

Шибецкая Мария Олеговна – магистрант, кафедра экономики, предпринимательства и управления предприятиями Днепропетровского национального университета им. О. Гончара (просп. Гагарина, 72, г. Днепр, 49000, Украина; e-mail: dp190594smo@gmail.com).

#### Information about the authors

**T. Grynko** – D.Sc. (Economics), Professor, Head of Department of Economics, Entrepreneurship and Enterprise Management of Oles Honchar Dnipro National University (72 Haharina Ave., Dnipro, 49000, Ukraine; e-mail: greisy25@gmail.com).

**M. Shybetska** – Postgraduate Student, Department of Economics, Entrepreneurship and Enterprise Management of Oles Honchar Dnipro National University (72 Haharina Ave., Dnipro, 49000, Ukraine; e-mail: dp190594smo@gmail.com).

Стаття надійшла до ред.  
14.03.2017 р.

JEL Classification: L 94

УДК 339.1

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРСАЙТ-ПРОГНОЗОВ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

Лелюк А. В.

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования, посвященного обобщению прогнозных тенденций развития мировой энергетики, сформированных крупнейшими международными компаниями (Brittish Petroleum, Exxon Mobil, Shell), и выявлению на этой основе согласованных и несогласованных тенденций развития мировой сферы энергопользования. Проанализированы методические подходы к построению прогнозов долгосрочного развития мировой энергетики, используемые этими компаниями, выделены их принципиальные отличия, рассмотрены основные сценарии развития мировой энергетики по прогнозам компаний. Выявлено, что, несмотря на наличие определенных отличий в видении трендов развития мировой энергетики крупнейшими энергетическими компаниями, выделяется и ряд общих, а именно: замедление темпов роста мирового энергопотребления; сохранение в качестве основного источника энергообеспечения ископаемого топлива (нефти, природного газа и угля) и доминирование углеводородной экономики в первой половине XXI в.; выравнивание значимости отдельных видов ископаемого топлива в мировом энергетическом балансе. Обосновано, что традиционные источники энергии останутся доминирующими в долгосрочной перспективе, и вопросы обеспечения энергетической безопасности вместе с достижением глобальной цели по смягчению изменений климата будут в основном зависеть от эффективности их использования.

**Ключевые слова:** энергетика, форсайт-прогноз, тенденции развития, ископаемое топливо, углеводородная экономика.



## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ФОРСАЙТ-ПРОГНОЗІВ РОЗВИТКУ СВІТОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ МІЖНАРОДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Лелюк О. В.

**Анотація.** У статті наведено результати дослідження, присвяченого узагальненню прогнозних тенденцій розвитку світової енергетики, сформованих найбільшими міжнародними компаніями (British Petroleum, Exxon Mobil, Shell), і виявленню на цій основі узгоджених і неузгоджених тенденцій розвитку світової сфери енергокористування. Проаналізовано методичні підходи до побудови прогнозів довгострокового розвитку світової енергетики, що використовуються цими компаніями, виділено їх принципи відмінності, розглянуто основні сценарії розвитку світової енергетики за прогнозами компаній. Виявлено, що, незважаючи на наявність певних відмінностей у баченні трендів розвитку світової енергетики найбільшими енергетичними компаніями, виділяється і ряд загальних, а саме: уповільнення темпів зростання світового енергоспоживання; збереження як основного джерела енергозабезпечення викопного палива (нафти, природного газу і вугілля) і домінування вуглеводневої економіки в першій половині XXI ст.; вирівнювання значущості окремих видів викопного палива в світовому енергетичному балансі. Обґрунтовано, що традиційні джерела енергії залишаться домінуючими в довгостроковій перспективі, і питання забезпечення енергетичної безпеки разом з досягненням глобальної мети щодо пом'якшення змін клімату будуть в основному залежати від ефективності їх використання.

**Ключові слова:** енергетика, форсайт-прогноз, тенденції розвитку, викопне паливо, вуглеводнева економіка.

## THE COMPARATIVE ANALYSIS OF FORSIGHTING THE DEVELOPMENT OF THE WORLD ENERGY SECTOR BY INTERNATIONAL ENERGY COMPANIES

O. Lelyuk

**Abstract.** The article presents the results of a research on the generalization of the forecast trends in the development of the world energy sector formed by the largest international companies (British Petroleum, Exxon Mobil, Shell) as well as the identification on this basis of coordinated and uncoordinated trends in the development of this economic sector. Methodological approaches to building forecasts of long-term development of the world energy sector used by these companies are analyzed, their principal differences are singled out, main scenarios of the development of the world energy sector according to the forecasts of the companies are considered. It is revealed that, despite the presence of certain differences in the vision of the development trends of the world energy sector by the largest energy companies, a number of general trends are also singled out, namely the slowdown in the growth rate of the world energy consumption; consideration of fossil fuels (oil, natural gas and coal) as the main source of energy supply and the dominance of the hydrocarbon economy in the first half of the 21st century; equalization of the importance of certain types of fossil fuels in the world energy balance. It is justified that traditional sources of energy will remain dominant in the long term, and the issues of ensuring energy security together with the achievement of the global goal of climate change mitigation will largely depend on the effectiveness of their use.

**Keywords:** energy sector, foresight, development trends, fossil fuel, hydrocarbon economy.

**Постановка проблеми.** Кон'юнктура мирового энергетического рынка постоянно претерпевает качественные и количественные изменения и вместе с этим сама становится причиной экономических, технических и даже геополитических сдвигов в мировом хозяйстве. Прогнозирование мирового энергетического развития можно объективно отнести к одной из наиболее сложных задач современной экономической науки, но вместе с этим сам процесс прогнозирования является субъективным и не связан с простой экстраполяцией текущих тенденций, а является именно вариантом форсайт-прогноза, который, как утверждается в работе [1, с. 79], предполагает «формирование и является специфическим инструментом управления научно-технологическим развитием, опирающимся на создаваемую в его рамках инфраструктуру» в энергетической сфере.

