоначальницей современной физики газового разряда. В самом начале XX века в знаменитой кавендишской лаборатории Дж. Таунсенда придумали электронную лавину. С неё всё и началось. Сотрудники лаборатории Дж. Дж. Томсона, открывшего электрон, очень интересовались током в газах. В нормальных условиях газ – отличный изолятор. По мере подъёма напряжения на промежутке, заполненном газом, электрический ток возникал внезапно и за малую долю секунды мог достичь очень большой величины. Лавинная гипотеза объясняла это явление (рис. 2).

Небольшое число электронов в газе присутствовало всегда (в воздухе – около десятка в см³). Их рождало космическое излучение или радиация с поверхности Земли. Разгоняясь в электрическом поле, электрон мог набрать энергию, достаточную для ионизации при соударении с молекулой. После удара электронов становилось 2, потом 4, 8, 16, 32... Каждый удачный цикл удваивал электроны. Их число нарастало лавинообразно. После десятого цикла в лавине было уже больше 1000 электронов, после двадцатого – больше 1 000 000, после тридцатого – 1 000 000 000! Появившиеся носители электрических зарядов делили проводящим.

Коллега Таунсенда Чарльз Вильсон придумал специальную камеру для визуального наблюдения электронных лавин. В камере Вильсона лавина оставляла след из сконденсированных капель. Их можно было сфотографировать. Так

электронная лавина из гипотетического явления превратилась в реальность. Была точно измерена напряжённость электрического поля, рождающего лавину. В воздухе при нормальных условиях требовалось 30 000 В/см. Чтобы перебить воздушный промежуток метровой длины, для лавины нужно было напряжение $30\,000 \times 100 = 3\,000\,000$ В. Именно здесь теория начинала пробуксовывать. Инженеры в высоковольтных лабораториях знали, что на деле для пробоя такого промежутка достаточно приложить в 6 раз меньшее напряжение. От столь большого несовпадения захватывало дух. Ошибка на уровне мирового рекорда! Для молодого специалиста это было то, что надо. Здесь стоило покопаться – тем более, что список несоответствий явно претендовал на продолжение. Итак, напряжение в 500 000 В для пробоя метрового промежутка после линейной экстраполяции давало примерно 2.5 млрд В для пятикилометровой молнии – совершенно безумная величина. Молния явно обходится несопоставимо более низким напряжением. Надо было начинать работать. Для Ильи Стекольниковца работа мыслилась исключительно как эксперимент. А для эксперимента требовалось оборудование и обязательно с рекордными параметрами. Иначе было просто неинтересно. Так в Москве началась эпоха лабораторных рекордов.

Небольшое отступление поможет лучше понять дальнейшее. В начале 30-х гг. прошлого века южноафриканский исследователь Б. Шонланд опубликовал серию высокоскоростных регистраций молнии. Они были сделаны с помощью камеры Бойса. В камере объектив вращался перед неподвижной фотоплёнкой. Можно было и наоборот – вращать плёнку перед объективом. В любом случае вертикально падающий источник света прочерчивал на снимке наклонную линию, а по углу наклона и скорости вращения можно было определить скорость движения. Шонланд увидел у молнии два процесса. Сначала не слишком ярко светящийся канал двигался от облака к Земле. Его скорость показалась Шонланду достаточно скромной – что-то около 200–300 км/с. Для сравнения: третья космическая скорость, выбрасы-



вающая аппарат за пределы солнечной системы, в 10–20 раз меньше. Затем по проложенному пути от Земли к облаку двигалась исключительно яркая волна свечения, разгоняясь до трети скорости света. Раньше никто не видел ничего подобного. Шонланд назвал первый процесс лидером молнии, а второй английским сочетанием *return stroke* (буквально – обратный удар). В русской литературе термин *лидер* прижился, а вместо второго чаще применяется сочетание *главная стадия молнии*. Стекольников знал работы Шонланда, а ещё он верил в единство природы длинной искры и молнии. Если так, то при развитии длинной искры от одного электрода к другому тоже должен прорасти тонкий светящийся и потому хорошо ионизованный канал лидера, а не аморфная расширяющаяся по мере движения лавина. Увидеть лидер в лаборатории – такая задача была поставлена в Москве.

Конструктивные идеи часто рождаются сразу в нескольких головах. Во всяком случае, английский физик Т. Аллибон мыслил примерно так же, как Стекольников. Они были почти ровесниками, и обоим было не занимать амбиций. Поиск начался одновременно и независимо. Как потом оказалось, одинаковыми были и экспериментальные средства. Оба исследователя поняли, что увидеть лидер в лабораторном промежутке непоставимо труднее, чем у молнии. Между облаком и Землей 3–5 км. Лидер пролетает их за 10–25 мс. Чтобы получить смещение изображения хотя бы на 1 см, скорость движения пленки относительно объектива (или объектива относительно пленки) должна быть в пределах 100–40 см/с. Иными словами, диск радиусом порядка 10 см нужно было бы вращать со скоростью всего около 1 об./с. Время развития искрового разряда длиной 1 м не больше 50 мкс, по крайней мере в 200 раз меньше, чем у молнии. Значит, плёнка в регистрирующей камере должна двигаться со скоростью не менее 200 об./с, а добиться этого далеко не просто. И Стекольников, и Аллибон отказались строить ультраскоростные камеры. Они нашли способ затормозить лидер. Снова это был совершенно одинаковый способ. Напряжение подавалось к разрядному промежутку через очень большое

сопротивление, которое ограничивало ток разряда, заставляя канал лидера прорасти при ограниченном энергокладе. В результате скорость лидера снижалась почти на порядок величины, и его удавалось сфотографировать при умеренном движении плёнки.

Одновременно в русской и английской литературе появились статьи о наблюдениях лидера длинной искры. И почти сразу началась борьба за приоритет, растянувшаяся почти на 20 лет. Никто не хотел уступать. Положение отечественной стороны было более сложным. В стране свирепствовала шпиономания. Публикация научной статьи в зарубежном журнале могла стоить учёному не только научной карьеры. В конце концов, через много лет решающий шаг к примирению был сделан Аллибоном. В своей юбилейной лекции он признал независимость российских исследований. Где-то в начале 70-х Аллибон приехал в Москву. К сожалению, проф. Стекольников не дождался этой встречи. Мы принимали очень редкого в то время зарубежного гостя в лаборатории у Никитских ворот, с гордостью показывали ему наши экспериментальные наработки, но ответного острого интереса не почувствовали. Аллибон работал уже совсем в другой сфере, и длинная искра воспринималась просто воспоминанием о молодости, приятным, но не более. Наверное, он не был таким однолюбом, как Стекольников. И столь одержимым тоже. А может его мир не замыкался в вечно затемнённом зале высоковольтной лаборатории, и видимы ему были иные не менее привлекательные стороны жизни. Будем благодарны каждому за то, что он сумел сделать.

Лично у меня особое отношение к английским высоковольтникам. В те годы большинство наших работ могло публиковаться только на русском языке и только в отечественных научных журналах. При желании они были доступны и за рубежом – правда, при большом желании. Но статью можно было прочитать и “забыть” о ней (не всем же знать русский!), а потом сделать нечто похожее, но теперь уже своё собственное. Соратники Аллибона были счастливым исключением: откройте английские обзорные статьи и монографии по длинной искре второй половины прошедшего века – в



Рис. 3.
Лаборатория высоковольтного
газового разряда Энергетического
института им. Г.М. Кржижановского:
а – церковь “Большое Вознесение”
у Никитских ворот;
б – высоковольтный зал.

них не просто множество ссылок на российские публикации, но и подробнейшее их изложение, а иногда едва ли не полные перепечатки. Так было организовано преодоление барьера для советских научных работ, очень нужное и полезное в эпоху железного занавеса.

Лаборатория у Никитских ворот строилась в конце сороковых. Это было го-
лодное время. Кое-что привезли из Гер-
мании, но основное оборудование было
наше. Большой зал церковного здания
мало подходил для монтажа высоко-
вольтного генератора. И тогда родилась
идея не ставить его на земле, как это де-
лали традиционно, а вверх ногами под-
весить к куполу (рис. 3). Освободилось
экспериментальное поле, достаточное
для работы с промежутками длиной до
6 м; 3 млн В и 6 м – в те годы это звуча-
ло вполне убедительно. Убедительным
становилось и аппаратное обеспече-
ние лаборатории. В неё пришли моло-

дые люди, хорошо знакомые с современ-
ной электронной техникой. Саша Инков
монтирует первый двухлучевой осцил-
лограф на отечественных электронных
трубках. Запись электрических явлений
с разрешением в малые доли мкс пере-
стаёт быть проблемой. Женя Браго, зна-
менитый гребец из восьмёрки “Крыльев
Советов” (помните фильм “Королевская
регата”?), запускает первый электро-
но-оптический преобразователь. Совсем
скоро он был оснащён трубкой с усиле-
нием света и стал пригодным для сверх-
скоростной съёмки очень быстрых слабо
светящихся газоразрядных процессов.
Так удалось увидеть тонкую структуру
лидера (рис. 4). Из лаборатории хлынул
поток экспериментальных работ. Это
были вполне стекольниковские работы.
Каждый результат тянул на мировой ре-
корд. В 60-х ни одна лаборатория мира
не была способна на такое. Даже сегод-
ня, через полвека, оптические регистра-
ции тех лет не перестают восхищать сво-
им качеством, временным и простран-
ственным разрешением. Как здесь не
вспомнить Толю Шкилева – в его руках
любой прибор отдавал всё теоретически
возможное, недоступное никому друго-
му, и сверх того ещё немножко.

В эпоху рекордов в лаборатории уже
не было В.С. Комелькова (рис. 5). Его

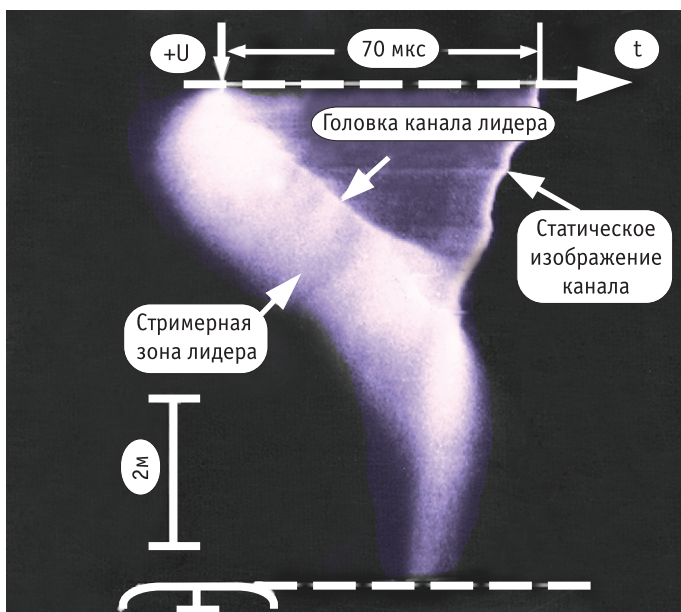


Рис. 4.
Фоторазвётка длинного искрового разряда при помощи электронно-оптического преобразователя. Фотокатод максимально чувствителен к ближнему ультрафиолету, поэтому изображение стримеров в стримерной зоне очень яркое, а уже “готовый” канал лидера за головкой, излучающий видимый свет, кажется почти тёмным.

неожиданно перевели на другую работу. Никто не знал, куда. Подробности стали известны уже через много лет, когда вышла книга воспоминаний о Курчатове. Комельков был одним из её авторов. До принудительной разлуки с длинной искрой он успел опубликовать две статьи, интерес к которым не пропал до сих пор. Традиционно для лаборатории это были экспериментальные работы, только эксперимент в них был совершенно иного свойства. Сквозь него проглядывала теория. Решался вопрос об энергетике лидера. Экспериментатор пытался понять, как организуется ток лидера и на что расходуется поставляемая этим током энергия. Таких работ лаборатория ещё не знала. Пионерским был не метод исследования, пионерской была идеология. Приходится только гадать, как

развивалась бы теория искры и молнии, останься Комельков в лаборатории. И здесь нечего добавить, кроме старой истины о не любви истории к сослагательному наклонению.

Загадка, которую пытался разрешить Стекольников, выглядела просто. В лабораторных экспериментах канал лидера не мог формироваться, если среднее электрическое поле в разрядном промежутке было меньше 5000 В/см. Для пробоя метрового промежутка, стало быть, требовалось бы не меньше $5000 \times 100 = 500\,000$ В, двухметрового – 1 млн В, пятиметрового – 2.5 млн В.

Эксперименты продолжали эту простую последовательность. Прогноз для молнии давал те самые миллиарды, что были совершенно невозможны при уже надёжно оценённых электрических зарядах грозowych облаков. Найти способ снижения критического поля лидера – эта задача была для шефа наиглавнейшей. Иной раз дело принимало анекдотический оборот (впрочем, с сегодняшней точки зрения; тогда было не до анекдотов). За несколько лет до моего появления в лаборатории состоялось заседание научной общественности института с представителями партбюро. Работа Стекольниковой не вызвала одобрения, ибо, по мнению партийных идеологов, советский учёный должен искать пути упрочнения воздушной изоляции, но никак не её ослабления. К счастью, дело обошлось без оргвыводов.

Новые времена часто наступают без внешних потрясений и явных признаков. Участники событий, как правило, и не догадываются об их значимости. Я вспоминаю март 1961 г. как время не только своей молодости, но и осознания, что есть наука. Всё началось с желания шефа получить недостающие экспериментальные точки на давно известной кривой, связывающей величину электрической прочности воздушного промежутка с длительностью фронта импульса высокого напряжения, воздействовавшего на него.



Это была скучная кривая. Электрическая прочность плавно снижалась с удлинением фронта. Кривая была густо засеяна экспериментальными точками в диапазонах от единиц до десятков мкс и десятков мс. Пустым оставался короткий участок в сотни мкс. Он явно не представлял интереса. Кривой там некуда деться – надо было положить лекало и плавно провести недостающий кусочек, соединяющий большие хорошо обследованные области. Бесплезную



Рис. 5.
Доктор технических наук В.С. Комельков.

циллограмме – законные 1500 кВ. Провал электрической прочности оказался реальным. Два месяца двухсменной работы сделали из меня научного сотрудника и навсегда привязали к длинной искре. Это не было обращением в собственную веру ещё одного ученика. Если говорить честно, шефу было просто наплевать на такие

работу отдали самому молодому в лаборатории – тогда им был я. За два года меня кое-чему обучили. В лаборатории это делалось коллективно и весьма эффективными, хотя и не безболезненными, методами – рассказ с фантастическими деталями об очередном экспериментальном ляпе новобранца действовал безотказно, гарантируя полноценное освоение самых сложных методик измерения. К счастью я с детства увлекался фотографией, что в лаборатории ценилось, а главное, открывало дверь в фотолабораторию, где посторонних не баловали. Приятно было посмотреть ещё мокрую плёнку с осциллограммами, глубококомысленно покачать головой (подражая шефу) и попросить зарядить более чувствительную.

У меня хватило ума никому не показывать первые расшифровки. Вместо ожидаемых 1500 кВ осциллограф фиксировал меньше 1000 кВ. Такое было непростибельным даже для новичка. Проверили делитель, откалибровали осциллограф – никаких изменений... Пересказывать монолог Жени Браго (он был тогда самым опытным) мне не хочется даже сейчас. На голову выше и неимоверной силицы он чуть не в охапку притащил меня в подземную измерительную кабину. Проявили теперь уже совместно снятую плёнку – 900 кВ. Измерили амплитуду импульса шаровым разрядником, тем, что стоит на переднем плане фотографии высоковольтного зала (см. рис. 3). Результат тот же. Для проверки измерительной схемы оставалось вернуться к привычной длительности фронта. Вернулись. На ос-

ращения. Дела учеников его волновали не слишком. Можно научить ремеслу, но не творчеству – так он считал. До сих пор не знаю, насколько правы думающие именно так. Стекольников интересовали коллеги и соперники, но до них надо было дорасти, не рассчитывая на чью-то помощь, тем более – на чужие идеи.

Статья о снижении электрической прочности воздуха была опубликована летом 1961 г. в ДАН. Меня включили в число авторов, и я повизгивал от восторга, хотя в глубине души понимал собственную второстепенность. Досадно быть игрушкой случая, даже счастливого. Шеф считал, что это прорыв. Лихорадочно исследовались разные по форме промежутки, применялись различные импульсы напряжения. Несколько лет работы активно велись в Италии, Канаде, США, Германии (тогда ГДР). Эффект наблюдался очень устойчиво и стал “всенародным” достоянием. О приоритете по возможности не вспоминали. Промежуток длиной 10 м удалось пробить напряжением в 1.8 МВ, при среднем электрическом поле 180 кВ/м. Это почти втрое меньше обычного! Вроде бы надо радоваться, но особой радости не было, потому что до молнии было ещё очень далеко. Чтобы сравняться с нею, электрическую прочность воздуха в лаборатории требовалось снизить как минимум на порядок. Путь для такого действия не предвиделось.

Неожиданно заболел и быстро ушёл из жизни И.С. Стекольников. А лаборатория продолжала работать ещё 10 лет, пока

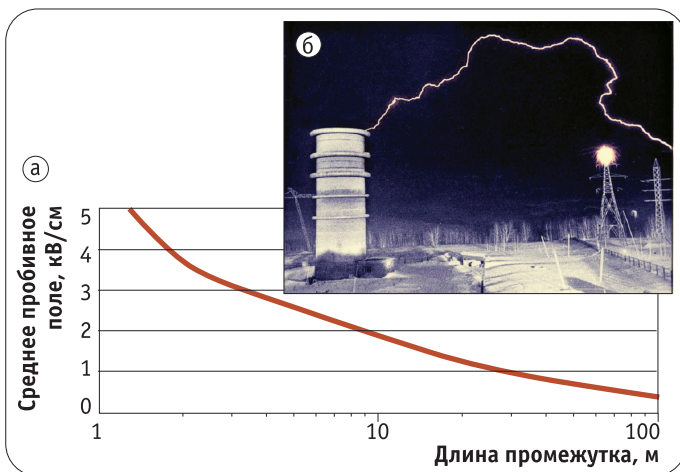


Рис. 6.
Зависимость электрической
прочности воздушного
промежутка от его длины:
а – экспериментальная кривая;
б – искра на открытом стенде
Сибирского института
электроэнергетики.

