

Современные композитные материалы обещают совершить революцию в альтернативной генерации



**ДИЛЕММА**  
Станет ли биотопливо основой будущей энергетики  
**СПИРТ В БЕНЗОБАКЕ**

**Петр Образцов**

ПОСТЕПЕННОЕ истощение запасов нефти и газа, удорожание добычи углеводородов, катастрофическое загрязнение окружающей среды при добыче и сжигании угля привели к необходимости использования альтернативных источников энергии. Особое место среди них занимает биотопливо — различные виды горючих продуктов из растительного сырья, главным преимуществом которых является возобновляемость. Сейчас главное внимание исследователей и практиков направлено на получение жидких и газообразных видов топлива для транспортных средств, а также для систем отопления и производства электроэнергии.

Этиловый спирт энергетически менее эффективен, чем бензин из-за присутствия в молекуле атома кислорода

Неудивительно, что первым практически используемым в качестве биотоплива веществом стал обычный этиловый спирт, поскольку получение этанола из растительного, прежде всего пищевого, сырья (зерна, картофеля, сахарной свеклы и т.д.) было налажено еще несколько столетий назад. Правда, для совершения иной цели. Но резкое удорожание нефти проделом стимулировало выгодность использования этанола в качестве топлива для автомобильных двигателей внутреннего сгорания, особенно в странах с дешевым сырьем для микробиологического синтеза спирта. Первой такой страной стала Бразилия, в которой подавляющее количество автомобильного топлива обычно представляет собой смесь 80 процентов биэтанола из сахарного тростника и 20 процентов бензина. Бразилия производит сейчас около 20 миллиардов литров биэтанола, примерно столько же спирта (из кукурузы) поступает на рынок США.

Широкое использование спирта уже сейчас вызвало серьезную проблему — огромные площади в США заняты под посевы кукурузы для непищевых целей, поскольку фермерам выгоднее «выращивать» биэтанола. Кроме того, этиловый спирт энергетически менее эффективен, чем бензин из-за присутствия в молекуле атома кислорода.

В России использование биотоплива на основе этилового спирта проблематично по нескольким причинам. Во-первых, у нас законодательно ограниченооборот этанола, а во-вторых, этот спирт необходимо как-то перевести в «непищевое» состояние — даже денатурация ядовитым пиридином себя не оправдало. И безопасный процесс перевода уже разработан на основе давно известной реакции дегидратации — отщепления воды от молекулы спирта. При определенных условиях получается смесь углеводородов, близкая по составу к бензину. Этот вариант разработан в Институте общей и неорганической химии РАН под руководством члена-корреспондента РАН Александра Гехмана. Хотя при недавнем резком снижении цен на нефть получение синтетического бензина из этанола теряет смысл. Но даже и при повышении стоимости барреля, как подсчитали введённые ученые, для производства 1 литра биотоплива требуется более 1 литра нефти — для работы тракторов и комбайнов, для производства пестицидов и для самого микробиологического синтеза этанола.

Другим спиртом, который можно использовать в качестве возобновляемого биотоплива, является бутиловый спирт, который можно микробиологически получать из сахарного тростника, пшеницы, кукурузы, корнеплодов и даже из отходов лесопереработки. Александр Гехман приветствует этот подход. **→A4**

**Репортаж** Академик доказал, что возобновляемая энергетика может быть не только эффективной, но и недорогой

## Химическая орация

**Ирик Имамутдинов**

Я присутствовал на торжественной церемонии вручения премии «Глобальная энергия» не один раз, но такое увидел впервые. Лауреат премии 2016 года Валентин Пармон, завершая свою речь, был так взволнован, что толкал его дрогнуло, но от слез академик все же удержался. Причины его волнения понятны — на международном уровне признаны его заслуги в науке, которые до того были известны только специалистам.

17 июня на Петербургском международном экономическом форуме (ПМЭФ) прошла церемония награждения лауреата премии «Глобальная энергия», академика РАН Валентина Пармона, научного руководителя Института им. Борковского Сибирского отделения РАН. Валентин Николаевич был награжден за «разработки новых катализаторов в области нефтепереработки и возобновляемых источников энергии, внесших принципиальный вклад в развитие энергетики будущего». Награду лауреату по поручению Владимира Путина вручил президент, председатель правления ОАО НК «Роснефть», ответственный секретарь Комиссии при президенте по стратегическому развитию ТЭК и экологической безопасности Игорь Сечин. Он был краток, мне подсказали, что его речь была примерно на две трети короче заранее подготовленного текста выступления. Вручая награду лауреату, Игорь Сечин подчеркнул, что исследования в области катализа, которые были проведены под руководством Валентина Пармона, позволили совершить не только реальный прорыв в возобновляемой энергетике, но и в нефтехимической области, что, безусловно, важно как для Роснефти, так и для экономики в нынешних условиях. Государств, владеющих технологиями катализа, процитировал академик Сечин, в мире меньше, чем тех, кто обладает ядерными разработками.



Впервые за 14-летнюю историю премии ее присудили не группе ученых, а одному человеку. Председатель Международного комитета по присуждению «Глобальной энергии», нобелевский лауреат Родней Джон Аллам (слева) от души поздравляет Валентина Пармона.

**Акцент**

В недалеком будущем россияне будут также гордиться «Глобальной энергией», как шведы — Нобелевкой

Академик Пармон своими разработками показал, что возобновляемая энергетика может быть очень эффективной и недорогой. Интересно, что буквально за день до этого события вице-премьер Аркадий Дворкович на «деловом завтраке» Сбербанка «Жизнь после нефти», который прошел в рамках ПМЭФ, гово-

рил, что российские власти ждут, пока возобновляемые технологии станут более дешевыми. Недорогие технологии уже есть, причем российские, и их разработали в Институте им. Борковского Сибирского отделения Российской академии наук. Солнечную энергию Пармон и его коллеги научились перерабатывать в химическую с эффективностью 43 процента. Чтобы понять масштаб этой цифры, скажем, что КПД современных солнечных станций не превышает 30 процентов. Одна из первых подобных каталитических установок была создана в Крыму еще в 80-х годах прошлого века. Но у академика сейчас много идей,

как сделать преобразование энергии еще эффективнее (подробнее — в материале «Наука без волшебства»), об этом говорил в своей поздравительной речи от имени президента России Игорь Сечин. Интересно, что это первый случай в 14-летней истории «Глобальной энергии», когда премии удостоена не группа ученых, а только один человек. Согласно Положению о премии, Международный комитет по ее присуждению может выбрать до трех лауреатов, и авторитетное жюри ежегодно отбирало из нескольких исследователей. **→A3**

**Дословно**

### ПЕРВЫЕ ЛИЦА О «ГЛОБАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ»

**Владимир Путин,**  
президент РФ:

«Глобальная энергия» стала одной из самых престижных международных наград, объединяющих ученых из разных стран. С каждым годом премия укрепляет свой авторитет, а церемония вручения славится неповторимой атмосферой созидания, открытости и научного товарищества.

**Дмитрий Медведев,**  
председатель правительства РФ:

Уверен, что премия «Глобальная энергия» будет и впредь служить визитной карточкой фундаментальной науки в области энергетики, будет стимулировать новые прорывные исследования и, конечно же, развитие столь важного для нас международного сотрудничества.

**Дэвид Кэмерон,**  
премьер-министр Великобритании:

Работа по повышению энергоэффективности чрезвычайно важна для устойчивости мировой экономики. С надеждой ожидаю, что эта премия и дальше станет служить символом международного сотрудничества по глобальным вопросам энергетики и климатической безопасности.

**Синдзо Абэ,**  
премьер-министр Японии:

Я желаю, чтобы премия «Глобальная энергия» и далее играла важную роль для решения глобальных задач в сфере энергетики, а также чтобы проведенные ее лауреатами исследования получили дальнейшее развитие и внесли вклад в благосостояние человечества.

**ИЗ ПЕРВЫХ РУК** Валентин Пармон — о роли катализа и фотокатализа в промышленном прогрессе

## Наука без волшебства

**Ирик Имамутдинов**

Валентин Пармон — один из самых авторитетных в мире ученых в области катализа и фотокатализа, химических методов преобразования энергии, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, термодинамики неравновесных процессов. Для зарубежных коллег его имя — синоним неожиданных и в то же время эффективных рабочих решений в этой области. Академик более 20 лет возглавляет (последние два года в качестве научного руководителя) Институт катализа им. Г.К. Борковского Сибирского отделения РАН — крупнейший в мире исследовательский центр, целиком посвященный катализу. Как раз больше о своем институте предпочел говорить ученому, когда мы беседовали с ним в преддверии Петербургского экономического форума, на котором прошла церемония его награждения как лауреата премии «Глобальная энергия-2016».