**Анализ последних исследований.** Вопросы качественного прогнозирования развития мировой энергетики открывают широкий круг исследований в этом направлении. Международными энергетическими институтами и ведущими энергетическими компаниями разрабатываются собственные форсайт-прогнозы, призванные определить энергетическую картину будущего, среди которых необходимо выделить Международное энергетическое агентство (МЭА) [2], Администрацию энергетической информации (АЭИ) США [3], Институт энергетических исследований (ИНЭИ) РАН [4], Институт экономики энергетики (ИЭЭ) Японии [5], British

Petroleum (BP) [6; 7], Exxon Mobil (EM) [8, 9], Shell [10; 11]. Однако разноправленность развития отдельных региональных энергорынков и низкая взаимозаменяемость отдельных видов определяет не дает возможность дать четкий ответ о будущей энергетической картине мира, что и обуславливает необходимость систематизации прогнозных тенденций.

**Целью** данной статьи является обобщение прогнозных тенденций развития мировой энергетики международных компаний (British Petroleum, Exxon Mobil, Shell), что позволит выявить согласованные и несогласованные тенденции развития мировой сферы энергопользования.

**Изложение основного материала.** Три крупнейшие вертикально-интегрированные компании мира – Shell (Нидерланды), British Petroleum (Великобритания), Exxon Mobil (США) – ежегодно публикуют прогнозы развития мировой энергетики на долгосрочную перспективу. В 2017 г. уже были представлены их видения энергетического будущего по следующим временным горизонтам: British Petroleum – до 2035 г. [7], Exxon Mobil – до 2040 г. [9], Shell – до 2100 г. [11]. Цель данных прогнозов состояла в исследовании долгосрочных тенденций спроса и предложения топливно-энергетических ресурсов различного происхождения с учетом тенденций экономического и демографического роста, геополитических факторов и развития ключевых технологий.

Представленные прогнозы долгосрочного развития мировой энергетики имеют принципиальные отличия в методических подходах их построения [12]:

- Exxon Mobil делает основной акцент на прогнозировании конъюнктуры мирового энергетического рынка по секторам конечного энергопотребления;
- British Petroleum акцентирует основное внимание на прогнозировании источников энергообеспечения;
- Shell использует сценарный подход, в основе которого лежат приоритетные направления развития мировой энергетики с учетом методов государственного и международного регулирования энергетических рынков.

Отправной «точкой» прогнозирования глобального энергетического спроса являются темпы роста численности населения и экономического развития. В прогнозах Exxon Mobil численность населения возрастет с 7 млрд чел. в 2010 г. до 9 млрд чел. в 2040 г., мировой ВВП повысится на 140 %, а у среднего класса населения потребности в энергии вырастут на 35 %. British Petroleum считает, что к 2035 г. численность населения достигнет 8,8 млрд чел. (+1,5 млрд чел.), при этом мировой ВВП вырастет на 107 %, что должно обеспечить первичное энергопотребления на 34 % по сравнению с уровнем 2014 г. Shell определяет тренды мирового энергопотребления до 2050 г. вследствие увеличения численности населения мира до 10 млрд чел. и роста его благосостояния. Все представленные сценарии отмечают принципиальную составляющую: такие низкие темпы роста энергопотребления возможны только при условии массовой диффузии энергоэффективных технологий, без которых данные значения будут существенно выше.

Прежде всего рассмотрим прогноз развития мировой энергетики British Petroleum (далее BP-2017). Особо следует отметить информационно-аналитическую базу British Petroleum, которая объединяет сбор статистической информации (BP Statistical Overview), анализ ключевых технологий (BP Technology Outlook) и прогноз мирового энергетического развития (BP Energy Outlook). Недостатком форсайт-прогнозов British Petroleum можно считать односценарный подход энергетического развития. Среди анализируемых форсайт-прогнозов трех мировых энергетических компаний прогноз BP-2017 характеризуются наиболее коротким долгосрочным интервалом прогнозирования – до 2035 г.

Энергетическая картина мира в прогнозе BP-2017 претерпевает существенные изменения, которые будут обусловлены следующими факторами [13; 14]: расширением сферы использования природного газа и, соответственно, её сужением для угля; стремительным ростом использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и замедлением прироста потребления нефти (табл. 1). Вследствие этого будет происходить постепенное замещение ископаемых энергоресурсов на нетопливные и ВИЭ.

Таблица 1

**Сравнительный анализ форсайт-прогнозов BP [6; 7; 15]**

Источник энергообеспечения	Ретроспектива, млн т н.э.	Прогноз, млн т н.э.			
		BP-2016		BP-2017	
		2020	2035	2020	2035
1	2	3	4	5	6
Нефть	4418,2	4602,1	5115,1	4557,6	5021,8
Природный газ	3204,1	3520,9	4428,1	3543,7	4318,5
Уголь	3732	4011,3	4271,8	3896,8	4032,5
Атомная энергия	592,1	725,7	859,2	712,4	927,1

1	2	3	4	5	6
Гидроэнергия	910,3	985,8	1273,8	997,5	1271,8
ВИЭ	419,6	584,6	1359,8	640,1	1585,7
Всего	13276,3	14430,4	17307,8	14348,1	17157,4

Согласно данным, представленным в прогнозе ВР-2017, мировые энергетические потребности до 2035 г. могут вырасти на 29,2 % относительно уровня 2016 г., что однако на 150 млн т н. э. меньше, нежели предыдущий прогноз 2016 г. По видам энергоресурсов обновленные данные форсайт-прогноза 2017 г. показывают усиление ранее выявленных тенденций, в т.ч.:

