

Нефте-газовый сектор: основные направления приложения инновационных решений

*В.А. Цветков, доктор экономических наук, профессор,
зам. директора Института проблем рынка РАН*

Статья подготовлена при поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда,
проект 06-02-00003а

Экономический рост сегодня сконцентрирован в экспортно-сырьевом секторе. В других отраслях, даже в экспортноориентированных, если назвать вещи своими именами, – стагнация. Именно нефть и газ (точнее, взметнувшиеся до небес цены на них) позволили создать стабилизационный фонд в стране и подретушировать розовым цветом показатели экономического развития и роста ВВП. Но что же скрывается за успокаивающими общими итогами?

Высокие темпы роста экспорта в первую очередь связаны с благоприятной ценовой конъюнктурой в 2005 г.: цены на нефть выросли на 36,2%, в то время как физический объем экспорта увеличился всего на 3,4%¹. Получается следующая картина: если с 1999 по 2004 г. рост физического объема экспорта нефти из России сопровождался и повышением цен (что и привело к существенному увеличению экспортных доходов и, соответственно, ВВП), то в 2005 г. снижение темпов прироста физического объема экспорта было компенсировано уже лишь резким ростом мировых цен на нефть. Можно сделать следующее предположение: в российском экспорте сырьевых товаров наступает перелом тенденций, а именно сокращение физических объемов на фоне хорошей ценовой конъюнктуры.

Но почему, несмотря на столь сверхвысокие мировые цены на нефть происходит торможение роста физических объемов экспорта, ведь это основа сегодняшнего благополучия нашей страны, так как, по большому-то счету, нам и экспортировать больше нечего? А вот почему.

Во-первых. *Резкое сокращение прироста добычи нефти и газа.* В 2005 г. сократился прирост добычи нефти в России: если с 1999 по 2004 г. добыча нефти возросла с 305 млн тонн до 460 млн тонн, или на 8,6% в среднем за год, то в 2005 году прирост добычи достиг всего лишь 2,2% (или 10 млн тонн)². В 1970 г. фонтанным способом добывалось 51,9% нефти, в 2004 г. всего лишь 6,4%; за тот же период среднесуточный дебит одной скважины сократился почти 3 раза (таб. 1).

Одновременно в последние 15 лет из года в год происходит постоянное падение нефтеотдачи пластов: снижается коэффициент нефтеотдачи³, растут безвозвратные потери разведанных месторождений (рис. 1).

Справедливости ради нужно сказать, что этот процесс начался еще в СССР, примерно с 1960 г. Однако в этот период в стране происходила масштабная разведка и открытие все новых и новых месторождений. Начиная с 90-х годов, приоритет в стратегиях нефтяных компаний долгое время принадлежал добыче нефти из активных запасов, при этом трудноизвлекаемые запасы игнорировались. Теперь следует

¹ Например, если средняя цена барреля Urals составила \$50, увеличившись по сравнению с соответствующим периодом 2004 г. на 46,7%, то темпы сокращения физического объема нефтеэкспорта составили всего 0,9% годовых.

² По прогнозам Минпромэнерго РФ, в 2006 г. добыча нефти составит 479-484 млн. т, что на 1,9-2,9% больше аналогичного показателя 2005 г.

³ До 1991 г. коэффициент нефтеотдачи входил в число важнейших показателей освоения новых технологий. Он включался в Государственный план СССР и жестко контролировался Государственным комитетом по науке и технике.

признать, что, своего рода, снятие сливок в следствии хронического форсирования нефтедобычи из высокодебитных скважин близко к завершению.