партийным решением её здание не было передано Министерству культуры вместе с другими историческими памятниками. За неделю уникальное оборудование демонтировали и вывезли на свалку. По пустому залу расхаживал бородатый деятель культуры, объясняя всем, какой замечательный клуб рок-музыки и современной живописи будет здесь создан. К счастью, успели оборудовать только директорский кабинет. Началась перестройка, и церковь вернули её законным хозяевам. Печальная история? Безусловно, печальная, хотя во многом закономерная и даже в чём-то голливудская, ибо для науки у неё нашёлся счастливый конец. Сейчас ясно, что в нашей лаборатории, где можно было работать с промежутками не длиннее 6 м, даже теоретически не получался искровой разряд при среднем электрическом поле ниже 200 кВ/м. Никакие ухищрения не помогали. Чтобы опуститься ниже, надо было переходить к существенно более длинным промежуткам. Они осваивались постепенно в лабораториях разных стран. И чем длиннее был промежуток, тем меньше требовалось среднее поле для его пробоя. Взгля-

ните на экспериментальную кривую (рис. 6а). Для формирования 30-метровой искры хватило в среднем всего 100 кВ/м. А дальше искра вдруг стала практически неуправляемой. На открытом стенде в Сибирском институте электроэнергетики она улетела по причудливой траектории больше, чем на 100 м при напряжении 4.5 МВ (рис. 6б). Среднее поле ниже 50 кВ/м – это уже совсем молниевые цифры! Пора было формировать теорию для столь безупречного эксперимента.

У психологов есть стандартная задача. После серии головоломок с переключением спичек на столе испытуемому предлагается построить 4 равносторонних треугольника, используя всего 6 спичек. Очередное их переключивание, как правило, продолжалось недолго. Ответа явно не было. Его и не могло быть на плоскости. Задача решалась легко, но только в трехмерном пространстве – обыкновенная равносторонняя пирамида! А испытуемый сам загонял себя в угол, привязываясь к плоскости стола. С длинной искрой случилось нечто подобное. Её изучали электрики. Они хорошо знали электродинамику, умели считать электрические поля. В этих рамках и искали решение, не обращая внимания на то, что и канал лидера, и стримеры перед его головкой – плазменные образования. Для их описания электродинамики не хватало. Нужна была ещё газовая кинетика и теплофизика. Наш институт всегда считался многоплановым. Его теплофизическое отделение было исключительно сильным. В соседних с нами комнатах сидели специалисты, подготовившие уникальные таблицы данных о составе воздуха при температурах вплоть до десятков тысяч градусов. Им был доступен расчёт скоростей многих кинетических реакций, необходимых для описания плазмы. Но в исследованиях длинной искры электрофизики и теплофизики не пересекались. Они жили в разных мирах и не видели общих задач. В итоге формирование теории длинной искры и молнии неоправданно затянулось. Сегодня, когда основные трудно-

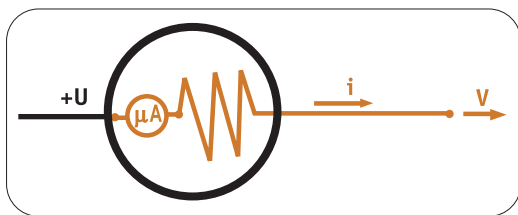


Рис. 7.
Формирование тока
в незамкнутом контуре.

сти преодолены, всё выглядит элегантно просто. Чтобы перекрыть очень длинный промежуток при относительно низком напряжении, искровой канал должен обладать высокой проводимостью, а напряжение на канале должно быть относительно малым. Если, например, сформирован канал длиной в 1000 м (молния умеренной протяжённости), а затраченное для этого напряжение не превысило 10 МВ, среднее электрическое поле в канале никак не может быть больше $10\,000\,000 : 1000 = 10\,000\text{ В/м} = 10\text{ кВ/м}$. Добиться подобного состояния можно только при нагреве канала. Кинетический анализ позволяет прогнозировать нужную газовую температуру. Она должна превысить 5–6 тыс. градусов.

Разогрев воздуха в канале – вот где лежит ключ к решению проблемы. Здесь задача перебрасывается из электрофизической в теплофизическую плоскость. Понятно, что речь идёт о чисто условном перебресе, поскольку энергию для нагрева поставляет электрический ток лидера, а его количественное описание – снова электрофизика. Механизм формирования тока непросто для понимания даже специалистами. Когда вы включаете электрический чайник, ток через его спираль определяется законом Ома. В любой *замкнутой* цепи ток $I = U/R$ (U – напряжение, R – сопротивление спирали). В сети 220 В спираль сопротивлением $R = 22\text{ Ом}$ пропускает через себя ток $I = 10\text{ А}$, от чего развивается мощность $P = UI = 220 \times 10 = 2200\text{ Вт}$, которая расходуется на нагрев воды. Чайник быстро закипает.

Когда от высоковольтного электрода стартует канал лидера, электрическая цепь не замкнута. Перед головкой лидера десятки–сотни метров ничем не возмущенного воздуха, непроводящего, с беско-

нечно большим сопротивлением. Откуда же взяться току для разогрева лидерного канала? Предлагаю провести мысленный эксперимент (рис. 7). В высоковольтном электроде сделано отверстие. Через него выстреливается металлическая проволочка. Она летит в электрическом поле со скоростью v , удлинняясь, но не теряя контакта с электродом. Отклонение стрелки микроамперметра показывает ток в этой ничем не замкнутой электрической цепи. Его природа связана с понятием электрической ёмкости (C). Ёмкость характеризует любой проводник, определяя величину электрического заряда Q , требуемого для зарядки проводника до напряжения U : $Q = CU$. Ёмкость длинного проводника почти прямо пропорциональна его длине. Вылетая из отверстия электрода, проволочка удлинняется и потому её заряд увеличивается. Он перетекает от источника высокого напряжения сначала на высоковольтный электрод, а затем смещается на летящую со скоростью v проволочку. Так создаётся электрический ток. В данном случае он обусловлен смещением зарядов и потому называется током смещения. Для проволоки ёмкостью C_0 на единицу длины величина тока оценивается как $I = C_0 v U$. Понять формулу легко. Произведение двух первых сомножителей определяет изменение ёмкости в единицу времени, что после умножения на третий сомножитель даёт величину переместившегося за то же время заряда. Заряд в единицу времени – это и есть ток.

Стоит почувствовать порядок величины тока смещения. Пусть ёмкость единицы длины тонкого проводника равна $C_0 = 5\text{ пкФ/м}$ ($5\text{ пкФ/м} = 5 \times 10^{-12}\text{ Ф/м}$), напряжение – как в домашней розетке – $U = 220\text{ В}$, а скорость удлинения проволоки $v = 100\text{ м/с}$ (как у пули из пневматического оружия). Получаем $I = 5 \times 10^{-12} \times 100 \times 220 \approx 10^{-7}\text{ А}$. Ток в десятую долю мкА ничтожно мал, чтобы иметь хоть какую-то практическую значимость. Но у лидера ситуация принципиально иная, потому что в лабораторных условиях его средняя скорость никак не меньше $(2\text{--}3) \times 10^4\text{ м/с}$, а напряжение на промежутке превышает 10^6 В . В итоге ток смещения поднимается до десятых долей А. Это уже кое-что, хотя роскошествовать не удаётся, а приходится скрупулёзно подсчитывать баланс энергии в канале, чтобы опреде-



лить его температуру. Итог получается не слишком утешительным. Энергии явно не хватает. Расчётная модель входит в противоречие с реальностью. Искровой пробой четко регистрируется в лаборатории, но никак не воспроизводится компьютером. Здесь требуется оговорка, ибо правильное утверждать “не воспроизводился компьютером”. Не воспроизводился, пока не обратили внимания на стримерную зону перед головкой лидера. Вся она заполнена тонкими канальчиками стримеров на разных стадиях своего развития подобно тому, как сухие прутья заполняют объём метлы. Газ в стримерных каналах холодный, а сами они практически лишены сколько-нибудь заметной проводимости, хотя и несут электрический заряд. Благодаря стримерам заряд оказывается не только на поверхности канала лидера радиусом ~ 1 см, но и во всём объёме стримерной зоны, радиус которой как минимум на 2 порядка больше. Стримеры создают вокруг лидера заряженный чехол радиусом ~ 1 м у длинной лабораторной искры и порядка 10 м у молнии. Увеличение заряда эквивалентно увеличению ёмкости единицы длины канала, что обеспечивает более сильный ток и улучшает снабжение энергией. Так природа решила проблему энергетического голода и смогла разогреть канал.

Автоматически разрешилась и ещё одна немаловажная проблема. Для эффективного нагрева канал лидера должен быть возможно более тонким. Ему непозволительно расширяться. А причина для расширения есть – сильное электрическое поле у боковой поверхности канала. Оно возбуждает интенсивную ионизацию, и нарождающаяся плазма утолщает канал. Так могло бы быть, но не стало благодаря заряженному чехлу. Резко ограничивая электрическое поле у канала, заряд чехла подавляет ионизацию и не даёт толстеть каналу. Если провести сравнение с деревянной бочкой, чехлу безусловно надо отдать роль металлических обручей. Когда растёт канал лидера, от его головки стартуют всё новые стримеры. Частота их образования может быть очень высокой – до 10^{10} с^{-1} , так что перед головкой всегда образуется стримерная зона. Там же, где она была раньше, стримеры очень быстро распадаются. От них остаётся только чехол заряда.

Позвольте ещё одну аналогию. Никто не станет собирать команду из 100 землекопов, чтобы вырыть траншею длиной в 100 м. Если нет особой спешки, хватит одного. Он будет перемещаться в нужном направлении по мере того, как выкапывает очередной участок траншеи на необходимую глубину. Ситуация со стримерной зоной аналогична. Эта зона нужна не по всему разрядному промежутку сразу, а лишь в месте размещения головки канала, чтобы обеспечить нагрев только что созданного участка и подпитать током уже существующую “старую” часть лидера. Среднее электрическое поле в стримерной зоне намного выше, чем в канале. Для положительной искры требуется около $E_{\text{ст}} = 500 \text{ кВ/м}$, иначе стримеры не смогут развиваться. К счастью особо большая длина стримерной зоны не нужна. Так у стометровой искры она не более $L_{\text{ст}} = 3\text{--}4$ м, а напряжение на ней $U_{\text{ст}} = E_{\text{ст}} \times L_{\text{ст}} = (1500\text{--}2000) \text{ кВ}$. Это весьма весомая добавка к напряжению на канале умеренной длины, скажем, на десятиметровом. Но по мере увеличения разрядного промежутка удельный вес напряжения на почти не изменяющейся по длине стримерной зоне снижается. В результате уменьшается и среднее пробивное электрическое поле. В итоге у молнии оно уже мало чем отличается от поля в горячем плазменном канале.

Такова в общем картина формирования длинной искры и молнии. Не стоит пока пытаться рассматривать её с близкого расстояния. Многие детали процессов едва намечены и работы ещё хватит на многих профессионалов. Я сознательно написал это слово, потому что в науке не может быть любителей. И принадлежность к профессионалам определяет не диплом, не горы прочитанной литературы, а умение не просто видеть, но обнажать проблему, чувствовать её значимость, заставить себя не оглядываться на предшественников и не бояться за репутацию при неизбежных неудачах. Полагаю, этому и учил нас Илья Стекольников, пусть не слишком гуманно.

А как же с гуманной словесностью? Именно с неё начиналась эта статья. Здесь всё правильно. Новейшая история науки показывает, что сначала надо стать человеком, только тогда появляется право быть учёным.



ПРЕСС КЛИП



МЕМОРАНДУМ О СОЗДАНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ФИНАНСОВОГО АГЕНТСТВА

Меморандум подписан Министерством энергетики Российской Федерации и Государственной корпорацией «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)». Целью Меморандума является развитие сотрудничества, направленного на создание в РФ эффективного механизма привлечения внебюджетных средств в проекты повышения энергетической эффективности и энергосбережения. Согласно Документу стороны планируют разработать механизмы и принципы финансирования типовых проектов в сфере энергоэффективности, энергосервиса, возобновляемых источников энергии и биотехнологий. (*Энергосовет.ru / 21.06.2011*)

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ

Инженерно-технологический центр РУСАЛа приступил к разработке технологии производства алюминия со сниженным расходом электроэнергии. В течение трёх лет, на которые рассчитан данный проект, в компании намерены разработать и испытать технологию, позволяющую снизить расходы электроэнергии не меньше чем на 1000 кВт · ч на тонну алюминия. Это

позволит уменьшить затраты на электроэнергию на Красноярском алюминиевом заводе примерно на 500 млн руб. в год. С помощью запущенного проекта компания рассчитывает не только снизить энергозатраты на всех действующих электролизёрах, но и разработать принципиально новый электролизёр для будущих заводов. (*Пресс-Лайн, 20.05.11*)

РАЗВИТИЕ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В РОССИИ

Министерство энергетики РФ ожидает, что объём переработки нефти в России к 2015 г. достигнет 255 млн т ежегодно. Такие данные привел глава ведомства Сергей Шматко на совещании по развитию нефтепереработки в России. Он добавил, что нефтяные компании должны для этого ввести в эксплуатацию 91 современную установку вторичной переработки, инвестировав 569 млрд руб. При этом планируется построить в 1,5 раза больше уже имеющихся мощностей по изомеризации, в 2 раза больше по алкилированию и в 4 раза — по гидрокрекингу. (*Нефть России, 11.07.11*)

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО “ЕВРОСИБЭНЕРГО” И CHINA YANGTZE POWER

Крупнейшая российская частная энергокомпания “ЕвроСибЭнерго” и крупнейшая гидроэнергетическая корпо-

рация Китая China Yangtze Power определили приоритетные совместные проекты строительства новых электростанций в Восточной Сибири в рамках созданного СП YES Energo. В перечень проектов вошли: 1. Ленская ТЭС установленной мощностью до 1200 МВт, в качестве топлива будет использоваться попутный газ с нефтяных месторождений Иркутской области; 2. Нижне-Ангарская ГЭС на р. Ангара установленной мощностью 600–1200 МВт; 3. Транссибирская ГЭС на р. Шилка установленной мощностью 400–900 МВт. Выбранные проекты соответствуют стратегии “ЕвроСибЭнерго” развивать возобновляемые и наиболее экологически эффективные источники энергии. (*ЕвроСибЭнерго, 20.06.11*)

ДО 50% ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ ВИЭ

Правительство Швеции обнародовало свой план по переводу страны на новую стратегию, направленную на повышение энергоэффективности и снижение объёмов выбросов углекислого газа. По словам министра окружающей среды Швеции Андреаса Карлгрена, правительство намерено к 2020 г. довести долю возобновляемой энергетики в общем удельном весе энергобаланса страны до 50%. Размеры отчислений на энергосберегающую политику будут удвоены до 300 млн крон (27 млн евро) с 2010 до 2014 года. Эколо-



ПРЕСС КЛИП

ги отмечают, что цели, озвученные в Швеции, превышают те, что запланировала Европейская Комиссия для 27 стран, входящих в ЕС. По планам, лишь 20% электроэнергии к 2020 г. будет получаться из возобновляемых источников. (*EnergyLand.info* / 11.11.2010)

САМЫЙ ДЛИННЫЙ В МОРЕ КАБЕЛЬ

Извержение в 2010 г. вулкана Эйяфьятлайокудль, парализовавшее воздушное сообщение в обширном регионе, подтолкнуло власти Исландии направить геологические особенности страны на службу людям. Как сообщают представители крупнейшей энергетической компании страны Landsvirkjun, при помощи кабеля, проложенного по дну моря, планируется доставлять и продавать в другие страны электроэнергию от геотермальных источников – вулканов и гейзеров. И это будет самый длинный в мире подводный кабель – от 1200 до 1900 км, в зависимости от страны-импортера энергии. Потенциальные покупатели уже известны – это Великобритания, Норвегия, Голландия и Германия. В год возможно будет экспортировать около 5 млрд кВт·ч, что соответствует среднему потреблению 1.25 млн европейских семей. Выручка при нынешних ценах на энергоносители может составить 250–320 млн евро. (*abok.ru* / 28.03.2011)

СТРОИТЕЛЬСТВО СОЛНЕЧНОГО ПАРКА ВО ФРАНЦИИ

Немецкая компания Phoenix Solar подписала соглашение на строительство солнечного парка пиковой мощностью около 12 МВт, который будет построен во Франции, в 40 км южнее Марселя на 25 га земли. В данном регионе зафиксирован самый высокий уровень инсоляции в стране. Для строительства данной станции будут использованы около 150 тыс. солнечных панелей производства First Solar. Более чем 3 тыс. домашних хозяйств будет обеспечено экологически чистой электроэнергией, генерируемой солнечной электростанцией. Как генеральный подрядчик, Phoenix Solar берёт на себя ответственность за планирование, разработку, поставку комплектующих и строительство парка. (*aenergy.ru* / 13.05.2011)

ГЕЙТС ИНВЕСТИРУЕТ В ПРОИЗВОДСТВО БИОТОПЛИВА

Фонд Билла Гейтса предполагает выделить грант (около 1.5 млн долл.) на реализацию проекта в Гане, который состоит в переработке человеческих фекалий в современное метановое биодизельное топливо. В заявлении фонда поясняется, что человеческие фекалии являются концентрированным органическим материалом, обладающим достаточно высокой энергетической ценностью. В настоящее время разработки проекта

занимаются способами превращения человеческих экскрементов в эффективное современное биодизельное топливо, уникальность которого состоит в крайне высокой энергоёмкости в сравнении с иными видами биотоплива. Это позволит не только создать новый альтернативный источник энергии, но также предотвратить попадание потенциально опасных отходов человеческой жизнедеятельности в окружающую среду. (*HT-News*, 20.06.2011)

КРУПНЕЙШАЯ СТАНЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

На Кипре в районе Никосия началось строительство станции очистки мощностью 30 тыс. м³/сут. для обслуживания общин Миа Милия и Хасполат, в которых проживает 270 тыс. человек. Стоимость проекта – 25 млн евро. По заявлению властей, это будет крупнейшая на Кипре станция очистки сточных вод и одна из крупнейших в мире станций с применением мембранных биореакторов. Сооружения обеспечат населённые пункты района Никосия водой для орошения в объёме 10 млн м³/год. Осадок сточных вод будет перерабатываться в биологические твёрдые вещества, которые пойдут на производство электроэнергии. Проект финансируется Управлением канализации Никосии и Европейским союзом в рамках программы ООН по развитию "Партнёрство во имя будущего". (*ВодаMagazin*, № 7, 2010)



КРИЗИС, ИЛИ ПРОБЛЕМЫ КАПИТАЛА

Кандидат философских наук Л.П. ВЕРЁВКИН,
кандидат военных наук С.А. МАТЯШ

Финансы и экономика – что в кризисе?

Мировой финансовый кризис, о котором принято сейчас много рассуждать, на самом деле имеет выражение в финансах, и по существу – кризис экономический. Иными словами – это кризис производства и распределения благ, кризис основных институтов и финансовых каналов, кризис неоконсервативной экономической политики, направленной на увеличение концентрации богатства для богатых за счёт бедных. И выводы “экономики предложения”, и рекомендации, вытекающие из кривой Лаффера, и фридмановский монетаризм, по сути, представляют собой идеи, способствующие именно такому результату. Эти модели экономической политики главенствовали на протяжении 1980–1990-х гг., а также в начале 2000-х. К сожалению, несмотря на очевидное идейное поражение в 1990-х, данные концепции сохранили своё влияние в России до сих пор. Мероприятия проводимой экономической политики в 2000-х гг. это целиком подтверждают. Речь идёт и о налоговых изменениях, и о продолжающейся приватизации и либерализации, “реформаторском зуде”, охватившем почти все подсистемы хозяйства при одновременной потере целей, функционального разнообразия этих систем, их качества, колоссальном росте издержек функционирования и резком снижении устойчивости. На этом фоне наблюдается быстрое увеличение богатства отдельных граждан и существенное сокращение благосостояния широких слоёв населения.