- нефть потеряет 4 процентных пункта (п.п.) относительно ретроспективного периода по сравнению с 3,7 п.п. в прогнозе ВР-2016;
- природный газ увеличит свою долю на 1 п.п., что однако на 0,4 п.п. меньше, нежели его удельный вес в предшествующем прогнозе по причине ещё более масштабного развертывания ВИЭ;
- невзирая на низкую цену в энергетическом эквиваленте, уголь будет считаться наименее привлекательным источником энергообеспечения, в связи со значительными экологическими выбросами и низкой энергетической эффективностью при трансформации в другие виды конечной энергии, что повлечет за собой потерю его значимости в мировом энергетическом балансе на 4,6 п.п. При этом отмечается усиление данной тенденции и сокращение его доли дополнительно на 1,2 п.п. по сравнению с ВР-2016;
- атомная энергетика после рецессии, вызванной аварией на Фукусима в 2011 г., увеличит свою долю на 0,9 п.п. (+ 0,4 п.п. по сравнению с ВР-2016);
- гидроэнергетика будет демонстрировать стабилизацию значимости в структуре энергопотребления, увеличившись по сравнению с 2016 г. только на 0,5 п.п. (прогнозные значения ВР-2016 и ВР-2017 практически совпадают);
- ВИЭ есть и будут считаться наиболее активно развивающимся источником энергетических потребностей, увеличив свой удельный вес в структуре мирового энергетического микста на 6,1 п.п. (дополнительно + 1,2 п.п. в ВР-2017 по сравнению с ВР-2016).

Таким образом, несмотря на такие существенные сдвиги, ископаемые виды топлива (нефть, газ и уголь) по-прежнему будут доминировать в глобальном первичном энергопредложении, хотя их доля существенно уменьшится с 85,5 % в 2016 г. до 79,8 % в прогнозе ВР-2016 и до 77,9 % в прогнозе ВР-2017. В абсолютном выражении их объем увеличится на 21,6 % и 17,7 % соответственно. Основные направления изменения мировой энергетической картины мира во взглядах ВР резюмированы в табл. 2.

Таблица 2

## Основные драйверы энергетического развития до 2035 г. по прогнозам ВР [6; 7; 15]

Сфера энергообеспечения	Направление и причины изменений
1	2
Жидкие углеводороды	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Достижение плато в потреблении нефти.</li> <li>– Повышение эффективности транспортных средств до 50 миль на 1 галлон в 2035 г. при двукратном увеличении автопарка (до 2,4 млрд авто).</li> <li>– Доля ненефтяных альтернатив существенно увеличится до 12 % в 2035 г.</li> <li>– Существенное увеличение объемов потребления ненефтяных видов топлива, особенно биотоплива – на 75 % по сравнению с базовым периодом.</li> <li>– Расширение добычи жидких углеводородов, при этом уменьшение рыночной власти стран ОПЕК за счет выработки конвенциональных и расширение добычи нетрадиционных углеводородов (сланцевая нефть и нефть низкопроницаемых пород США, нефтеносные пески Канады, и глубоководные месторождения Бразилия)</li> </ul>
Природный газ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рост спроса как в развивающихся (которые не являются членами ОЭСР), так и развитых странах (ОЭСР) в основном за счет увеличения его потребления в электрогенерации, а также промышленности.</li> <li>– Увеличение объемов добычи нетрадиционного природного газа в результате чего его доля на глобальном газовом рынке вырастет до 25 % к 2035 г.</li> <li>– Международная торговля природным газом по-прежнему будет составлять около 30 % от общей емкости рынка, в т.ч. расширения торговли СПГ до 15 % до 2035 г.</li> </ul>

1	2
Уголь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основными центрами роста угольного спроса станут Китай и Индия, тогда как в США и Европе его потребление сократится вдвое благодаря избытию поставок газа, резкому падению затрат на ВИЭ, а также мощному экологическому регулированию.</li> <li>– В структуре произойдут определенные сдвиги, связанные с сокращением удельного веса угля в электрогенерации и, соответственно, ростом промышленности на 2 %.</li> <li>– Прирост предложения угля обеспечат в основном страны АТР (+23 %) и Африки (+30 %), а также страны Южной и Центральной Америки (+34 %), тогда как в других регионах мира будет наблюдаться тенденция к сокращению его объемов, в т.ч. в Северной Америке на 39 %, в Европе и Евразии на 18 %, на Ближнем Востоке на 19 %.</li> <li>– Объемы международной торговли останутся на уровне 15 %</li> </ul>
Атомная энергия	– Расширение атомной энергетики ожидается в основном АТР, тогда как в Европе и Северной Америке прогнозируется её снижение на 29 % и 13 % соответственно
Гидроэнергия	– Гидроэнергетический сегмент электрогенерации практически исчерпает возможности, существенный прирост выработки электроэнергии на ГЭС ожидается только в Южной Америке
ВИЭ	– Электрогенерация на ВИЭ увеличится до 17 % в 2035 г. В то же время дальнейшее расширение данного сегмента электроэнергетики будет связано с существенными инфраструктурными ограничениями

В целом прогноз British Petroleum представляет вариант развития мировой энергетики с точки зрения её энергообеспечения, однако при этом не уделяется должного внимания секторам конечного энергопотребления. Представленный подход «лоббирует» интересы нефти и газа – основных бизнес-единиц в продуктивном портфеле компании.