Таблица 1

Отдельные технико-экономические показатели работы нефтедобывающей промышленности⁴

Показатели	1970	1975	1985	1990	1995	2000	2003	2004
Добыча, включая газовый конденсат (млн. тонн)	285	411	542	516	307	324	421	459
Индекс промышленного производства нефтедобывающей промышленности (в % к предыдущему году)	107,0	108,0	96,3	93,6	96,3	105,9	111,2	108,6
Добыча нефти по способам эксплуатации скважин, в % от общего объема добычи								
Насосный	47,6	52,3	62,9	81,0	87,2	89,6	91,3	92,0
Компрессорный	0,5	1,7	11,4	7,0	3,6	1,5	1,0	0,9
Фонтанный	51,9	45,9	25,6	12,0	9,0	8,5	7,6	6,4
Среднесуточный дебит одной скважины, т	27,9	29,4	13,7	11,6	7,5	7,5	9,4	10,1
Объем бурения на нефть, млн. м								
Эксплуатационного	4,3	7,3	25,7	32,7	10,2	9,3	9,1	8,3
Разведочного	3,0	3,2	4,3	5,2	1,4	1,5	1,0	0,8

Наблюдается также и падение газодобычи на основных месторождениях. По данным Росстата добыча газа в России в 2005 г. увеличилась на 1,13% по сравнению с 2004 г. и составила 640 млрд 633,6 млн куб. м.⁵ При этом добыча природного (естественного) газа в РФ в 2005 г. выросла на 0,5% по сравнению с 2004г. – до 636 млрд куб. м. Соответственно, замедлился и рост физического объема экспорта энергоресурсов.

Возможности увеличения экспорта энергоресурсов ограничивает и рост их внутреннего потребления в условиях промышленного роста за период 1999-2005 гг. Экспорт нефти и нефтепродуктов уже сейчас составляет около 70% ее добычи, тогда как в 1999 г. доля экспорта составляла 55%. Газопотребление в стране еще в 2004 г. вышло на показатели, запланированные лишь на 2020 г. В то же время падение добычи на большинстве месторождений у самого «Газпрома» не смогло обеспечить покрытие дефицита газа. Уже в 2006 г. разрыв между внутренним спросом на газ и поставками

⁴ Российский статистический ежегодник. Официальное издание 2005. Российская служба государственной статистики. С. 397-398.

⁵ По прогнозам Минпромэнерго РФ, в 2006 г. добыча газа увеличится на 1,4-1,6% по сравнению с 2005г. – до 644,5-646 млрд. куб. м., что составит 8,9-10,4 млрд. куб. м к уровню 2005 г.

«Газпрома» на внутренний рынок составят 100 млрд кубометров. К 2010 г. масштабы дефицита (несоответствия между объемами собственной добычи, возможностью внутреннего потребления и экспорта газа) могут достичь 120 млрд кубометров, а к 2020 г. – 343 млрд кубометров⁶. Между тем Россия опережающими темпами начала заключать межправительственные договоры о новых поставках газа в страны Европы и Китая.