**Валентин Николаевич, как вы пришли в науку?**

**ВАЛЕНТИН ПАРМОН:** Я за свою жизнь интересовался многими научными дисциплинами. Сначала очень увлекался биологией, был юннатом. Но мое школьное детство и юношество пришлось на 1950–1960-е годы — это то время, когда совершались научные открытия, запускались в космоса-

кеты, строились большие электростанции и поднималась страна. Это предопределило мой интерес к технике. Тогда в несколько дней в неделю проводил в минском Дворце пионеров в кружках моделирования. Повезло мне и с преподавателями точных наук, так что я всерьез подготовился к поступлению в Московский физико-технический институт. По окончании получил диплом инженера-физика по специальности «химия быстро протекающих процессов», а вполне определенное имя химического термина. Он был введен еще в 1836 году шведом Йенсом Якобом Берцелиусом. Для неспециалистов в химии людей — это своеобразная волшебная палочка, с помощью которой одни вещества превращаются в другие. Но за этим «волшебством» всегда стоит тяжелый и длительный труд ученых-исследователей. Пожалуй, катализ — одна из самых сложных областей химии, мультидисциплинарная наука, в которой сошлись химия и физика, математика и материаловедение, а также инженерия. Весьма показательно, что государству, владеющему полным комплексом технологий производства катализаторов, таких, напри-

**Акцент**

Катализаторы — это важнейший элемент технологического базиса любой развитой экономики

**ВАЛЕНТИН ПАРМОН:** Катализ — это наука о том, как можно управлять направлением и скоростью протекания химических реакций для получения нужных веществ. Я не раз говорил, что слово «катализатор» — это не метафора, как в словосочетании «катализатор прогресса», а вполне определенный химический термин. Он был введен еще в 1836 году шведом Йенсом Якобом Берцелиусом. Для неспециалистов в химии людей — это своеобразная волшебная палочка, с помощью которой одни вещества превращаются в другие. Но за этим «волшебством» всегда стоит тяжелый и длительный труд ученых-исследователей. Пожалуй, катализ — одна из самых сложных областей химии, мультидисциплинарная наука, в которой сошлись химия и физика, математика и материаловедение, а также инженерия. Весьма показательно, что государству, владеющему полным комплексом технологий производства катализаторов, таких, напри-

**Как бы вы объяснили неспециальному читателю, что такое катализ?**

товаров, которым пользуется современный человек — ни компьютеров, ни смартфонов, ни бензина, ни самих автомобилей.

**Вы руководите Институтом катализа уже много лет. Как бы вы охарактеризовали его деятельность в целом?**

**ВАЛЕНТИН ПАРМОН:** Институт был создан еще в 1958 году, и основные направления ведущихся в нем исследований во многом следуют из его названия. Это, прежде всего, с точки зрения академической фундаментальной составляющей — изучение катализа и фотокатализа, в том числе и в природе, создание единой теории катализа; предвидение каталитического действия. А со стороны прикладных исследований — разработка самих катализаторов и каталитических процессов для различных отраслей технологии. Если мы говорим об энергетике, то такие продукты и технологии нужны в нефтепереработке, нефтехимии, а также для преобразования и аккумуляции энергии и для эффективного использования возобновляемых и нетрадиционных энергоресурсов. Достижения, за которые я был удостоен премии «Глобальная энергия», как раз в прикладном применении катализа в решении различных энергетических проблем — от нефтепереработки до получения новых видов биотоплива. **→A2**

**СМЕНА** Талантливые ученые отчитались за гранты

## Молодежь зажигает

**Ирик Имамутдинов**

КОНКУРС «Энергия молодежи», проводимый в рамках проекта «Глобальная энергия», ежегодно доказывает, что талантливых ученых в сфере энергетики в России по-прежнему немало. Но, как всегда бывает в отраслях с длинным инновационным циклом, их разработки не всегда направлены на сиюминутную реализацию. Известно, что «Глобальная энергия» — это не только всемирно известная премия, вручаемая за научные и технологические достижения в энергетике. Это еще и зонтичный бренд, под которым творчески сощужаются еще одиннадцать программ. Одна из них «Энергия молодежи» — общероссийский ежегодный конкурс молодежных исследовательских проектов в области энергетики.

По словам президента Некоммерческого партнерства «Глобальная энергия» Игоря Лобовского, задача программы — «вовлечь в творческий процесс как можно больше молодых талантливых людей с их нешаблонным взглядом на вещи и гибким умом, способных генерировать новые идеи». Именно этой цели и служит конкурс, в котором участвуют молодые специалисты-энергетики и исследовательские группы со всей России.

Интересно, что «Глобальная энергия» поддерживает не только молодежные работы, близкие по своей готовности к выделению в отдельный бизнес и коммерциализацию, но и научные проекты, призванные в том числе теоретически обосновать безопасность и экологичность работы как существующих, так и будущих энергоустановок и технологических процессов. Это и понятно — достижения в области энергетики всегда стоят на стыке высокой физики и конкретных прикладных разработок. Результаты выполненных проектов троих победителей «Энергии молодежи» 2014 года, которые в июне 2016 года отчитались в Петербурге за выделенные гранты, как раз представляют собой весь этот спектр — от создания технических комплексов до научных изысканий, связанных, к примеру, со сложными термодинамическими расчетами.

Так, на более широкое распространение рассчитан аппаратно-программный комплекс для обследования электромагнитной обстановки — проект 30-летнего доцента Алтайского государственного технического университета кандидата технических наук Евгения Титова. Научная группа под его руководством занимается проблемой электромагнитной безопасности. Лично у самого Евгения на тему «Мониторинг электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики и создание защиты на основе современных информационных технологий» уже вышло 14 публикаций, а одно изобретение защищено авторским патентом.

Очевидно, что в современной жизни мы все время подвергаемся электромагнитному облучению. Самые большие риски, конечно, на крупных энергетических и электротехнических объектах — электростанциях, трансформаторных подстанциях, ЛЭП. Но подобные объекты зачастую находятся и вблизи жилья, и уж совсем непосредственный контакт с электротехническими устройствами



«Энергия молодежи» вручается молодым специалистам-энергетикам и исследовательским группам со всей России.

происходит в быту. Исследования показывают, что на отдельных частотах для разных видов техники могут наблюдаться опасные для здоровья человека превышения действующих норм по воздействию электромагнитного поля.

Что сделали алтайские разработчики? На грант «Глобальной энергии» они разработали малогабаритный переносной аппаратно-программный комплекс для обследования электромагнитной обстановки в широком диапазоне частот, который можно применять и в быту, и на производстве. Комплекс «рисует» пространственную картину опасности, на которой помечаются опасные для человека области излучения и, наоборот, те места, где он в течение рабочего дня может находиться без ограничений. Интегрированный мониторинг электромагнитной обстановки объекта выполняется в течение двух часов по сравнению с шестью часами у других устройств, что влечет за собой повышение достоверности контроля повышает эффективность труда эксперта-эколога в четыре раза и на столько же снижает себестоимость проведения мониторинга. В итоге удельные затраты заказчиков сокращаются на 70 процентов. Поэтому комплекс может получить широкое распространение в энергетических компаниях, а также в госорганах по мониторингу окружающей среды.

Исследовательская работа 32-летнего Игоря Ануфриева и его небольшого коллектива из Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН расширяет перспективу применения специальных горелочных устройств с подачей струи водяного пара в зону горения. Казалось бы, весьма специфическая тема. Между тем, исследование новосибирцев открывает путь к использованию в качестве котельного некондиционного и низкокачественного жидкого топлива.

Дело в том, что на тысячах предприятий страны накоплены миллионы тонн отработанных масел, смазочных жидкостей и отходов нефтепереработки. Так, накопления отходов от добычи нефти и газа составили на конец 2015 года — 3,1 миллиона тонн, от производства нефтепродуктов — 1,4 миллиона тонн. Многие из предприятий владеют своими котельными, но сжигать собственную «некондиционку» не могут, так как при существующих технологиях такой процесс не просто неэффективен, но и очень грязен. Соответственно, много кто заинтересован в покупке и утилизации низкокачественного топлива.

Горение таких «отходов» совсем не похоже на горение, к примеру, природного газа. В обычных условиях они плохо воспламеняются, выделяют огромное количество сажи и другие токсичные продукты. При подаче же в струю пламени перегретого водяного пара качество горения такого топлива резко повышается. **→A3**

## РЕСУРСЫ Объемы добычи и экспорта нефти, газа и угля будут расти Подъем на-гора

Тарас Фомченков

РОССИЯ может пересмотреть планы по добыче, транспортировке и переработке топливно-энергетических ресурсов в сторону увеличения.

Несмотря на то что темпы роста мировой экономики, а следовательно, и увеличение потребности государств в ресурсах в 2016 году невелики (разные источники называют разные цифры, но в целом все они находятся в интервале от 2 до 3 процентов), планы России по более интенсивной добыче нефти, газа и угля в целом сохраняются. И данные статистики это подтверждают.

Так, за январь—май 2016 года добыча нефти с газовым конденсатом в России составила 225,5 миллиона тонн. Этот показатель на 2,3 процента выше того, который наблюдался в прошлом году. По оценке ПТ «ЦДУ ТЭК», экспорт этого сырья в страны дальнего зарубежья также вырос «год к году» на 5,8 процента. Хотя газа все-таки в России добыли меньше, но немного, на 1,3 процента—265,4 миллиарда кубометров.

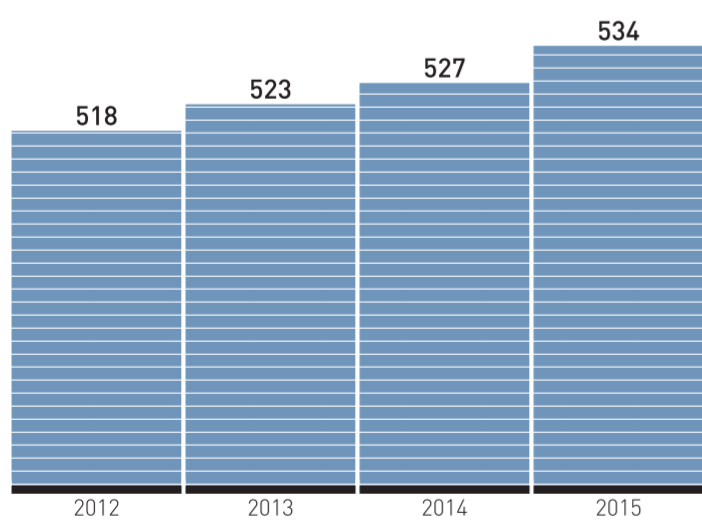
## 50—60 долларов за баррель — та цена, при которой инвестиции в геологоразведку будут расти

При этом наша страна, особенно после провала переговоров в Дохе, от которых ждали, но так и не дожидаясь решения об ограничении добычи нефти, может пересмотреть план добычи «черного золота» на 2016 год с точки зрения роста этих объемов. Об этом еще в апреле заявил замглавы минобэнерго Кирилл Молодцов. «Почему бы и нет, такая возможность есть», — цитировали тогда чиновника информационные агентства.