Другой вариант форсайт-прогноза представляет американская компания Exxon Mobil, которая строит энергетическую картину мира до 2040 г. Основу единого сценария, построенного этой компанией, составляют инновационные направления энергопотребления, которые являются отправным моментом в определении глобальных тенденций в сфере энергообеспечения (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительный анализ форсайт-прогнозов Exxon Mobil [8; 9]

Источник энергообеспечения	Ретроспектива	Прогноз			
		ЕМ-2016		ЕМ-2017	
	2015*	2025	2040	2025	2040
Нефть	4787,9	5241,5	5619,5	5241,5	5644,7
Природный газ	3124,7	3830,3	4561,1	3779,9	4485,5
Уголь	3653,9	3905,9	3578,3	3779,9	3603,5
Атомная энергия	680,4	932,4	1360,8	882,0	1285,2
Гидроэнергия	327,6	403,2	453,6	403,2	453,6
ВИЭ	1638,0	1890,0	2142,0	1864,8	2192,4
Всего	14212,6	16203,3	17715,3	15976,5	17639,7

\* – каждая энергетическая компания создает собственную информационную базу, поэтому ретроспективная динамика может существенно отличаться

По прогнозам Exxon Mobil предполагаются более сдержанные темпы роста объемов энергопотребления, нежели в прогнозах BP-2016 и BP-2017, согласно которым объем энергопотребления первичных энергоресурсов вырастет на 24–25 % к 2040 г. (по сравнению с 29–30 % к 2035 г. в прогнозах British Petroleum). По видам энергоресурсов второй компанией предполагаются несколько иные тенденции долгосрочного развития, обусловленные нижеследующим:

- уменьшением значимости нефти, но только на 1,7 п.п. (по сравнению с 4 п.п. в прогнозе BP-2017), также наблюдается незначительное увеличение её удельного веса к 2040 г. в ЕМ-2017 по сравнению с ЕМ-2016 на 0,3 п.п.;

- возросшей потребностью природного газа как наиболее чистого ископаемого вида топлива, при этом его доля в мировом балансе должна увеличиться на 3,4 п.п. (по сравнению с 1 п.п. в прогнозе BP-2017), однако отмечается потеря в удельном весе на 0,3 п.п. в ЕМ-2017 по сравнению с ЕМ-2016;



- неконкурентоспособностью угля в будущей энергетической картине мира, что обуславливает снижение его удельного веса на 5,3 п.п. (по сравнению с 4,6 п.п. в прогнозе ВР), однако отмечается ослабление перехода на более чистые виды энергоресурсов отмечается потерей 0,2 п.п. в ЕМ-2017 по сравнению с ЕМ-2016;
- более высокими темпами атомной энергетики по сравнению с прогнозами ВР, которая увеличит свою долю в мировом балансе на 2,5 п.п. (по сравнению с 0,9 п.п. в прогнозе ВР), хотя отмечается некоторое ослабление данных трендов, о чем свидетельствует пересмотр прогноза в ЕМ-2017 по сравнению с ЕМ-2016 в сторону уменьшения её удельного веса на 0,3 п.п.;
- слабой привлекательностью гидроэнергетических ресурсов, несмотря на их нулевые выбросы CO<sub>2</sub>, по сравнению с прочими ВИЭ: и их доля увеличится только на 0,3 п.п. в ЕМ-2017 (по сравнению с 0,6 п.п. в прогнозе ВР-2017), при этом доля гидроэнергетики в обновленном прогнозе остается неизменной;
- умеренными темпами развития ВИЭ, которые увеличат свою долю всего лишь на 0,9 п.п. в ЕМ-2017 (по сравнению с 6,1 п.п. в прогнозе ВР-2017), достигнув 12,4 % к 2040 г. (+0,3 п.п. по сравнению с ЕМ-2016).

Следовательно, сравнительный анализ прогнозов ЕМ-2016 и ЕМ-2017 показывает переориентацию на более традиционную энергетическую картину мира к 2040 г., основным источником энергообеспечения в которой останутся ископаемые источники энергии, составил 78 % в мировом энергобалансе (аналогичный удельный вес имеет место в ВР-2017 на 2035 г.). Систематизация ключевых тенденций развития мирового энергорынка согласно прогнозам Еххон Мобил представлена в табл. 4.

Таблица 4

**Ключевые тенденции развития мировой энергетики до 2040 согласно  
форсайт-прогнозу Еххон Мобил [8; 9]**

Составляющая	Тенденции
Общие тенденции	Глобальное потребление энергии к 2040 г. вырастет на 24 %. Основными факторами увеличения энергопотребления будут рост мирового ВВП на 140 %, увеличение численности среднего класса населения на 3 млрд человек (его урбанизация, совершенствование инфраструктуры и электрификация), а также стремительное повышение энергоэффективности
Транспортный сектор энергопотребления	К 2040 г.. происходит 40 %-ный рост спроса на моторное топливо, в т.ч. за счет роста мирового автопарка более чем в 2 раза. Снижение удельного энергопотребления в автотранспортном секторе удастся достичь благодаря использованию турбированных и гибридных двигателей, а также росту автопарка электромобилей. В секторе грузоперевозок спрос на моторное топливо вырастет на 65 %, доминирующими видами станут дизельное топливо и сжиженный природный газ
Жилищно-коммунальный сектор и сектор услуг	К 2040 г. прогнозируется 25 %-ный рост спроса на энергию, при этом численность домохозяйств увеличится на 50 %. Происходит переориентация на более экологически приемлемые источники энергии, в т.ч. для здоровья человека: снижение доли биотоплива в секторе жилищно-коммунальных услуг, 20%-ный рост спроса на природный газ, рост потребления термальной солнечной и геотермальной энергии в 3 раза
Промышленный сектор	Совокупный спрос на энергоресурсы для промышленности вырастет на 40 % к 2040 г., в основе этого прироста составят химическая и тяжелая промышленности – в совокупности обеспечат 85 % этого прироста. Основу структуры энергетического потребления в промышленном секторе составят электроэнергия и природный газ, доля которых на конец прогнозного периода будут равны 60 % и 40 % соответственно
Выбросы углерода	К 2030 г. будет иметь место прирост на 25 % выбросов CO <sub>2</sub> , однако к 2040 г. пройдет 5 %-ное их сокращение

В общем, можно отметить, что Еххон Мобил строит сложные причинно-следственные связи при прогнозировании энергетического будущего, которые должны непременно учитываться в исследованиях.