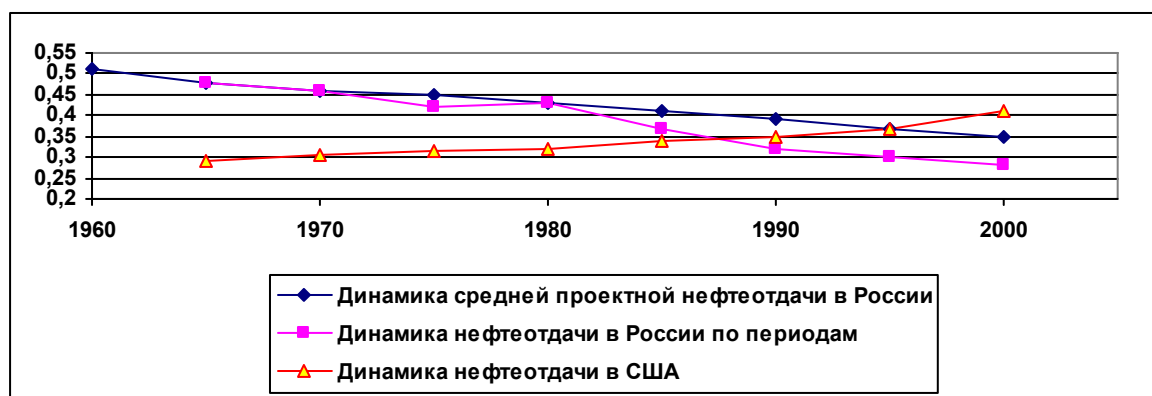


Рис. 1. Показатели нефтеотдачи месторождений России и США

Во-вторых. *Приращение запасов нефти и газа отстают от роста уровня их добычи.* Теоретически запасов нефти и газа на территории России хватит лет на сто. Практически, при сохранении существующего порядка вещей, нефте-, газодобывающую отрасль страны уже к 2013 г. ожидает серьезный кризис. Действующие месторождения истощаются.

Разведанные на сегодняшний день нефтяные ресурсы России составляют 21,7 млрд тонн в усредненном нефтяном эквиваленте. При этом технически доступных для добычи из них всего половина⁷.

Дешевый газ, лежащий в основе российской энергоцепочки, также кончается. Месторождение Заполярное, введенное «Газпромом» в 2002 г., было последним с относительно низкой себестоимостью добычи. «Газпром» уже давно отстаёт в графике ввода в строй крупнейших месторождений природного газа (Ямал, Штокман, Ковыкта).

Но разве может ситуация складываться по другому, если хоть и при незначительном, но росте добычи нефти и газа, происходит постоянное сокращение работ по разведочному бурению (таб. 1). Прежде в стране постоянно велась разведка и подготовка новых, которые вводились в эксплуатацию взамен выбывающих. Но сейчас этого не происходит. Геологоразведка как отрасль практически прекратила своё существование. Иными словами, в стране сегодня нет геолого-разведочных организаций, которые могли бы выполнить поиск новых месторождений.

В следствии недоинвестирования геологоразведки в течение 15 последних лет «недоразведано» около 2,5 трлн. кубических метров газа и более 1 млрд. тонн нефти, в эксплуатацию введено новых нефтяных скважин на 1,1% меньше, чем в 2004 г.

В-третьих. *Неэффективное использование энергоресурсов.* Нефтепереработка остается неэффективной – выход светлых фракций у нас по-прежнему критически низок, НПЗ, за исключением считанных единиц, не модернизируются.

⁶ Эксперт №14, 2006 г. Стр. 32.

⁷ Рентабельны для добычи при цене \$100 за баррель имеют 33% нефтяных ресурсов, при цене \$55 – 20%, а \$40 – лишь 9%. Эти соотношения базируются на современных освоенных технологиях добычи и транспортировки нефти.

Средний выход бензина с одной тонны переработанной нефти в России составляет всего 16%, в Европе этот показатель выше в 2,5 раза, а в США – в 3 раза. Фактически это означает, что никакого ценового преимущества у российских производителей вследствие того, что мы являемся экспортирующей нефть страной, сегодня нет. Получая даже по большей цене сырую нефть, американцы имеют более дешевый бензин, поскольку с тонны нефти производят не 160 кг топлива, а в три раза больше (таб. 2). В результате средняя цена бензина марки «регуляр», которая соответствует нашему АИ-95 по разным штатам в США составляет \$2,226 за галлон⁸ (или 59 цента за литр, или 15,82 руб./л)⁹, что примерно на 17% дешевле чем в России (20,0 руб./л).

Таблица 2

Выход моторного топлива и топочного мазута в нефтепереработке

Страна/Регион	Объем переработки нефти (млн т год)	Выход топлива (% в пересчете на нефть)			
		Автобензин	Дизельное топливо	Реактивное топливо	Мазут
Россия	185	15,6	28,2	3,6	32,1
США	801,5	43,3	23	8,9	5,4
Канада	96,8	33,4	28,8	4,1	7,5
Западная Европа	94,81	22,9	39,4	5,2	14,4

Таким образом, даже в качестве сырьевого придатка Европы мы могли бы получать намного большую выгоду, модернизировав своевременно нефтеперерабатывающие заводы. Пока структура и низкое качество российских нефтепродуктов приводят к тому, что они экспортируются как вторичное сырье, с соответствующими ценовыми скидками. По последним оценкам, только при экспорте дизельного топлива нынешнего качества российские компании теряют до \$2 млрд в год.