В России кризис только набирает обороты. В банковском секторе, услугах на-

блюдается сокращение персонала, в металлургии – заказов, выплавки стали, на транспорте – объёма грузоперевозок, в секторах промышленности готовятся к сокращению занятых и замораживаются сделки. Банки сокращают объём кредитования производства, выдачу потребительских кредитов и т.д.

Важно отметить, что, несмотря на формальный экономический рост, внутренний экономический кризис в России никуда и не исчезал, он просто менял свою форму. Сегодня возникли лишь дополнительные внешние обстоятельства, которые его усиливают. Российское правительство семимильными шагами шло к этому кризису, снижалась эффективность реальных секторов производства, своими действиями или бездействием оно разрушало промышленность и сельское хозяйство в угоду финансовым (транзакционным) секторам, не проводило необходимую структурную политику, способствовало возрастанию внутреннего корпоративного долга, включая банковский долг, выводу денег за рубеж, размещению резервов в иностранных ценных бумагах и т.д. Тем самым заработанный российской экономикой продукт выводился в другие экономические системы, фактически изымался из отечественной экономики в виде наращенной денежной массы (Стабилизационного фонда). Эти деньги созданы российской экономикой и ныне живущими гражданами. Именно гражданам страны должны решить, сколько им сберегать, откладывать для будущих поколений и вообще откладывать ли в принципе? Более того, сбережения могут и должны использоваться на решение внутренних экономических задач, в частности строительство дорог,



эстакад, аэропортов, электростанций, атомных станций, развитие электроники. Последний проект можно было бы сделать государственным, долгосрочным проектом и вложить деньги Стабилизационного фонда как долгосрочный государственный кредит, который обязательно даст отдачу и пополнит казну для будущих поколений. Чем такое решение экономически хуже вложения в зарубежные иностранные ценные бумаги сомнительной доходности и перспективы? Ответы на поставленные вопросы настолько очевидны, что возникает предположение о преступных деяниях и необходимой уголовной ответственности для лиц, планирующих такую экономическую политику.

Российский корпоративный сектор и банки вынуждены обращаться за кредитами туда, где ставка процента несколько ниже, чем внутри страны. Так увеличивается внутренний корпоративный долг России, выстраиваются препятствия механизму внутренней капитализации. Поэтому Россия бедна реальным капиталом, так как капитал не образуется, не концентрируется, не наращивается в силу разрушения соответствующих контуров, ответственных за перечисленные процессы.

Особенностью современного экономического кризиса является его предсказуемость. Он не был неожиданным, и, несмотря на это, экономические системы и правительства различных стран оказались практически не готовы к нему. Созданные резервы могут быть недостаточными для противодействия кризису. Опять в который раз в экономической истории правительства пытаются лечить симптомы, а не болезнь. А болезнь известна – отрыв финансового сектора от производства, необеспеченность денег реальными активами, имеющими подлинную стоимость, отсутствие стандарта в валютно-кредитных отношениях.

Ещё одна особенность современного кризиса – его очевидная военная составляющая. Энергетика и сырьё составляют основу развития и высокого уровня жизни. И только на этой базе развёртывается так называемый человеческий, или

интеллектуальный, капитал. Тем самым изобилие, пусть и относительное, ресурсов обеспечивает дальнейшую основу для развития знаний и их применения. К тому же область применения знаний – те или иные виды ресурсов, способы их обработки, переработки, создания продуктов, услуг. Однако именно энергосырьевые ресурсы ограничены и сильно влияют на мировую динамику цен. Поэтому контроль этих ресурсов составляет стратегическую задачу благополучных государств, оказывается условием поддержания высокого уровня жизни. А эффективный контроль невозможен без военной составляющей. Причём военная мощь в значительной степени определяется наличием и эффективным распоряжением ресурсной базой. С одной стороны, военные и геостратегические задачи напрямую связаны с потребностью обеспечения высокого уровня жизни, а с другой – в определённой степени задаются этим уровнем.

Отрыв “финансовой” стоимости от реальной стоимости производства и фондовой базы экономики выявляет неэффективность современной архитектуры финансовой системы, спекулятивный характер фондового рынка и построение его по принципу большой финансовой пирамиды. Эти особенности и определяют развёртывающийся в настоящее время кризис. К слову сказать, в Великую депрессию 1930-х гг. и стагнацию 1970-х условия, как и причины кризисов, были в существенной степени иными. Лишь одно их сближает – разрешение кризисов осуществлялось посредством наращивания военных расходов, милитаризации экономики и эскалации конфликтов в мире. А проявление кризиса выражалось в резкой утрате ликвидных средств, финансовом коллапсе и параличе банковской системы с вытекающим параличом производства и ростом безработицы.

Мировая ликвидность и производство

Проблема мировой ликвидности – центральная в понимании природы современных финансово-экономических кри-



зисов. Неоднородность различных видов капитала, структуры национального богатства, распределённого в мире, обеспечивает неравные условия международной торговли и международного обмена. В итоге это выражается в асимметрии платёжных балансов торгующих стран. Возникающие долги, когда страны больше потребляют, чем производят, как, например, США, которые стали провокатором современного кризиса, обычно погашаются с использованием общепринятых международных средств платежа, в частности золотом, резервной валюты, иногда так называемых специальных прав заимствования. Состояние “мировой ликвидности” обычно оценивается по величине названных платёжных средств. Важно отметить, что создание подобных средств является адекватным только в случае их соответствия уровню мирового производства и масштабу мировой торговли.

Ещё один способ оценки мировой ликвидности – оценка потенциальной потребности в платёжных средствах. Здесь возникают две важные проблемы, которые и провоцируют, точнее, создают условия для финансового коллапса (“схлопывания” ликвидности) и дальнейшей экономической дестабилизации. Во-первых, ликвидность нужна для осуществления производства и потребления его результатов. Это один вид ликвидности, условно говоря, связанной с реальными процессами хозяйственной деятельности. Во-вторых, торговля в современном мире охватывает и торговлю деривативами, финансовыми инструментами, ценными бумагами, которые часто ничем не обеспечены, а также спекулятивными активами, такими как энергетические ресурсы, земля, недвижимость. Подобные виды торговли, как правило, и могут приводить к отрыву реального содержания и стоимости этих активов от номинальных оценок. Сформировавшаяся номинальная стоимость в конце концов требует погашения, а кредитные институты и даже международные финансовые организации типа МВФ, призванные как будто быть некими “мировыми” финансовыми центрами стабилизации или резервными фон-

дами, оказываются не только бессильными в части такого погашения, но сами влияют на мировое перераспределение платёжных средств (ликвидности), причём непредсказуемым образом.

Казалось бы, наполнить экономику платёжными средствами можно, если Центральные банки выполняют свою функцию создателя мирового кредита, мировых денег. Но и в этом случае выполнение данной функции должно согласовываться с тем, что происходит с ликвидностью, – почему, как, по каким каналам она тает на глазах. Иначе это спровоцирует только инфляцию, либо, при некоторых условиях, может создать ситуацию “ликвидной ловушки” по Дж.М. Кейнсу.

Как известно, увеличение денежной массы должно действовать в направлении снижения процента. Однако “ловушка ликвидности” Кейнса демонстрирует, что денежно-кредитная политика становится бессильной при воздействии на процент, инвестиции, а значит, на совокупный спрос. “Ликвидная ловушка” возникает, когда люди ждут, что цены на акции должны снижаться, а процент возрастет. В результате деньги остаются на руках у агентов и процент не снижается.

Иными словами, необходим вариант, когда одновременно с наполнением экономики средством абсолютной ликвидности необходимо понизить процентные ставки, нормализовать ликвидный обмен, но, что очень важно, необходимы институциональные ограничения, противодействующие “утеканию” ликвидности и обесцениванию активов через спекулятивные финансовые трансакции. Технически эти ограничения могут быть разносторонними и должны подбираться и анализироваться в каждом конкретном случае.

Таким образом, ликвидность является свойством различных экономических активов, и деньги обладают абсолютной ликвидностью. В экономической науке всегда считалось, что актив тем более ликвиден, чем с меньшими издержками обмена и времени он может быть обращён в деньги. Однако само обращение зависит от институтов обмена, а также



от состояния кредитных институтов и наличия средства абсолютной ликвидности, то есть денег. Если денег становится меньше, либо больше, это не может не сказаться на ликвидности данного актива, на возможности обращения его в деньги. Иными словами, свойство ликвидности задаётся и общим соотношением активов, их реальной стоимости и абсолютно ликвидного (особого) актива – денег – в экономике.

Кроме того, ликвидность в экономике сильно зависит от распределения рисков хозяйственной деятельности, то есть рискованности использования тех или иных активов. Если высокодоходная деятельность менее рискованна, чем низкодоходная, то ресурсы и активы будут перетекать из последнего вида деятельности в первый и в среднем ликвидность активов в этом секторе будет выше, нежели в низкодоходном, хотя обратимость в деньги активов может быть противоположной. Всё зависит от соотношения ликвидности, представленной по обратимости в деньги и по величине риска использования данного актива.

Представив по видам деятельности или секторально экономику в плоскости “рентабельность – риск”, можно получить профиль структуры экономической системы и затем обеспечить оценку ликвидности реальных активов; учтя задействованные фонды и трудовой потенциал, – осуществить структурную постановку задачи макроэкономической политики. Затем необходимо принять во внимание взнос в инфляцию каждого сектора или вида деятельности, связав его с ликвидностью и объёмом денежной массы. Только после решения такой задачи станут более или менее ясны причины и следствия доминирования отдельных видов деятельности над другими, “смещение” ликвидности, отрыв реальной стоимости от номинального её выражения. При этом проявятся контуры мер, которые фактически могут противостоять кризису, а не изменить лишь его форму или загнать вглубь до будущей активной фазы, которая повторится спустя некоторое время.

Неоконсервативные методы борьбы с инфляцией, высоким процентом и таргетированием порочны в своей основе, поскольку они способствуют искажению ликвидности реальных активов и, в конечном счёте, “съедают” эту ликвидность. Таргетирование по существу представляет собой искусственную меру поддержания ценности ликвидного актива – денег, когда они эту ценность теряют. Когда инфляция провоцируется монополистической структурой экономики, её издержками, а также импортирована, то есть привносится с высокой динамикой цен на нефть, сырьё и продовольственные товары, таргетирование только усиливает рост динамики цен. Относительно высокий процент делает издержки по изменению экономической структуры очень большими, а развитие секторов, производящих продукцию с высокой добавленной стоимостью, затруднительным. Будучи распространённым на одни группы стран и не применяющимся в других странах, принцип таргетирования позволяет мировой олигархии управлять размещением своего капитала, воссоздавая режим структурной зависимости. Высокий процент затрудняет обмен активов на деньги, повышает издержки такого обмена, да и риски тоже. Поэтому с таргетированием создаётся ситуация истощения ликвидности. Этот эффект покрывается размещением капиталов из других стран, причём для финансистов подобный “процентный рычаг” выступает своеобразной отдушиной. Если таргетирование не отвечает реальным потребностям экономики, не вписывается в “факторную основу инфляции”, а лица, применяющие этот “рецепт”, не представляют роль инфляционных факторов и источников, то безусловный вред такой меры очевиден. Могу предположить, что подобное поддержание ценности ликвидного актива как инструмент макроэкономической политики, применяемый во многих странах в мире, внесло ощутимую лепту в развёртывание современного экономического кризиса. Во-первых, оно способствовало истощению ликвидности, вносило вклад в искажение реальной стоимости активов. Во-вторых, и этот



аспект чрезвычайно важен, действовало в направлении сокращения совокупного спроса, сдерживало инновационную активность и тем самым вносило вклад в поддержание высокого уровня цен, включая продовольственные и сырьевые товары.

Можно вспомнить мнение Густава Касселя о том, что дефицитное финансирование предприятий в условиях инфляции приводит к ухудшению общего экономического положения страны. Причиной инфляции он считал две независимые величины – рост денежной массы и падение производства. Если следовать Г. Касселю, поменяв знак первой величины, то есть говорить о сокращении денежной массы и наблюдающейся инфляции, как это было в 1990-х гг. в России, обнаруживается следующая связь: сокращение объёма денежной массы приводит к дефициту финансов предприятий, не позволяя им развиваться, затем сокращается производство, что является второй величиной, определяющей инфляцию. Динамика в сторону повышения так же может действовать на инфляцию, как сокращение денежной массы.

Особо интересным, на мой взгляд, слабо изученным явлением, особенно применительно к России, а также слабо отмеченным в научной российской литературе, но вполне известным, хотя и редким результатом экономической динамики оказывается явление “обедняющего роста”. Имеется в виду не рост ВВП за счёт сокращения национального богатства, а несколько иное явление, когда рост производства в стране в результате искажений в торговле (экспорте-импорте) ведёт к снижению уровня благосостояния граждан страны. Нужно отметить, что речь идёт о реальном благосостоянии, причём официальная статистика может не отражать этого изменения. Подобная ситуация возникает, когда рост базируется на “экспортном” росте, причём спрос на такой экспорт неэластичен по цене (сырьевые товары из России за рубеж), а рост дохода вследствие такого экспорта резко увеличивает спрос на импорт.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ В ПРОИЗВОДСТВЕННО- ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кандидат географических наук
О.А. ПРИТУЖАЛОВА
(ЗАО “НПЦ “СибГео”)

За последние десятилетия в мировой практике произошли глубокие качественные изменения в подходах к решению экологических проблем, сопутствующих производственно-хозяйственной деятельности. Причиной этого стало изменение условий, в которых приходится действовать предприятиям, и, прежде всего, экологический кризис и возросшая конкуренция. В результате одной из обязательных предпосылок долговременного успеха коммерческой деятельности стал экологический менеджмент, позволяющий добиться снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду при одновременном увеличении объёмов производства, снижении удельных расходов сырья и материалов, экономии энергоресурсов, улучшении продукции.

Экологический менеджмент признан мировым сообществом одним из высших приоритетов деятельности предприятий и организаций, ключом к организации рационального, экологического и экономически эффективного природопользования. В частности, экоменеджменту отводится важная роль в рамках **концепции устойчивого развития**, основные положения которой нашли отражение в “Повестке дня на XXI век”, принятой в 1992 г. на конференции ООН по окружающей среде и развитию. Концепция устойчивого развития,



как высшего приоритета развития человеческого общества, базируется на согласовании экономических, социальных и экологических интересов и ориентуется на такие ценности, как сохранение и восстановление природной среды, ограничение потребления, экологическая оптимизация производства и нормализация роста населения.

“Повесткой дня на XXI век” деловым кругам отводится важная роль в социально-экономическом развитии. Предприятия призывают действовать ответственно и эффективно, рассматривая рациональное использование окружающей среды в числе наиболее важных корпоративных приоритетов. Провозглашается политика “ответственного подхода” и рационального производства, поощряются открытость и диалог со служащими и общественностью, проведение экологических аудитов и оценок воздействия на окружающую среду, оценка исполнения принятых решений, добровольные инициативы и саморегулирование бизнеса (основные столпы экологического менеджмента). Названы и пути действий:

- внедрение более эффективных производственных процессов;
- осуществление превентивных стратегий, предупреждающих нанесение вреда окружающей среде;
- использование более чистых технологий производства на протяжении всего жизненного цикла продукта, услуги, что ведёт к уменьшению объёма отходов;
- внедрение технических новшеств, разработка, применение и передача технологий, партнёрство и сотрудничество в области охраны окружающей среды.

Экологический менеджмент формировался в западных странах, начиная с 70-х гг. XX века. В Российской Федерации интерес к этому явлению появился во второй половине 90-х гг. XX века. И, к сожалению, современные предприятия и поныне слабо используют потенциал экологического менеджмента, что обусловлено недостатком эко-

логической грамотности управленцев, плохой осведомлённостью о современных тенденциях в этой сфере. Между тем потребность использования теоретических и практических наработок в области экоменеджмента на российских предприятиях стремительно растёт, что обусловлено неблагоприятной экологической ситуацией, низкоэффективной практикой природопользования, реформой национальной системы технического регулирования и предстоящим вступлением России в ВТО¹. Чрезвычайно высока актуальность экологического менеджмента и для предприятий энергетики, дающей до 30% промышленных выбросов в атмосферу и до 70% объёма сброса промышленных сточных вод².

Наибольший прорыв в развитии экоменеджмента достигнут благодаря появлению в 90-х гг. XX в. сначала британского стандарта BS 7750, затем европейского стандарта EMAS и чуть позже международного стандарта ISO 14001, давших предприятиям Евросоюза и всего мира руководство к внедрению **систем экологического менеджмента (СЭМ)**.

СЭМ представляет собой часть общей системы менеджмента в организации, используемой для разработки и внедрения экологической политики и управления её экологическими аспектами³. СЭМ включает в себя такие элементы, как организационная структура, практические методы, процессы, процедуры (установленный порядок осуществления деятельности), ресурсы, документация.

Принцип действия СЭМ заключается в постоянном повторении четырёх процессов: планирования, реализации,

¹ Полушина Е.А., Притужалова О.А. *Экологический менеджмент и аудит: Учебное пособие*. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008.

² *Эколого-экономические проблемы России и её регионов. Учебное пособие для студентов экономических вузов*. М.: Московский Лицей, 2004.

³ ГОСТ Р ИСО 14001-2007. *Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению*.



проверки, действия (коррекции). На этапе планирования разрабатывается экологическая политика предприятия, отражающая основные стратегические приоритеты предприятия и его обязательства в сфере экологической безопасности, выявляются экологические проблемы, связанные с его деятельностью, правовые и иные требования к деятельности, ставятся цели в области охраны окружающей среды. На этапе реализации планов производится распределение полномочий и ответственности по достижению целей, выделение необходимых ресурсов, обучение персонала, регламентация деятельности во избежание отступлений от экологической политики, обеспечение готовности к аварийным ситуациям. Стадии проверки и коррекции предполагают измерение и оценку результатов деятельности организации, профилактические действия для предотвращения возможных проблем и корректирующие действия (устранение возникших проблем).

Таким образом, СЭМ представляет собой самокорректирующуюся систему, позволяющую предприятию достигать поставленные цели в сфере экологической безопасности. Факторами результативности СЭМ являются:

- раннее распознавание экологических рисков;
- принятие чёткой экологической политики и планомерная работа по предотвращению и сокращению негативного воздействия на окружающую среду в соответствии со строгими процедурами;
- интегрирование экологических задач во все сферы деятельности предприятия, что обеспечивается вовлечением и наделением ответственностью в экологической сфере всего персонала организаций;
- постоянный контроль, принятие корректирующих действий и анализ достигнутых результатов с целью выработки рекомендаций по улучшению СЭМ на будущее.