Также свою собственную картину энергетического будущего предлагает нидерландская нефтегазовая компания Shell, которая разрабатывает два сценария форсайт-прогноза развития энергетической сферы на долгосрочную перспективу (горизонт прогнозирования до 2050 г. и на дальнейшую перспективу) [11]:

- 1) сценарий «Горы» предполагает инерционный вектор развития, при котором сохраняется статус-кво в энергетической сфере, а динамичность экономического развития сокращается, а также угасает социальная мобильность, ресурсы разрабатываются постепенно и осторожно, независимо от рыночной конъюнктуры;
- 2) сценарий «Океаны» предусматривает реактивный вариант развития, который способен продемонстрировать децентрализацию мирового развития, при котором наблюдается стремительный рост мировой экономики, однако социальное родство ослабляется, а неспособность принять взвешенные управленческие решения выводит на первый план рыночные институты.

Как видим, это два принципиально различных сценария развития, которые призваны раскрыть возможные картины энергетического будущего (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительный анализ сценариев Shell, млн т н.э. [11]

Источник энергообеспечения	Прогноз			
	Сценарий «Горы»		Сценарий «Океаны»	
	2020	2040	2020	2040
Нефть	4542,8	4507,0	4690,9	5297,6
Природный газ	3575,5	5402,7	3532,5	4473,6
Уголь	4413,9	4571,5	4841,4	4817,5
Атомная энергия	895,7	1781,8	795,4	1127,4
Гидроэнергия	315,3	398,9	322,4	401,3
ВИЭ	1710,1	2971,2	1772,2	4327,9
Всего	15453,3	19633,1	15954,9	20445,2

Согласно представленным данным, Shell прогнозирует наивысшие объемы энергопотребления среди других двух организаций как в сценарии «Горы», так и в сценарии «Океаны», на +11,3 % и 15,9 % от прогноза Exxon Mobil соответственно. Обобщение ключевых тенденций развития энергетической сферы по каждому сценарию представлено в табл. 6.

Анализ сценариев энергетического будущего Shell позволяет сделать главный вывод, что если в рамках сценария «Горы» вырисовывается картина газоориентированной мировой экономики, то сценарий «Океаны», наоборот, строит картину нефтяного мира в будущем.

Таблица 6

Ключевые тенденции энергетического будущего согласно форсайт-прогнозу компании Shell [10; 11]

Сценарий "Горы"	Сценарий "Океаны"
1	2
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вялый рост мировой экономики снижает спрос на энергию.</li> <li>2. Природный газ становится фундаментом мировой энергетики до 2030 г. Добыча НПГ повсеместно растет. Цены на природный газ стабилизируются на низком уровне благодаря малозатратной разработке ресурсов, в том числе сланцевого газа. В долгосрочной перспективе при поддержке научно-технического прогресса происходит разработка гидратов метана, что вызывает новый всплеск предложения природного газа.</li> <li>3. Выбросы CO<sub>2</sub> после 2030 г. начинают стремительно снижаться через вытеснение угля природным газом, развертывание технологий улавливания и хранения углерода (УХУ), а также увеличение доли атомной энергии. Благодаря технологии УХУ к 2050 г. улавливается более 30 % выбросов CO<sub>2</sub>. Однако глобальная цель – сдерживание роста мировой температуры на 2 °C – не будет достигнута.</li> <li>4. Создается инфраструктура водородной энергетики, обеспечивающая возможность хранения и транспортировки энергии из ВИЭ.</li> <li>5. Объем потребления нефтепродуктов достигает пика к 2035 г., а затем резко начинает снижаться за счет компактного градостроительства, увеличения удельного веса транспортных средств на водороде, элетроэнергии, сжиженном природном газе, а также малолитражных и гибридных транспортных средств.</li> <li>6. Цены на нефть находятся на среднем и выше среднего уровня (в энергетическом эквиваленте), что обуславливает снижение доходов стран-участниц ОПЕК и ведет к снижению предложения этого вида углеводородов. Большое количество</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бурный рост мировой экономики вызывает стремительный рост спроса на энергию, однако политика в области энергетики носит запоздалый характер.</li> <li>2. В мире наблюдается относительный дефицит природного газа. За пределами Северной Америки добыча НПГ имеет ограниченный успех, что связано с сочетанием политических факторов и разочарованием в геологических и технологических показателях.</li> <li>3. Возрастает роль вторичного сырья для химической и тяжелой промышленности.</li> <li>4. Солнечная энергетика занимает четвертое место в мировом энергетическом балансе до 2040 г. (основное направление ее использования – это фотогальванические солнечные панели).</li> <li>5. В жилом секторе удается достичь значительной экономии энергоресурсов благодаря использованию пассивных энергосберегающих мероприятий и более глубокой модернизации жилых домов.</li> <li>6. Бензиновые и дизельные двигатели внутреннего сгорания остаются основным источником силовой тяги транспортных средств. Однако увеличивается удельный вес гибридных двигателей.</li> <li>7. Цены на нефть очень высокие, а ее спрос продолжает расти в 2020–2030 гг. и стабилизируется только после 2040 г. Происходит активная разработка трудноизвлекаемых залежей нефти (в глубоководных зонах мирового океана и арктического шельфа, легкой нефти плотных пород и сверхтяжелой пивденноамериканской нефти). Основной потенциал в нефтедобыче демонстрируют страны ОПЕК.</li> </ol>