Не только нефть, но и газ, поставляемый на ТЭС мы используем чрезвычайно неэффективно: парогазовый цикл с КПД 60%, изобретенный в СССР еще в 50-е годы XX-го столетия, из энергетически развитых экономик сейчас массово не внедрен только у нас – мы довольствуемся КПД в 35-37%.

И так, сегодня успехами основной экспортной отрасли страны гордиться особенно не приходится. По прогнозам Кембриджской ассоциации энергетических исследований (CERA) к 2010 г. позиции России на мировом рынке нефти существенно ослабнут: скажется стагнация добычи, начавшаяся еще в 2004 г. На снижение национального экспорта повлияют и внешние тенденции: в 2005 г. пройден пик мировых цен на нефть.

Падение добычи углеводородов и отсутствие инвестиций в разведку новых месторождений, ориентация всех новых проектов на их экспорт, низкий КПД производства электроэнергии внутри страны, чудовищная энергоемкость нашей экономики, настоятельно требуют внедрения инновационных решений в энергетический сектор российской промышленности.

Рассмотрим основные направления приложения инновационных решений в нефтегазовом комплексе.

⁸ Средняя за неделю по состоянию на 16 октября 2006г. розничная цена бензина в США.

⁹ 1 американский галлон составляет 3,785 литра.

Направление 1. «Развитие ресурсной базы». Чтобы поддерживать или наращивать добычу энергоресурсов, России нужно развивать ресурсную базу, нужно начинать разработки в неосвоенных районах. На смену западносибирским месторождениям должны прийти регионы Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также месторождения на морском шельфе. К 2020 г. в этих районах необходимо прирастить 2,9 млрд. тонн запасов нефти и 3,8 трлн кубометров газа¹⁰. Но добиться этого можно только при условии ведения геолого-разведочных работ на уровне советских времен, причем необходимо как раз кардинальное увеличение объемов поисково-разведочных работ, прежде всего в новых районах, характеризующихся масштабными оценками прогнозных ресурсов нефти и газа.

Новые технологии, разумеется, могут существенно увеличить долю и стоимость доступных ресурсов, однако нарастить объем собственной добычи в среднесрочной перспективе будет крайне сложно – для этого необходимы новейшие технологии. Выделенных на 2006 г. \$280 млн на проведение геолого-разведочных работ по всей стране явно недостаточно. До 2022 г. только в геологоразведку придется вложить \$47 млрд, то есть \$3 млрд ежегодно. Если у государства нет требуемых средств, а ограничивать объемы экспорта энергоресурсов невыгодно и политически недальновидно, то выход из данной ситуации может быть следующим: либо допустить к крупным месторождениям иностранных инвесторов, либо побудить российские компании активней внедрять (импортировать) передовые технологии.

Направление 2. «Энергосбережение». Российская экономика тратит на производство единицы ВВП больше всех в мире топлива. Если в развитых странах в последнее двадцатилетие на каждый процентный пункт прироста ВВП приходилось не более 0,4% прироста потребления топливно-энергетических ресурсов, то в России этот показатель превышает 0,5%.

Эффективность использования добытых на территории России энергоносителей отстает не только от развитых, но и от многих развивающихся стран. Так, если в России уровень потребления энергоресурсов составляет 0,5 кг нефтяного эквивалента на каждый доллар ВВП, оцененного по паритету покупательной способности, то в большинстве развитых стран он составляет 0,2 кг. Даже в странах Скандинавии и Канаде, где климатические условия близки к российским, этот показатель равен соответственно 0,22 и 0,3 кг (рис. 2).