Как следствие, внедрение СЭМ создаёт почву для реализации различных преимуществ. Внутренние преимущества обусловлены более рациональным

использованием организационных ресурсов за счёт чёткого распределения ответственности и полномочий, избегания дублирования функций, экологической оптимизации процессов и продукции. Внешние преимущества связаны с демонстрацией достигнутых результатов внешним заинтересованным сторонам (потенциальным инвесторам, потребителям, органам власти и др.).

СЭМ были взяты на вооружение лидерами бизнеса. Их ориентация на экономию ресурсов, повышение экологического качества продукции и производственных процессов, культуры производства, диалог с заинтересованными сторонами позволили предприятиям, внедрившим СЭМ, упрочить свои позиции на рынке. Грамотный механизм реализации поставленных экологических целей дал возможность передовым предприятиям многих отраслей хозяйства демонстрировать рост экономических показателей при снижении удельного (взятого на единицу продукции) расхода энергии и ресурсов, вредных эффектов производства. Вдохновлённые их успехами, целые регионы, страны, промышленные ассоциации стали способствовать распространению экологического менеджмента на промышленных предприятиях, в сервисных организациях, организациях государственного управления.

СЭМ могут подвергаться проверке независимых третьих лиц на предмет их экологической эффективности, причём в случае положительной оценки системы предприятие получает сертификат соответствия конкретному стандарту (например, EMAS или ISO 14001), используемый для демонстрации этого соответствия заинтересованным сторонам. Наличие сертификатов, равно как и обоснованных и подтверждённых, например, открытой отчётностью, заявлений о соответствии своих систем менеджмента требованиям названных стандартов ("самодекларация соответствия"), является для потребителей, инвесторов и других заинтересованных лиц своеобразной гарантией учёта экологического фактора в деятельности предприятия. Потому стандартизированные



системы экоменеджмента были признаны деловым сообществом в качестве основного механизма реализации экологических стратегий предприятий.

Справедливости ради отметим, что в научных и деловых кругах ведётся диалог о пользе СЭМ. И действительно, чрезмерная формализация природоохранной деятельности в рамках СЭМ в ряде случаев даёт предприятиям возможность соответствовать требованиям стандартов, не достигая существенного снижения нагрузки на природу. Тем не менее, предприятиям, ищущим способ совместить достижение целей основной производственной и природоохранной деятельности, обеспечить экономически эффективное предотвращение и снижение нагрузки на окружающую среду, СЭМ способна принести реальную пользу. И, напротив, если компания осуществляет стратегическое планирование, не принимая во внимание решение экологических задач, то её руководство должно отдавать себе отчёт в возможности возникновения в ближайшем будущем проблем, связанных с выживанием в условиях конкурентной борьбы⁴.

Подтверждением тому служит статистика. На 31.12.2009 г. СЭМ внедрены в 159 странах мира, общее число выданных сертификатов превышает 223 тысячи. Лидером сертификации является Китай (более 55 тысяч сертифицированных компаний). Россия же, число сертифицированных организаций в которой составляет порядка тысячи, не входит даже в первую тридцатку лидеров (однако занимает 10 позицию по темпам роста числа сертифицированных СЭМ)⁵.

Безусловно, внедрение СЭМ российскими предприятиями необходимо

всячески приветствовать и поддерживать. Но при этом необходимо отдавать себе отчёт в том, что СЭМ в трактовке ISO 14001 – это, во-первых, не более чем набор управленческих приёмов административного характера, а во-вторых, лишь один из многих прикладных инструментов экологического менеджмента.

Таким образом, не умаляя значения СЭМ, отметим, что экологический менеджмент на сегодня – понятие гораздо более ёмкое. Рассмотрим основные принципы, инструменты и направления экоменеджмента. Базовыми **принципами** экоменеджмента, согласно Хартии “Бизнес и устойчивое развитие” 1991 г., являются следующие⁶:

- необходимость признания охраны окружающей среды в качестве одного из приоритетов предприятия;
- интегрированное управление – учёт экологических аспектов во всех сферах управления;
- постоянное улучшение экологической политики и мероприятий с учётом законодательных требований, уровня развития науки и техники, ожиданий заинтересованных сторон;
- обучение и мотивация персонала для понимания им своей ответственности за окружающую среду;
- проведение предварительной оценки воздействия на окружающую среду любой новой деятельности, продукции с использованием научно обоснованных критериев;
- повышение уровня экобезопасности продукции, услуг, оборудования, технологий, использование наилучших существующих технологий во всех случаях, когда это возможно с учётом их стоимости и социальных последствий;
- информирование потребителя о способах безопасного применения, транспортировки, хранения поставляемой продукции и устранения её отходов;
- проведение исследовательских работ по вопросам воздействия предпри-

⁴ Пахомова Н., Эндрес А., Рихтер К. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2003; Кошкин Л.И., Хачатуров А.Е., Булатов И.С. Менеджмент на промышленном предприятии: Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000.

⁵ Количество выданных сертификатов по ISO 14001 в мире (<http://www.qcert.ru/rus/docs/certification-management-systems/cert-count/cert-world-14001/>).

⁶ The Business Charter for Sustainable Development – 16 principles <http://www.iccwbo.org/policy/environment/id1309/index.html>.



ятия на окружающую среду и возможностей его минимизации;

- превентивный, предупредительный подход во избежание нанесения окружающей среде серьёзного или необратимого вреда, в том числе за счёт добровольного ограничения потребления природных благ, продукции и услуг;

- содействие принятию принципов экоменеджмента подрядчиками и поставщиками;

- подготовленность к аварийным ситуациям;

- распространение экологически безопасных технологий и методов управления в производственном и государственном секторах;

- вклад в общий эффект посредством участия в развитии государственной экологической политики и реализации программ частного сектора экономики, правительственных программ, а также просветительских инициатив по развитию экологического сознания;

- открытость к диалогу с сотрудниками и общественностью;

- проведение экологических аудитов, оценки результативности природоохранных мероприятий и информирование заинтересованных сторон по их результатам;

- учёт природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении деятельности.

Системы экоменеджмента являются ключевым **инструментом**, своего рода осью менеджмента организации. Но вместе с тем необходимо использовать потенциал и других инструментов. В первую очередь отметим значимость для результативного экоменеджмента инструментов, дающих информацию о вещественных и энергетических процессах, происходящих на предприятии. К ним относятся экологический аудит, оценка жизненного цикла продукции, экологическая бухгалтерия и эcobалансы.

Экологический аудит – обследование предприятия, которое поможет выяснить, выполняются ли на нём требования природоохранного законодатель-

ства, провести оценку экологических рисков и последствий деятельности, провести обоснование инвестиций с учётом экологического фактора, определить направления повышения эффективности управления охраной окружающей среды на предприятии и т.д.

Оценка жизненного цикла продукции фокусируется не столько на производственных процессах, сколько на продукции, как результате этих процессов. При этом наряду с производством продукции учитываются все предшествующие (добыча, обработка сырья) и следующие за ним (потребление продукции, утилизация отходов) стадии жизненного цикла. В конечном итоге такая оценка позволяет обосновать предпочтительность определённых технологических альтернатив производства, дистрибуции, утилизации продукции и потому может использоваться как база для принятия решений при проектировании продукции, разработке стратегии организации.

Целям повышения репрезентативности данных о воздействии предприятия на окружающую среду служит **экологическая бухгалтерия** – система расширенного и/или детализированного учёта в денежных показателях сведений, связанных с экологическими воздействиями организации, в том числе закупок сырья, энергоносителей, выхода готовой продукции.

Информацию о происходящих на предприятии материально-энергетических процессах также дают **эcobалансы**, учитывающие входные, выходные и транзитные потоки вещества и энергии в натуральных показателях и показателях, рассчитанных с применением весовых коэффициентов. Существуют различные их виды – от простейшего сопоставления входных и выходных потоков предприятия до сложных схем, учитывающих их движение и трансформацию внутри предприятий, а также вызванные ими экологические воздействия.

Наряду с информационными инструментами отметим важность контрольных и аналитических инструментов. Так, **оценка экологической эффективности**



ти (результативности) позволяет выбирать и отслеживать показатели, характеризующие взаимодействие предприятия с окружающей средой, для целей установления степени соответствия деятельности организации заданным критериям, контроля полноты и эффективности природоохранной деятельности.

Целям продвижения продукции предприятия служит **экологическая маркировка**, представляющая собой знак экологического отличия, наносимый на продукцию или её упаковку и свидетельствующий о высоком качестве продукции. Основное требование к экомаркировке заключается в обоснованности её использования: обозначению продукции тем или иным знаком должна предшествовать её оценка по всем стадиям жизненного цикла. Помимо этого для реализации идеи последовательного снижения воздействия продукции на окружающую среду критерии выдачи знаков экологического отличия должны регулярно ужесточаться с учётом технических и других инноваций.

Также необходимо понимать, что экологический менеджмент имеет **комплексный характер**, требуя принятия мер во всех сферах деятельности предприятия. Основными **направлениями**, в которых может развиваться природоохранная деятельность организации, являются следующие:

- экологически-ориентированный маркетинг – разработка и продвижение продукции и услуг, ориентированных на потребности потребителя и одновременно выгодно отличающихся по своим экологическим характеристикам;
- экологически-ориентированный финансовый менеджмент – отбор и применение финансовых инструментов (включая инструменты поддержки природоохранных мер) для достижения финансовых целей фирмы, согласованных с экологическими целями и ограничениями, а также поиск инвесторов для экологически устойчивого бизнеса;
- экологически-ориентированный инвестиционный менеджмент – определение и формирование (на базе уста-

новленных маркетингом долгосрочных потребностей) необходимых производственных и обслуживающих мощностей, обеспечивающих охрану окружающей среды, ресурсосбережение и повышение уровня экологической безопасности процессов производства и процессов потребления производимой предприятием продукции;

- экологически-ориентированный кадровый менеджмент – планирование потребности предприятия в трудовых ресурсах, отбор будущих работников, мотивация и оценка трудовой деятельности, обучение и повышение квалификации работников с учётом вопросов персональной экологической ответственности;

- экологически-ориентированное управление логистикой, производством и сервисными системами – обеспечение экологической эффективности производства, продукции и услуг и доведение до минимума уровня загрязнений.

Таким образом, современные представления по управлению предприятием с точки зрения обеспечения экологической безопасности его функционирования и успешной интеграции на рынке исходят из следующих положений. Охрана окружающей среды при осуществлении производственно-хозяйственной деятельности должна быть активной, что предполагает необходимость интегрировать экологические установки в систему целей и приоритетов предприятия и придерживаться предупредительного подхода в охране окружающей среды. Наиболее действенным механизмом экологически приемлемого развития предприятия являются системы экологического менеджмента (ISO 14001). Вместе с тем реальную пользу предприятиям несёт использование экологического аудита, оценки жизненного цикла продукции и других инструментов экологического менеджмента, а также развитие различных направлений природоохранной деятельности.



О КОНЦЕПЦИИ ПРОГРАММЫ “ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА В РОССИИ”

Кандидат технических наук А. Н. ЧУМАКОВ

Межрегиональная экологическая общественная организация “Российский Зелёный крест” – одна из крупнейших в России, созданная в 1994 г. Первым её президентом был известный учёный-эколог академик Н.Н. Моисеев, наш постоянный автор, безвременно ушедший из жизни в 2000 г. Основное внимание организация уделяет проведению мероприятий по охране окружающей среды в соответствии с лозунгом “Зелёного креста” – компромисс вместо конфронтации. Он соответствует принципам построения гражданского общества, в котором проблемы решаются с позиций партнёрства и добрососедства. Организацией подготовлена и запущена новая Программа “Возобновляемая энергетика в России” (“Умная энергия”), концепцию которой представляет нашим читателям вице-президент “Зелёного креста” Александр Николаевич Чумаков (сайт организации www.green-cross.ru).

В последнее время в ряде стран разрабатываются и реализуются национальные программы развития альтернативной энергетики на основе возобновляемых источников энергии. В ходе выполнения этих программ планируется до 2050 г. довести долю возобновляемой энергетики до 20% в национальном энергобалансе (в частности, в странах Евросоюза), а к 2050 г. альтернативные источники будут покрывать до половины потребностей человечества в энергии.

Россия обладает огромными запасами альтернативных источников энер-

гии. Так, валовой потенциал геотермальной энергии в верхнем слое земной коры глубиной до 3 км составляет около 1.5×10^{18} кВт · ч. Использование только 0.2% этого потенциала могло бы полностью покрыть потребности страны в энергии.

Огромный потенциал и солнечной энергии, эквивалентный примерно 2.3 млрд т у.т. (тонн условного топлива). А валовой потенциал ветровой энергии России соответствует примерно 10 млрд т у.т. В совокупности потенциал солнечной радиации и ветровой энергии более чем достаточен для энергообеспечения как страны в целом, так и отдельных регионов. Но как извлечь эту энергию простым и дешёвым способом?

Отходы – в доходы

Естественным образом солнечная энергия аккумулируется в виде биомассы. Биомасса как энергоноситель имеет ряд дополнительных достоинств, например, при сжигании она безопаснее угля из-за низкого содержания серы, а зола может быть возвращена обратно в почву, что обеспечивает замкнутость круговорота биогенных элементов. Годовой потенциал энергии, заключённый во всей биомассе на территории России, во много раз превышает потребности страны. Например, использование энергии биомассы органических отходов, соответствующих стандартной продовольственной корзине, способно принести в год на душу населения до 10 000 кВт · ч, или около 140 млрд кВт · ч в масштабах страны. Только этого количества энер-



гии хватит для полного обеспечения сельскохозяйственного производства и систем жилищно-коммунального хозяйства.

Сегодня на основе растительной массы в мире получают до 8 млн ГВт · ч энергии различных видов, что эквивалентно 25% мировой добычи нефти. Так, в Австрии доля биотоплива в энергетике составляет 20%, в Финляндии – 23%, в целом по странам Евросоюза – 14%, а в России – только 5%.

Существенную часть биомассы, пригодной для выработки энергии, составляют органические отходы. Насчитывается более 30 категорий таких отходов, возникающих на разных этапах производства и переработки пищевых продуктов, кормов, растительных и животных жиров. К этим категориям относятся также отходы боен, переработки рыбы и морепродуктов, различные фекалии, осадки сточных вод. Годовой объём отходов животноводства в России составляет не менее 240 Мт, из которых можно произвести не менее 290 ТВт · ч энергии, что составляет около 23% в энергобалансе страны.

Несмотря на то, что в России пока не принята программа развития возобновляемой энергетики на основе использования сельскохозяйственных отходов, некоторые фирмы освоили производство оборудования для анаэробного производства биогаза и удобрений из навоза и птичьего помёта.

Под эгидой “Зелёного креста” начаты работы, направленные на создание рентабельной и экологически безотходной системы переработки сельскохозяйственных отходов для получения энергии и органоминеральных удобрений. В основе этой системы лежит комплекс технологических приёмов и решений, в числе которых предварительная подготовка перерабатываемой биомассы, особая конструкция реактора-метантека, позволяющая проводить переработку отходов в течение одних суток, а также рациональное использование полученных органоминеральных удобрений для получения биомассы, которая затем используется как кор-

мовая добавка или продукт для производства биогаза, который разделяется на метан и инертный углекислый газ. Углекислый газ направляется на получение дополнительной биомассы методом, к примеру, аквакультуры. Внедрение этого метода в масштабах всей страны могло бы сократить ежегодные выбросы парниковых газов на 220 Гм³, или на 440 Мт в пересчёте на углекислый газ. Это позволит:

- нормализовать режим работы сельхозпредприятий за счёт самообеспечения тепловой и электрической энергией, моторным топливом (особенно актуально для отдалённых районов);
- организовать производство органоминеральных удобрений;
- улучшить санитарно-эпидемиологическую обстановку;
- создать новые рабочие места.

Востребованность новых энергетических мощностей

В настоящее время более 16 регионов России испытывают дефицит энергообеспечения. Наибольший энергодефицит испытывают Москва, Санкт-Петербург, Московская, Ленинградская, Тюменская, Свердловская, Архангельская, Нижегородская, Пермская, Вологодская, Ульяновская области, Республики Тува, Коми, Карелия, Мордовия, Дагестан и Краснодарский край. В ближайшие годы кризис энергообеспечения ожидает большинство регионов России. Это грозит затормозить развитие экономики и может привести к существенному социально-экологическому ущербу. Не допустить его можно только вводом новых генерирующих мощностей на основе прогрессивных технологий. При преодолении кризиса в первую очередь необходимо развивать альтернативную энергетику на основе возобновляемых источников энергии. С этой целью необходима разработка программы действий по формированию новой энергетической политики, экологически ориентированной и экономически привлекательной, готовой к незамедлительному и мас-



штабному привлечению инвестиций в малую энергетику России. Мотивом этой политики должно быть стремление к максимально возможному ослаблению зависимости от использования невозобновляемых энергоносителей.

Положительный эффект от внедрения возобновляемой энергетики

Экологический эффект от внедрения возобновляемой энергетики состоит в первую очередь в устранении негативного воздействия традиционной энергетики по мере её замены на альтернативную. Так, замена электростанций, работающих на угле, со средним нормативом выбросов 425 кг на 1 МВт · ч позволит резко ограничить массированное поступление в атмосферу Земли окислов серы и азота и двуокиси углерода, которые в совокупности способствуют усугублению парникового эффекта и изменению климата. Одновременно предотвращается накопление в зольных отвалах электростанций опасных радиоактивных элементов. Кроме того, энергетика на ископаемых энергоносителях (так же, как и атомная энергетика) приводит к дополнительному поступлению тепла в окружающую среду и, следовательно, способствует изменению климата.

Использование энергетического потенциала биомассы коммунальных стоков городов, органических отходов микробиологической, пищевой, мясомолочной и других отраслей промышленности, отходов растениеводства, навоза сельскохозяйственных животных позволяет (помимо получения энергии) предотвратить загрязнение территорий, воды и воздуха продуктами распада органики и существенно снизить тепловое загрязнение.

Одним из существенных положительных факторов является также стабилизация тарифов на энергию и возобновляемые энергоносители. Учитывая прогнозируемые темпы роста тарифов, можно с уверенностью сказать, что в ближайшей перспективе тарифы

в традиционной энергетике многократно превысят тарифы в альтернативной энергетике, которая таким образом становится фактором социальной защиты широких слоёв населения.