1	2
природного газа, умеренный общий спрос на энергию приводят к стабилизации нефтепотребления в 2030-х гг. и дальнейшему его снижению в последующие десятилетия. 7. Природный газ постепенно исчезает из сектора электроэнергетики и отопления зданий. Вместе с тем расширяется его сфера использования в транспортном секторе, химии и нефтехимии	8. К концу XXI в. более 70 % спроса в жидком топливе удовлетворяется за счет биотоплива. Уже к 2050 г. объемы производства биотоплива достигают 4 млн барр / сутки. К 2060 г. 10 % синтетических материалов производятся из биомассы. Основным источником сырья для биотоплива выступает этанол из сахарного тростника

По нашему мнению, все перечисленные тенденции в сценариях развития Shell могут иметь место в будущем, однако будущий вектор энергетического развития является не одним из двух вариантов развития мировой энергетики, а симбиозом отдельных энергетических тенденций двух сценариев.

Массачусетским технологическим институтом была проведена экспертиза данных двух сценариев, и установлено, что реализация сценария «Горы» приведет к увеличению среднемировой температуры на 2,4 °C, а сценария «Океаны» – на 2,7 °C.

В 2016 г. (в ответ на принятое соглашение на Парижской конференции по изменению климата COP21, проведенной в декабре 2015 г.) компания Shell обновила свой форсайт-прогноз развития мировой энергетики предложив сценарий «Нетто-нулевых выбросов CO<sub>2</sub>». Данный сценарий, как отмечают его разработчики [10], не может лечь в основу принятия управленческих и инвестиционных решений, поскольку представляет собственное видение компании Shell по достижению глобальной стратегической цели – ограничение роста мировой температуры на 2 °C относительно доиндустриального уровня. По содержанию данный сценарий представляет альтернативный взгляд на борьбу с изменением климата, который ежегодно прогнозируется МЭА – сценарий-450 (табл. 7, рис. 1).

Таблица 7

**Основные направления декарбонизации мировой энергетики согласно сценарию  
“Нетто-нулевых выбросов CO<sub>2</sub>” компании Shell [10]**

Электроэнергетика	Транспорт
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Увеличение доли электрогенерации из ВИЭ гидроэнергии и атомной энергетики.</li> <li>– Ускоренный перевод ТЭС с угля на газ и биотопливо и одновременно широкая диффузия технологии УХУ.</li> <li>– Повышение энергоэффективности электрогенерации.</li> <li>– Решение проблемы хранения и управления дневным и сезонным спросом на электроэнергию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Электрификация (до 80 %) легкового автопарка.</li> <li>– Расширение сферы использования водородного топлива.</li> <li>– Электрификация железнодорожных перевозок.</li> <li>– Грузо-, морские и авиaperевозки по-прежнему зависят от углеродных видов топлива</li> </ul>
Промышленность	Здания
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Электрификация легкой промышленности и низкотемпературных промышленных процессов.</li> <li>– Применение технологий УХУ в тяжелой промышленности и при высокотемпературных процессах</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Полная электрификация зданий.</li> <li>– Повышение энергоэффективности зданий и городской инфраструктуры (в частности плотность градостроительства)</li> </ul>

В сценарии “Нетто-нулевых выбросов CO<sub>2</sub>” отсутствуют четкие прогнозные тенденции относительно количественных параметров развития мировой энергетики, а только представлены качественные пути по достижению нулевых выбросов CO<sub>2</sub> по четырем основным направлениям: электроэнергетика, транспорт, промышленность, здания. В основе данного сценария заложена гипотеза о повсеместном замещении топливных энергоресурсов электроэнергией.

Как видно из рис. 1, сценарий Нетто-нулевых выбросов CO<sub>2</sub> компании Shell предлагает радикальное изменение мировой энергетической корзины, уход от ископаемых топливно-энергетических ресурсов (их удельный вес в 2050 г. должен составить 25 % против 80 % в 2015 г. и против 60 % в сценарии-450 ПМЭ-2016 МЭА в 2040 г.), переходе на ВИЭ и биоэнергию, которые вместе должны составить 57 % в 2050 г., что на 32 % больше, чем по сценарию-450 ПМЭ-2016 МЭА 2040 г., и на 45 % больше, чем по факту 2015 г.

Кроме этого, в новом сценарии Shell предполагается масштабное развертывание технологии улавливания и хранения углеводородов (УХУ), которыми будут оснащены все энергетические установки, работающие на углеродных источниках энергии, включая биоэнергетику. Такие резкие сдвиги в мировом топливно-энергетическом балансе ставят под вопрос достижимости поставленных целей по ограничению роста среднемировой температуры на 2 °C относительно доиндустриального уровня.