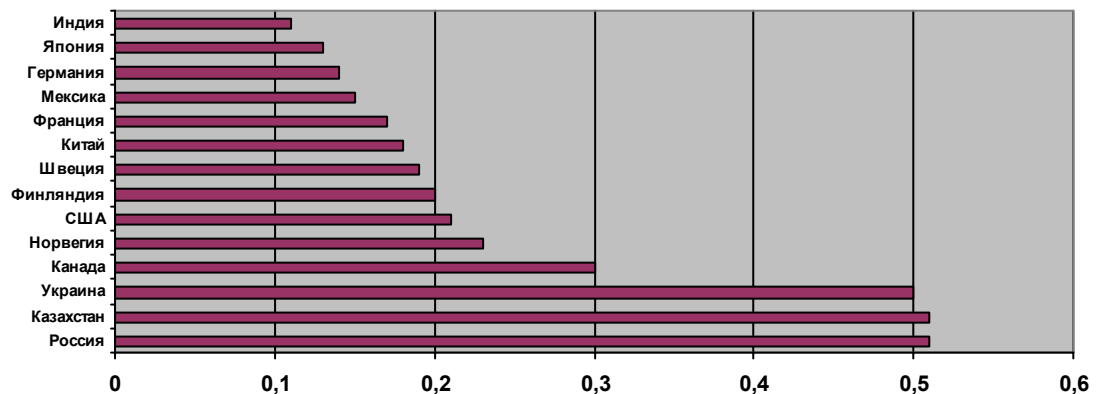
Дешевая энергия не создает стимулов к внедрению новых технологий. В 2005 г. российские предприятия покупали газ в 6 раз, а уголь – в 3 раза дешевле своих европейских конкурентов. За электричество наши компании платят \$0,03 за кВт·ч против \$0,05 за кВт·ч в США, \$0,07 за кВт·ч в Германии и \$0,17 за кВт·ч в Италии.

В России вполне рентабельно производство этилена, хотя на 1 тонну этого важнейшего для химической промышленности полуфабриката нужно потратить 91 тонну условного топлива. В Японии, для сравнения, порог рентабельности – 18 тонн. Удельное потребление энергоресурсов на тонну стали на предприятиях черной металлургии России на 32-45% выше, чем на за рубежом; на тонну алюминия, меди, никеля – от 30 до 100% больше, чем у иностранных конкурентов¹¹. В результате Россия

¹⁰ До этого новые разведанные ресурсы появляются пока не благодаря открытию крупных месторождений, а за счет доразведки имеющихся и переоценки уже действующих.

¹¹ Поэтому экспорт российского алюминия в нынешних масштабах возможен только благодаря дешевой электроэнергии. При росте цен можно обрушить все энергоемкие отрасли – цветную металлургию, химическую промышленность.

сегодня по показателю энергорасточительности занимает 10-е место в мире. Энергоемкость российского ВВП в 2,5 раза выше американского¹².



килограмм нефтяного эквивалента в год/долл. ВВП
по паритету покупательной способности

Рис. 2. Расход топлива на производство единицы ВВП.

Поэтому, если исходить из планов удвоения ВВП к 2010 г., для удержания экспорта нефти и газа на достаточном уровне России необходимо выйти на уровень снижения энергоемкости на 4,8% в год. Сделать это возможно только в случае проведения в масштабах страны не просто активной, а по-настоящему революционной политики повышения энергоэффективности.

В сложившихся условиях необходимо не только системное решение о внедрении энергосберегающих технологий. Энергосбережение должно остаться делом государственным.

Во-первых, это связано с объемом затрат. Общая величина требуемых инвестиций в проекты по энергосбережению оцениваются Минпромэнерго РФ в \$50-70 млрд. до 2010 г. По отраслям промышленности в качестве приоритетных прежде всего следует выделить черную металлургию (доля энергозатрат в себестоимости продукции – 20-25%), цветную металлургию (15-20%), химию и нефтехимию (25-30%).

