

# ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА: ПРОГНОЗ ДО 2040 ГОДА

ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ РАН,  
ЧЛЕН БЮРО ОТДЕЛЕНИЯ  
ЭНЕРГЕТИКИ,  
МАШИНОСТРОЕНИЯ,  
МЕХАНИКИ И ПРОЦЕССОВ  
УПРАВЛЕНИЯ РАН  
Алексей Александрович  
Макаров



Россия является одним из главных участников международных энергетических рынков. Большая доля экспорта в продукции топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и его уникальная роль в формировании ВВП и бюджета страны делают исследование будущего мировой энергетики необходимым для разработки энергетической стратегии и прогнозирования развития ТЭК и всей экономики страны.

Ситуация в мировой энергетике в последние годы серьезно меняется. Глобальный кризис сопровождался резкими скачками цен на углеводороды, замедлился рост спроса и обострилась конкуренция на традиционных для России энергетических рынках; а главное – новые технологии уже перекраивают международную торговлю углеводородами в неблагоприятном для России направлении. Поэтому сейчас для нас особенно актуальны исследования вариантов развития мировых энергетических рынков и разработка регулярно актуализируемых прогнозов мировой энергетики на собственной исследовательской базе. Эти соображения побудили Институт энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН) разработать методологию и информационную базу долгосрочного прогнозирования развития мировых энергетических рынков и совместно с Аналитическим центром при Правительстве Российской Федерации (АЦП) в инициативном порядке подготовить «Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года» (Прогноз-2013). Он направлен не столько на прогнозирование потребления и производ-

ства энергии, сколько на исследование конъюнктуры рынков топлива (жидкого, газового и твердого) и прогноз цен, что представляется более актуальным при начавшейся глубокой трансформации мировых энергетических рынков. Основная его цель – оценить новые тренды рынков углеводородов, их изменения при ожидаемых технологических прорывах и последствия для энергетики и экономики России. Для этого были разработаны:

- базовый сценарий развития мировой энергетики и топливных рынков – преимущественно на основе уже освоенных энергетических технологий;
- версии этого сценария при успехе или провале начатых технологических прорывов в производстве углеводородов и их заменителей («сланцевый прорыв», «сланцевый провал», «электромобильный мир» и др.);
- прогнозы развития энергетики России при трансформациях мировых рынков топлива с оценкой их влияния на экономику страны.

## БАЗОВЫЙ СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И РЫНКОВ ТОПЛИВА

Ключевой для энергетического прогноза показатель – спрос на разные виды энергии – естественно (но не однозначно) определяется динамикой демографии и экономики страны, региона и мира в целом. Основным драйвером роста энергопотребления служит повышение благосостояния населения, при этом главным демографическим показателем является его численность, а развитие экономики с известной условностью характеризует валовой внутренний продукт (ВВП). Соответственно, ключевыми удельными показателями для прогноза спроса служат душевое энергопотребление и энергоемкость ВВП.

По среднему сценарию последнего демографического прогноза ООН в 2040 году население планеты достигнет 8,9 млрд человек при существенном изменении его расселения (табл. 1) и качества жизни.

Таблица 1

## ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ПО РЕГИОНАМ МИРА, МЛН ЧЕЛОВЕК

Регион	2010	2040
Северная Америка	0,46	0,57
Южная и Центральная Америка	0,48	0,59
Европа	0,61	0,64
СНГ	0,28	0,29
Ближний Восток	0,22	0,34
Страны АТР – всего	3,83	4,59
Развитые страны Азии	0,20	0,20
Китай	1,34	1,36
Индия	1,22	1,63
Прочие страны Азии	1,07	1,40
Африка	1,02	1,87

В Прогнозе-2013 для расчетов энергопотребления использованы тренды изменения за последние 30 лет численности населения, экономики и энергетики по 67 группам стран.

В предстоящие 30 лет нет серьезных оснований рассчитывать на сохранение и тем более ускорение темпов роста мирового ВВП относительно предыдущего периода. Тому противодействуют снижение интенсивности основных факторов производства, замедление темпов роста населения, ограничение возможностей прироста территорий с ужесточением проблемы водоснабжения, удорожание основных природных ресурсов (в частности, очередное удвоение цен углеводородов относительно средних за последние 30 лет). Сомнительно, что даже успешный технологический прогресс полностью компенсирует эти негативные процессы. При этом несомненно качественная разнонаправленность развития экономики стран, особенно развитых и развивающихся.

Среднегодовые темпы роста мирового ВВП составят 3,4%. Прогноз экономического роста в развитых странах базируется в основном на продолжении тенденций и параметров постиндустриального развития с дальнейшим сдвигом в сферу услуг. Относительно медленный рост предполагает концентрацию капитала в большей мере на росте эффективности и производительности, нежели на приросте мощностей. В случае политической ориентации на охрану климата и ресурсосбережение приоритетом экономики может стать поддержание образа жизни при более жестких ресурсных ограничениях.

В развивающемся мире выделяется Китай с его уникальной моделью стагнации численности населения. С учетом предполагаемого удвоения ВВП на душу насе-

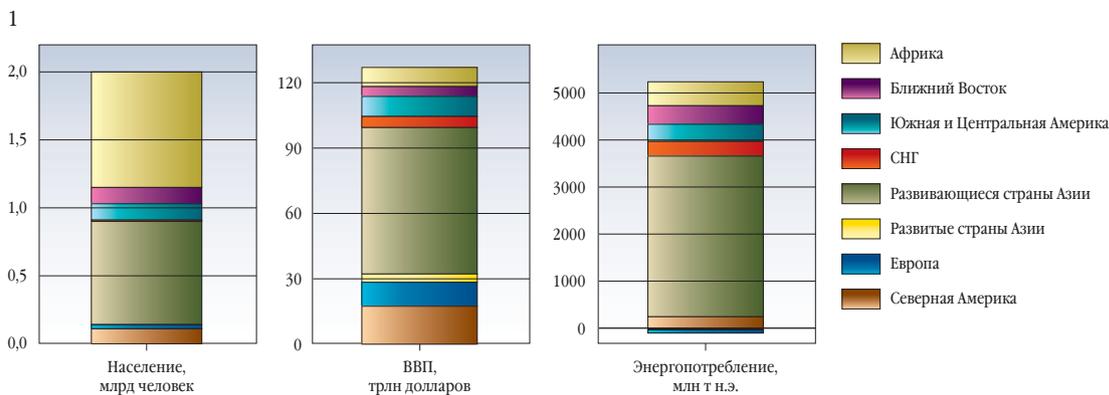
ления ожидается изменение социальной структуры общества на базе массовой «состоятельности», обещанной населению страны. Степень успеха предполагаемой модели развития экономики будет иметь критическое значение для темпов роста Китая и всего мира. До 2020 года Китай станет первой по размерам экономикой мира, в то время как США и остальные страны ОЭСР заметно снизят свою долю в мировом ВВП. Для остальных развивающихся стран характерны темпы роста ВВП выше развитых стран, но ниже китайских.