По оценке Молодцова, 540 миллионов тонн запланированной добычи нефти в 2016 году — вполне реальные (напомним, в 2015 году Россия добыла 534,1 миллиона тонн). Соответственно добыче «черного золота» растут показатели и по его переработке. Если оценивать данные первых двух месяцев года, то объем переработки нефти в России сократился на 3,5 процента. Однако глубина переработки выросла с 72,4 до 73,5 процента. Предполагается, что к 2030 году глубина переработки нефти подберется к лучшим мировым практикам, до 90 процентов.

### ДИНАМИКА ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА, МЛН ТОНН

Источник: Минобэнерго



Растет в нашей стране, по данным Центрального диспетчерского управления ТЭК, и добыча угля. Так, с января по май она по сравнению с тем же периодом прошлого года выросла на 6 процентов и составила 156,6 миллиона тонн. При этом экспорт угля увеличился на 8,9 процента—до 65,67 миллиона тонн. А импорт, в свою очередь, сократился на 11,5 процента и составил 8,42 миллиона тонн. А основная проблема угольных компаний остается неизменной—ухудшение их финансово-экономических показателей, снижение инвестиционной активности, что связано со снижением цен на экспортный уголь, высоким уровнем закредитованности отрасли, растущей долей затрат на перевозку угля.

В то же время самой напряженной ситуацией остается в геологоразведке. По оценкам минприроды, только в этом году инвестиции в разведку новых месторождений могут снизиться на 10—20 процентов. Хотя стоит отметить, что в этой ситуации

лакмусовой бумажкой выступает цена на нефть. По оценкам отраслевых экспертов, если стоимость мерной бочки «черного золота» будет находиться в пределах 50—60 долларов, то инвестиции в поиск новых месторождений не будут сокращаться.

Сегодня, напомним, цена барреля находится в этих пределах. Так, например, стоимость нефти марки Brent в среду, 7 июня, на мировых торговых площадках превысила отметку в 51 доллар за баррель. Причем произошло это впервые с 12 октября 2015 года.

Впрочем, даже если инвестиции и будут падать, то нефти хватит. Как рассказал «Российской газете» ведущий эксперт Союза нефтегазопромышленников Рустам Танкаев, «нефти и газа хватит на неопределенное время, и я бы даже сказал, практически навечно. У нас очень много неразведанных запасов, которые пока нам просто еще не нужны. Газовые месторождения, например, очень давно не разведывают, так как тех, которые уже есть, более чем достаточно».

Итак обстоит не только с нефтью, уверен эксперт, похожая ситуация наблюдается по многим другим видам полезных ископаемых. «У нас огромные запасы не востребованных по чисто географическим причинам», — уверен Танкаев.

Тем не менее, по планам минобэнерго на 2016 год, которые недавно поведаль на заседании коллегии ведомства министр Александр Новак, будут приниматься меры по стимулированию добычи нефти из месторождений, относящихся к Баженовской свите. Стимулирование добычи будет проводиться и в новых регионах, в том числе путем расчета действия льгот по налогу на добычу полезных ископаемых с начала фактического освоения участка недр или достижения степени выработанности в 1 процент.

А стимулом геологоразведочных работ в малоизученных труднодоступных регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока должно стать в том числе применение налоговых вычетов из суммы налога на прибыль.

Что же касается газа, например, то уже начато строительство газопровода «Сила Сибири», а также газоперерабатывающего комплекса в городе Свободный Амурской области. И вообще основное внимание в газовой отрасли, по планам минобэнерго в 2016 году, будет сконцентрировано на развитии новых центров газодобычи на востоке страны с соответствующей газотранспортной инфраструктурой, развитии внутреннего рынка газа и рынка газомоторного топлива, газо- и нефтехимии.

Кроме этого Россия планирует продолжить реализацию южного маршрута поставок газа в

# Наука без волшебства

А1 > Понятно, что они были бы просто невозможны без деятельности института во всех этих направлениях. Поэтому нельзя говорить о моих личных достижениях в отрыве от институтских.

Ваш институт в 1990-е годы смог не только выжить, но и наравне с многими академическими организациями неплохо встроиться в новые коммерческие условия существования.

ВАЛЕНТИН ПАРМОН: Знаете, катализ как научная дисциплина всегда находилась на стыке фундаментальной науки и прикладных задач, а промышленность напрямую заинтересована в результатах нашей деятельности. Поэтому в Новосибирском институте катализа с советских времен много занимались именно прикладными исследованиями, выполнялось много работ по заказам с промышленниками и энергетиками, так что к моменту распада Советского Союза коллектив был уже вполне подготовлен к работе в рыночных условиях. К тому же мы оказались обладателями накопленного в предыдущие годы исследований сильного фундаментального и междисциплинарного научно-технологического задела. Мы сумели быстро перенастроить работу института в новых условиях, превратив его в исследовательский центр, еще более нацеленный под запросы промышленных потребителей.

Умение работать в конкурентной среде оказалось не менее интересным, чем занятия исключительно фундаментальной наукой. Конечно, в наших разработках продолжали нуждаться такие небедные отечественные отрасли, как нефтепереработка и нефтехимия. Но все же в эти тяжелые в целом для российской промышленности времена основными потребителями инновационных разработок Института катализа стали зарубежные компании, и в девяностых годах более половины нашего бюджета составляли деньги, приходящиеся по контрактам из-за границы.

Тем не менее, по планам минобэнерго на 2016 год, которые недавно поведаль на заседании коллегии ведомства министр Александр Новак, будут приниматься меры по стимулированию добычи нефти из месторождений, относящихся к Баженовской свите. Стимулирование добычи будет проводиться и в новых регионах, в том числе путем расчета действия льгот по налогу на добычу полезных ископаемых с начала фактического освоения участка недр или достижения степени выработанности в 1 процент.

А стимулом геологоразведочных работ в малоизученных труднодоступных регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока должно стать в том числе применение налоговых вычетов из суммы налога на прибыль.

Что же касается газа, например, то уже начато строительство газопровода «Сила Сибири», а также газоперерабатывающего комплекса в городе Свободный Амурской области. И вообще основное внимание в газовой отрасли, по планам минобэнерго в 2016 году, будет сконцентрировано на развитии новых центров газодобычи на востоке страны с соответствующей газотранспортной инфраструктурой, развитии внутреннего рынка газа и рынка газомоторного топлива, газо- и нефтехимии.

Кроме этого Россия планирует продолжить реализацию южного маршрута поставок газа в

### КСТАТИ

Каждый рубль, вложенный государством в разработку новых катализаторов нефтепереработки, превращается в 17 рублей продукции всего за три года их применения.

500 миллионов рублей — экономический эффект от использования катализаторов для дидирования технических и пищевых жиров.

15 тысяч тонн рисовой шелухи в России и 7—8 миллионов тонн в странах Юго-Восточной Азии можно ежегодно превращать в высококачественное моторное топливо с помощью катализаторов, разработанных под руководством академика Пармона.

30 миллионов тонн попутного нефтяного газа за счет каталитической переработки по методу Пармона можно превратить в стандартизированное газовое топливо вместо сжигания или обратной закачки в скважины.

### ТЕНДЕНЦИИ

Структура генерации терпит изменения

## Как ветром сдуло

Тарас Фомченков

Традиционная энергетика уже через 10—15 лет совершенно изменится. По мнению отраслевых экспертов и представителей власти, основные новшества коснутся не только способов получения энергии, но и самих потребителей.

О том, что классическую энергетику уже к 2030 году будет заменять, заявил недавно первый замминистра энергетики Алексей Текслер. В ходе крупнейшей стартовой конференции для технологических предпринимателей в России и странах СНГ Startup Village

### ЦИФРА

# 4 ПРОЦЕНТА

должна составлять доля возобновляемых источников в энергобалансе России к 2035 году



Акцент

Валерий Пармон: Работа Института катализа нацелена на запросы промышленных потребителей.

## Ежегодно в мире с помощью каталитических технологий получают продукции на три триллиона долларов

Производит установки для очистки промышленных газовых выбросов от органических загрязнений с помощью нашей технологии «Ревверс-процесс». В Польше успешно функционирует завод по производству высококачественного бензина по технологии «Цеоформинг», разработанной нас в стране. Таких примеров много.

Какие разработки для энергетиков, созданные в вашем институте, вы бы назвали самыми интересными?  
ВАЛЕНТИН ПАРМОН: Многие наши разработки все чаще востребуются в самой России, а некоторые из них уже сейчас приносят значительный экономический эффект. Например, миллиардные прибыли получают предприятия, где внедрены наши катализаторы и каталитические технологии для производства бензина стандартов Евро-4 и Евро-5. Государство вложило в исследования полмиллиарда рублей, но только за три года применения их результатов было выпущено высококачественного топлива более чем на восемь миллиардов. Сейчас мы с нефтяниками на стадии запуска каталитических технологий пе-

реработки попутных нефтяных газов в жидкие продукты или в газовое топливо, пригодное для местной энергетики. Это чрезвычайно важно, ведь сейчас до 30 миллионов тонн такого газа сжигается или закачивается обратно в скважину исключительно потому, что без такой переработки его сложно транспортировать. Построено несколько котельных, работающих по созданной нами технологии беспламенного каталитического горения с использованием низкосортного угля. Режим работы таких котельных можно чрезвычайно гибко менять в 10-кратном диапазоне мощности, подстраиваясь, например, под погодные условия и снабжая дома комфортным теплом без перелетов и выбросов токсичных веществ. При этом расходы самого топлива сокращаются по меньшей мере в два раза. После несущественной доработки в них можно использовать различное биотопливо — опилки, отходы пищевой промышленности.