Развитие альтернативной энергетики стимулирует создание и развитие производств, организацию десятков тысяч новых рабочих мест, способствует привлечению квалифицированных научно-технических кадров, активизирует развитие ведущих отраслей регионов России. Научно-технический эффект внедрения возобновляемых источников энергии определяется прежде всего мировой новизной большинства новых технологий и установок и возможностью организации широкой международной кооперации. Так, использование положительного опыта создания и эксплуатации биоэнергетических установок в Австрии, Германии, Швейцарии, США, Бразилии позволяет решить сразу несколько проблем:

- обеспечить защиту окружающей среды от органических отходов;
- получать недорогое жидкое или газообразное топливо;
- вырабатывать электроэнергию и тепло (холод);
- получать кормовые белково-витаминные добавки и высококачественное удобрение.

Необходимость опережающего развития альтернативной энергетики диктуется в долгосрочном плане соображениями национальной безопасности:

- энергетической – уже в текущем столетии прогнозируется исчерпание или существенное сокращение объёмов добычи доступных ископаемых источников энергии (нефть, газ, уголь, уран, плутоний и т.п.);
- экологической – катастрофический масштаб загрязнения окружающей среды объектами традиционной энергетики;
- продовольственной – организация автономного сельхозпроизводства на основе использования энергетического и органоминерального потенциала сельскохозяйственных отходов делает его



независимым от состояния рынков энергии и химических удобрений, повышая устойчивость, продуктивность, конкурентоспособность и рентабельность.

Развитие альтернативной энергетики на основе возобновляемых источников энергии за счёт прямого и мультипликативного эффектов будет способствовать скорейшему решению экологических, экономических и социальных проблем в России, а также служить целям устойчивого мирового развития.

Роль “Российского Зелёного креста” в решении проблемы энергообеспечения регионов России заключается в следующем:

“Российский Зелёный крест” в соответствии с Уставом организации ориентируется на конкретные мероприятия по охране окружающей среды, экологическое просвещение и воспитание широких слоёв населения, взаимодействие с органами власти и бизнес-сообществом на основе разрабатываемых национальных программ.

Предлагаемая к разработке Программа “Возобновляемая энергетика в России” должна содержать следующие направления деятельности “Российского Зелёного креста”:

- анализ и обобщения текущего состояния и тенденций развития энергетики (включая возобновляемую) для регионов России с разными климатическими условиями, плотностью населения, обеспеченностью энергетическими ресурсами и т.п.;

- обобщение передового российского и мирового опыта освоения разных видов возобновляемой энергетики применительно к выделенным группам регионов России;

- участие в формировании региональных стратегий развития возобновляемой энергетики;

- экспертная поддержка региональных инициатив;

- просвещение всех слоёв населения и властных структур о преимуществах возобновляемой энергетики и методах энергосбережения;

- организация коммуникации между ведущими российскими, иностранными

и международными организациями, фирмами, заинтересованными в развитии возобновляемой энергетики в регионах России;

- продвижение в регионы России передовых технологий энергогенерации и участие в создании пилотных проектов;

- участие в законотворческом процессе на федеральном, региональном и местном (муниципальном) уровнях.

Планируемые мероприятия

В ходе реализации Программы “Возобновляемая энергетика в России” планируется:

- организовать ознакомительные поездки на объекты альтернативной энергетики для экспертов “Российского Зелёного креста”, представителей региональных и местных властей;

- провести серию всероссийских и региональных симпозиумов, конференций, семинаров и совещаний;

- содействовать проведению слушаний во властных структурах с привлечением экологической общественности;

- создать и осуществить развитие пилотного демонстрационного центра;

- провести мониторинг продвижения возобновляемой энергетики в регионах России;

- подготовить аналитический отчёт по проблеме.

Результатом выполнения названных пунктов программы будет:

- детализация существующей картины и перспектив обеспечения энергией регионов России;

- формирование обоснованной позиции экологической общественности по вопросам развития возобновляемой энергетики;

- привлечение широких кругов населения к формированию региональной энергетической политики;

- установление конструктивного сотрудничества между властями разных уровней, экспертным сообществом, бизнесом и общественностью при решении проблемы энергетической, эко-



номической и экологической безопасности на местном, региональном и федеральном уровнях;

– практическое развитие альтернативной энергетики в регионах России.

Интеллектуальная деятельность человека, сознательно противодействующего разрушению природной окружающей среды, может и должна предотвратить непроизводительную растрату энергии. В этом смысле человека следует рассматривать как космический фактор, влияющий на объем энергии, аккумулируемой на поверхности Земли. В частности, рациональное производство и потребление возобновляемой энергии, как и экологическое земледелие, являются видами полезного труда, которые сохраняют солнечную энергию на земной поверхности без влияния на климатические характеристики.

Оптимальным нужно считать то количество поступающей солнечной энергии, которое человек способен уловить, аккумулировать и использовать для удовлетворения своих материальных и духовных потребностей. В противоположность, человеческая деятельность, связанная с использованием природной энергии, ранее накопленной на Земле в виде живого вещества, залежей энерго-ресурсов и других полезных ископаемых, является обеднением и даже грабежом будущих поколений.

Человеческая деятельность, связанная с использованием полезных ископаемых, может быть экономически и экологически оправданной тогда, когда эти залежи используются с целью накопления энергии на земной поверхности и предупреждения её бесполезного рассеяния.

Предложенная Концепция Программы позволит разработать и реализовать конкретные мероприятия, способствующие развитию возобновляемой энергетики в регионах России в полном соответствии с изложенными принципами и явиться одной из важных составляющих в поддержании устойчивого развития человечества.

В СТОКГОЛЬМ ЗА НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИЕЙ

П. Е. РУБИНИН

Среди лауреатов наиболее престижной международной премии – Нобелевской есть и российские учёные, писатели и общественные деятели. В день оглашения лауреатов и особенно в дни вручения лауреатских медалей и дипломов все мировые СМИ широко освещают это событие, публикуют материалы и описание конкретных научных достижений, выдающихся литературных произведений и эпохальных общественно-политических подвигов.

Менее известно о сопутствующих процедурах, так сказать о технологии этих действий. А они тоже интересны. В этом читатель убедится прочитав предлагаемый “репортаж” о вручении Нобелевской премии выдающемуся отечественному учёному-физику, создателю и многолетнему директору московского Института физических проблем РАН, академику Петру Леонидовичу Капице (1894–1984 гг.). Автор – референт Петра Леонидовича, сделавший очень много для популяризации его личности и научной деятельности, Павел Евгеньевич Рубинин (1925–2006). Представляем сокращённый вариант этого материала.

Вылетели мы из Москвы в 8:00, перевели в самолёте часы назад на 2 часа и в 8:00 приземлились в аэропорту Стокгольма.

В аэропорту Петра Леонидовича встречают генеральный секретарь Шведской академии наук К. Борихард, наш посол М.Д. Яковлев. Рукопожатия. “Добро пожаловать. Вас ждут корреспонденты и фотографы”.



В комнате для VIP (Very important persons – весьма важные лица) первая пресс-конференция, телевизионщики с портативными камерами, фотографы с блицами, репортёры с магнитофонами... Вечерние газеты выйдут с фотографиями на первой полосе и с короткими сообщениями. И вот на длинных черных “Мерседесах” мы, т.е. Пётр Леонидович, его супруга, сын и я, едем в Стокгольм. Пейзаж почти подмосковный – заснеженные леса и поля, редкие посёлки... А навстречу мчатся машины с ярко горящими фарами. Светло вроде, а у всех машин ярко горят фары. Вот первая неожиданность чужой страны.

Мы едем по крайней правой полосе, почти совершенно свободной, а другие машины плотно сгрудились на двух левых полосах. Сопровождающий нас сотрудник шведского МИДа Рагнар Энгбю объясняет, что правая полоса в Швеции выделена для общественного транспорта – автобусов и такси. “И для Вас”, – добавляет он с любезной улыбкой. “А откуда видно, что мы имеем право ехать по правой полосе?” – спрашиваю я. “Длинный “Мерседес”», – говорит Энгбю...

По дороге в Стокгольм Рагнар Энгбю уточняет с нами программу Нобелевской недели Петра Леонидовича.

Сообщение о том, что П.Л. Капице присуждена Нобелевская премия по физике за 1978 год, застала его в санатории “Барвиха”, где он отдыхал по настоянию врачей.

Очень скоро стало ясно, что эта приятная новость, если не принять жёстких мер самообороны, повлечёт за собой огромный объём дополнительной нагрузки – об этом свидетельствовал чудовищный напор со стороны печати, радио и телевидения.

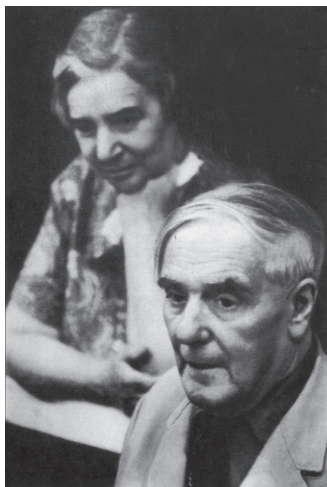


Фото 1.
Пётр Леонидович
с супругой Анной
Алексеевной. 1974 г.

Дело обороны Петра Леонидовича (П.Л.) решительно взяла в свои руки его супруга Анна Алексеевна. Вот сцена, свидетелем которой я оказался.

К Петру Леонидовичу под вечер приехал главный редактор одного солидного журнала, в котором будет публиковаться его большая статья. Они обсудили возникшие вопросы, и П.Л. пригласил редактора остаться пообедать. За столом шёл лёгкий, необременительный разговор, анекдоты, то да сё... В 2.30 Анна Алексеевна встает и говорит: “До свидания”. Главный редактор говорит: “До свидания, Анна Алексеевна, вы уезжаете?” – “Нет, – строго сказала Анна Алексеевна, – это вы уезжаете...”

И он уехал через несколько минут без всякой обиды, как мне кажется, а П.Л. (весьма обескураженный) пошёл отдыхать.

В таком примерно стиле Анна Алексеевна оберегала П.Л. и в Швеции.

Вот некоторые пункты программы Нобелевской недели П.Л. Капицы:

4 декабря. Приём в Посольстве Швеции в Москве. Приглашены все советские лауреаты Нобелевской премии по физике и химии. Речи и прочее.

5 декабря. Прибытие в Стокгольм. Пресс-конференция в аэропорту. Беседа с У. Пальме, бывшим премьер-министром Швеции, председателем социал-демократической партии, в здании Парламента.

6 декабря. Встреча с научным обозревателем Шведского радио доктором Фельдрейхом (решительно “завершённая” Анной Алексеевной спустя 40 минут). Ленч в Советском посоль-



стве в честь П.Л. Капицы, с большим количеством гостей, с тостами, речами и пр. “Междусобойчик” (“get-together”) всех Нобелевских лауреатов и членов их семей. Перезнакомились, поговорили, попивая всякие напитки и закусывая солёными орешками, посмотрели телефильм о Нобелевской церемонии 1974 года. Директор Нобелевского фонда сказал, что это поможет Лауреатам представить себе, что их ждёт впереди.

7 декабря. Пресс-конференция в Шведской академии наук. Участвуют Лауреаты премии по физике, химии и экономике. Затем приём в Шведской Королевской академии наук в честь Лауреатов Нобелевской премии по физике, химии и экономике, и членов их семей. Обед в Шведской Королевской академии наук в честь Нобелевских лауреатов и их жен, и членов Нобелевских комитетов.

8 декабря. П.Л. читает в Шведской академии наук свою Нобелевскую лекцию “Плазма и управляемая термоядерная реакция”. По уставу Нобелевского фонда он должен был бы прочитать лекцию о работах, отмеченных Нобелевской премией, но он сказал: “Эти работы я сделал 40 лет назад и я их забыл”. Эти слова были встречены дружным смехом зала. Лекция вызвала очень большой интерес, поскольку в Швеции энергетическая проблема — одна из самых острых, и правительство Пальме пало, в частности, потому, что не сумело убедительно обосновать необходимости развития атомной энергетики, сторонником которой оно было.

9 декабря. Приём в здании Нобелевской библиотеки. На этом приёме присутствуют “сливки” науки и культуры.

10 декабря. Главный день — церемония вручения премии. О нём — отдельно.

11 декабря. Посещение Нобелевского фонда — чтобы получить денежную часть премии. На стеллаже — тяжёлые тома альбомов фотографий всех Нобелевских лауреатов. Первая фотография в первом альбоме — Рентген. Мы оставляем фотографию П.Л.

и его краткую биографию. Директор Нобелевского фонда барон З. Рамель рассказывает, как несколько лет назад академик Л.В. Канторович, который получил премию памяти Нобеля по экономике, увёз с собой по ошибке золотую медаль американского учёного. Так как имена награждённых вычеканены на медальях мелкими буквами, полгода никто ничего не замечал. Но однажды американец показал свою медаль французским гостям, и они сказали: “А медаль-то не Ваша!” То была медаль Л.В. Канторовича...

Банкет в Королевском дворце, данный королём и королевой в честь Нобелевских лауреатов и их жён. Король сказал П.Л., что очень хотел бы приехать в Москву вместе с женой на Олимпиаду. На предыдущей Олимпиаде он познакомился с красивой девушкой-немкой, которая работала на олимпиаде гидом-переводчиком. Эта девушка и стала королевой Сильвией. Вот почему, по-видимому, у шведского короля особый интерес к олимпиадам.

13 декабря. В 19:00 “Лючия — Обед” в Студенческом Союзе Стокгольмского университета (форма одежды — белый галстук и фрак). Три лучших студента и Нобелевские лауреаты были награждены Высшим орденом скачущей и улыбающейся лягушки.

14 декабря. Ленч у бывшего генерального секретаря Шведской академии наук Э. Рюдберга.

15 декабря. Обед у посла СССР в Швеции М.Д. Яковлева.

16 декабря. В Москву!

Главное событие

Торжественная церемония вручения премий совершенно сознательно назначена была на последние дни Нобелевской недели — она должна была стать кульминацией, красивым завершением недели. Но подготовка к этому дню началась ещё раньше, ещё в Москве, за месяц до него — в письме Нобелевского фонда сообщалось, что форма одежды на церемонии — white tie and tails (белый галстук-бабочка и фрак).



Фото 2.
Шведский король вручает
П.Л. Капице диплом
и золотую медаль
нобелевского лауреата.
Декабрь 1974 г.

Можно было взять фрак напрокат в Стокгольме (шведы просили на этот случай прислать заранее размеры), но П.Л. считал, что ходить во фраках напрокат – не фасон, и великолепные фраки были сшиты лучшим портным Москвы.

10 декабря – день смерти Альфреда Нобеля, завещавшего почти всё свое состояние (31 миллион крон) на премии, которые носят его имя. Этот день поэтому торжественно отмечается каждый год церемонией вручения премий.

Генеральная репетиция. Утром 10 декабря все лауреаты и сопровождающие их лица приехали в Концертный зал. Это очень большой (1750 мест) зал, который не кажется огромным потому, что он уходит ввысь, опоясанный 5–6 рядами балконов.

Пока в нём пусто и даже пустынно. На просторной сцене, украшенной великолепными гвоздиками (цветы присланы из французского города Санремо, где жил и умер Нобель), потерянно бродят лауреаты.

Директор Нобелевского фонда З. Рамель просит их занять свои места – 9 красных кресел на левой стороне сцены, и коротко рассказывает, как будет проходить церемония.

– Сегодня утром я буду королём, – говорит он и усаживается в большое синее кресло-трон. – Когда представляющий вас перестанет говорить по-шведски и обратится к вам по-английски: “Профессор Капица, я прошу вас принять Нобелевскую премию из рук Его Величества Короля”, вы должны встать и пойти на середину сцены... Король встанет и выйдет на середину сцены, где церемониймейстер даст ему коробку с дипломом и медалью.

И Рамель выходит на середину сцены, и П.Л. идёт ему навстречу, и они изображают вручение премии, пожимают друг другу руки и что-то друг другу говорят. “А потом вы обернётесь к залу и поклонитесь”, – говорит Рамель с весёлой улыбкой. И П.Л. послушно обочивается к нам и кланяется, и улыбается актерской улыбкой, и идёт к своему красному креслу, садится и, откинувшись на спинку, от души смеётся. А на середину сцены отправляется Пензиас, и Рамель-король жмёт ему руку. И так девять раз продёргивается этот номер, и всем присутствующим понятно, что репетиция эта – совершенно необходима. А вечером всё преображено чудесным образом. На сцене, во фраках, торжественные и красивые – лауреаты. За ними, как фон, члены нобелевских комитетов, тоже во фраках, с ленточками и крестами орденов. А с правой стороны сцены, на больших синих креслах, отделанных золотом, Король и королева. Он, как и все мужчины в этом огромном зале, – во фраке. Она – в лиловом длинном платье, на темноволосой головке, как редкое украшение, – корона, сверкающая алмазами. По правую руку от короля – его дядя, солидный и мрачный мужчина. По левую руку от королевы – жена “дяди”, пожилая женщина с редкостью постным лицом, в ярко-жёлтом платье.

Король, подрёмывая, слушает речь президента Нобелевского фонда. Они с



дядей закинули ногу на ногу и подрагивают лакированными штиблетами. Королева улыбается кому-то в зале. Она на минуту отвлеклась от исполнения роли красивой королевы. А это важная роль, и она относится к ней с большой серьёзностью и чувством ответственности.

Звучит увертюра к опере Глинки “Руслан и Людмила”. Профессор Л. Хултон представляет лауреатов-физиков. Он говорит по-шведски. У каждого нешведа в зале – книжечка с переводом речей на английский. Он говорит: “Ваши Величества, ваши Королевские высочества, леди и джентельмены. В этом году Нобелевской премией удостоены Пётр Леонидович Капица, Москва, “за фундаментальные изобретения и открытия в области физики низких температур” и Арно А. Пензиас с Робертом У. Вильсоном, Хомдел, Нью-Джерси, США, “за открытие космического микроволнового фонового излучения”.

К низким температурам мы относим температуры, близкие к абсолютному нулю, -273°C , где тепловое движение прекращается и не может существовать никаких газов. Обычно в этой области температуру отсчитывают от нулевой и выражают в “градусах Кельвина” (в честь английского физика лорда Кельвина), например, 3 К означают то же самое, что -270°C .

Семьдесят лет назад голландскому физiku Камерлинг-Оннесу удалось ожить гелий, и с этого момента началось развитие новой области физики, приведшее ко многим новым и неожиданным результатам. В 1911 году Камерлинг-Оннес открыл сверхпроводимость ртути: её электрическое сопротивление полностью исчезало при температуре около 4 К. В 1913 г. Камерлинг-Оннесу за это открытие была присуждена Нобелевская премия, и его лаборатория в Лондоне на многие годы стала Меккой для физиков, занимающихся низкими температурами, в частности, и для многих шведских исследователей.

В конце двадцатых годов Лейденские физики приобрели достойного соперника в лице молодого русского учёного Капицы, который работал с Ре-

зерфордом в Кембридже (Англия). Его достижения были столь впечатляющи, что для него был создан специальный институт: Мондовская лаборатория Королевского общества (названная по имени её основателя – Монда), где Капица работал до 1934 года. Среди его работ этого периода выделяется оригинальная машина для оживания гелия в больших количествах, которая стала основой быстрого прогресса в физике низких температур за последние двадцать пять лет.