Сниженный прогноз экономического роста и повышение энергоэффективности определяют более сдержанный прогноз энергопотребления. Согласно Прогнозу-2013 потребление первичной энергии в мире увеличится в 2040 году по отношению к 2010 году на 40% (или в среднем на 1,1% ежегодно), что втрое меньше среднегодовых приростов ВВП и заметно медленнее роста энергопотребления в последние 30 лет (рис. 1).

Заметно изменится региональная структура спроса: с ростом населения в развивающихся странах идет всё более активное смещение туда центров энергопотребления, в то время как развитые страны к 2040 году увеличат свое потребление лишь на 3%, а США и остальные страны ОЭСР после 2020 года практически остановят рост спроса на энергию. Китай сохранит абсолютные приросты, а среднегодовые темпы роста снизятся с 4,8 до 1,9%. Остальные развивающиеся страны дадут полуторный рост: при замедлении темпов роста наращивание ими энергопотребления обеспечит 60% мирового прироста (рис. 2).

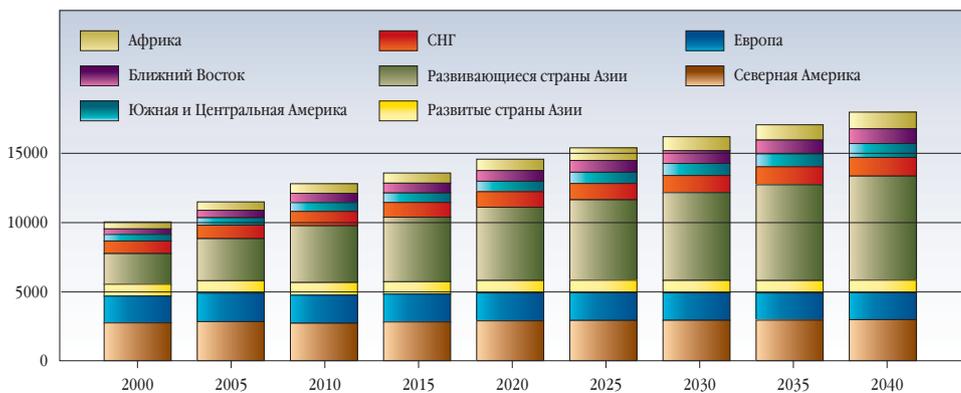
Удовлетворение регионального спроса на энергию потребует увеличения потребления всех видов первичных энергоресурсов.





ПРИРОСТ НАСЕЛЕНИЯ, ВВП И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПО РЕГИОНАМ МИРА В 2040 ГОДУ В СРАВНЕНИИ С 2010 ГОДОМ

2



ПОТРЕБЛЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПО РЕГИОНАМ МИРА (БАЗОВЫЙ СЦЕНАРИЙ), МЛН Т Н.Э.

В перспективе не ожидается радикальных изменений глобальной топливной корзины: углеводороды сохранят безусловное доминирование. Их доля в 2040 году будет составлять 51,4% от суммарного энергопотребления, что лишь на 2,2% меньше, чем в 2010 году. При этом структура мирового энергопотребления будет всё более диверсифицироваться: доли ископаемых видов топлива будут выравниваться (доля нефти снизится до 27%, угля – до 25%, а доля газа увеличится до 25%) и к ним приблизятся остальные источники (в сумме 23%), что усилит межтопливную конкуренцию и повысит устойчивость энергоснабжения.

Доля угля, который демонстрировал наиболее высокие темпы роста в первое десятилетие XXI века, снизится с 28 до 25% – в основном по экологическим соображениям, которые ограничат его использование не только в развитых, но и в развивающихся странах.

Самые высокие темпы роста в прогнозный период покажут возобновляемые источники энергии (без учета гидроэнергии, но с учетом биотоплива): к 2040 году на них придется 13,8% мирового энергопотребления и 12,5% выработки электроэнергии (против 10,9 и 3,7% в 2010 году), что будет обеспечено удешевлением технологий и активной господдержкой.

Заметно увеличится доля расхода первичной энергии для производства электроэнергии – до 47% к 2040 году против 36% в 2010 году. Основной прирост производства электроэнергии (84%) обеспечат развивающиеся страны.

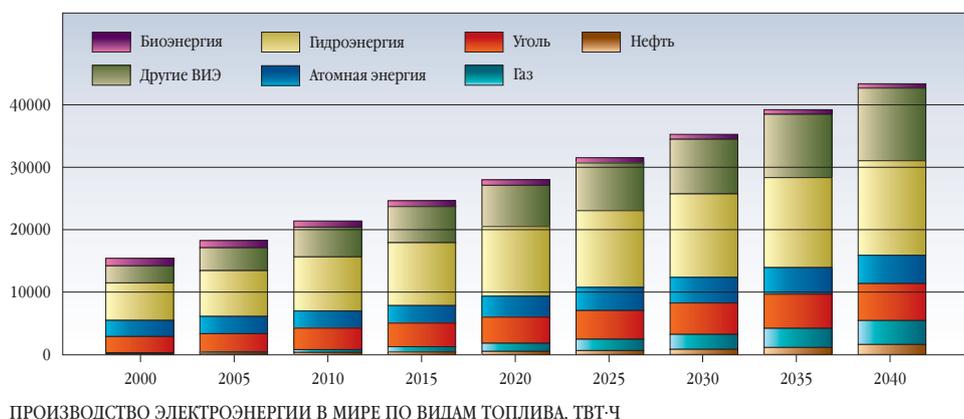
Структура производства электроэнергии (рис. 3) сохранит отличия в развитых и развивающихся странах: если первым удастся перенести фокус на газ и неископаемые источники, то развивающиеся страны будут по-прежнему в значительной степени зависеть от угля (со всеми экологическими последствиями).