Что касается биотоплива, мы сейчас много работаем и в области возобновляемых источников энергии. В частности, создаем очень перспективные каталитические технологии для производства высококачественных моторных топлив, включая авиационные, с использованием биомаасса растений или тех же отходов, которых образуется и накапливается в результате деятельности человека миллионы и миллионы тонн.

### СПРАВКА

Валентин Пармон родился 18 апреля 1948 г. В 1972 г. закончил МФТИ. С 1975 г. — кандидат физико-математических наук. С 1985 г. — доктор химических наук. С 1989 г. — профессор. С 1997 г. — действительный член РАН, член ряда научных и экспертных советов РАН, Минобразования и ФАНО России. С 2012 г. член Европейской академии наук. С 1995 по 2015 г. — директор, сейчас — научный руководитель Института катализа СО РАН. Преподает в Новосибирском государственном университете, входит в президиум РАН и Сибирского отделения РАН, а также в президиум Российской химической академии им. Д. И. Менделеева. С 2010 г. — член Консультативного научного совета Фонда «Сколково». Почетный гражданин Новосибирской области. Лауреат Государственной премии России по науке и технологиям (2009 год). Лауреат премии «Глобальная энергия» 2016 г.

## ТРЕНД Онлайн-мониторинг поможет экономить лишнего

Сергей Огороднов, председатель совета директоров компании Voltaware

РЫНОК электроэнергетики сегодня — один из самых капиталоемких в мире. Расходы на электроэнергию растут вслед за повышением мирового спроса на энергоемкое производство. Многие промышленные предприятия пытаются сократить или оптимизировать энергопотребление для снижения текущих расходов, а представители бизнеса все больше стремятся инвестировать в энергосберегающее оборудование и технологии.

В России затраты на электроэнергию слишком высоки для нормального развития малого и среднего бизнеса. Более того, доля потребляемого электричества в счетах рядовых потребителей за коммунальные услуги увеличилась в два раза за последние 40 лет. Вместе с тем счета выросли в 2 раза лишь за последние 10 лет. И это при том, что на сегодня население находится в более выгодном положении по сравнению с промышленными предприятиями.

Снижение затрат на электроэнергию заинтересованы прежде всего конечные потребители. В странах Европы население все больше интересуется способами и методами, позволяющими заметно снизить счета за электричество. Например, при подключении к более подходящему тарифу, потребители могут уменьшить годовую плату за электричество на 10—15 процентов. При использовании новых энергосберегающих программ, таких как переход на автономные источники электроэнергии или использование энергосберегающей техники — еще столько же. Еще 10 процентов — за счет уменьшения потребления электричества в «дорогие часы» и своевременного отключения неиспользуемых приборов. Но подобная экономия в 30—40 процентов возможна лишь при наличии инструмента четкого контроля энергопотребления, вплоть до мониторинга в реальном времени. Подобный «энергетический менеджмент» и использование специальных недорогих счетчиков — один из самых удобных и перспективных способов сэкономить на электроэнергии, набирает популярность.

## Энергетический менеджмент позволяет всем потребителям самостоятельно контролировать расходы

В Европе существует множество компаний, разрабатывающих и предлагающих новые решения по оптимизации расходов на электроэнергию. Есть онлайн-сервисы по просмотру истории энергопотребления, сравнения ее с историей других пользователей, автоматизации электрических устройств и отопления, но прежде всего это так называемые «умные приборы», подключаемые к домашней или производственной электросети, собирающие информацию о количестве потребленной энергии и отображающие эти данные на дисплее, обновляемые с определенной частотой. Некоторые компании предлагают варианты, где такой прибор может отправлять данные через Интернет на компьютер пользователя или облачное хранилище, для доступа к которому также нужен Интернет. Наиболее прогрессивные варианты предполагают контроль в режиме реального времени, когда данные с датчика отправляются прямо на гаджет.

Самыми перспективными и эффективными из всех этих вариантов могут стать технические решения, предоставляющие онлайн-контроль потребления электроэнергии в квартире, доме, на целом предприятии. Разработчики предлагают систему полноценного «энергетического менеджмента», предполагающую отображение количества потребляемой электроэнергии в реальном времени прямо на мониторе компьютера или дисплее мобильного устройства, ведение подробной истории потребления вплоть до 1 кв/ч по каждому прибору, оповещения в реальном времени о включении или выключении тех или иных приборов, подсчет стоимости потребления опять же в реальном времени. Все, что необходимо для работы такого продукта, — наличие Интернета в месте использования и подключение доступных по цене, безопасных сенсоров в электрический щит потребителя.

Подобные продукты уже есть на рынках Европы, они стабильно набирают популярность и в 2016 году ожидается заметный рост спроса на энергосберегающие технологии. Именно такие решения, «на местном уровне», а не в масштабах мировой энергетики активно тестируются разработчиками и набирают популярность. Простота, доступность, а главное, эффективность этих решений обуславливают растущий на них спрос, как среди крупных компаний, так и среди физических лиц. Заметен рост интереса к подобным энергосберегающим технологиям и со стороны представителей местных и федеральных властей: все чаще на крупных государственных форумах, посвященных энергоэффективности и энергосбережению, именно экономичные решения на местном уровне привлекают внимание правительства. Самое интересное, что подобные технологические продукты доступны каждому отдельно взятому потребителю, будь то рядовой гражданин, желающий уменьшить расходы на электричество, или предприятие, ставящее своей целью оптимизировать расходы электроэнергетики. Полезно это будет и для компаний-поставщиков электроэнергии, которые смогут, при централизованном использовании подобных продуктов, заниматься мониторингом потребления электроэнергии, собирать данные о потреблении и предлагать клиентам наиболее выгодные для обеих сторон тарифы, что будет являться сильным конкурентным преимуществом.

Уже в 2016 году подобные продукты будут доступны на местном уровне и в России, испытания систем по персональному управлению энергопотреблением уже успешно проводятся на территории Москвы при содействии местного правительства. Становится понятно, что снижение счета за электроэнергию — дело самого потребителя. Энергетический менеджмент — новый тренд этого года, стремительно набирающий популярность, позволяющий всем потребителям самостоятельно контролировать расходы и, в конечном счете, решать, сколько платить за электричество, не полагаясь на недостаточно прозрачные жироки. Это революция в энергетике, начинающаяся не с глобальных мер, а берущая начало снизу, в нашем случае — с потребителей, осознающих реальную пользу инструментов энергетического менеджмента.

### ЦИФРА

# 40 ПРОЦЕНТОВ

электроэнергии можно сэкономить при постоянном контроле потребления

## Молодежь зажигает Химическая овалация

**A1** → А главное, при горении не образуется сажи и других вредных выбросов — все твердые углеводородные частицы газифицируются с образованием угарного газа и водорода. Те в свою очередь, сгорая, образуют безвредные воду и углекислый газ. В итоге выбросы при сжигании с использованием пара не только соответствуют действующим экологическим нормативам, но и имеют в разы более низкие в сравнении с предельно допустимыми концентрациями значения: по содержанию угарного газа в 10 раз, а оксидов азота — в 6 раз! При этом недожог топлива составляет менее 0,1 процента, что означает практически полное отсутствие сажи.

плотностью, сердцем которых станут реакторные установки КЛТ-40С. Похоже установки уже отработали сотни тысяч часов, прежде всего в морях российского Севера, но новая модификация требует дополнительного обоснования надежности своей работы. Ведь реакторам предстоит трудиться в экологически чистой арктической зоне, в непосредственной близости от места проживания и деятельности людей, где отсутствуют другие энергоисточники. К тому же в отличие от активной зоны канального типа, применяемой в традиционных реакторах АПЛ и ледоколов, на КЛТ-40С перейдут на использование активной зоны так называемого кассетного типа. Это предполагает и переход на новые типы тепловыделяющих сборок (ТВС), в которых и происходит ценная реакция ядерного топлива с выделением тепла.

Для того чтобы точно понимать, какие тонкости могут выявиться при эксплуатации реактора, для обоснования тепло-технической надежности его работы активной зоны с кассетными ТВС нужно было провести большой объем экспериментальных и расчетных исследований. Этим как раз и занимается возглавляемый Солнцевым коллектив. Для моделирования работы ядерного топлива в новых условиях они адаптировали отечественный программный комплекс «Логос», разработанный в саровском Федеральном ядерном центре, под полученную в ходе своих исследований экспериментально-расчетную базу достоверной информации.

В ходе изысканий были выработаны практические рекомендации для конструкторов



Зал встретил аплодисментами лауреата премии 2016 года, чьи заслуги в науке наконец признаны на международном уровне.

**A1** → В этом году комитет продискутировал только за одного лауреата — в результате помимо золотой медали он единственный получил премию в размере 39 миллионов рублей. Он сообщил, что планирует потратить деньги на создание фонда для молодых ученых, которые работают в области нетрадиционной энергетики.