По возвращении в родную страну Капице пришлось построить новый институт практически с нуля. Тем не менее, в 1938 г. он удивил всех физиков, открыв сверхтекучесть гелия, обнаружив, что внутреннее трение (вязкость) жидкого гелия исчезает ниже 2.2 К (так называемая лямбда – точка гелия). Это же открытие было независимо сделано Алленом и Майзнером в Мондовской лаборатории. Последующие исследования сверхтекучести Капица провел также блестяще и в то же время он руководил и вдохновлял в работе своих младших сотрудников, из которых мы должны вспомнить прежде всего Льва Ландау, лауреата Нобелевской премии 1962 г. “за пионерские теоретические работы по конденсированному состоянию, особенно жидкого гелия”. Среди других исследований Капицы мы должны упомянуть также метод, развитый им для получения очень сильных магнитных полей. Капица выделяется как один из величайших экспериментаторов нашего времени, и в этой области он безусловно новатор, лидер и мастер”. Затем профессор Хултен представил работу Пензиаса и Вильсона.

Король, убаюканный ровной и гладкой речью профессора, дремлет. Королева всё так же ответственно исполняет свою важную роль. От неё невозможно оторвать глаз. Вот профессор Хултен обернулся к Петру Леонидовичу и торжественно провозгласил по-английски: “Профессор Капица, я поздравляю Вас с этой высокой наградой и прошу Вас принять Нобелевскую премию из рук Его Величества Короля”. Фанфары...



Фото 3.
Пётр Леонидович со шведской
королевой на банкете.
Декабрь 1974 г.

П.Л. идёт на середину сцены. Из-за спины профессора Хултена возникает церемониймейстер. Он даёт королю большую серую коробку с дипломом и маленькую коричневую – с медалью. Король лёгкой пружинистой походкой идёт навстречу Петру Леонидовичу. На голубом ковре, которым покрыта сцена, белым кругом обведена большая буква N. Вот здесь они и сходятся. Левой рукой король протягивает П.Л. свою драгоценную ношу, а правой пожимает руку П.Л. и что-то говорит (будто беззвучно шевелит губами), П.Л. что-то ему беззвучно отвечает и поворачивается к залу, и кланяется, и улыбается.

А все 1750 человек стоят и аплодируют, взволнованные до глубины души. В первом ряду стоит Анна Алексеевна. И это ей, наверное, поклонился и улыбнулся Пётр Леонидович в первую очередь...

Девять раз подносит статный церемониймейстер королю коробки с Нобелевскими дипломами, девять раз пожимает король руки лауреатам и что-то беззвучно им говорит. И вот уже звучит национальный гимн Швеции. Тор-

жественной чередой покидают сцену Лауреаты, члены Нобелевских комитетов, королевская семья. Так кончилось первое действие торжественной церемонии. Второе действие – праздничный банкет – “будет иметь место” в Голубом зале Городской ратуши.

И вот мы в этом зале. Такого грандиозного зала мне не приходилось видеть. Он напоминает двор старинного замка. Ввысь уходят кирпичные стены, а белый потолок теряется где-то в высоте. Главное преимущество этого простора над головой – вы не слышите обычного при больших застольях гомона галдящих и жующих сотрапезников: все шумы уходят ввысь. И вы разговариваете с вашими соседками тихим “домашним” голосом, вы чувствуете себя в этом зале как дома. И так чувствуют себя все 1191 участник этого великолепного банкета.

Фанфары. Церемониймейстер провозглашает прибытие на банкет короля и Нобелевских лауреатов. И по торжественной лестнице в зал спускается Король, ведущий под руку Анну Алексеевну. Анна Алексеевна необыкновенно хороша – в длинном вечернем платье цвета старого золота.

Все главные действующие лица этого действия проследовали по парадной лестнице в зал и заняли свои места за длинным столом. И банкет начался.

Пётр Леонидович сидит между Королевой и женой спикера парламента. Напротив него сидит премьер-министр Швеции. П.Л. предпочёл бы сидеть рядом с премьер-министром. Тогда можно было бы поговорить об интересных вещах. А тут – светский разговор с дамами. Хотя Королева, конечно, мила необыкновенно и говорит на многих языках (на следующий день все шведские газеты на первой полосе поместили фотографию – П.Л. Капица пьёт за здоровье Королевы). Но зато вторая соседка не говорит ни на одном языке, кроме шведского, и только улыбается и, поднимая бокал, провозглашает – “СКВОЛЬ!” (За ваше здоровье!).

Поели, попили, поговорили... И тут начались короткие речи лауреатов.



Церемониймейстер торжественно каждого представляет. Гремят фанфары, и на трибуну поднимается лауреат.

От имени физиков говорит Пётр Леонидович, которого церемониймейстер представил по-русски (довольно гладко прочитав написанный латинскими буквами заранее подготовленный текст).

Вот речь Петра Леонидовича:

“Ваши Королевские Величества, леди и джентельмены! Я думаю, что не ошибаюсь, считая себя самым старым по возрасту человеком, когда-либо получившим Нобелевскую премию.

Моя первая научная публикация появилась в 1913 году, и с тех пор я в течение 65 лет был свидетелем крупных изменений, происходивших в научной деятельности.

В дни моей молодости научная работа была сосредоточена в университетах и выполнялась в основном небольшим числом профессоров. Материальные средства были очень скромные. Потратить несколько сот рублей на прибор считалось большим событием. Примерно в середине нашего столетия произошла так называемая научно-техническая революция. Совсем иным стало положение учёного и его работы в обществе. Наука стала производительной силой. Были созданы специальные научно-исследовательские институты, располагающие большими материальными возможностями. В наши дни на одну научную установку может быть израсходовано несколько сот миллионов долларов. Несмотря на эти большие изменения в жизни науки, одна вещь осталась неизменной – это Нобелевская премия. Её значение, как самой большой научной награды в международном масштабе, общепризнано. Это следует рассматривать как выдающееся достижение шведских учёных, поскольку присуждение премий требует большой мудрости. Стоит отметить, что другой такой премии, пользующейся подобным международным авторитетом, не существует.

Вот почему учёные всего мира так высоко ценят Нобелевскую премию. Я покорно прошу Ваше Величество передать Шведской Королевской акаде-

мии наук от имени профессора Пензиаса, профессора Вильсона и меня лично нашу искреннюю признательность за оказанную нам честь”.

А потом на парадной лестнице появились здоровенные парни во фраках и девушки гренадерского роста в вечерних платьях – и у всех на голове белые кепочки с лаковыми козырьками. Председатель студенческого союза произнес приветственную речь, а студенческий хор спел несколько песен.

А потом были танцы в огромном зале, украшенном мозаиками, а в тихой комнате, где царил полумрак, король и королева милостиво беседовали с лауреатами и членами их семей, поочерёдно, в порядке, регулируемом церемониймейстером.

И анфилады парадных залов Городской ратуши были заполнены праздничной толпой – мужчины во фраках и белых манишках, дамы в длинных вечерних платьях, и я бродил в этой толпе и часто ловил себя на мысли, что я – это не я (я тоже был во фраке, и проклятый крахмальный воротничок медленно, но неумолимо перетирал мне шею), и мне казалось порой, что я очутился, по крайней мере, в начале XIX века – шведы носили своё фрачное одеяние легко и свободно, и они были украшены орденами, созданными специально для фраков – под белым галстуком-бабочкой на красных, зелёных или синих ленточках болтались красивые крестики, а на чёрных фраках, где-то на уровне селезёнки или печёнки матово сияли огромные серебряные звёзды. Был один способ вернуться в последнюю четверть XX века. Для этого нужно было извлечь из кармана в левой фалде фрака пригласительный билет на банкет. С правой стороны билета есть два талончика с выразительным словом “Drink” (“I дринк в буфете”). Пойду в буфет, подумал я, и выпью положенные мне две порции виски. Но не пошёл. XIX век не отпускал.

16 декабря 1978 года П.Л. и мы вылетели самолётом в Москву.

К публикации подготовил И.И. ЛАРИН



КОНВЕЙЕР ИННОВАЦИЙ

Кандидат технических наук **В.Г. АНДРЕЕВ**
(Президент Некоммерческого партнёрства «Управляющая компания
“Социум-Холдинг”», директор инновационного центра ЗАО “Росгипролес”)

От идеи – к инновационному продукту

Инновационное развитие экономики России связано с разработкой и осуществлением крупных промышленно-производственных проектов. Участие государства в их реализации даёт результат, ясный для высшего руководства и хорошо понятный для исполнителей. Однако несмотря на то, что внедрение новшеств требует значительных финансовых затрат, они, как правило, не меняют технологии и уровня жизни широких слоёв населения. Ведь они должны быть основаны на использовании минимального количества рабочих рук и иметь сбыт в высокотехнологичных сферах потребления, очень далёких от запросов большинства российских граждан. Отчасти поэтому первые шаги, направленные на формирование инновационной инфраструктуры и стимулирование инноваторов, внедряющих свои разработки при помощи государства и привлечённых инвестиций, пока не дали результата, соизмеримого с усилиями и затратами государства.

Вместе с тем большая часть российских граждан проживает на территориях, удалённых от центров экономического развития, и основные доступные им ресурсы расположены на землях сельскохозяйственного назначения и лесного фонда. Исходя из этого следует предположить, что процессы формирования массового инновационного мышления необходимо культивировать именно в сфере сберегающего и экономически эффективного природо-

пользования именно на этих отдалённых территориях¹.

Объявленные Президентом Д.А. Медведевым меры по развитию инновационной среды в ВУЗах призваны создать предпосылки для широкомасштабной, активной исследовательско-изобретательской и внедренческой деятельности студенческих малых предприятий.

Опора на молодёжь и малое предпринимательство предопределяет успех в решении поставленной задачи, поскольку молодые люди способны быстро находить более рациональные пути решения задач и творчески внедрять разработанные новшества. Более того, молодёжь психологически готова вкладывать свои сравнительно малые ресурсы и средства в дальнейшую технологизацию таких новшеств как для собственного потребления, так и для решения комплексных задач в качестве микроинвесторов. Для поступательного движения к цели, в условиях вероятных системных организационно-правовых сбоев, процесс формирования инновационного мышления целесообразно **условно** разделить на функциональные звенья – исследовательские, производственно-технологические, управленческие, информационные и т.д. (каждое звено одновременно должно стать и потребителем продуктов кооперации). При этом для технологизации массовой инновационной деятельности потребуется, как минимум, обеспечить:

¹ Бородин П.П., Войцеховский М.Б., Андреев В.Г. «Лесной треугольник: лес-биржа-социум» // Энергия: экономика, техника, экология, 2008. № 12.

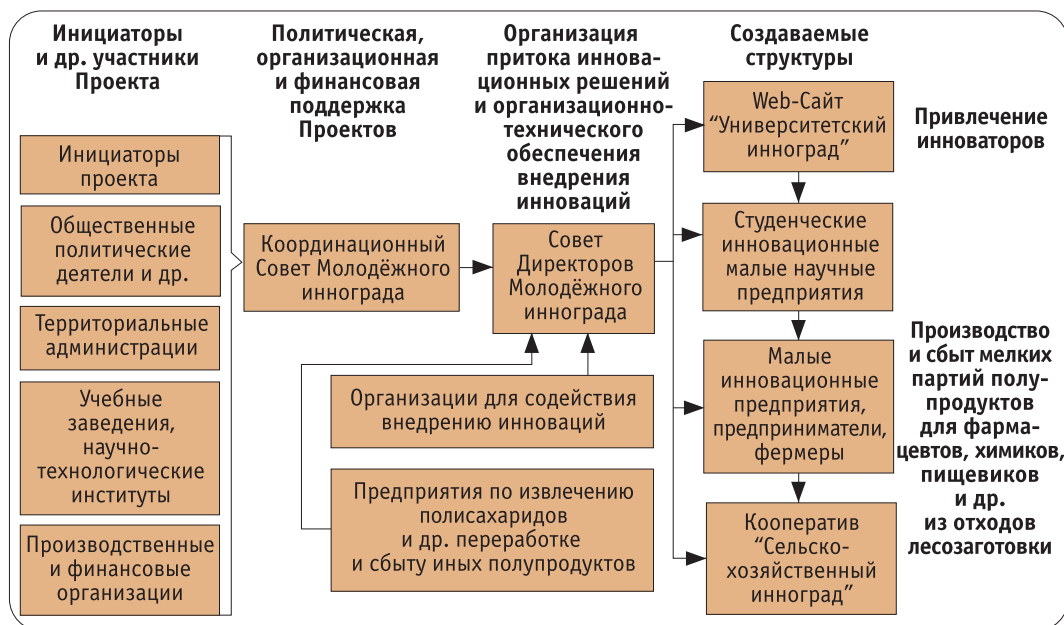


Рис. 1.
Общая схема формирования инфраструктуры Конвейера инноваций.

– оперативную защиту авторства и приоритетности каждого предлагаемого новшества (по соглашению между инноваторами), как основы открытого обсуждения идей в процессе совместного решения крупных задач;

– быстрое воспроизводство малых инноваций и получение адекватного вознаграждения за инновационную деятельность;

– целенаправленность на воспроизводство новшеств и организацию массового производства соответствующей продукции, обеспечивающего работой и достойным заработком большое количество людей в местностях, удалённых от экономических центров.

Безусловно, такой масштабный процесс может быть организован только при участии государственных (в том числе муниципальных) органов и организаций, которые, определяя потребительскую ценность предпринимательских инициатив, помогут адаптировать предполагаемые результаты совместной деятельности инноваторов к задачам действующих

территориальных социально-экономических программ и проектов.

Поэтому эффективность кооперации инноваторов существенно возрастёт, если создаваемый совокупный продукт-идея-инновация будет изначально формироваться как часть крупного инвестиционного проекта. Например, это создаст дополнительные возможности продвижения на рынок результатов инновационной деятельности.

Модель кооперации инноваторов

Эффективно реализовать предлагаемую модель кооперации инноваторов возможно только при одинаковом понимании сущности инновации (новшества) всеми участниками инновационного процесса. Понятие инновации можно определить как новый путь (в том числе и постановка задачи) или новое решение нестандартной задачи, не имеющей известного решения. Итогом реализации инновационных решений становится достижение успеха и получение новой выгоды, повышение эффективности полученного результата².

² Ващенко В.П. Инновационное образование, обусловленность и сущность // Альманах "Наука, инновации, образование". М.: ЗАО «ИД «Парад», 2006 г.



Вероятность успеха существенно возрастёт, если инициаторы кооперации изначально пойдут по пути формирования специфической инфраструктуры – конвейера инноваций (рис. 1). Эту модель можно охарактеризовать как последовательно реализуемые деловые проекты от организации массовой генерации идей-новшеств, через серийное воспроизведение результата-продукта, до своевременного замещения на обновлённые продукты-идеи-новшества и модернизации всего процесса-продукта.

Для материального воплощения конвейера инноваций следует создавать сельскохозяйственные иннограды, располагая их в местностях, удалённых от экономических центров. В таких городках сотрудники студенческих инновационных малых предприятий, предприниматели, фермеры и граждане, работая по вахтовой схеме и опираясь на территориальные ресурсы, смогут реализовывать свои и привлечённые научно-практические и технико-технологические разработки, что будет способствовать:

- генерации малых инноваций и их массовому воспроизводству;
- передаче знаний и технологий специалистам территориально удалённых малых предприятий, фермерским хозяйствам и гражданам;
- организации международного сотрудничества в инновационном процессе для планомерного выявления молодых одарённых специалистов и повышения их образовательного и профессионального уровня.

Для серийного воспроизведения инновационных идей-новшеств на основе сельскохозяйственного иннограда, инициаторам проекта (предпринимателям, гражданам, государственным структурам) необходимо:

- создать производственный кооператив (КООП);
- образовать информационную, технологическую и материально-техническую базу (рис. 2), а также сформировать компетентную команду управленцев и исполнителей (табл. 1);

– эффективно использовать имеющиеся организационные и информационные ресурсы для координации деятельности звеньев Конвейера инноваций, в том числе сетевые ресурсы в интернете, в СМИ, для приёма заявок, проведения первичной самостоятельной и независимой экспертиз, регистрации приоритетности и защиты авторства, PR-компаний и социальной рекламы;

– включить в инновационную деятельность учащихся, для чего руководство учебных заведений может сделать обязательной практически для любой специальности инновационную практику студентов в качестве генераторов или экспертов инноваций.

Фермерские хозяйства и малые предприятия сельскохозяйственного иннограда должны стать не просто потребителями результатов инновационной учебно-производственной практики студентов ВУЗов, а источником финансирования новшеств, то есть стимулирующим фактором для генерации инновационных технических решений и модернизации процессов в системе кооперации инноваторов.

Сценарий формирования конвейера инноваций учитывает крайне низкие возможности финансирования до стартовых этапов и предполагает не только реформирование и повышение эффективности уже имеющихся ресурсов, но и привлечение мини-инвестиций.

По предварительным оценкам общая площадь земель сельскохозяйственного назначения, арендуемых КООП “Сельскохозяйственный инноград”, должна быть не менее 1100 га. При этом около 100 га угодий должны располагаться вдоль природных водных объектов. Для полного освоения арендованных земель общая численность членов создаваемого кооператива должна составить 1000 человек. Каждый пайщик кооператива обязан внести взнос в размере 800 тыс. руб., причём условия кооперации должны предусматривать небольшой риск при получении пайщиком определённого дохода на вложенные средства и их возврата при его выходе из состава членов кооператива. Это, по существ-

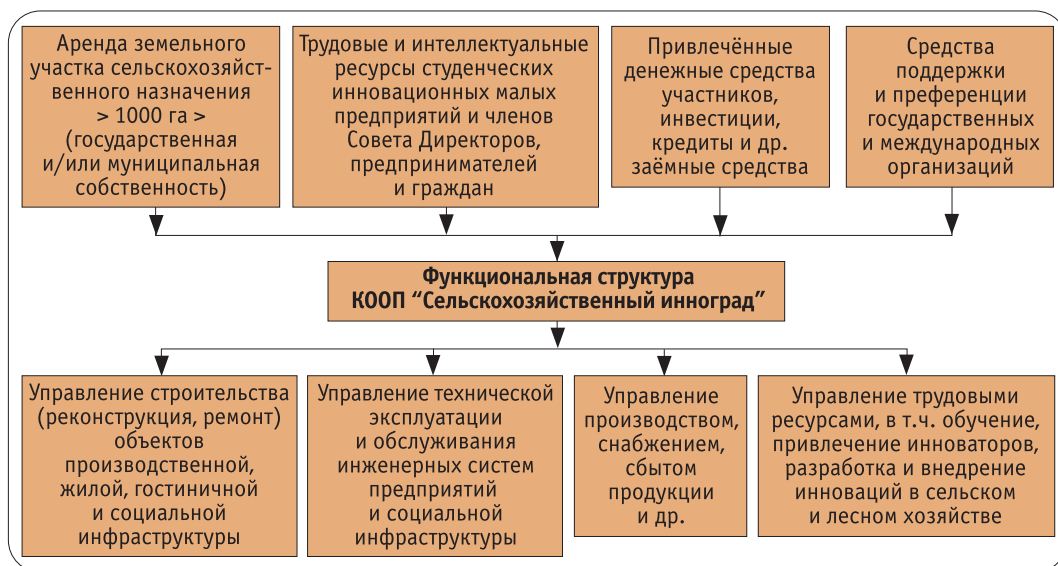


Рис. 2.
Исходные ресурсы и функциональная структура КООП "Сельскохозяйственный инноград".