Под воздействием роста самообеспеченности углеводородами отдельных регионов будет происходить трансформация структуры мировой торговли. К 2040 году чистый импорт нефти, угля и газа в Северную Америку сменится их экспортом. Импорт энергоресурсов в Европу увеличится на 28%, однако при снижении спроса на нефть основной его прирост придется на природный газ. Развивающиеся страны Азии будут высокими темпами наращивать импорт всех энергоресурсов. Существенное увеличение поставок в Тихом и Индийском океанах изменит направления и объемы межрегиональной торговли энергоресурсами. В межрегиональной торговле газом будет преобладать СПГ (при наращивании объемов поставок и трубопроводного газа).

Следствием растущей самообеспеченности станет регионализация мировых рынков углеводородов. Так, в результате быстрого роста добычи сланцевой нефти в США уже наблюдается формирование значительных различий в ценах нефти разных маркеров: WTI, Brent и др. Одновременно стала усиливаться и регионализация газовых рынков с установлениемкратно различающихся цен в отдельных регионах.



3



Подробнее опишем ожидаемые изменения конъюнктуры основных рынков.

На рынке жидких топлив мировой спрос до 2040 года будет расти в среднем на 0,5% ежегодно и составит 5,1 млрд т (увеличится на 26%). Ускоренный рост спроса ожидается в развивающихся странах. Развитый мир демонстрирует противоположную динамику: остановится рост спроса на жидкие виды топлива в Европе и США, а в развитых странах Азии, особенно в Японии, вообще ожидается заметное снижение потребления. В производстве жидких топлив нефть и газовый конденсат традиционных месторождений дадут 77%. В отличие от прошлых прогнозов, значительно увеличится роль нетрадиционной нефти (сланцевой, битуминозных песчаников и пр.) – до 16,4% от общей добычи (840 млн т в 2040 году). Приросты остальных видов жидкого топлива (230 млн т в 2040 году) будут распределены между биотопливом (5,9%) и производством из газа и угля. Потоки на рынке нефти принципиально изменятся: к 2040 году экспорт сырой нефти ведущими производителями уменьшится по сравнению с 2010 годом на 275 млн т. Прежде всего сокращаются объемы импорта нефти в Европу, что связано со снижением загрузки собственных европейских НПЗ и стагнацией спроса. Северная Америка за счет роста добычи нефти сланцевых плесов в США и битуминозных песков в Канаде становится нетто-экспортером уже после 2025 года. Наиболее перспективным рынком сбыта для сырой нефти остается АТР – единственный регион, где импорт увеличится по сравнению с 2010 годом. Главным изменением расклада сил на мировом нефтяном рынке станет глобальное усиление влияния США, которые уже после 2030 года за счет разработки сланцевой нефти смогут отказаться от импорта углеводородов из всех стран, кроме Канады и Южной Америки, что может вызвать серьезные геополитические сдвиги.

К 2040 году мировое потребление газа вырастет до 5,3 трлн куб. м и более чем на 60% превысит уровень 2010 года. Как и в случае с жидкими видами топлива, основной прирост спроса (81%) обеспечат развивающиеся страны. Столь быстрое увеличение спроса на газ во всех регионах даст толчок развитию газовой генерации, обусловленному нарастающей электрификацией и соответствующим ростом потребления электроэнергии, в развивающихся странах также будет быстро расти

газопотребление в промышленности. Экологические преимущества газа будут поддерживать (но не определять) его роль на отдельных рынках. Среднегодовой рост европейского спроса на газ составит до 0,5% (суммарный прирост – всего 15% с 2010 по 2040 год). Среди остальных стран ОЭСР только Северная Америка будет демонстрировать относительно высокие темпы роста (в среднем 0,8% в год), что обусловлено избытком предложения и низкими ценами на газ. Гораздо интенсивнее потребление газа будет увеличиваться в развивающихся странах: в Азии оно увеличится более чем втрое, удвоится в Южной и Центральной Америке, вырастет на 75–78% на Ближнем Востоке и в Африке. Все регионы мира (за исключением Европы) увеличат производство газа, лидерами роста станут, помимо традиционных поставщиков (СНГ и Ближний Восток – 60 и 95% соответственно к 2040 году), еще и развивающиеся страны Азии, которые утратят добычу. Следом идет Северная Америка с ростом добычи на 40%. При этом после 2020 года в базовом сценарии ожидается стабилизация и даже небольшое снижение добычи газа в США с последующим медленным ростом до 870 млрд куб. м к 2040 году. Прирост будет обеспечен именно за счет сланцевого газа, добыча которого приблизится к 500 млрд куб. м к 2040 году. Развитие международной торговли газом в течение следующих трех десятилетий будет сфокусировано главным образом на азиатском рынке, который, согласно расчетам, должен нарастить нетто-импорт почти на 500 млрд куб. м к 2040 году, превращаясь в крупнейшего в мире импортера газа (что, очевидно, означает необходимость формирования огромной новой инфраструктуры и путей доставки). В базовом сценарии наиболее влиятельными участниками газового рынка в рассматриваемой перспективе, помимо России, станут США и Китай.

Твердые топлива в ближайшие три десятилетия сохраняют свою роль в энергетике и будут обеспечивать около четверти мирового спроса на энергоресурсы. При этом основную роль по-прежнему будет играть уголь. Основной прирост мирового потребления угля обеспечат развивающиеся страны АТР, в особенности Китай и Индия. В странах ОЭСР, главным образом в Европе и США, ожидается снижение спроса на твердое топливо.