«Все по-честному», — сказал член-корреспондент РАН, технический директор «Силовых машин» Юрий Петрина. «По-честному», потому что Юрий Петрина только один из семи российских членов Международного комитета по присуждению премии, остальные 13 — это иностранцы. Дело в том, что имя Пармона хорошо известно за рубежом: Валентин Пармон — один из самых авторитетных в мире ученых в области катализа и фотокатализа, химических методов преобразования энергии, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, термодинамики неравновесных процессов. Для зарубежных коллег его имя — синоним неожиданного и в то же время эффективного рабочего решения в этой области. В 1990-х годах 75 процентов из заработанного его институтом были средства, заработанные с помощью экспортных контрактов, и сейчас зарубежные заказы составляют около 40 процентов внебюджетных доходов академического института, причем большая часть идет за счет научно-исследовательских работ, проводимых для зарубежных компаний. Президент Российской академии наук и ее директор Валентин Пармон — автор множества технологических разработок, принесших огромный экономический эффект в масштабах всей страны. Если не брать в расчет заслуги советских лет, то в последнее время под его руководством были разработаны и внедрены катализаторы нового поколения для производства моторных топлив, соответствующих стандартам Евро-4 и Евро-5. Некоммерческое партнерство «Глобальная энергия» приводит такие цифры: за три года ученый получил от государства 500 миллионов рублей на НИОКР по проекту,

тализаторов на предприятиях дало дополнительную продукцию — высокооктановых бензинов — на 10 миллиардов рублей. Интересно, что большая часть этих бензинов производится в Рязани, на заводе, принадлежащем компании «Роснефть», которой как раз и руководит Игорь Сечин (а катализаторы, разработанные Институтом катализа, используются в процессе каталитического крекинга вакуумного газаойла на Ангарском нефтехимическом комбинате, который тоже принадлежит «Роснефти»).

Стоит отметить, что награждение лауреата премии «Глобальная энергия» не было единственным важным событием Лауреатской недели, которая прошла в Санкт-Петербурге. На ПМЭФ самым трогательным, на мой взгляд, все же было участие победителя одной из программ Некоммерческого партнерства «Глобальная энергия» — «Энергии старта». Суть программы — заинтересовать талантливых школьников профессией энергетика. Команда «Батарейка» из Челябинска взяла ни много ни мало, как за стратегию развития топливно-энергетического комплекса России. Можно простить зрячую наивность ребят, которых от 11 до 14 лет, (капитан Семен Маньков занимался сведом найденной инфор-

мации и подготовкой решения кейсов; аналитик Федор Шалунов руководил поиском и анализом информации, а Александр Аристов — подготовил дизайн итоговой презентации, которая так понравилась жюри). Взрослые по достоинству оценили их масштабный подход к проблеме. В чем наивность — в чрезмерном большом внимании к возможности возобновляемой энергетики, к которой в России отнюдь не однозначный подход. И просто транслировать опыт европейских стран на Россию не совсем корректно в силу многочисленных факторов, связанных с нефтегазовой энергетикой. Но внимание школьников к проблеме именно удаленных регионов, таких, например, как

низаторы получили около 600 публикаций из 40 стран. По словам президента НП «Глобальная энергия» Игоря Лобовского, «то, что делаем мы, проводя конкурс «Энергия пера», не делал никто. Мы реально аккумулируем публикации об энергетике со всего мира, и это может служить интереснейшим материалом для анализа ситуации в отрасли. Важно, что все мировые издания получают наш глобальный релиз о конкурсе и принимают решение об участии. Авторы регистрируются на нашем сайте и прикладывают скан конкурсной публикации. То есть нет никакого «тайного мониторинга» или отбора, лучшие «энергетические» журналисты мира приходят к нам сами».

В этом году победил материал британского журналиста Робина Миллса, который много лет работает в ОАЭ и сотрудничает с такими изданиями, как Foreign Policy и The National. Журни отменило его статью «Нефтяные замки из песка» за «глубину исследования темы, аналитический подход и, разумеется, за литературное мастерство». Статья, по мнению экспертов, абсолютно объективна и содержит непревзойтое исследование экономической ситуации в странах Персидского залива по цене режущего падения цен на углеводороды. Миллс считает, что «богатые страны Персидского залива могут минимизировать последствия падения цен на нефть, используя свои резервы». Иран выиграл от снятия санкций, а Ирак в катастрофической ситуации, потому что его экономика уже была ослаблена войной. Тем не менее все эти государства сейчас борются с проблемой диверсификации экономики и получения доходов, не связанных с продажей нефти.

За эти годы очень интересно наблюдать, потому что, по мнению специалистов, цены на энергоносители останутся низкими еще долгое время, и та страна, которая преуспевает, сможет стать моделью для других государств региона.

### Программа стимулирует молодых ученых заниматься разработками, которые принесут практическую пользу нашей стране

В рамках полученного от «Глобальной энергии» гранта группа Игоря Ануфриева как раз и занималась расчетами режимов наиболее оптимального и экологически чистого горения различных отходов, которые при применении «паровой» горелки превращаются в эффективную и безопасную топливу. К слову, новые горелки и инновационная технология сжигания пригодятся не только при сжигании некондиционного то-



ПРЕСС-СЛУЖБА НП «ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ»

плива. Не стоит забывать о расширяющемся освоении арктической зоны, природа которой очень чувствительна. Очевидно, что в условиях Крайнего Севера компании всегда будут заинтересованы в чистых и эффективных технологиях сжигания дизельного топлива и топочного мазута, а со временем и местных жидких топлив, получаемых, к примеру, из попутного нефтяного газа и отходов деятельности создаваемых здесь нефтегазовых предприятий. И поэтому не случайно, что технология сжигания в паровой горелке после успеха в «Глобальной энергии» привлекла еще и внимание организаторов конкурса на прошлогодней Петербургской технической ярмарке НИ-ТЭСН, где получила награду как лучший инновационный проект в области экологии, рационального природопользования и переработки отходов.

Еще один победитель «Энергии молодости» Дмитрий Солнцев (ему 31 год) и его группа из Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева проводит исследования в такой специфической сфере атомной энергетики, как мобильные ядерные реакторы. До недавних пор подобные энергетические установки применялись только на атомных подводных лодках, некоторых надводных кораблях и ледоколах. Сейчас в Петербурге идет строительство плавучей атомной станции малой мощности «Академик Ломоносов», предназначенной для выработки электро- и тепловой энергии, а при необходимости и опреснения морской воды. Предполагается, что позже начнется сооружение целой серии таких мобильных ядерных те-

ректора и создатель ТВС по повышению технико-экономических показателей функционирования реактора и его эксплуатационной безопасности. По оценке специалистов, если им следовать, можно увеличить мощность реактора до 10 процентов за счет небольших изменений в конструкции сборки. Причем это не требует карди-

нальных изменений в конструкции самого реактора, поэтому затраты на внедрение инновации будут минимальными.

### Достижения в области энергетики всегда стоят на стыке высокой физики и конкретных прикладных разработок

Академик РАН, лауреат премии «Глобальная энергия» Геннадий Месяц по результатам исследований, проведенных победителями «Энергии молодости», отметил, что «эта программа очень важна. Она стимулирует молодых исследователей, которым предстоит сменить поколение ученых, которые уже состоялись в большой науке, заниматься разработками, которые принесут — одни раньше, другие в более отдаленной перспективе — практическую пользу нашей стране».

### СПРАВКА

Конкурс «Энергия молодости» проводится ежегодно с 2004 года. Его победителями стал 191 ученый из 51 региона РФ, на реализацию их проектов уже выделено 35,5 миллиона рублей. Основные направления работ претендентов на гранты программы: научные исследования и прикладные разработки в области традиционной, ядерной и возобновляемой энергетики, энергомашиностроения и электротехники, решение экологических проблем. Для участия в конкурсе молодые российские ученые на момент подачи заявки должны быть не старше 35 лет. Победителей определяют публичные эксперты Международной энергетической премии «Глобальная энергия».

### Акцент



В результате внедрения новых катализаторов на предприятиях получили дополнительную продукцию — высокооктановых бензинов — на 10 миллиардов рублей

### СПРАВКА

Премия «Глобальная энергия» учреждена в 2002 году по инициативе российских ученых и поддержана президентом РФ Владимиром Путиным. Денежную часть премии обеспечивают крупнейшие энергетические компании страны: одним из первых проект поддержал «Газпром», чуть позже к нему присоединились «Сургутнефтегаз» и «ФСК ЕЭС». Основатели видели ее в качестве своеобразной формы поощрения выдающихся ученых, специалистов, оказавших исключительное влияние на развитие технологий мировой энергетики и осмысление энергетических проблем глобальной важности. При этом, что задача, стоящая перед человечеством в этой области, носит всеобщий, планетарный характер, организаторы наметили несколько основных направлений своего интереса — это энергообеспечение мировой экономики и населения планеты, поиски более эффективных и экологически чистых способов производства и использования традиционных энергоносителей и разработка технологий альтернативной энергетики. При этом для организаторов слово «энергетика» имеет широкое значение — это не только электроэнергетика и отрасли ТЭК, но и другие сферы человеческой деятельности, такие, к примеру, как двигателестроение или решение проблем экологии и охраны окружающей среды. Примечательно, что номинируются на премию не столько за открытия и фундаментальные исследования, обеспечивающие новые возможности в развитии энергетики, сколько за исследовательские работы, результаты которых воплотились в конкретных инженерных конструкциях. Или те, чьи изыскания привели к практическим результатам, способствующим росту энергетического потенциала, таким, к примеру, как открытие и разработка эффек-

тивных способов эксплуатации месторождений энергоносителей или генерации тепловой и электрической энергии, различных двигательных установок. В этом смысле «Глобальная энергия», отмечая выдающиеся технологические разработки, служит своеобразной технократической альтернативой Нобелевской премии, за что — в силу ее международной известности — журналисты и прозвали ее «русским энергетическим Нобелем». Среди лауреатов премии такие звезды мировой науки, как LED-тионер Сюэи Накamura из США, изобретатель литий-ионных аккумуляторов из Японии Акира Йосино, «первооткрыватель Сибириской нефти» Алексей Конторович, американский гурзу энергоэффективности Артур Розенфельд, легенды ракетостроения из России Борис Катогрин и многие другие. Всего с 2003 года лауреатами премии стали 34 ученых из 10 стран: Великобритания, Германия, Исландия, Канада, Россия, США, Украина, Франция, Швеция и Япония. В 2016 году премияльный фонд составил 39 миллионов рублей. Список имеющих право номинировать на премию, который обновляется ежегодно, состоит из более чем 3000 ученых из 83 государств мира. Среди них лауреаты Нобелевской премии по физике и химии, лауреаты премии Киото, Макса Планка, Вулфа, Балцана, прешей «Глобальная энергия» прошлых лет и различных международных инженерных ассоциаций первого ряда. Решение по выбору лауреатов премии принимает Международный комитет по присуждению премии «Глобальная энергия», в состав которого входят 20 авторитетных ученых из 13 стран.