Во-вторых, раз уж государство сдерживает рост цен на газ и электроэнергию, оно вправе в ответ требовать от промышленных потребителей более аккуратного отношения к дешевым ресурсам. Для начала необходимо воссоздать Госэнергонадзор, упраздненный в 2004 г. в ходе административной реформы. Эта структура проводила регулярные обследования предприятий, выясняла, насколько рационально там расходуются топливо и электроэнергия, и при необходимости выдавала предписания и налагала штрафы. Сейчас все надзорные функции растворены в единой структуре – Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору. Другая мера – доплачивать за бережливость из казны (и тем самым подтолкнуть инновации в энергосберегающих технологиях). Предприятия, которые внедряют энергосберегающие технологии, должны получить право не платить хотя бы часть региональных налогов. Фактически речь идет о восстановлении для энергосберегающих проектов инвестиционной льготы по налогу на прибыль.

Если не будут приняты целенаправленные государственные программы энергосбережения¹³, мы так и будем потреблять на каждый новый пункт ВВП

¹² В 2005 г. энергоемкость российского ВВП составляла 84,2% от уровня 1990 г. Но причина тут не в том, что кто-то прилагал к этому целенаправленные усилия. Все дело в структурной перестройке экономики. Сфера услуг и торговля стали быстро наращивать свою долю в ВВП, а они не столь энергоемки, как промышленность.

непозволительно много энергии. В то же время в результате экономического роста внутреннее потребление энергоносителей будет расти гораздо более быстрыми темпами. Это, в свою очередь, означает, что уже в ближайшие годы стране придется либо сокращать экспорт энергоносителей, либо отказаться от надежд на экономический рост.

Направление 3. «Разработка новых конструкционных материалов для энергомашиностроения и передачи электроэнергии». Добытую электроэнергию нужно преобразовать и передать потребителю, желательно с минимальными потерями. В США, Японии и Европе более 60% вырабатываемой электроэнергии проходит через полупроводниковые преобразователи. В России сейчас через такие преобразователи проходит около 30% энергии. Несложные подсчеты показывают, что повышение этой цифры до мирового уровня позволит экономить около 15% энергии – столько, сколько сегодня суммарно вырабатывают атомные станции и гидроэнергетика¹⁴.

Основными активными элементами преобразователя являются силовые полупроводниковые приборы, а основным полупроводниковым материалом в течение уже почти полувека служит монокристаллический кремний. Однако уже достаточно давно стало ясно, что карбид кремния (SiC) по своим физическим свойствам является гораздо более перспективным материалом. Он имеет на порядок большую напряженность поля лавинного пробоя, втрое большую теплопроводность и вдвое – насыщенную скорость электронов. Рабочая температура у него примерно втрое выше, на два порядка выше радиационная стойкость. Такое сочетание параметров позволяет резко улучшить характеристики практически всех приборов силовой электроники и преобразователей на их основе.

В 80-х годах СССР не просто лидировала в области SiC-технологий, а была фактически монополистом в этой области¹⁵. Но в 1991 г. в результате «экономических перемен». Финансирование работ полностью прекратилось. В США при широкой государственной поддержке работы в области SiC-технологий очень быстро развиваются с нарастающим темпом. Отставание России в этой области реально грозит стать безнадежным.

Направление 4. «Изменение структуры потребления энергоресурсов». Структуры потребления энергоресурсов в мире и в России различаются весьма существенно (рис. 3, 4).

Основа нашей энергетики – газ (52%), тогда как в мировой системе этот сектор более чем вдвое меньше за счет использования нефти, угля и ядерной энергии. Внутри маленьких 3-процентных секторов прочих энергоресурсов различия также значительны. Если в России основная его составляющая – гидроэнергетика, то в остальном мире – энергия солнца и ветра, и эта составляющая растет с каждым годом довольно заметно.