Атомная энергетика в базовом сценарии может сохранить сегодняшнюю долю в мировом производстве пер-



вичной энергии (около 6%) при условии почти полного обновления парка реакторов. Хотя сроки эксплуатации многих действующих сегодня атомных реакторов продлятся до 60 лет, в предстоящие десятилетия предстоит вывод из эксплуатации очень больших мощностей АЭС, который не во всех регионах будет компенсирован вводом новых блоков. Наиболее сложной будет ситуация в странах ОЭСР, из-за этого ожидаются случаи скачкообразного кратко- и среднесрочного роста потребности в альтернативных мощностях и наращивании энергетического импорта. После 2020 года мир, вероятно, восстановит те объемы ввода атомных мощностей, которые наблюдались в 1980–1990-х годах, главным образом за счет развивающихся стран, а к концу прогнозного периода страны – не члены ОЭСР по суммарным установленным атомным мощностям обгонят ОЭСР. До 2030 года ожидается достаточно стабильный прирост выработки электроэнергии на АЭС, в 2030–2035 годах производство стабилизируется из-за большого вывода старых энергоблоков, а в следующую пятилетку темпы роста начнут восстанавливаться и в 2040 году будут почти на 60% больше уровня 2010 года. В мировые лидеры ядерной энергетики выйдут развивающиеся страны Азии.

Мировое потребление возобновляемых источников энергии (ВИЭ) к 2040 году достигнет почти 3 млрд т н.э., из них на производство электроэнергии и тепла пойдет 2,7 млрд т н.э. (включая 0,5 млрд т н.э. гидроэнергии), то есть прирост составит 77%. Развивающиеся страны сохраняют лидирующие позиции по потреблению ВИЭ, но по сравнению с 2010 годом их доля сократится с 57 до 49%. Развивающаяся Азия даст 35% прироста ВИЭ, из них 19% придется на Китай.

### ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОРЫВОВ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЫНКИ

Энергетические инновации определяют развитие не только мировой энергетики, но и в значительной степени всей цивилизации. Именно новые энергоносители и энергетические технологии составили основу всех прошедших индустриальных революций. Исследование влияния этих технологических прорывов на конъюнктуру топливных рынков было важной задачей Прогноза-2013. В первую очередь было рассмотрено влияние на них технологий сланцевой нефте- и газодобычи.

#### СЛАНЦЕВЫЙ ПРОРЫВ

Уже сегодня трудно говорить о сланцевом прорыве иначе как о свершившемся факте: за последние 5 лет добыча нефти сланцевых плеев выросла с 8 млн т в 2007 году до 100 млн т в 2012 году, а добыча сланцевого газа – с 40 до 250 млрд куб. м за тот же период. При этом остается ряд факторов, сдерживающих дальнейшее быстрое расширение добычи нефти и газа сланцевых плеев: сравнительно высокие затраты на добычу для сланцевых плеев за пределами Северной Америки (80–140 долларов за 1 баррель и 120–410 долларов за 1 тыс. куб. м), высокий расход воды (до 7 баррелей воды на 1 баррель нефти), риски загрязне-

ния грунтовых вод, почвы и воздуха, неапробированность технологии добычи нефти внутрипластовым ретортингом.

Снятие этих ограничений, позволяя нарастить добычу сланцевой нефти в странах, где она не велась исторически, и «распечатать» сланцевые плеи в засушливых регионах, обеспечит существенное увеличение добычи. Сценарий сланцевого прорыва основан на следующих предпосылках:

- после 2020 года появляется маловодная технология добычи нефти и газа низкопроницаемых пород, в результате чего в эксплуатацию поступают месторождения Китая, Иордании, Израиля, Монголии и др.;
- снимаются экологические ограничения на добычу нефти и газа сланцевых плеев;
- затраты на добычу для сланцевых плеев во всем мире выходят на уровень затрат в США (до 80 долларов за 1 баррель по нефти и 150 долларов за 1 тыс. куб. м по газу);
- начнется активная разработка не только нефти низкопроницаемых коллекторов, но и сланцевой (керогеновой) нефти.

Реализация этого сценария увеличит к 2040 году добычу нетрадиционной нефти в мире на 115–120 млн т, а газа – на 220 млрд куб. м по сравнению с базовым сценарием, что, возможно, сместит нефтяные и газовые цены вниз уже после 2020 года.

Выигрывают от реализации этого сценария:

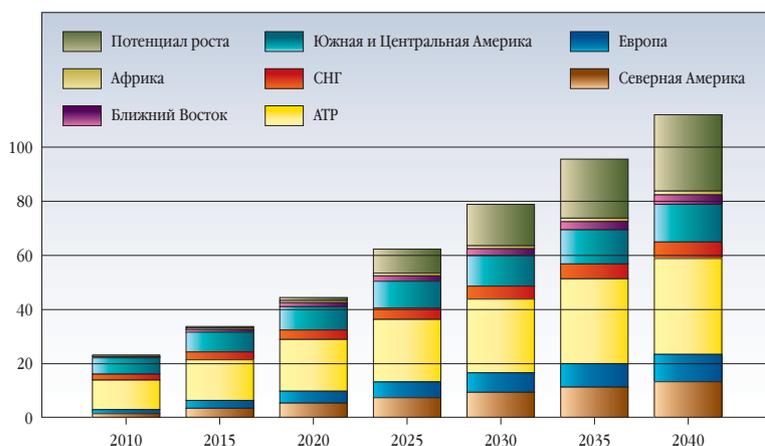
1. США – за счет собственной добычи нефти (на 70 млн т больше, чем в базовом сценарии), ставшая в этом сценарии крупнейшим производителем углеводородного сырья в мире. Этот факт с учетом общей геополитической значимости США фактически превращает их в самого влиятельного игрока на мировом рынке углеводородов.
2. Китай – за счет снижения объемов импорта нефти и газа относительно базового сценария благодаря освоению своих сланцевых месторождений после 2020 года.

Проигрывают от реализации этого сценария:

1. Страны Евросоюза – при низких (по сравнению с базовым сценарием) ценах здесь еще больше падает добыча углеводородов и снижается привлекательность ВИЭ, растет энергетическая зависимость от поставщиков.
2. Страны ОПЕК, поскольку падение добычи и уменьшение их рыночной доли станут практически неизбежными в 2025–2035 годах. Сланцевый прорыв, вероятно, вынудит картель ужесточить контроль затрат на добычу, снизить налоговую нагрузку на отрасль (что может дестабилизировать экономическую и политическую ситуацию в ряде стран), а также сократить предложение введением квот. При этом трудно ожидать согласованности действий членов ОПЕК ввиду различия необходимых разным его странам цен на нефть и вероятной дестабилизации ряда нефtezависимых экономик. После 2035 года рыночная ниша ОПЕК несколько стабилизируется, но реализация сланцевого прорыва практически лишит картель возможности влиять на мировые цены нефти в середине прогнозного периода.