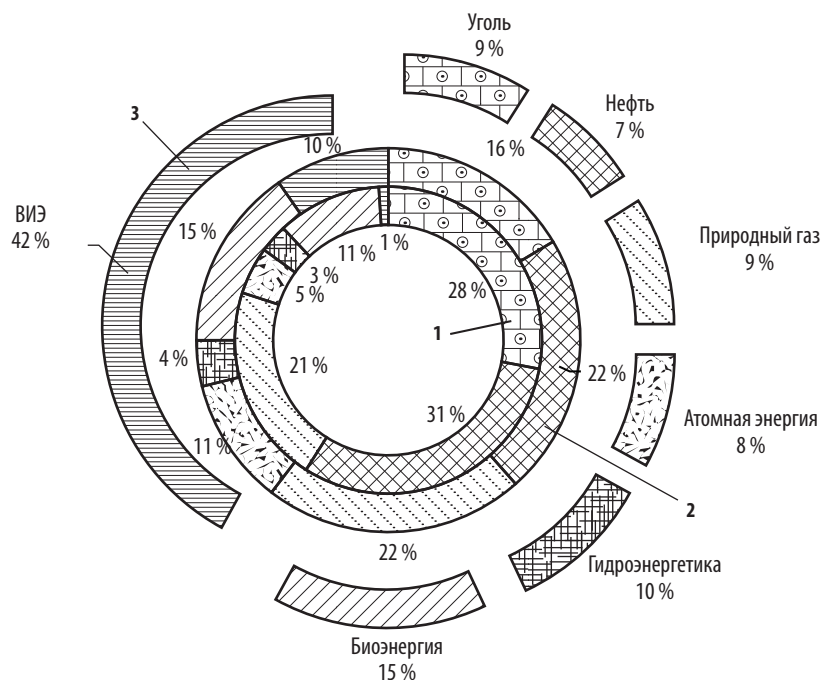


Рис. 1. Прогнозная структура мировой энергетики при достижении глобальной цели в ограничении роста среднемировой температуры на 2 °С [2; 10]:  
1 – факт 2015 г. (по данным МЭА); 2 – сценарий-450 ПМЭ-2016 МЭА (2040 г.);  
3 – сценарий Нетто-нулевых выбросов CO<sub>2</sub> Shell (2050 г.)

**Выводы.** Представленные международными энергетическими корпорациями форсайт-прогнозы развития мировой энергетики не дают однозначного ответа на вопрос, какой будет мировая энергетика через 20–25 лет, однако позволяют выделить доминирующие тренды, которые необходимо учесть при принятии долгосрочных управленческих, в т.ч. инвестиционных, решений по приоритетным направлениям энергетического развития. Среди этих трендов общими являются:

- замедление темпов роста мирового энергопотребления в связи с повсеместным внедрением энергоэффективной техники и технологий;
- ископаемое топливо (нефть, природный газ и уголь) есть и будет основным источником энергообеспечения. Следовательно, углеводородная экономика продолжит своё доминирование в первой половине XXI в.;
- выравнивание значимости отдельных видов ископаемого топлива в мировом энергетическом балансе, что связано с достижением плато в мировом нефтепотреблении, увеличением потребления природного газа и постепенным сокращением потребления угля.

В то же время сравнительный анализ трех форсайт-прогнозов международных энергетических компаний не дает однозначного ответа о перспективах развития неуглеводородных источников энергии (атомной энергии, ВИЭ и гидроэнергии), которые существенно отличаются по среднегодовым темпам роста между сценариями.

Таким образом, традиционные источники энергии останутся доминирующими в долгосрочной перспективе, и вопросы обеспечения энергетической безопасности вместе с достижением глобальной цели по смягчению изменения климата будут в основном зависеть от эффективности их использования.

**Литература:** 1. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., Шостак І. В., Данова М. О. Форсайт-прогнозування пріоритетних напрямів розвитку нанотехнологій і наноматеріалів у країнах світу й Україні: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2015. 272 с.  
2. World Energy Outlook 2015 // International Energy Agency. URL: <http://www.worldenergyoutlook.org/weo2015/>. 3. International Energy Outlook 2016 // US Energy Information Administration. URL: [http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2016).pdf).  
4. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 г. // Институт энергетических исследований РАН. URL: <https://www.eriras.ru/files/prognoz-2040.pdf>. 5. Asia / World Energy Outlook 2015 // The Institute of Energy Economics of Japan. URL: <http://eneken.iece.or.jp/data/6379.pdf>. 6. BP Energy Outlook 2016 edition // British Petroleum. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf>. 7. BP Energy Outlook 2017 Edition // British Petroleum. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2017/bp-energy-outlook-2017.pdf>.  
8. 2016 The Outlook for Energy: A View to 2040 // Exxon Mobil. URL: <http://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for>



energy/2016/2016-outlook-for-energy.pdf. **9.** 2017 Outlook for Energy: A View to 2040 // Exxon Mobil. URL: <http://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for-energy/2017/2017-outlook-for-energy.pdf>. **10.** A Better Life With a Healthy Planet. Pathway to Net-Zero Emissions: A New Lens Scenario Supplement // Shell. URL: [http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/a-better-life-with-a-healthy-planet/\\_jcr\\_content/par/tabbedcontent/tab/textimage.stream/1468845064647/e518d7408d6964dbb07bb48432a2b6123c5b64549b92e8942fb22295e9c5af6f/scenarios-brochure-interactive.pdf](http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/a-better-life-with-a-healthy-planet/_jcr_content/par/tabbedcontent/tab/textimage.stream/1468845064647/e518d7408d6964dbb07bb48432a2b6123c5b64549b92e8942fb22295e9c5af6f/scenarios-brochure-interactive.pdf). **11.** New Lens Scenarios. A Shift in Perspective for World in Transition // Shell. URL: [http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/new-lenses-on-the-future/\\_jcr\\_content/par/relatedtopics.stream/1448477051486/08032d761ef7d81a4d3b1b6df8620c1e9a64e564a9548e1f2db02e575b00b765/scenarios-newdoc-english.pdf](http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/new-lenses-on-the-future/_jcr_content/par/relatedtopics.stream/1448477051486/08032d761ef7d81a4d3b1b6df8620c1e9a64e564a9548e1f2db02e575b00b765/scenarios-newdoc-english.pdf). **12.** Липецкая М. С., Николаев В. Д. Гадание на нефтяной гуще. Прогнозы развития мировой энергетики от ведущих сырьевых компаний // Фонд стратегических разработок «Север-Запад». URL: [www.csr-nw.ru/files/csr/file\\_content\\_55.pdf](http://www.csr-nw.ru/files/csr/file_content_55.pdf). **13.** Кизим М. О., Салашенко Т. И., Хаустова В. Е., Лелюк О. В. Концептуальні засади зміцнення паливної безпеки національної економіки // Проблеми економіки. 2017. № 1. С. 79–88. **14.** Кизим Н. А., Салашенко Т. И., Борщ Л. М. Перспективы укрепления энергетической безопасности Украины путем развития нетрадиционной газодобычи // Проблеми економіки. 2016. № 2. С. 34–43. **15.** BP Statistical Review of World Energy 2017 // British Petroleum. URL: <http://www.bp.com/content/dam/bp/excel/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-workbook.xlsx>.