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ Новые технологии помогут избежать потерь ресурсов Закрыли форточку

Ольга Малахова

СТОЛИЧНАЯ мэрия представила новый проект развития сетей теплоснабжения на период до 2030 года. Он предполагает закрытие всех московских котельных и перераспределение приходящих на их долю нагрузок между ТЭЦ. Полный переход на когенерацию, по мнению разработчиков, позволит снизить себестоимость выработки как электроэнергии, так и тепла, и стабилизировать тарифы. Кроме того, отказ от использования котельных приведет к снижению объема вредных выбросов в атмосферу и улучшению экологической обстановки в регионе. При этом, разумеется, необходимо модернизировать существующие ТЭЦ и сети теплоснабжения, что даст возможность сократить сроки летних отключений горячей воды и увеличить число районов, где профилактика теплотрасс производится без отключения.

Системы теплоснабжения в первую очередь ассоциируются у обывателя с огромными ТЭЦ или котельными, а во вторую — с перекопанными улицами, где идет ремонт труб. На тезисе об огромных потерях в централизованном теплоснабжении в России одно время велась агрессивная реклама поквартирного отопление или крышных котельных, которые массово внедрялись в некоторых городах (правда, нередко с нежелательными последствиями, вплоть до запрета их применения в отдельных субъектах РФ). Но мифы о выгодности индивидуального отопления уходят в прошлое. Ряд европейских стран уже перенесли Россию по доле жителей, получающих тепло от централизованных систем. Этому способствует энергетическая политика Евросоюза, определяющая приоритет комбинированной выработки тепловой и электрической энергии (на ТЭЦ), что позволяет сразу решать несколько задач: снижение выбросов парниковых газов, поощрение энергосбережения, использование местных видов топлива (например, в Швеции основным видом топлива является мусор, его даже экспортируют из соседних стран).

Такой же приоритет продекларирован и в РФ Федеральным законом № 190 «О теплоснабжении». Однако российские реалии, согласно статистике, несмотря на закон, складываются уже несколько лет в сторону «котельнизации», а не ТЭЦ. Поскольку котельные находятся, как правило, в муниципальной собственности (или в частной, но аффилированной с местным чиновником), то и нагрузка (а значит, и финансовый поток) перераспределяется в их пользу вопреки более низким тарифам на ТЭЦ и званному ориентиру на энергосбережение. Тем не менее 72 процента жителей России получили тепловую энергию от крупных централизованных систем теплоснабжения (из них 47 процентов от ТЭЦ и 53 — от котельных). Как рассказали один из разработчиков «Стратегии развития теплоснабжения в Российской Федерации на период до 2020 года», президент НП «Российское теплоснабжение» Виктор Семенов, потребление тепловой энергии в России составляет около 2 миллиардов Гкал в год, в том числе от централизованных систем — 1,4 миллиарда. На производство тепловой энергии расходуется треть всего добываемого топлива. ТЭЦ как источник тепловой и электрической энергии, расположенный рядом с потребителями, позволяет избежать потерь при передаче ресурсов на большие расстояния, а снижение потребления топлива при комбинированной выработке позволяет компенсировать потери в разветвленных и протяженных тепловых сетях.

Теплосети тоже стали объектом инноваций: например, новые конструкции изоляции позволяют быстро и качественно заново «одевать» греющие атмосферу трубы трубопроводов, все более широко для перекладки теплосетей применяется трубопроводы заводского изготовления в пенополиуретановой изоляции, которая имеет низкие тепловые потери. Более того, разработаны новые конструкции трубопроводов с антикоррозийной защитой стальной трубы под теплоизоляцией, что продлевает службу металла и предотвращает образование утечек. Другой вопрос — механизм тендерных закупок, когда основной критерий — цена, зачастую оказывается медвежьей услугой теплоснабжающим предприятиям. Выигрывают такие тендеры, как правило, производители, заметно сэкономившие на качестве, и скандалы с поставками бывших в употреблении трубопроводов под видом новых продолжают случаться с завидной регулярностью. Добросовестный производитель, который не может конкурировать с низкой ценой контрафакта, вытесняется с этого рынка.



ТЭЦ позволяет избежать потерь при передаче ресурсов на большие расстояния.

Но качественные источники и тепловые сети не гарантируют эффективности систем теплоснабжения и низких тарифов. Вице-президент НП «Энергоэффективный город» Игорь Ганин объясняет: «Самые высокие потери — у конечного потребителя. Неизолированные трубопроводы на чердаках и в подвалах, разбитые окна и незакрытые двери в подъездах — это все потери, за которые платит сам потребитель. Кроме того, в заперектированные в советские времена дешевого топлива домовые системы отопления технически уже заложены перетоны, а это до 40 процентов годового потребления тепловой энергии, потребляемой домами, сознательно выбираемой в форточку. Для решения этой проблемы раньше предлагались дорогие индивидуальные тепловые пункты, а теперь с этой задачей справляется недорогой регулятор отопления, который окупается за 2 месяца». Муниципалитеты, желающие навести порядок в системах теплоснабжения, вкладывают существенные средства в котельные и сети, забывая про жилые дома. А если начать с потребления и сначала навести порядок в жилом фонде, то потребление заметно снизилось, и сети нужны меньших диаметров, а котлы меньшей мощности, а значит, и средства потребуются намного меньше и потрачены они будут с большей эффективностью. «В России накоплен огромный опыт уже реализованных самокупаемых энергосберегающих проектов в системах теплоснабжения и теплопотребления, осталось создать такие условия, чтобы этот опыт стал востребованным как в больших и малых городах, так и в каждом отдельном доме», — отметил эксперт.

## Взгляд Вклад технологий в снижение энергоёмкости не превышает одного процента Идем на «зеленый»

**Игорь Башмаков**, директор Центра по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ)

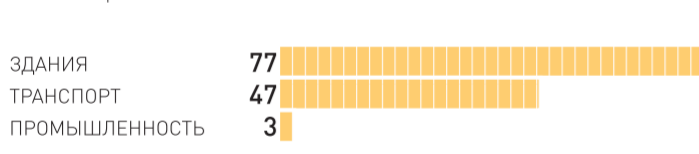
ПОСЛЕ 2000 года технологические разрывы с лучшими зарубежными показателями по энергоэффективности немного сократились, но остаются довольно значительными. Россия так и осталась на 132-м месте из 142 стран по уровню энергоэффективности экономики, а в рейтинге Американского совета по энергоэффективной экономике из 23 крупных стран Россия занимает только 16-е место.

Повышение энергоэффективности — это главный энергетический ресурс. Правда, для многих он остается невидимым, поскольку оценка снижения потребления энергии требует усилий по мониторингу и верификации, которые предпринимать не все. Опыт работы по повышению энергоэффективности мало систематизируется и пропагандируется, и поэтому ресурс остается малозаметным. Однако миро-

### К 2015 году энергоёмкость ВВП снизилась только на 8 процентов вместо запланированных 27

вая экономика выбрала именно этот неброский ресурс для решения глобальной проблемы обеспечения энергетических нужд. Напомним, с 1973 по 2015 год мировой ВВП вырос в 3,9 раза. При сохранении энергоёмкости на уровне 1973 года в прошлом году мир потребил бы 24 миллиарда тонн нефтяного эквивалента (тне), а фактически — менее 14. То есть экономика энергии преуспела 10 миллиардов тне. Прирост производства всех энергоресурсов, вместе взятых (угля, нефти, газа, ядерной и гидроэнергии, возобновляемых источников и биомассы) при огромных капитальных вложениях и негативном влиянии на окружающую среду составил менее 8 миллиардов тне. В этом матче — «один против всех» — счет явно в пользу энергоэффективности. В России в 2000—2015 гг. ВВП вырос на 70 процентов, а потребление энергии — только на 7 процентов. Россия постепенно переходит к модели экономического роста, который не сопровождается ростом потребления энергии. По этой модели многие развитые страны развиваются уже 10—20 лет, а отдельные из них ставят задачи по заметному снижению потребления энергии.