4



ПОТРЕБЛЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ТРАНСПОРТЕ В БАЗОВОМ СЦЕНАРИИ И ЕГО РОСТ ПРИ СТИМУЛИРОВАНИИ, МЛРД КУБ. М

3. Страны СНГ, так как они наиболее чувствительны к сланцевому прорыву и сильнее всех вынуждены будут сократить экспорт нефти. Россия в этом сценарии уже к 2020 году уменьшит добычу на 50 млн т по сравнению с базовым сценарием, снижая экспорт на те же объемы из-за сужения ниши на азиатском рынке. Экспорт российского газа в данном сценарии будет ниже на 70 млрд куб. м, чем в базовом.

#### СЛАНЦЕВЫЙ ПРОВАЛ

Для сбалансированного взгляда на сланцевую проблематику необходимо признать, что добыча нефти и газа сланцевых пластов связана с большими неопределенностями. Оценки коммерчески извлекаемых запасов различаются в разы. Неочевидно влияние на экологию. Основные сомнения вызывает специфика добычи углеводородов из сланцевых пластов с ее максимальными дебитами в течение первого года и резким падением продуктивности в последующем, что требует регулярного нового бурения для поддержания уровня добычи. Пока бурение охватывает только наиболее привлекательные по дебитам участки пластов с высокими коэффициентами нефте- и газоотдачи на скважине. После освоения высокопродуктивных участков добыча на менее продуктивных площадях может стать менее привлекательной, что сократит товарную продукцию.

В основе сценария сланцевого провала лежат следующие предпосылки, ведущие к сокращению добычи нефти и газа сланцевых пластов:

- новые проекты добычи значительно дорожают;
- большой объем ресурсной базы не подтверждается;
- вводятся жесткие экологические ограничения на добычу;
- новые технологии безводной и термической добычи сланцевой нефти не проходят по экономическим и/или экологическим причинам.

Тогда с 2020 года сланцевая нефте- и газодобыча в США начинает сокращаться и к 2025 году практически прекратится, а в остальном мире пойдет только в странах, где она уже началась, и достаточно быстро сократится до нуля.

В сценарии сланцевого провала равновесная цена нефти к 2040 году достигает 130 долларов за 1 баррель (по курсу доллара 2010 года). Аналогично и средневзвешенные цены на газ в среднем оказываются на 45 долларов за 1 тыс. куб. м выше, чем в базовом сценарии.

Помимо сланцевых, большое влияние на рынки углеводородов могут оказать и другие технологии. В первую очередь в Прогнозе-2013 рассмотрены перспективы замещения нефтетоплива в транспортном секторе газовыми и биотопливом, а также электроэнергией. На стороне предложения в долгосрочной перспективе серьезные изменения может вызвать разработка еще одного вида нетрадиционного газа – газовых гидратов.

#### ГАЗ НА ТРАНСПОРТЕ

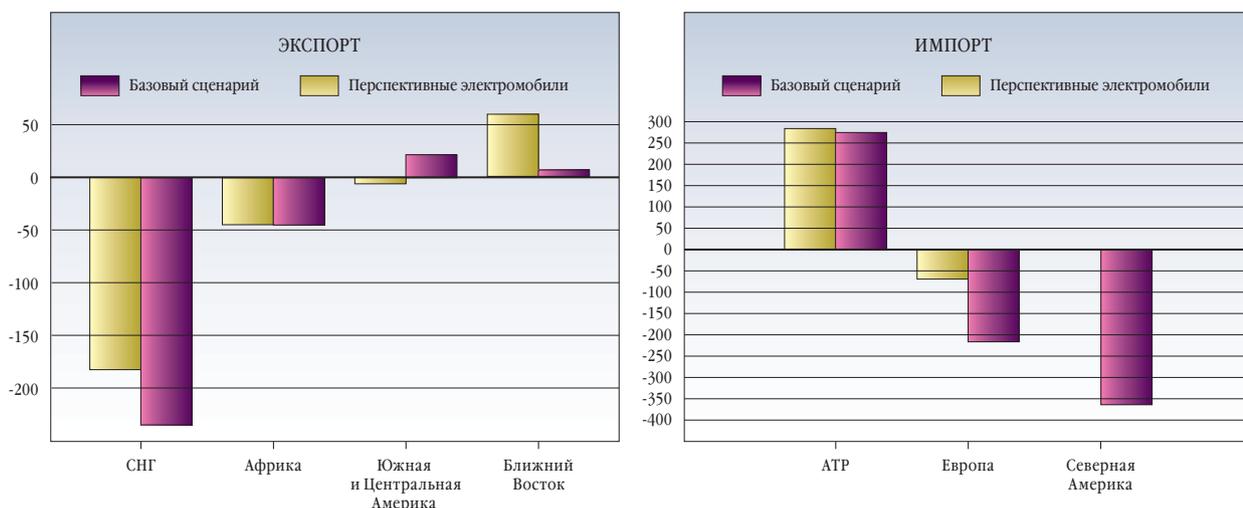
Транспорт в 2010 году использовал 29 млрд куб. м (менее 1% общего энергопотребления), причем более 90% газа пришлось на легковые автомобили, работающие на сжатом природном газе (СПГ). Сжатый метан требует переоборудования транспортных средств и строительства сети особых заправок, поэтому при его привлекательности в ряде стран ограничивающим фактором остается инфраструктура. Поэтому перспективы использования природного газа в транспортном секторе зависят от экологической политики стран, развития инфраструктуры для СПГ и снижения издержек на производство синтетического топлива из газа.

В прогнозный период при сравнительно низких ценах на нефть конкурентоспособность газомоторного транспорта невысока. Однако если потребителям не придется перевести автомобили на газобаллонное оборудование и это будет делать выпускающая их промышленность, рынок газомоторного топлива может значительно расширяться. В базовом сценарии потребление газа в транспортном секторе достигнет 80–85 млрд куб. м к 2040 году, а при реализации описанных мер оно увеличится до 110 млрд куб. м (рис. 4).