ву, позволяет рассматривать паевой взнос (или иной вид вклада) как форму инвестирования проекта.

Первая очередь освоения арендованных территорий включает в себя создание зоны экспериментального сезонного растениеводства на участках, расположенных вдоль водоёма. За 2–3 месяца необходимо на площади 35–40 га возвести городок, обеспечивающий комфортные условия для постоянной (и сезонной) трудовой деятельности 150 членам кооператива. Каждый кооператор должен получить в этом городке участок площадью 10 соток и комфортное индивидуальное жильё в домиках модульного типа жилой площадью 25–40 м² с подключёнными коммуникациями, отделкой, бытовой техникой и мебелью. Основной задачей этой группы кооператоров будет организация переработки растительного (в том числе древесного) сырья по схеме, показанной на рис. 3, а также создание условий для работы вахтовым методом сотрудников инновационных предприятий, обучения прикомандированных специалистов.

Вторая очередь осваиваемых территорий предназначена для размещения теплиц и организации зоны всесезонного растениеводства, плантаций для выращивания лесных растений сельскохозяйственным способом, а также производственного комплекса для переработки продукции и отходов растительного происхождения. При этом основным направлением растениеводства должно стать выращивание растений исчезающих видов с целью их сохранения и дальнейшего массового культивирования. Работа на лесных плантациях будет направлена на ускорение естественного роста растений, обладающих биологически активными свойствами.

Третья очередь освоения – это создание зоопитомника для выращивания животных, птиц, насекомых и ихтиофауны редких и исчезающих видов.

Производственно-техническая деятельность кооператива должна быть нацелена на максимальное удовлетворение сельскохозяйственных подразделений в технике, технических устройствах и сервисном обслуживании путём организации различного вида сборочных производств.

Предварительные расчёты показывают, что общая годовая выручка КООП "Сельскохозяйственный инноград" должна составлять не менее 1 млрд руб.,



Основы кооперации инициаторов на достартовом этапе реализации проекта

Инициаторы кооперации инноваторов	Функции	Привлекаемые ресурсы-вклады	Форма взаимодействия
Высшие учебные заведения	Организация инновационной учебно-производственной практики студентов	Трудовые ресурсы Интеллектуальная собственность: знания, технологии, репутация, деловые и партнёрские связи, авторские права, права собственности, права на использование инноваций	Совместная деятельность на основе договоров
Научные организации	Организация научного патронажа	То же	То же
Органы исполнительной власти и местного самоуправления	Предоставление Местных ресурсов для создания и обеспечения жизнедеятельности инноградов	Местные ресурсы: земли различного назначения, объекты, строения, помещения, энергоснабжение и т.п.	Совместная деятельность на основе договоров и/или долевое участие в реализации проектов
Внедренческие структуры	Организация предприятий, использующих разработки инноградов	Нематериальные активы, ресурсы и денежные средства, трудовые ресурсы	Производственная деятельность на основе договоров
Производственные предприятия	Организация кооперации с переработчиками продукции инноградов	Нематериальные активы, ресурсы и денежные средства	Производственная деятельность на основе договоров
Венчурные инвесторы	Организация финансирования до стартовых этапов создания инноградов	Финансовые средства	Финансирование и/или долевое участие в реализации проектов на основе договоров
Иные юридические лица и граждане	Организация предприятий, использующих разработки инноградов	Интеллектуальная собственность и иные нематериальные активы, ресурсы и денежные средства	Совместная деятельность и/или долевое участие в реализации проектов на основе договоров

а для обеспечения экономически эффективной деятельности необходимо ежегодно перерабатывать около 5 тыс. т растительного сырья в полупродукты для предприятий химической, пищевой и фармацевтической промышленности. Предполагаемый объём привлечённых средств в первые три года после создания кооператива должен составить около 1 млрд руб. при сроке окупаемости вложений 3–5 лет.

От идеи – к делу

В настоящее время инициаторы проекта рассматривают в качестве базовой площадки для практической реализации изложенного подхода ряд районов европейской части России и, в частности, Мошенской район Новгородской области.

Мошенской район – живописнейшая территория, расположенная в 400 км

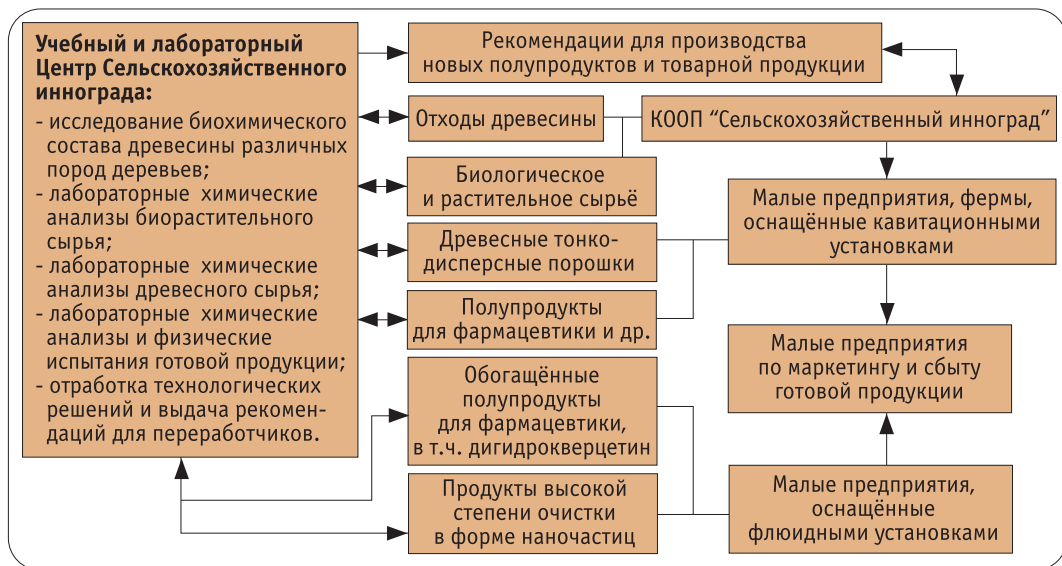


Рис. 3.
Циклы переработки сырья и получения продукции в "Сельскохозяйственном иннограде".

от Москвы, в 240 км от Великого Новгорода. Район считается одним из самых экологически благополучных в Новгородской области, так как здесь нет крупных промышленных предприятий, способных загрязнять природу. Административный центр с. Мошенское связан с Великим Новгородом автодорогой. По территории района проходит шоссе федерального значения Санкт-Петербург – Вологда. Общая протяжённость сети автодорог на территории района – около 500 км. Ближайшая железнодорожная станция находится в 50 км от с. Мошенское в г. Боровичи.

Общая площадь района составляет 256.8 тыс. га, из них: 157.4 тыс. га – леса, 9.2 тыс. га – реки и озёра (их более 80), 51.5 тыс. га – сельхозугодья.

Общая численность населения района не превышает 9.5 тыс. человек, из которых 45% – население трудоспособного возраста и 32% пенсионеров. В районе из 210 населённых пунктов

населены только 184, причём во многих из них прописаны от 1 до 5 жителей. Трудовые ресурсы района характеризуются крайне низким уровнем занятости, а средний показатель реальной заработной платы не превышает 50% от среднемесячной заработной платы по России.

Инициаторы проекта "Конвейер инноваций" подготовили для обсуждения в муниципальной Думе концепцию муниципальной программы освоения территории района, площадью более 100 тыс. га. Для её финансирования предложено реализовать ряд мероприятий, повышающих инвестиционную привлекательность территории, основанных на информационных технологиях и обеспечивающих доступность природных ресурсов, расширение спектра их использования за счёт сельского туризма. Всё это позволит стимулировать рост платёжеспособного потребительского спроса. Реализация этой программы позволит сформировать экономически рентабельный комплекс животноводческих, рыбноводческих и растениеводческих фермерских хозяйств, а также создать муниципальный природный зоопарк и организовать маршруты для экологического, сельского и делового туриз-



ма по всей территории Мошенского района. Это, с одной стороны, позволит производить экологически чистую сельскохозяйственную продукцию, а с другой – оказывать услуги и предлагать товары, необычные для данной местности и привлекательные для достаточно широкой группы потребителей.

Наряду с деятельностью по восстановлению редких видов флоры и фауны комплекс должен вести просветительскую работу, чтобы впоследствии стать полноправным членом Евроазиатской региональной ассоциации зоопарков.

Большая территория освоения, наличие питомников по разведению малочисленных и исчезающих видов фауны, а также обширный агроботанический комплекс призваны не только создать базу для производства сельскохозяйственной продукции, но и предоставить широкие возможности отдыхающим для общения с природой. Комплекс товаров и услуг, формируемый на проектируемой территории, ориентирован на отдыхающих с невысоким уровнем дохода, не имеющих возможности проводить отпуск за рубежом. Региональный и межрегиональный туризм, а также корпоративный и индивидуальный отдых создадут спрос на товары и услуги фермеров и позволят поддерживать постоянный уровень притока денежных средств.

Общую организационную работу должна осуществлять молодёжная управляющая компания, которая объединит фермеров и обеспечит эффективное хозяйствование путём целенаправленного формирования постоянного, внутреннего, круглогодичного спроса (потребления). Поэтапное возведение объектов и освоение проектируемых территорий позволит обеспечить устойчивый рост стоимости земли и недвижимости и, как следствие, необходимый уровень доходности привлечённых инвестиций и способствовать социально-культурному развитию местного сообщества.

КООП “Сельскохозяйственный инноград” может стать пилотным проектом, раскрывающим перспективы конвейера инноваций для привлечения дополнительных ресурсов и инвестиций в формирование широкомасштабной инновационной деятельности субъектов микро- и малого предпринимательства. Вместе с тем это и путь создания эффективного комплекса технико-технологических новшеств, и организация работы трудового коллектива, обладающего рациональным мышлением, нацеленным на повышение эффективности труда. Такая ориентированность проекта открывает и новые возможности для преодоления разрыва между интеллектуальными возможностями технически грамотного российского населения и технологическими возможностями для реализации этого потенциала.

Общим итогом запуска Конвейера инноваций в комплексе с Сельскохозяйственными инноградами станет организация в стране целостной, саморегулируемой системы в сфере сберегающего и экономически эффективного природопользования. Это позволит модернизировать систему экономических и социальных взаимодействий в сельской местности, внести новое содержание в организацию сельского труда.

Ответы на кроссворд

По горизонтали: 7. Чайнворд. 8. Закавыка. 10. Крыло. 11. Гипноз. 12. Какаду. 15. Марс. 17. Баженов. 18. Гонт. 19. Смётка. 20. Мозель. 24. Неук. 25. Изворот. 26. Пост. 29. Рвение. 30. Пионер. 31. Скрип. 33. Хитрость. 34. Кривошип.

По вертикали: 1. Кардинал. 2. Свиток. 3. Арак. 4. Таро. 5. Тантал. 6. Складень. 9. Выжлец. 13. Маркиза. 14. Носорог. 16. Сомик. 18. Галоп. 21. Реквизит. 22. Бовари. 23. Астероид. 27. Циклон. 28. Синева. 31. Суть. 32. Перш.



ИНТЕРНЕТ-АДДИКЦИЯ¹

М. Н. ТИХОНОВ

(ФГУП НИИ промышленной и морской медицины ФМБА России,
г. Санкт-Петербург),
доктор биологических наук М. М. БОГОСЛОВСКИЙ
(ВМедА им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург)

Современное производство, науку и технику невозможно представить без использования информационных технологий. Казалось бы, совсем недавно слово “компьютер” вошло в нашу лексику, а сегодня мы уже не мыслим себя без этой техники. Компьютер стал привычным явлением не только в офисах и научных лабораториях, но и в школах, больницах, жилых домах. Персональный компьютер (ПК) благодаря значительному прогрессу в данной области для многих теперь просто обыденность. Компьютерные технологии обогатили человечество множеством новых неожиданных возможностей, зачастую с непредсказуемыми последствиями.

По глубине и широте проникновения в другие отрасли знаний Интернет-технологии занимают сегодня одно из ведущих мест в информационном мире. Постепенно охватывающая все стороны общественной жизни сеть Интернет является глобальной информационной структурой на Земле, возникшей вследствие глобализации и информатизации социально-экономических процессов.

С увеличением количества пользователей и доли интернет-услуг в мировой экономике Всемирная сеть начинает оказывать существенное влияние на сложившиеся территориально-общественные системы, включая как хозяйство, так и общество в целом. Появление мировых открытых сетевых информационных технологий означает начало новой эры в развитии методов и средств переработки информации. В таких сетях пользователь воспринимает себя и воспринимается другими как неотъемлемый компо-

нент единого мирового информационного сообщества.

Различают два вида обращения человека с ресурсами и возможностями, которые предоставляет Интернет. В первом случае Интернет рассматривается как мощный инструмент, расширяющий возможности человека, как средство коммуникации и поиска различной информации, во втором – как условие воспроизводства определённого психологического состояния индивида. Человечество создаёт и развивает новые информационные технологии, чтобы обеспечить контроль за происходящим, но, в то же время, эти технологии способны контролировать пользователя и управлять им. Это взаимный процесс.

Проблематика интернет-зависимости. Волна компьютеромании с игровой двухмерной жизнью и оторванностью от настоящей реальности захлестнула Россию. К концу 2002 г. в Российской Федерации компьютер использовали по различным источникам (Monitoring.ru, Комкон, Gallup и др.) от 5 до 18 млн человек, и их количество увеличивалось ежегодно на 400–500 тыс. человек. В России в 2002 г. пользователями Интернета являлись 8.7 млн человек старше 18 лет, а в 2008 г. – 34.4 млн человек, то есть более 10% населения. По числу пользователей Интернета от 16 лет и старше в 2008 г. Россия занимает второе место в Европе после Германии (в Германии – 46 млн, в России – 38 млн человек²).

²Игнатьев М.Б. Информационные технологии в микро-, нано- и оптоэлектронике: монография. – СПб.: ГУАП, 2008; Перфильев Ю.Ю. Пространственное распространение сети Интернет в России как процесс диффузии инноваций // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2003. № 2. С. 30–36; Кастельс М., Киселева Э. Россия в информационную эпоху // Мир России. 2001. № 1; Интернет в России. 2008. Вып. 25.

¹Аддикция – калька англ. термина *addiction*, обозначающего понятие “пагубная привычка”; в соответствующем контексте может быть синонимом понятия “наркомания”.



Появление возможности широкого доступа в Интернет повлекло за собой существенные изменения в жизни человека, обусловленные удобством использования Всемирной сети и широким спектром предлагаемых услуг. Нашей второй натурой стали самые разнообразные действия, выполняемые онлайн, к примеру: делать покупки, знакомиться с новостями, резервировать билеты на самолёты или номера в гостиницах, выполнять научную работу. Получили быстрое развитие различные виртуальные сообщества. Однажды попав в них, люди оставались там “жить”.

Основными потребностями, реализующимися с помощью онлайн-игр, являются отдых и развлечения, переживание состояний эмоционального равновесия и возбуждения, преодоление препятствий и уход из реальности. Онлайн-игры предоставляют пользователям возможность реализации неудовлетворённых желаний и потребностей, приобретения вещей, которых не хватает в реальной жизни. Это своеобразная попытка выйти за рамки будничной жизни с целью обрести иное пространство для выживания и ощущения безопасности. Цивилизация претерпевает информационную революцию с неизбежными негативными информационно обусловленными эмоциональными стрессами, что является одним из существенных факторов риска возникновения ряда заболеваний³.

Интернет-коммуникация предоставляет человеку широкие возможности в плане динамики потребностно-мотивационной сферы (познавательной, развлекательной, коммерческой, игровой и даже противоправной, а также готовности к преодолению возникающих проблем). Однако за все получаемые преимущества и выгоды общество вынуждено платить. Эта плата представляется в виде новой, на данный момент только формирующейся проблемы патологического использования Интернета, или интернет-зависимости (Internet Addiction Disorder, или IAD). В самом общем виде интернет-

зависимость определяется как “нехимическая зависимость от пользования Интернетом”. Её характеризует навязчивое желание войти в Интернет и неспособность выйти из сети.

Аддикция проявляется через поведение, включающее в себя систематическое повторение действий, сосредоточенных на узконаправленной сфере деятельности при игнорировании ведущих социальных потребностей, с уходом от реальности и формированием личности зависимого типа. Пренебрежение домашними и служебными обязанностями, отказ от социального взаимодействия, изоляция, разрушение связей с внешним миром, общая аутизация и инфантилизация личности – далеко не полный список проблем, обусловленных чрезмерным увлечением Интернетом⁴. В технологическом плане – это аддитивный потенциал аддитивного агента. В случае компьютерной игровой зависимости – это система специфических стереотипно повторяющихся действий в компьютерной игре на ПК, позволяющих в иллюзорно-виртуальном ключе разрешать конфликты и избегать проблем.

Формирование интернет-зависимости обусловливается личностно-характерологическими особенностями человека, немаловажную роль при этом играют микро- и макросоциальные факторы. Очень важными дополнительными факторами выступают присущие Интернету свойства глобального средства коммуникации, системы доступа к информации, метаперсонифицирующие свойства сети как культурной, коммерческой и профессиональной среды.

Интернет – это пространство анонимности, свободы, вседозволенности. Именно анонимность и бестелесность делают Интернет привлекательной средой для проявления разнообразных форм девиантного, агрессивного поведения пользователей. В связи с информационным бумом образовалась новая форма загрязнения – информационное загрязнение. Средства массовой информации и телекоммуникации, особенно кино и телеви-

³ Юревич А.В. Нравственное состояние современного Российского общества // СОЦИС. 2009. № 10 (306). С. 70–79; Еляков А.Д. Российское общество в информационном измерении // СОЦИС. 2009. № 7 (303). С. 85–94; Войскунский А.Е. Феномен зависимости от Интернета // Гуманитарные исследования в Интернете. – М.: Можайск-Терра, 2000. С. 100–131.

⁴ Griffiths M.D. Internet addiction: Internet fuels other addictions // Student British Medical Journal. 1999. Vol. 7. P. 428–429; Войскунский А.Е. Актуальные проблемы зависимости от Интернета // Психологический журнал. 2004. Т. 25. № 1. С. 90–100; Интернет-зависимость: психологическая природа и динамика развития. – М.: Акрополь, 2009.