### ИНВЕСТИЦИИ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЕС (ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ИНВЕСТИЦИЙ В ЭЛЕКТРОМОБИЛИ) 2010–2020 ГГ., МЛРД ЕВРО



Считается, что более высокая энергоёмкость в России — это естественный результат холодного климата. На самом деле при разрыве по энергоёмкости с развитыми странами в 2,5 раза на долю климата приходится не более 5—7 процентов этой разницы. Высокая энергоёмкость — это не «цена холода», а «цена экономической неволи», и наследие плановой экономики, в которой энергоресурсы всегда использовались крайне неэффективно, чем в рыночной при сходстве климата и структуры экономики. Плановая экономика «наградилась» нас самым большим в мире потенциалом энергосбережения: замена всех энергопотребляющих установок России на лучшие в мире образцы позволит снизить потребление энергии в два раза. Мы этот потенциал используем медленно. Поэтому даже при сравнительно низких ценах на энергию ее составляющая в себестоимости промышленной продукции в России выше, чем во многих странах, а доля расходов на энергоснабжение жилища в доходах населения не меньше, чем в странах с крат-

но более высоким уровнем цен. Низкие цены на энергию дают не столько конкурентные преимущества, сколько консервируют технологическую отсталость. В 1998—2008 годах Россия временно вырвалась в мировые лидеры по темпам снижения энергоёмкости ВВП, ее удалось сократить на 40 процентов. В 2008 году была поставлена задача снизить ее еще на 40 процентов к 2020 году. Но после того как были приняты дополнительные меры, по злой иронии процесс существенно замедлился. К 2015-му энергоёмкость ВВП снизилась только на 8 процентов вместо запланированных 27. В новой Энергетической стратегии решение задачи снижения энергоёмкости на 40 процентов отнесено уже на 2035 год. Вот в Китае решили снизить энергоёмкость в 2010—2016 годах на 16 процентов, а снизили на 19.

В последние несколько лет Россия начала движение вспять. Из 20 миллиардов рублей, которые предполагалось выделить на энергоэффективность из федерального бюджета в 2015—2017 годах, мифин забрал 18 миллиардов рублей. В других странах способность привлекать частные средства на 1 доллар, выделенный из бюджета, равна: 3 в ЕС; 4 в США и 6 в Китае. То, что федеральный бюджет забрал почти 6 миллиардов рублей в год, привело к снижению расходов из региональных и местных бюджетов еще на 12 миллиардов, а всего — на 18. Умножим это на 3 или 6 и получим, что расходы из внебюджетных источников упали еще на 54—108 миллиардов рублей. Бюджетная «экономика» обернулась снижением финансирования на 72—126 миллиардов рублей и недополучением ежегодного дополнительного налоговых доходов на 20—40 миллиардов рублей.

Развитие по модели опоры на углеводороды в 1996—2016 годах заставило Россию пройти через три кризиса, которые принесли суммарные потери 17 процентов ВВП, или почти 1 процент в год! Прежде обильный золотой дождь из черно-голубой нефтегазовой тучи закончился. Грядет великая засуха! Новый пик цен на углеводороды можно ожидать в 2035—2040 гг, но за ним последует новый обвал. При опоре на экспорт углеводородов параметры экономического роста России определяются за ее пределами, откуда поступает основная часть платежей от природной и монополической ренты. Российская экономика в значительной степени живет на «чужие деньги», а не на «деньги, заработанные дома». Сохранение старой модели роста может привести к формированию экономики шагреновой кожи, когда вместо роста будет происходить сжатие экономики.

Для того чтобы этого избежать, нужна эффективная модернизация. Придется искать новые драйверы роста для реализации сначала потенциала догоняющего развития с последующим переходом к развитию на технологической границе. Нынешняя технологическая граница — это «зеленая», высокоэффективная низкоуглеродная экономика. Переход к ней дает много преимуществ. Реализация потенциала экономики энергии только в российских зданиях в 2014—2050 году способна дать экономии энергии в объеме, который в три раза превышает годовой объем экспорта газа. На самом деле «добывать» газ в российских зданиях в 3—5 раз дешевле, чем на Ямале или в Восточной Сибири.

Мы очень робко вступили на путь сокращения технологического разрыва. Вклад технологического фактора в снижение энергоёмкости не превышал 1 процента в год. Мир уходит в «зеленое» будущее. Россия пока топчется на месте в «красном» настоящем и с грустью смотрит вслед.

## Технологии Новые материалы обещают революцию в альтернативной генерации

# Гибкое Солнце



Юрий Медведев

Энтузиасты «зеленой энергетике» могут торжествовать: в ряде штатов США цены киловатт-часа солнечной и традиционной электростанции на угле и газе сравнялись. И если еще недавно «зеленая энергетика» поддерживалась щедрыми государственными вливаниями, то сейчас, по мнению специалистов, можно убирать эти подпорки.

Неудивительно, что энергетики уже подписывают договоры об электроснабжении, в которых «солнечные» киловатты даже дешевле, чем «газовые». К примеру, в Техасе одна из энергокомпаний подписала 20-летний контракт на поставку электричества от солнечной станции по цене ниже 5 центов за киловатт-час. Напомним, что президент Барак Обама поставил цель добиться к 2020 году повышения доли альтернативной энергетики до 25 процентов. Такие же амбициозные планы и в Европе: 25 процентов к 2020 году, 40 процентов к 2040 году.

Действительно, стоимость солнечных фотоэлектрических преобразователей падает фантастически быстро, — говорит председатель Научного совета РАН по нетрадиционным возобновляемым источникам энергии, доктор технических наук Олег Попель. — Неудивительно, что мир уже близок к паритету между альтернативными и традиционными источниками энергии. Но, конечно, важно учитывать специфику каждого из них. Ведь обычные электростанции не зависят от климата, от погоды, а работа альтернативных станций связана с природными условиями местности, где они установлены. Скажем, в Техасе очень большое количество солнечных дней, поэтому использование энергии светила здесь вполне рентабельно.

Что обеспечило альтернативному источнику совершить такой прорыв? Существенно снизить цену энергии? По мнению ученых, причина прежде всего в новых материалах, композитах. Они позволили поднять не только кд солнечных батарей, но и снизить их стоимость. Один из таких композитов сейчас создается в лаборатории НИТУ «МИСиС» под руководством приглашенного профессора из Университета Техаса Анвара Захидова. По оценкам разработчиков, он будет стоить в три раза дешевле лучших аналогов из кремния. А

при массовом производстве разница станет 4—6-кратной. Это значит настоящий прорыв в солнечной энергетике.

Правда, у солнечного ватта есть один серьезный минус. Само получение кремния, из которого изготавливаются солнечные батареи, токсично, дорого, требует много энергии. Более того, ими неудобно пользоваться: они жесткие, тяжелые и хрупкие, для установки нужны специальные «прибамбасы». Словом, много возни. Совсем другое дело — батарея гибкая. Ее можно раскатать как рулон на любой изогнутой повер-

Сейчас ученые тестируют полученный элемент, а уже в будущем году намерены приступить к его промышленным испытаниям. Наступление композитов идет широким фронтом. Например, американскими учеными из Принстонского университета созданы материалы, который увеличивает кд солнечной батареи в 1,5 раза по сравнению с кремнием. Речь идет о трехслойной наноструктуре из металлопластика, золотой наносетки, титана и алюминия. По словам разработчиков, такая ловушка является для света своеобразной «черной дырой», откуда

нет выхода. В перспективе исследователи планируют выпустить материал кусками размером с лист обойной бумаги, используя технологию «нанопечати».

Нанокompозиты позволили устранить еще один серьезный минус солнечной батареи. Дело в том, что она статична, а Солнце постоянно движется. Поэтому в течение дня меняется количество падающей на батарею солнечной энергии. Чтобы поддерживать нужный угол, приходится идти на разные ухищрения, поворачивать панели с помощью сложной и дорогой техники. А ведь природа давно решила эту проблему. Например, подсолнухи постоянно в «упор» смотрят на светило, отслеживая его движение. Ученые Университета штата Висконсин решили повторить природу. Они разработали нанокompозит, способный скручиваться и двигаться при нагреве солнечными лучами. Основу композита составляют жидкокристаллические эластомеры (LCE). При попадании на них солнечного света они начинают «скручиваться», а оказавшись в тени, возвращаются в исходное состояние. В самих этих эластомерах ничего сверхнового нет, но ученым удалось немного повысить их чувствительность, добавив углеводородные нанотрубки. Эта конструкция возвращается вокруг оси подобно подсолнуху, постоянно направляя панель прямо на Солнце. В результате из него удастся извлечь намного больше энергии по сравнению с обычной батареей.

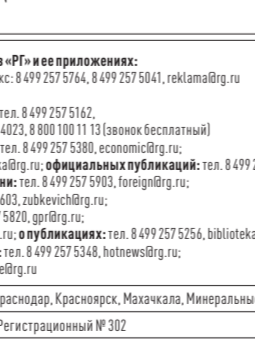
### Акцент

## Работа альтернативных станций связана с природными условиями местности, на которой они установлены

хности. Это сразу расширяет сферы применения. Именно такие солнечные элементы впервые в России созданы учеными МИСиС. — В них вообще нет кремния, что и позволило придать батарее гибкость, — объясняет сотрудник лаборатории Данила Саранина. — Это tandem из материала перовскит и полупроводниковых полимеров. В отличие от дорогого кремния перовскит стоит копейки. Но главное преимущество такого tandem даже не в этом. Технология изготовления батарей из кремния очень сложна, требуется глубокий вакуум и дорогостоящее оборудование. А наш метод намного проще и дешевле. Фактически солнечные элементы можно печатать на простых устройствах.

Старт перовскитной электроники дали аллоны, которые впервые создали солнечный tandem с кд 3,9 процента. В мире сразу же оценили перспективы, в гонку включилось множество ведущих зарубежных лабораторий, и сейчас кд уже достиг 21,3 процента. Но если для кремния эта цифра почти близка к пределу его возможности, преодолеть который не позволяют законы физики, то солнечный tandem способен на большее. Дело в том, что кремний собирает только небольшую часть видимого солнечного спектра, а tandem практически весь. Кроме того, мы намерены еще повысить кд благодаря своему другому ноу-хау, — говорит Саранин. — Если совсем просто, то суть в следующем. Наш элемент состоит из восьми слоев, то есть похож на сэндвич. Зачем столько? Свет не сразу превращается в электрический ток, для этого ему требуется пройти несколько каскадов. Так вот наши конкуренты соединяют все эти слои последовательно, плюс к минусу. Мы предложили иной вариант — соединять параллельно, что позволяет существенно поднять кд.