Без переоборудования автомобилей природный газ может пойти на транспорт при его переработке в жидкие топлива (автомобильный бензин и дизельное топливо,



5



ИЗМЕНЕНИЕ ЭКСПОРТА И ИМПОРТА НЕФТИ В 2040 ГОДУ ПО СРАВНЕНИЮ С 2010 ГОДОМ, МЛН Т

аналогичные по качеству получаемым из нефти). Но пока издержки производства синтетического топлива из газа составляют 110–140 долларов за 1 баррель при цене газа не выше 75 долларов за 1 тыс. куб. м, что при прогнозных ценах нефти и газа делает эти проекты нерентабельными.

#### ЖИДКИЕ БИОТОПЛИВА

Распространено мнение, что биотоплива могут играть значительную роль в удовлетворении спроса, снижении загрязнения окружающей среды и выбросов парниковых газов. По результатам Прогноза-2013 жидкое биотопливо сможет обеспечить не более 10% растущего спроса на энергию со стороны транспортного сектора, а его применение останется сложным и противоречивым вопросом. В последние годы обострились дискуссии о влиянии биотоплива на продовольственный рынок, его потенциальном негативном воздействии на атмосферу, биоразнообразии, почву и воду.

Пока биотоплива конкурентоспособны только в регионах с тропическим и субтропическим климатом, где собирают несколько урожаев в год растительного сырья, при цене нефти 100–110 долларов за 1 баррель. В других регионах их стоимость доходит до 120–140 долларов за 1 баррель, что при ценах на нефть базового сценария потребует специального стимулирования производителей биоэтанола и биодизеля.

#### ЭЛЕКТРОМОБИЛИ

Технологическим прорывом, способным существенно изменить транспортную энергетику и энергетический баланс, может стать масштабное внедрение электромобилей, работающих на накопителях электроэнергии (аккумуляторы и суперконденсаторы) и на топливных элементах. Если перспективы топливных эле-

ментов пока туманны, в том числе из-за высокой их пожаро- и взрывоопасности, то интенсивность ведущихся разработок<sup>1</sup> вселяет определенный оптимизм в отношении накопителей электроэнергии.

Электроэнергия расширит нишу на транспорте, если: – страны ОЭСР и Китай продолжают поддержку «зеленого транспорта» и субсидируют электромобили до 2025 года;

– совершенствование накопителей обеспечит запас хода на одной заправке до 300 км, снижение стоимости на 50%, срок службы не менее 7 лет, тройное уменьшение веса (до 100 кг) и сокращение времени заряда от электросети 220 В;

– правительства, энергокомпании и автоконцерны профинансируют создание инфраструктуры, при которой электромобили станут доступным для всех видом транспорта.

При этих условиях электромобили получат значительную нишу конкурентоспособности и смогут к 2040 году занять 15% автопарка в странах ОЭСР и 10% в остальном мире. Тогда производство электроэнергии в мире увеличится на 35% по сравнению с базовым сценарием (в основном за счет неорганических энергоресурсов), вытесняя до 600 млн т нефти при снижении ее цены до 100–105 долларов за 1 баррель за счет уменьшения добычи в странах с высокими затратами, особенно в Европе и СНГ (рис. 5).

При этом прирост выработки по странам ОЭСР должен почти удвоиться.

#### ГАЗОВЫЕ ГИДРАТЫ

Одним из наиболее перспективных новых энергоресурсов являются газовые гидраты. Основные их запасы сосредоточены в морских донных отложениях и в районах вечной мерзлоты. По грубым отечествен-

<sup>1</sup> Министерство энергетики США ставит задачу к 2025 году снизить стоимость накопителей до 250 долларов за 1 кВт·ч и сократить время зарядки

до 6–10 минут, чтобы сделать электромобили конкурентоспособными.



ным и зарубежным оценкам, запасы газогидратов составляют 52–54% всех запасов газа на планете.

В Прогнозе-2013 до 2040 года не ожидается появления экономически эффективной промышленной технологии добычи газогидратов. Но, поскольку японская компания Japan Oil, Gas & Metals National Corp. (Jogmec) заявила в 2013 году о начале пробной разработки подводного газогидратного месторождения и получения из него газа, а также о планах получить пригодную для промышленного использования технологию к 2018 году, была проведена оценка диапазона экономической эффективности данной технологии.

Заявленная разработчиками расчетная себестоимость добычи метана из поддонных газогидратов – 50 иен за 1 куб. м (около 540 долларов за 1 тыс. куб. м). Расчеты ИНЭИ РАН показывают, что данная технология экономически конкурентоспособна только при затратах на добычу ниже 390 долларов за 1 тыс. куб. м. До достижения таких показателей особой угрозы для экспорта российских углеводородов она не представляет.

#### ВЛИЯНИЕ РЫНКОВ НА ЭНЕРГЕТИКУ И ЭКОНОМИКУ РОССИИ

Объективно благоприятные для мира трансформации энергетики и особенно рынков углеводородов оборачиваются большими рисками для России. Среди основных игроков энергетических рынков Россия оказалась наиболее чувствительной к колебаниям конъюнктуры: снижению спроса, росту предложения и особенно уменьшению цен на топливо. Высокие затраты на добычу и трансконтинентальную транспортировку, а также действующая налоговая система ограничивают конкурентоспособность российских энергоресурсов на внешних рынках, и российский ТЭК впервые сталкивается со столь жесткими условиями.

В мировом прогнозе Россия вначале была представлена показателями развития, которые в период до 2030 года в основном соответствуют инновационному сценарию долгосрочного прогноза МЭР, а затем сохраняют его тенденции. В этом исходном варианте ожидается рост численности населения до 144 млн человек в 2020 году, затем снижение до 138 млн человек в 2040 году. ВВП России увеличится к 2040 году в 3,2 раза или в среднем на 3,4% ежегодно, а в расчете на душу населения ВВП вырастет в 3,3 раза. Россия при этом до 2030 года сохранит шестое место по объемам ВВП среди стран мира, а к 2040 году опередит Японию и займет пятое место.

В прогнозе мировых рынков российская нефть оценивалась по затратам на освоение месторождений и развитие транспорта (согласно данным Goldman Sachs) и с учетом действующего налогообложения. По результатам моделирования страна оказалась среди замыкающих поставщиков с неполным использованием потенциальных возможностей добычи. Поэтому в базовом сценарии Прогноза-2013 российский экспорт нефти и нефтепродуктов снизился после 2015 года на 30–35% по сравнению с исходным вариантом (табл. 2) с ежегодной потерей 100–120 млрд долларов.