**References:** **1.** Kyzym M. O., Matiushenko I. Yu., Shostak I. V., Danova M. O. *Forsait-prohnozuvannia priorytetnykh napriamiv rozvytku nanotekhnologii i nanomaterialiv u krainakh svitu y Ukraini*: monohrafiia [Foresight-Forecasting of Priority Directions of Development of Nanotechnologies and Nanomaterials in Countries of the World and Ukraine: monograph]. Kharkiv: VD «INZHEK», 2015. 272 p. **2.** World Energy Outlook 2015 // International Energy Agency. URL: <http://www.worldenergyoutlook.org/weo2015/>. **3.** International Energy Outlook 2016 // US Energy Information Administration. URL: [http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2016).pdf). **4.** Prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii do 2040 g. // Institut energeticheskikh issledovaniy RAN. URL: <https://www.erias.ru/files/prognoz-2040.pdf>. **5.** Asia / World Energy Outlook 2015 // The Institute of Energy Economics of Japan. URL: <http://enen.iecee.or.jp/data/6379.pdf>. **6.** BP Energy Outlook 2016 edition // British Petroleum. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf>. **7.** BP Energy Outlook 2017 Edition // British Petroleum. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2017/bp-energy-outlook-2017.pdf>. **8.** 2016 The Outlook for Energy: A View to 2040 // Exxon Mobil. URL: <http://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for-energy/2016/2016-outlook-for-energy.pdf>. **9.** 2017 Outlook for Energy: A View to 2040 // Exxon Mobil. URL: <http://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for-energy/2017/2017-outlook-for-energy.pdf>. **10.** A Better Life with a Healthy Planet. Pathway to Net-Zero Emissions: A New Lens Scenario Supplement // Shell. URL: [http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/a-better-life-with-a-healthy-planet/\\_jcr\\_content/par/tabbedcontent/tab/textimage.stream/1468845064647/e518d7408d6964dbb07bb48432a2b6123c5b64549b92e8942fb22295e9c5af6f/scenarios-brochure-interactive.pdf](http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/a-better-life-with-a-healthy-planet/_jcr_content/par/tabbedcontent/tab/textimage.stream/1468845064647/e518d7408d6964dbb07bb48432a2b6123c5b64549b92e8942fb22295e9c5af6f/scenarios-brochure-interactive.pdf). **11.** New Lens Scenarios. A Shift in Perspective for World in Transition // Shell. URL: [http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/new-lenses-on-the-future/\\_jcr\\_content/par/relatedtopics.stream/1448477051486/08032d761ef7d81a4d3b1b6df8620c1e9a64e564a9548e1f2db02e575b00b765/scenarios-newdoc-english.pdf](http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/new-lenses-on-the-future/_jcr_content/par/relatedtopics.stream/1448477051486/08032d761ef7d81a4d3b1b6df8620c1e9a64e564a9548e1f2db02e575b00b765/scenarios-newdoc-english.pdf). **12.** Lipetskaya M. S., Nikolayev V. D. Gadaniye na neftyanoy gushche. Prognozy razvitiya mirovoy energetiki ot vedushchikh syryevykh kompaniy // Fond strategicheskikh razrabotok «Sever-Zapad». URL: [www.csr-nw.ru/files/csr/file\\_content\\_55.pdf](http://www.csr-nw.ru/files/csr/file_content_55.pdf). **13.** Kyzym M. O., Salashenko T. I., Khaustova V. Ye., Leliuk O. V. *Kontseptualni zasady zmitsnennia palyvnoi bezpeky natsionalnoi ekonomiky* [Conceptual Basis for Strengthening the Fuel Security of the National Economy]. *Problemy ekonomiky*. 2017. No. 1. P. 79–88. **14.** Kizim N. A., Salashenko T. I., Borshch L. M. *Perspektivy ukrepleniya energeticheskoy bezopasnosti Ukrainy putem razvitiya netraditsionnoy gazodobychi* [The Prospects for Strengthening Energy Security of Ukraine through the Development of Unconventional Gas Production] *Problemy ekonomiky*. 2016. No. 2. P. 34–43. **15.** BP Statistical Review of World Energy 2017 // British Petroleum. URL: <http://www.bp.com/content/dam/bp/excel/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-workbook.xlsx>.

#### Інформація об авторе

**Лелюк Алексей Владимирович** – кандидат экономических наук, соискатель, Научно-исследовательский центр индустриальных проблем развития НАН Украины (пер. Инженерный, 1а, 2 эт., г. Харьков, 61166, Украина).

#### Інформація про автора

**Лелюк Олексій Володимирович** – кандидат економічних наук, здобувач, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., м. Харків, 61166, Україна).

#### Information about the author

**O. Lelyuk** – Candidate of Sciences (Economics), External Doctoral Candidate, Research Centre of Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine).

Стаття надійшла до ред.  
10.03.2017 р.