Установленные мощности действующих энергоустановок по ВИЭ, ГВт



## Спирт в бензобаке

# А1

При этом эксперт замечает, что «существует и ряд нерешенных технологических проблем, прежде всего из-за невозможности микроорганизмов, используемых для производства биобутанола. Хотя если новым биотопливом удастся заместить хотя бы 5 процентов обычного бензина, это уже можно считать перспективным».

Другим видом биотоплива, производимого уже сейчас в значительных количествах, является биодизель. Это топливо, по составу близкое к дизельному топливу из нефти, получают из липидов (жиров) масличных растений — рапса в нескольких странах ЕС, подсолнечника (Франция и Италия), сои в США, Бразилии и в Африке, пальмового масла в Индонезии и Малайзии. Производства биодизеля в ЕС постоянно растет, как и импорт биодизеля из других стран. По прогнозам, объем потребления биодизеля в ЕС к 2020 году достигнет от 21 до 26 миллионов литров.

Однако увеличение площадей под возделывание этих культур приводит к росту цен на продовольствие и сведению лесов. Делались попытки получения биодизеля из водорослей, но этот процесс оказался неконкурентоспособным. Правда, появились надежды, что проблема будет решена с помощью микроскопических грибов-паразитов, обитающих внутри древесины и расщепляющих целлюлозу с образованием смеси углеводородов. Такой способностью обладают грибы *Gliocladium roseum*, паразитирующие на южноамериканском кустарнике эуфрифия. Самое поразительное, что при разложении целлюлозы грибы выделяют такие углеводороды, как декан, метилциклопентен, удекан, октан и бензол. По своему составу эта смесь очень близка к дизельному топливу и вполне может использоваться вместо него. Это открытие было сделано в США, но не менее интересные разработки проводятся и в России.

Так, в работе с участием декана химфака МГУ академика Валерия Лунина была разработана и запатентована биотехнология получения биодизеля на основе липидов микоциальных грибов, например, гриба *Cunninghamella jeikei*, образующего до 50 процентов липидов, близкий по составу к маслу рапса. Валерий Лунин подчеркивает, что «по сравнению с растительными маслами липиды грибов имеют ряд существенных преимуществ, а именно высокая скорость роста грибов, независимость выхода продукта от сезонных и климатических условий, отсутствие потребности в посевах площадей, возможность создания безотходных технологий».

В России весьма перспективно производить биогаз — метан (или водород) из органических отходов. При этом не требуется использовать пищевое сырье и терять полезные площади, к тому же метан в 20 раз сильнее оказывает влияние на парниковый эффект и его утилизация — прекрасный способ борьбы с глобальным потеплением. Получают биогаз в так называемых метантанках с помощью метанобразующих бактерий. Трудно перечислить все виды отходов для производства биоэтанола — это навоз, отходы многочисленных пищевых производств, фекалии, бытовые отходы, те же водоросли, органический мусор, растительные отходы и т.д. В России на агропредприятиях производится ежегодно около 800 миллионов тонн отходов, из которых можно получить около 70 миллионов кубометров биоэтанола, при сжигании которого — около 110 миллионов кВт·ч электроэнергии. Метан-танки устанавливаются на свалках, на очистных сооружениях пищевых производств, они могут и оттапливать биоэтанолом. После решения проблемы раздельного сбора отходов в России можно было бы резко сократить площади полигонов твердых бытовых отходов.

На биохимическом заводе биотопливо проходит тщательную проверку в лаборатории.

Производство биотоплива, несомненно, имеет множество положительных моментов. Однако, как говорит завлаб Института химической физики РАН доктор химических наук Владимир Артунов: «Довольно простые оценки, которые еще 40 лет назад сделал Петр Капица, показывают невозможность обеспечить за счет возобновляемых источников энергии уровень энергопотребления развитых стран для всего населения Земли. Следует указать и на этическую сторону вопроса получения биотоплива. Более 2 миллиардов людей в мире испытывают серьезные недостатки продуктов питания. Из-за роста потребности в этаноле и соответствующего роста цен на зерно растут цены и на свинину, говядину, мясо птицы, молоко и т.д. А в России мы еще и не в состоянии полностью обеспечить свои потребности в продовольствии. И вообще, когда слышатся ажиотажный бум, место биотоплива в мировой энергетике не превысит нескольких процентов в мировом энергобалансе».

Справка

Российские автопроизводители также работают над созданием биотопливных машин. Так, еще в 2008 году три Лады Калины, заправленные смесью биобутанола и бензина, проехали 4 тысячи километров от Иркутска до Тольятти. Биотопливо для авто произвел Тульский гидролизный завод из отходов лесопереработки щепы и опилок. В 2010 году в ноябре прошел еще один тысячекilометровый автопробег Киров-Москва. Лада Калина на биотопливе прошла испытание и в городских условиях. Год назад создан и биотопливная Лада Гранта. Однако, по мнению производителей, маркетинговые параметры не позволяют рассматривать этот проект как самодостаточный.

### Российская Газета

УЧРЕДИТЕЛЬ  
ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКАЯ ГАЗЕТА  
ГАЗЕТА ИЗДАЕТСЯ С 11 НОЯБРЯ 1990 ГОДА

Главный редактор  
«Российской газеты»:  
Владислав Фролин  
Адрес редакции:  
ул. Промыш., 24, стр. 4, Москва 125993  
ФЕДУ «Российская газета»  
Адрес Интернет-центра:  
Телефон: 8 499 257 5650.  
Факс: 8 499 257 5892

Генеральный директор  
ФЕДУ «Российская газета»:  
Иван Нестим  
Адрес редакции:  
ул. Промыш., 24, стр. 4, Москва 125993  
340 «Издательство «Российская газета»  
Телефон: 8 499 257 5362  
Факс: 8 499 257 5127  
Подписные индексы:  
на год — 10842, 17956, 60598, 24206  
на квартал — 36202, 55868, 30209, 75589, 24201, 24203,  
24205, 24201, 01107, 01261  
Комплекты — 17991, 40912, 40940, 12548, 12591

Заказы на размещение рекламы в «РГ» и ее приложениях:  
Телефон: 8 499 257 3752, 786 6787, факс: 8 499 257 5764, 8 499 257 5041, reklama@rg.ru

Справки по подписке и доставке: тел. 8 499 257 5127  
по розничным продажам: 8 499 257 4023, 8 800 100 111 [звонок бесплатный]  
Справки по вопросам экономики: тел. 8 499 257 5380, econom@rg.ru  
политика: тел. 8 499 257 5970, politika@rg.ru, официальные публикации: тел. 8 499 257 5396, official@rg.ru, межведомственный: тел. 8 499 257 5983, interved@rg.ru,  
региональной сети: тел. 8 499 257 3603, advecent@rg.ru;  
телерадиорегистр: тел. 8 499 257 5620, dpr@rg.ru;  
спортивная: 8 499 257 5845, sport@rg.ru; опубликования: 8 499 257 5256, biblioteka@rg.ru;  
общества: society@rg.ru; новости: тел. 8 499 257 5348, hotnews@rg.ru;  
культуры: тел. 8 499 257 5111, culture@rg.ru

Отпечатано:  
АО «Печатно-полиграфический комплекс «Экстра-М»  
143405, Московская обл., Красногорский р-н,  
г. Красногорск, индустриальный «Восток», 23 км, владение 1, дом 1  
Время подписки и печати:  
Пятница: 18:00  
Фактически: 18:00  
Дата выхода в свет: 24.06.2016 г.

Региональные филиалы ФГБУ «Редакция «Российской газеты» в городах:

Армавирский (883) 20-40-59 armb@rg.ru; Барнаульский (385) 66-72-37 barb@rg.ru; Бийский (385) 321-01-15-10 biyb@rg.ru;  
Брянский (481) 421-59-09 bryb@rg.ru; Брестский (481) 421-59-09 bryb@rg.ru; Брестский (481) 421-59-09 bryb@rg.ru;  
Волгоградский (844) 92-35-08 volg@rg.ru; Воронежский (473) 250-23-05 voron@rg.ru; Екатеринбургский (343) 371-24-84 yek@rg.ru;  
Иркутский (395) 238-83-82 irkb@rg.ru; Казанский (843) 284-41-47 kazb@rg.ru; Калининградский (401) 251-10-10 kalib@rg.ru;  
Камчатский (384) 325-40-59 kam@rg.ru; Краснодарский (861) 259-71-71 krasb@rg.ru; Красноярский (391) 274-48-49 krasb@rg.ru;  
Москва (8152) 66-74-24 msk@rg.ru; Нижний Новгородский (831) 214-95-95 nnov@rg.ru; Новосибирский (383) 223-80-29 nno@rg.ru;  
Омский (3812) 25-80-15 omsk@rg.ru; Пермский (342) 234-56-55 per@rg.ru; Ростов-на-Дону (863) 261-91-41 rostov@rg.ru;  
Самарский (846) 242-75-28 samarb@rg.ru; Саратовский (845) 271-15-37 sara@rg.ru; Ставропольский (865) 274-48-48 stavr@rg.ru;  
Томский (3843) 75-29-84 tom@rg.ru; Уфа (347) 276-42-40 ufab@rg.ru; Хабаровский (421) 231-61-60 hab@rg.ru; Челябинский (351) 277-78-88 chel@rg.ru;  
Южно-Сахалинский (4242) 43-20-49 yso@akpress.ru; Якутский (4112) 42-20-54

Приложение является составной частью «Российской газеты» и распространяется только в составе газеты

Свободная цена  
ТМ № 16-06-0030