Если уменьшить пошлины на экспорт нефти на 35% (до 255 долларов за 1 т), то добыча и экспорт российской нефти почти вернутся к исходному варианту. Однако вклад нефтяной отрасли в ВВП страны сократится еще больше, чем без пошлины, поскольку выручка от сохранения объемов экспорта российской нефти не сможет компенсировать уменьшение общего сбора экспортной пошлины со всего объема продаж нефти. Еще 20–25 млрд долларов страна будет ежегодно терять от сокращения объемов экспорта и снижения цен на нефть в случае реализации сценария сланцевого прорыва.

В Прогнозе-2013 российский газ оценен по отраслевым корпоративным публикациям о стоимости основных инвестиционных проектов и при действующем налогообложении станет замыкающим на европейском и азиатском рынках. В результате экспорт газа снизится после 2015 года на 15–20% и в течение всего периода не будут востребованы обсуждаемые ныне проекты экспорта сетевого газа на европейский рынок – «Ямал-2» и две новые нитки «Северного потока», а загрузка «Южного потока» не превысит 20% его проектной мощности. На 5–10 лет отложатся обсуждаемые ныне сроки поставки в Китай сетевого газа и экспорта СПГ с заявленных заводов на Ямале и во Владивостоке. Всё это уменьшит вклад экспорта газа в ВВП на 40–50 млрд долларов в год.

Если отказаться от действующей экспортной пошлины на сетевой газ (30%), то его добыча и экспорт увеличатся, хотя и не достигнут уровней исходного варианта. При этом, как и в случае с нефтью, вклад газовой отрасли в ВВП России сократится еще больше, чем без пошлины, то есть фискальное стимулирование экспорта российского газа не компенсирует в базовом прогнозе мировых рынков отказ от экспортной пошлины. Еще до 10 млрд долларов ВВП будут ежегодно теряться от сокращения объемов экспорта и снижения цен газа при реализации сценария сланцевого прорыва. Особенно опасно, что негативные для России последствия сланцевого прорыва наиболее сильны в первые 10–15 лет и существенно ослабевают в 2030–2040 годах.

Снижение выручки от экспорта газа и особенно нефти на треть уменьшит их вклад в ВВП страны. Свойственные этим отраслям сильные мультипликативные эффекты, а также уменьшение притока в них иностранных капиталов существенно усилят воздействие спада экспортной выручки и замедлят развитие экономики страны в среднем на один процентный пункт ежегодно. Это уведет ее от инновационного к консервативному сценарию прогноза МЭР.

На первый взгляд, для противодействия этой угрозе полезно уменьшить или даже ликвидировать пошлины на экспорт углеводородов, тем более что крупные игроки мировых рынков их не практикуют и это не одобряется ВТО. Отказ от пошлин, конечно, повысит конкурентоспособность российских углеводородов и увеличит объемы экспорта, но будет иметь два отрицательных последствия. Во-первых, как отмечалось, вклад экспорта в ВВП только сократится из-за того, что прирост размеров вывоза будет меньше потери от снижения пошлины, накладываемой на весь его объем. Во-вторых, это обоснованно повысит внутренние цены на газ и нефтепродукты, что замедлит развитие и уменьшит



Таблица 2

**ЭКСПОРТ РОССИЙСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ (МЛН Т. Н. Э) И ПОТЕРИ ВВП  
(МЛРД ДОЛЛАРОВ В ЦЕНАХ 2010 ГОДА) ПО ВАРИАНТАМ СОГЛАСНО РАСЧЕТАМ ИНЭИ РАН**

	2015				2020				2025				2030				2035				2040			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Углеводороды – всего	809	690	760	759	812	653	756	720	829	582	708	663	827	599	708	674	831	588	730	688	802	633	726	705
нефть и продукты	543	434	497	497	521	369	468	434	496	316	436	399	469	311	414	388	430	276	377	358	390	269	370	362
сетевой газ и СПГ	266	256	263	262	292	284	287	286	332	267	272	264	358	288	293	286	401	312	353	329	412	364	356	343
Потери ВВП – всего	0	-56	-95	-104	0	-111	-143	-161	0	-156	-171	-196	0	-167	-188	-211	0	-167	-182	-209	0	-123	-163	-189
нефть и продукты	0	-55	-70	-77	0	-98	-107	-127	0	-115	-110	-133	0	-118	-116	-136	0	-117	-108	-126	0	-102	-88	-100
сетевой газ и СПГ	0	-2	-25	-27	0	-13	-35	-34	0	-41	-61	-64	0	-49	-72	-76	0	-50	-74	-83	0	-21	-75	-88

Примечание: 1 – исходный вариант; 2 – базовый сценарий Прогноза-2013 с ПЭ (пошлины на экспорт углеводородов из России);  
3 – базовый сценарий Прогноза-2013 без ПЭ; 4 – сланцевый прорыв без ПЭ.

добавленную стоимость большинства отраслей и еще больше затормозит экономику страны.

**МЕРЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ РИСКАМ  
СЛАНЦЕВОГО ПРОРЫВА ДЛЯ ЭКОНОМИКИ  
И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ**

Для противодействия внешним вызовам нужно всесторонне проработать последствия новой ситуации для энергетической политики страны и планов крупных (особенно государственных) компаний. Это тем более актуально, что принятые в 2009–2011 годах Энергетическая стратегия России на период до 2030 года и конкретизирующие ее генеральные схемы развития отраслей ТЭК не отвечают сегодняшним реалиям мировых рынков и последнему прогнозу социально-экономического развития России.

Новые стратегические разработки необходимо четко нацелить на противодействие замедлению экономического роста и укрепление позиций страны на внешних рынках. Для этого имеются большие возможности, наиболее действенными из которых являются:

- уменьшение ценовой нагрузки энергетики на экономику,
- форсированный рост эффективности инвестиций в ТЭК,
- ускорение снижения энергоёмкости национального хозяйства.

Предварительные исследования показали, что по каждому направлению имеются реальные резервы, ис-

пользование которых в совокупности способно противостоять экономическим угрозам ухудшения конъюнктуры мировых энергетических рынков и вернуть экономику России от консервативного к инновационному сценарию социально-экономического развития МЭР.