дение, переполнены сценами изощрённого насилия, пошлости и непристойности. Экстремистские и террористические организации, различные деструктивные культы активно осваивают Интернет. С помощью информационно-манипулятивных технологий они вовлекают в противоправную и преступную деятельность огромный процент молодых людей. Глава МВД Р. Нургалиев заявил, что в ходе мониторинга Интернета МВД России в 2007 г. выявило 148 ресурсов, содержащих материалы террористической и экстремистской направленности.

Интернет как основной элемент массовой культуры проповедует, учит, заставляет рассматривать агрессию, эксплуатацию и репрессии в качестве нормальных и естественных явлений. Современные тенденции состоят в том, что масштабы и состав киберпреступлений (интернет-вандализм, разработка и производство вирусов, мошенничество, интернет-воровство, киберпреследование, распространение детской порнографии и др.) вместе с технической изощрённостью преступников будут резко увеличиваться, поскольку всё больше людей пользуются Интернетом и другими телекоммуникационными технологиями.

В плане виртуальности интернет-коммуникации следует рассматривать, прежде всего, как практически неограниченную возможность пользователей экспериментировать с собственным Я, создавая виртуальные личности и сетевые идентичности, превращаясь в процесс самоконструирования человека информационной эпохи. В зависимости от ценностных установок, эта реальность может трактоваться либо как предоставляющая человеку компенсаторные возможности, либо как дающая ему принципиально новый опыт. Обе эти возможности расцениваются большинством пользователей как уникальные.

Актуальность исследования проблемы интернет-зависимости становится всё более очевидной в связи с ростом количества интернет-пользователей в мире, около 5% которых, как правило, становятся интернет-зависимыми. Темпы эмпирического освоения проблемы в разных странах вполне сопоставимы со скоростями развития технологической составляющей электронных коммуникаций. Скорость технологических изменений интернет-коммуникации неминуемо

расширяет типы компьютерных зависимостей, сметая географические и политические границы.

Зависимость от Интернета оказалась серьёзной проблемой не только для США, но и для таких стран, как Китай, Корея и Тайвань, называемых “азиатскими тиграми”, в которых Интернет-приязанность достигла размеров поистине эпидемических. Психологическая невозможность совладать с желанием насытиться новой информацией формируется намного быстрее, чем формирование традиционных аддикций (курения, алкоголизма, наркомании и игромании). Как указывает К. Янг, 25% Интернет-аддиктов приобрели зависимость в течение полугодия после начала работы в Интернете, 58% – в течение второго полугодия, а 17% – через год⁵. Опасность стать зависимым грозит каждому, кто проводит за видеоиграми более 2 ч в день.

Виртуальный мир и реальная опасность. С нашей точки зрения, весь современный спектр теоретических объяснений феномена интернет-аддикции в основе своей сводится к пониманию соотношения реальности и виртуальности.

Общеизвестно: всё, что приносит удовольствие и служит способом отвлечения от рутинных текущих проблем, потенциально обладает аддиктивными свойствами, то есть может спровоцировать развитие зависимости. Интернет-среда предоставляет такую возможность в силу следующих своих характеристик:

- неограниченный доступ к информации, уникальные возможности для коммуникации в различных виртуальных группах для самоутверждения и утверждения социального статуса;
- сверхличностная природа межличностных взаимоотношений и возможность анонимных социальных интеракций;
- вуайеристический аспект.

В интернет-среде может своеобразным образом удовлетворяться значительная часть потребностей человека, а именно: определённые физиологические потребности (киберсекс); анонимность, принадлежность к значимой группе; любовь (виртуальные романы); самоактуализация (возможность осуществлять самопрезентации и получать актуальную обратную связь).

⁵ Young K.S. *Internet addiction: The emergence of a new clinical disorder* // *CyberPsychology & Behavior*. 1998. Vol. 3. № 1. P. 237–244.



Контрастируя со “скучной и серой” реальностью, виртуальные взаимоотношения кажутся волнующими и многообещающими. Интернет-зависимым личностям свойственно мечтать, фантазировать, предвосхищать, предвкушать то, чем они вскоре займутся в Интернете. Стремление к аддиктивной реализации обусловлено желанием избавиться от дискомфорта психологического состояния пустоты, скуки, подавленности, раздражения или беспокойства (неприятных эмоций и мыслей). Интернет-зависимые, находясь в интернет-среде, отмечают у себя эйфорию, ощущение “взлёта”, возбуждение, усиление воображения, чувство свободы и беззаботности. Некоторые неадекватные формы поведения в реальности могли бы никогда не проявиться и остаться латентными, если бы не Интернет.

Реальность интернет-коммуникации в силу своих объективных, технологических особенностей, восполняет и компенсирует дискомфорт и возникающие психосоциальные и биологические дефициты современного человека, позволяя удовлетворять ряд потребностей, которые сегодня обусловлены социально-экономической реальностью. К таковым относятся: потребность в стимуляции и поиске новых ощущений (новизны), потребность в безопасности и соответствующие ей многочисленные варианты самостроирования.

Высокий уровень личностной и социальной тревожности в сочетании с чувством проницаемости собственных границ и неумением строить межличностные контакты приводят к замещению реальной жизни виртуальным пространством с целью обрести иное пространство для выживания и ощущения безопасности, позволяющее интернет-аддикту забыть о самокопании, отвлечься от социальной тревоги, навязчивых самовнушений, доминант внутренних неудобств и негативных мыслей. Уход в компьютерную игру позволяет снизить уровень тревожности за счёт иной структуры деятельности и одновременно за счёт повышения неуязвимости личностных границ. Разрушительный характер аддикции проявляется в том, что способ из средства постепенно превращается в цель, становится стилем (смыслом) жизни, в процессе которой человек оказывается в ловушке

постоянного ухода от реальной действительности⁶.

В группе склонных к интернет-зависимости преобладает агрессивный стиль, характеризующийся импульсивностью и резкостью поведения, демонстрацией собственного превосходства, а также повышенной тревожностью, уязвимостью и, как следствие, оборонительно-нападающей позицией, часто исключаящей близость в общении. Такие люди боятся сокращать дистанцию с окружающими: человеческая близость, как им кажется, несёт в себе угрозу. В психологическом плане аддикция начинается там, где возникает замещение удовлетворения реальных потребностей новой, сверхценной потребностью в аддиктивном агенте. Общение, опосредованное Интернетом, представляется им безопасным. Для интернет-зависимых характерна асоциальная стратегия преодолевающего поведения, включающая асоциальные и агрессивные действия.

Патологическое (от 20 до 50 ч в неделю) времяпрепровождение в Интернет-сети причиняет ущерб физическому, психологическому, межличностному, семейному, экономическому и социальному статусу. Прямым следствием патологического использования компьютера являются физические симптомы интернет-зависимости: боли в спине, сухость в глазах, мигреноподобные головные боли, синдром карпального канала (онемение и боли в кисти правой руки, которая движет мышью), пренебрежение регулярностью питания и адекватными физическими нагрузками, нарушение режимов сна-бодрствования, пренебрежение личной гигиеной. Всё это приводит к ухудшению общездоровья.

Различные авторы выделяют следующие психологические симптомы интернет-аддикции: модификация настроения; ощущение пустоты, депрессии, раздра-

⁶ Асмолов А.Г., Цветкова Н.А., Цветков А.В. Психологическая модель интернет-зависимости личности // *Мир психологии*. 2004. № 1. С. 179–193; Бодров В.А. Информационный стресс. – М.: ПЕР СЭ, 2000.

⁷ Чудова Н.В. Особенности образа Я “жителя” Интернета // *Психологический журнал*. 2002. Т. 23. № 1. С. 113–117; Лисецкий К.С., Литягина Е.В. Психология негативных зависимостей. – Самара: Универс-групп, 2006; Пережогин Л.О. Интернет-аддикция в подростковой среде, 2007 [www.document] <http://bandems.2.narod.ru/77187.html>



жения в отсутствие работы за компьютером; пренебрежение служебными обязанностями и недооценка социальных контактов; потеря контроля за собственным поведением; пренебрежение семьёй и друзьями; проблемы с работой (учёбой); ложь работодателям и родным о своей деятельности. В результате многолетней психотерапевтической работы с интернет-зависимыми пациентами специалисты выделяют следующие черты личности интернет-аддикта в качестве основных: инфантильность, низкая самооценка, эгоцентризм, низкая общительность, недостаточная ответственность, дефицитарная психика с хронической неудовлетворенностью собой, склонность к аффективным колебаниям.

Зависимость ограничивает человека в его стремлении к достижению подлинной гармонии с собой, с другими людьми и с окружающим миром. Патологическое использование Интернета вызывает депрессивные расстройств, в том числе с суицидальными тенденциями, наносит ощутимый ущерб деятельности в реальной жизни. Интернет-аддикция может легко перейти в другую зависимость, последствия от которой могут быть более пагубными. Более трёх четвертей опрошенных из группы интернет-зависимых связаны со злоупотреблениями алкоголем и наркотиками.

Подростковая интернет-зависимость. Подростковый и юношеский возраст представляет собой один из наиболее существенных факторов риска по развитию расстройств поведения, связанных с формированием зависимости от Интернета⁸. Зависимость от ПК подростков является прямым следствием информатизации обучения и быта. ПК сегодня стал электронным средством, вошедшим в семейный быт, и подросток не может быть исключён из этого информационного поля даже при формировании зависимых отношений. Преподавание информатики входит в программу школьного образования, и подросток должен

иметь навыки работы на ПК, должен систематически работать на нём. Достаточно сказать, что потребность в познании и пользование Интернет-ресурсами позволяет детям превосходить родителей в умении обращаться с новейшими информационными технологиями.

По данным организации “Панда Секьюрити”, проводившей исследования в различных странах, среди пользователей Интернета детей и подростков больше, чем взрослых. Уже 25% пятилетних малышей имеют опыт хождения по Всемирной паутине. При этом половина детей выходят в сеть самостоятельно, без какого-либо контроля со стороны взрослых. 44% уже подвергались виртуальному сексуальному насилию, 28% сами посещают порносайты.

К 2015–2020 гг., когда практически все российские населённые пункты будут подключены к Интернету (согласно федеральной программе “Электронная Россия”), ситуация в нашей стране будет примерно такой же. Впрочем, можно смело утверждать, что в крупных российских городах, в том числе и в Петербурге, компьютеризация населения уже вполне соответствует мировым стандартам.

Для городских детей более высок риск компьютерной аддикции. Эти дети активнее включены в техногенную урбанистическую среду и имеют более лёгкий доступ к компьютеру и Интернету. Мальчики имеют более высокую степень риска стать компьютерными аддиктами, поскольку они чаще, чем девочки, играют на компьютере; подтверждают, что их раздражает вынужденное отвлечение; забывают в ходе продолжительной игры о неприятностях и необходимости регулярного питания и исполнения порученных им домашних заданий.

Сталкиваясь с сопротивлением окружающей среды, стремясь к увеличению собственных возможностей, подросток убеждается, что трудности реального мира легко преодолеваются в виртуальном пространстве. Простым кликом “мыши”, либо нажатием на клавишу портативного устройства можно вступить в виртуальное общение с разными людьми, ощутить захватывающее возбуждение в азартной игре, восхищение от выявленных в сети фактов и изображений, выброс адреналина от яростной игровой атаки и громкой победы над врагом, или, наконец, простое удовольствие от

⁸ Шайдулина А.Ф. Интернет-зависимость – новая форма аддиктивного поведения у подростков // Сб. материалов Конгресса по детской психиатрии. – М., 2001. С. 71–72; Белинская Е.П. Человек в информационном мире / Социальная психология в современном мире. – М.: Аспект Пресс, 2002. С. 203–220; Янг К. Диагноз: Интернет-зависимость // Мир Интернет. 2000. № 2. С. 24–29.



доступности всего этого. Ведь в Интернете, как говорится, есть всё, одна проблема – найти нужное, забывая в поисковую строку ключевые слова.

Ощущение огромных возможностей при минимальных физических действиях – сильное искушение. Используя уникальные свойства Интернета (глобальность, анонимность, вседозволенность, сервис чатов и блогов, возможности разнообразных ролевых игр), подростки впадают в Интернет-зависимость. В результате игровая деятельность становится доминантой в жизнедеятельности ребёнка. В молодом возрасте недостаточно развиты механизмы сдерживания импульсивного поведения, саморегуляции и контроля эмоциональной сферы. Коммуникативность становится особо привлекательной на фоне импульсивности и слабости Я, сверхценность компьютерных игр и Интернета становится следствием общей личностной незрелости, инфантилизма группы подростков.

Интернет-зависимость представляет собой активное, включённое в определённую когнитивную деятельность, состояние. Онлайн-зависимость определяют как поведенческие, так и физиологические аспекты, часто подкрепляющие друг друга по принципу замкнутой цепи. Технологические зависимости могут рассматриваться как разновидность поведенческих зависимостей, включая такие ключевые компоненты, как сверхценность, видеоизменение настроения, увеличение толерантности, симптомы отмены, конфликт с окружающими и самими собой.

Для юношей, склонных к интернет-зависимости, по обобщённым результатам различных исследователей, характерны следующие показатели: эмоциональная отчуждённость, неустойчивость эмоциональных проявлений; снижение способности управлять эмоциями и настроениями, находить им адекватное объяснение; конформность поведения; робость в межличностном общении; низкая стрессоустойчивость; повышенная степень озабоченности; склонность к чувству вины; зависимость от группы.

У ряда пользователей ПК и Интернета исследователями были выявлены новые признаки расстройств, сопровождающих обычные привычки и влечения, – бесконтрольность использования, значительное стрессовое воздействие, сопряжённость

с финансовыми проблемами, социальные и учебные трудности, провокация симптомов, характеризующих гипоманию.

Группа склонных к интернет-аддикции содержательно неоднородна с точки зрения приверженности к различным стратегиям копинга (ситуационно специфического поведения) в зависимости от конкретной трудности совладания, реализующейся в сфере реальных взаимоотношений или же в сфере виртуальных коммуникаций. Склонные к интернет-аддикции, как правило, выбирают конструктивные стратегии совладания.

Современный ребёнок развивается в условиях хронической социальной депривации (недостаток общения в семье и вне её). Поэтому его следует целенаправленно готовить к эффективному взаимодействию с другими людьми (в том числе и со сверстниками) в условиях не только непосредственного контакта, но и электронно-коммуникативного опосредования. Это позволит расширить границы общения детей до планетарного масштаба, постепенно подготовить их к преодолению языковых и коммуникативных барьеров, к активному конструктивному участию в формировании новой реальности с сохранением своей интеллектуальной индивидуальности.

Семья и особенно отношение в ней к структурированию времени ребёнка определяют риск развития компьютерной и интернет-зависимости. Характер активной воспитательной работы, несомненно, является одним из доминирующих факторов, влияющих на развитие аддикции.

Коррекция зависимого поведения.

Поскольку сегодня использование Интернета является неотъемлемой частью современной жизни, то обучение навыкам здорового употребления Интернета особенно важно ещё в раннем возрасте, а в случаях с уже сформировавшейся аддикцией требуется коррекция зависимого поведения, возвращение клиентом контроля над собственной жизнью (прежде всего, над использованием ресурсов сети). Необходимо тщательно исследовать те потребности, удовлетворение которых человек осуществляет посредством Интернета (потребность в общении, признании, достижениях, принадлежности, самореализации, поиске новых ощущений). Речь идёт о скрытых личностных механизмах, которые лежат в основе формирования аддикции. Психотерапев-



тическая работа должна фокусироваться на том, каким образом человек может удовлетворить свои потребности в реальном, а не в виртуальном мире.

К сожалению, отсутствие достоверной информации о данной форме зависимого поведения не только у родителей, но и у школьных психологов и педагогов создает значительные трудности как в своевременной диагностике, так и в профилактике интернет-зависимости. Особое значение имеет отсутствие данной нозологической единицы в Международной классификации болезней МКБ-10. Одной из возможностей на сегодняшний день является использование рубрики F 63.8 “Другие расстройства привычек и влечений”.

При наличии риска развития патологических расстройств следует проводить многоплановый комплексный анализ, опираясь на социально-психиатрический подход, в рамках следующих динамических отношений: социальная ситуация развития, индивидуально-личностные свойства и личностно-характерологические реакции (отклонения поведения и привычного жизненного стереотипа в подростковом периоде типа хобби-увлечений, определённые личностные особенности с учётом присущих подростково-юношескому этапу психологических черт возрастного психического развития).

Терапия должна быть направлена не на конкретную аддиктивную реализацию, а на зависимую личность. Психотерапевтический подход к зависимой личности предполагает продолжительную (не менее полугода) индивидуальную и/или групповую терапию. Основными точками приложения психотерапии являются низкая самооценка, плохая переносимость фрустраций и слабый контроль над импульсами.

Цели психотерапии должны включать: повышение самооценки и самоосведомлённости, усиление контроля над импульсами, увеличение стабильности межличностных отношений, социальную адаптацию; анализ текущих копинг-стратегий и освоение новых, более эффективных стратегий совладания; обучение целеполаганию, а также заботе о себе, своем душевном и физическом здоровье.

Для работы с интернет-зависимыми используется когнитивно-поведенческий подход, основой которого является обу-

чение пациента навыкам самоконтроля и саморегуляции, структурированию собственного времени, релаксационным техникам. Особую роль играет работа с семьёй интернет-зависимого. Требуется изменение стереотипа поведения в семье, благожелательного семейного климата (комфорта), поскольку отмечено, что степень семейного уважения к этико-нравственным ценностям и правилам в данных семьях ниже нормативной. Изучение личностных свойств, особенностей воспитания и семейных коммуникаций как факторов риска формирования интернет-аддикции является актуальным для современной России.

Важно обучать близких интернет-зависимого эффективным стратегиям поведения, изменить семейную систему коммуникаций, что ускорит процесс социальной реабилитации пациента. Требуется поощрение вовлечённости интернет-аддиктов в повседневные дела других членов семьи, а также увеличение длительности их совместного времяпрепровождения. Особую значимость приобретает осведомлённость молодежи о различных видах негативных зависимостей и их опасностях для здоровья.

В заключение следует сказать: поскольку прогрессирующее развитие технологической составляющей интернет-коммуникации неминуемо влечёт за собой содержательную вариативность патологических способов её использования, то для лучшего изучения возникшей проблемы необходимо шире привлекать новые междисциплинарные методы и методики, расширять выборки респондентов. В отечественной психологии признается необходимость разработки комплексного подхода к изучению феномена интернет-аддикции. Предлагается обсудить вопрос о создании Национального комитета по нехимическим аддикциям, который мог бы участвовать в разработке законодательных актов, препятствующих эпидемии распространённости данных патологических форм поведения, проводить экспертную оценку компьютерных игр, способствовать созданию и развитию профилактических программ.

Анализируя результаты масштабного исследования интернет-зависимости в мире, можно предположить, что Cyber Disorder (киберрасстройство) войдет в Международную классификацию болезней DSM-V.