Всего за 20 лет – с 1980 по 2000 г. – Франция и Япония добились радикального изменения структуры потребления энергии. Франция снизила потребление нефтепродуктов в 10 раз, угля – в 5, а газа – в 3 раза за счет усиленного развития

¹³ Госдума еще в 1996 г. приняла закон об энергосбережении, а позднее к нему присоединилась и федеральная целевая программа «Энергоэффективная экономика», рассчитанная до 2010 г. Закон разрешил губернаторам формировать за счет тарифов специальные энергосберегающие фонды, из которых можно профинансировать ряд региональных программ. Однако через энергосберегающие фонды в 2003 г. прошло всего 2,7 млрд руб., а, по оценкам Минпромэнерго, только в 2006-2010 гг. на энергосбережение надо потратить 102,4 млрд руб. В результате федеральная программа была сочтена неэффективно и по настоянию Минэкономразвития с 2006 г. закрыта.

¹⁴ Наука и жизнь №3, 2006. стр. 3

¹⁵ Предполагалось, что к 2015 г. подавляющая часть военной и общепромышленной силовой электроники перейдет на карбид кремния.

атомной энергетики. Япония также почти втрое уменьшила свою зависимость от ввозимых нефтепродуктов за счет строительства АЭС и использования дешевых углей.

Зависимые от экспорта нефтепродуктов и газа страны под угрозой неизбежного истощения мировых запасов углеводородов давно уже разрабатывают самые различные программы действий. В ФРГ действует национальная программа, стимулирующая установку солнечных батарей для энергоснабжения жилищ, согласно которой власти платят владельцу жилья за произведенное таким способом электричество. В Европе, США, Китае все активней используется энергия ветра, развиваются методы производства топлива из биомассы и бытовых отходов. Уже сегодня суммарная мощность европейских заводов, производящих биотопливо (биогаз, биодизель, соя-керосин, коксо-дизель, рапсо-бензин), достигает сотен тысяч тонн в год. Считают, что в 2010 г. около 7% топлива в Европе будет «зеленым».

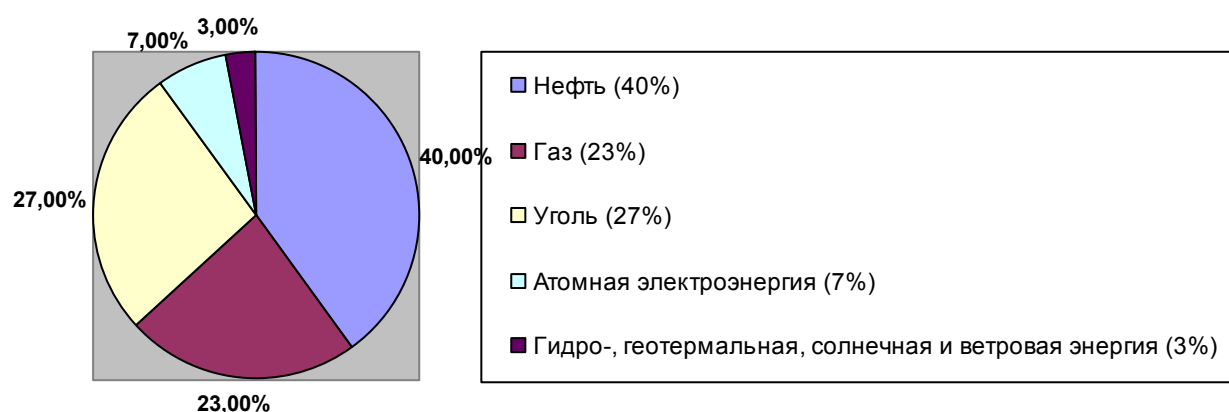


Рис. 3. Структура потребления энергоресурсов в мире.