Характеризуя первое направление, необходимо отметить, что ТЭК оказывает сильное негативное влияние на экономику регулярным и опережающим инфляцию ростом цен на топливо и энергию. Как это ни парадоксально, ожидаемое снижение мировых цен на нефть и особенно газ открывает возможность переломить эту тенденцию. Действительно, прогнозируемый вплоть до 2030 года спад цен на газ на европейском рынке позволяет уменьшить ежегодную индексацию его тарифов на внутреннем рынке до уровня инфляции и выйти на равную доходность внутреннего и внешнего рынков после 2020 года, причем на меньшем уровне тарифов – 136 долларов за 1 тыс. куб. м (по курсу доллара 2010 года) вместо 142 по прогнозу МЭР. Замедление роста внутренних цен на газ благотворно скажется на развитии экономики: каждый 1% замедления их роста позволяет увеличить ВВП страны на 0,1–0,2%. Снижение его мировых цен позволит вплоть до 2025 года ежегодно на 6–7% замедлять повышение внутренних цен на газ. Это ускорит рост ВВП на 0,7–1,2% и наполовину компенсирует ущерб экономике России от сокращения экспортной выручки вследствие сланцевого прорыва. Эффект замедления роста внутренних цен на газ не ограничен уменьшением топливной составляющей затрат потребителей. Он позволит газовой генерации в большей мере замещать гораздо более капиталоемкие угольные и атомные электро-



станции и ускорить развитие распределенной генерации, намного сокращающей требования к развитию дорогих электрических сетей. Это даст крупную экономию капитальных вложений в энергетику, что позволит не только остановить рост тарифов на электроэнергию, но и снизить их вплоть до 10% к 2025 году.

Говоря о втором направлении, нужно отметить, что российский ТЭК имеет возможности для радикального повышения инвестиционной эффективности. Действительно, он требует гигантских капиталовложений, которые ныне составляют 6–7% от ВВП (а в среднем по миру 1,3%) и только к 2030 году снизятся до 5% (при среднемировых значениях около 1,5%). По сравнению с 2006–2010 годами капиталоемкость единицы произведенной энергии увеличится в 2011–2015 годах на 22% (с 37 до 45 долларов за 1 т у.т. с последующим ростом), что в основном обусловлено низкой эффективностью управления инвестициями. Для устранения расточительства потребуются инновационно-технологические и хозяйственно-организационные меры. Первые требуют длительного постоянного воздействия, а вторые допускают достаточно быстрые и действенные решения, столь необходимые при ожидаемых глобальных турбулентностях. В российском ТЭК их целью должны стать кратное снижение стоимости инвестиционных проектов и тщательные расчеты их экономической эффективности и рисков. Действительно, анализ зарубежными и российскими специалистами стоимости отечественных энергетических проектов регулярно показывал их кратное удорожание по сравнению с мировыми аналогами, и нередко мощность построенных объектов годами была слабо загружена. Другим условием повышения эффективности и снижения рисков инвестпроектов является регулярное исследование перспектив внешних и внутренних энергетических рынков. Прогноз-2013 демонстрирует возможные подходы, усовершенствованные средства и новые результаты, но еще недостаточен для полноценной оценки экономической и особенно коммерческой эффективности проектов. В стране необходимо организовать постоянный мониторинг и корректировку экспортной политики на базе российской системы прогнозирования развития мировых энергетических рынков с анализом их чувствительности к разным факторам, включая поведение основных

игроков. Следующим условием повышения эффективности российского ТЭК служит коренное улучшение качества государственного и особенно корпоративного управления. Этому может способствовать участие иностранных партнеров в консорциумах по освоению ресурсов, особенно в восточной части страны и на шельфах. При правильной постановке дела это позволит привлечь внешние инвестиции и продвинутые технологии, развить более перспективные в новых условиях виды бизнеса, обеспечить жесткий контроль затрат и результативности деятельности, получить дополнительные гарантии сбыта продукции и облегчить доступ к логистике и адаптацию к правилам внешних рынков. Предотвращение дальнейшего снижения «производительности капитала» в ТЭК этими и другими мерами сэкономит до 2530 млрд долларов в год, что равносильно притоку капитала с ускорением роста ВВП на 0,1–0,2% в год.

Третье направление связано с тем, что Россия имеет один из самых низких показателей энергетической эффективности экономики: энергоёмкость российского ВВП втрое выше средней по миру, и к 2030 году в прогнозном варианте этот разрыв существенно не уменьшится. Казалось бы, предложенная выше политика низких цен на энергию только ухудшит ситуацию, уменьшив экономические стимулы к энергосбережению. Но приходится констатировать, что прошедший в последние годы форсированный рост цен на энергоносители не дал заметной интенсификации энергосбережения по двум основным причинам. Первая из них – высокая стоимость капитала и практическая недоступность «длинных» денег, необходимых для серьезных мер энергосбережения. Вторая – чрезмерная технологическая и правовая зарегулированность процесса оформления прав на их осуществление и особенно на получение дохода. Устранение этих барьеров даст гораздо больше для повышения энергоэффективности экономики, чем дальнейший рост топливных цен.

Таким образом, укрупненные оценки показывают возможность компенсировать комплексом своевременных принятых мер негативные экономические последствия ожидаемых трансформаций мировых энергетических рынков с возвращением экономики и энергетики России к инновационному сценарию развития.

СТАТЬЯ ПОДГОТОВЛЕНА ПРИ УЧАСТИИ:  
ЗАВЕДУЮЩЕЙ ОТДЕЛОМ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО  
КОМПЛЕКСА РОССИИ И МИРА ИНЭИ РАН  
КАНДИДАТА ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК  
Т.А. Митровой  
НАЧАЛЬНИКА ЦЕНТРА ИЗУЧЕНИЯ  
МИРОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЫНКОВ ИНЭИ РАН  
В.А. Кулагина  
НАУЧНОГО СОТРУДНИКА ИНЭИ РАН  
Е.В. Грушевенко  
МЛАДШИХ НАУЧНЫХ СОТРУДНИКОВ ИНЭИ РАН  
Д.А. Грушевенко, С.Н. Сорокина,  
А.А. Галкиной