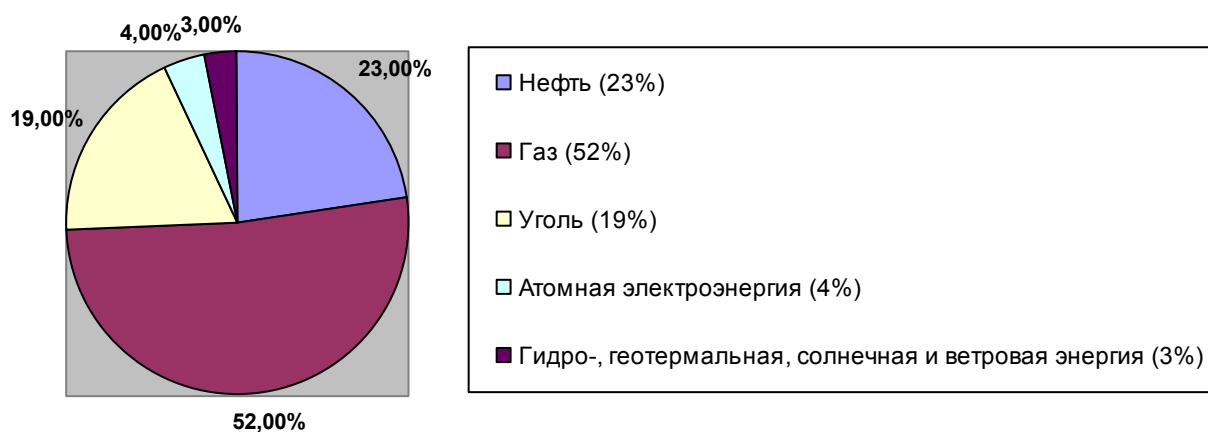


Рис. 4. Структура потребления энергоресурсов в России.

России, в стратегическом плане, также необходимо повышать роль угля, атома, возобновляемых источников энергии, постепенно снижая роль газа в энергобалансе страны. Для решения этой задачи необходимо сосредоточиться на инновационной деятельности по следующим направлениям.

Направление 4.1 «Повышение эффективности способов сжигания углеводородов». В технологическом плане тепловой энергетике нужны более эффективные способы сжигания углеводородов (на базе уже известных технологий – газотурбинных, парогазовых, газовых, в твердотопливных котлах кипящего слоя, в

классических топках пылеугольных станций, в том числе работающих на так называемых сверхкритических параметрах).

1) Необходимо внедрение новых технологий сжигания угля – за счет предварительного обогащения «тощих» углей, использования низкосортных углей и угольных шламов в виде водоземлюльсионных смесей, вихревых способов сжигания. Нужны и изыскания для развития новых технологий применения угля в различных типах станций с использованием продуктов угольной газогенерации.

2) Перспектива развития большой энергетики России – парогазовые установки, электрическая эффективность которых всегда выше 50%. Но чтобы поставить производство на поток нужен внятный сигнал государства о том, что продукция будет востребована и имеет смысл ставить ее в серию. На государственном уровне необходимо ввести законы, которые бы буквально запрещали строить новые газовые электростанции на паровых турбинах и прямо обязали бы при модернизации станций ставить и на ТЭЦ, и особенно на конденсационных станциях блоки ПГУ. Дороговизна газа приведет к еще большему толчку для перехода отрасли на парогазовые установки.

Направление 4.2 «Атомная энергетика: реакторы на быстрых нейтронах». Сокращение потребления газа и вывод атомной энергетики на передовые позиции основан на движении в сторону реакторов на быстрых нейтронах, использующих плутоний как запал и природный (необогащенный) уран как топливо. При этом плутоний в процессе воспроизводится и получается замкнутый топливный цикл. В противном случае если в ближайшее время не будет предпринято шагов по внедрению в промышленность «быстрых реакторов», то можно будет оказаться в стратегически плохой ситуации и своей ядерной энергетике через сто лет у нас может и не быть.

Направление 4.3 «Возобновляемые источники энергии». В целях сокращения потребления нефти и газа, также необходимо сконцентрировать усилия по разработке и организации массового производства локальных энергоустановок с использованием возобновляемых источников (энергии ветра и Солнца, водных ресурсов рек, морского прилива и отлива, термальных источников, биотоплива, отходов лесопереработки, твердых бытовых и сельскохозяйственных отходов и др.).