

УДК 620.9

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ТЭК РОССИИ В УСЛОВИЯХ УЧАЩЕНИЯ ЦИКЛОВ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Ю.А. Плакиткин

Институт энергетических
исследований РАН

Известно, что мировое инновационное развитие имеет циклический характер. При этом переход от цикла к циклу осуществляется с постоянным уменьшением его периода. Это свидетельствует о все увеличивающейся частоте смены применяемых технологий, в том числе в отраслях ТЭК. Трудности обеспечения эффективного прогнозирования в условиях учащающейся цикличности научно-технического развития предопределили систему исследований, проведенных автором в части применения в прогнозных расчетах, так называемого «технологического времени». По сути, автор статьи в своих исследованиях продолжает учение ак. В.И. Вернадского о множестве времени. Учет цикличности технологического развития через фракталы «технологического времени» позволил получить приведенные в статье результаты по долгосрочному прогнозу объемов производства отраслей ТЭК мира и России.

Ключевые слова: новые вызовы и требования, научно-технический прогресс, мировые патентные заявки, новые энергетические технологии, альтернативные источники энергии, закономерности развития глобальной энергетики, прогнозы потребления энергии.

Известно, что посткризисное развитие экономики связано с фазой снижения энергоёмкости ВВП и, соответственно, с ростом энергоэффективности.

Какие же технологии и, главным образом, когда будут поддерживать переход к новой энергоэффективной фазе? Но прежде чем дать характеристику прогнозного портфеля возможных технологий, зададимся вопросом: а умеем ли мы прогнозировать в условиях интенсификации мирового инновационного процесса, предусматривающего в перспективном периоде существенное уменьшение длительности технологических циклов? (рис. 1). В настоящее время существует большое количество методов прогнозирования

FORECASTING OF PARAMETERS OF GLOBAL ENERGY AND FUEL AND ENERGY COMPLEX OF RUSSIA IN CONDITIONS INCREASED FREQUENCY OF INNOVATIVE AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT CYCLES

Y.A. PLAKITKIN

It is known that the world's innovative development is cyclical. The transition from cycle to cycle is carried out with a constant reduction of its period. This testifies to the ever-increasing frequency of change of applied technologies, including fuel and energy sector. The difficulty of providing effective forecasting cyclical conditions quickens scientific and technological development predetermined system of research conducted by the author in terms of use in predictive calculations, the so-called «technological time». In fact, the author continues research in the doctrine of Academician V.I. Vernadsky on the set of time. Accounting cyclicity of technological development through fractals of «technological time» allowed to obtain results presented in the paper on the long-term forecast fuel and energy sector production volumes of the world and Russia.

KEYWORDS: new challenges and demands, technological change, global patent applications, new energy technologies, alternative energy sources, patterns of development of the global energy forecasts of energy consumption.

развития ТЭК. Достаточно детальный их анализ приведен в книге автора настоящей статьи [10]. Однако практически все приведенные методы не учитывают циклический характер технологического развития и не основаны на использовании длинных временных рядов (в 100 и более лет).

Действительно, в прошедшем периоде длительность технологического цикла составляла примерно 20–25 лет [3]. В будущем же периоде она, вероятно, будет составлять 7–10 лет. Отметим, что, если взять прогнозный горизонт в 30 лет, то в прошедшем периоде прогнозный вектор имел возможность «вписаться» в технологический цикл. Однако при таком же

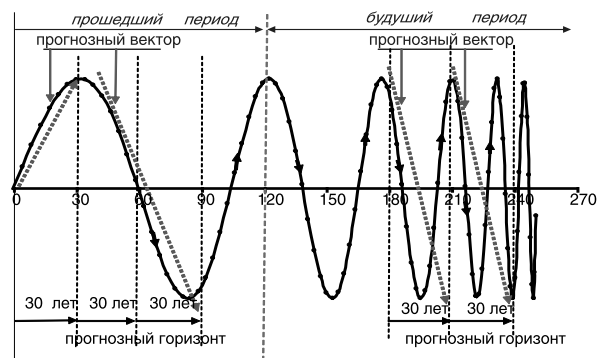


Рис. 1. Прогнозирование в условиях цикличности технологического развития

прогнозом горизонте (30 лет), но в будущем периоде, прогнозный вектор уже не только не будет «вписываться» в технологический цикл. Он будет пересекать сразу два или три цикла. Это означает, что результаты прогноза, выполненного без учета цикличности, могут оказаться ложными. Фактически, вместо прогноза можно получить «антипрогноз». Такие прогнозы следует трактовать как не достоверные. Представляется, что в период развития инновационного процесса в мировой экономике достоверные прогнозы можно получать на отрезке времени, не превышающем 5–10 лет. При прогнозом горизонте в 20–30 или 40 лет невозможно получение достоверного результата без учета цикличности мирового инновационного развития. В связи с этим мы обратились к учению академика В.И. Вернадского о множестве времени. Вернадский считал, что помимо физического времени существует социальное, биологическое время и т.д. [1, 2]. Мы пришли к пониманию использования в дальнейших расчетах так называемого технологического времени. Оно отличается от физического времени наличием плотности, определяемой жизненным циклом соответствующего технологического процесса (рис. 2).

То обстоятельство, что время имеет плотность, мы постоянно ощущаем в нашей повседневной жизни. Иногда нам кажется, что время «бежит слишком быстро», иногда наоборот – «тянется» слишком медленно. Наличие плотности времени может привести к прогнозным искажениям (рис. 3, 4).

Так, объект в физическом времени выглядит как «W», а в технологическом как растянутая «W». Прогнозируя в физическом времени, мы думаем, что объект будет двигаться по линейной траектории, а на самом деле в технологическом времени эта траектория может быть криволинейной.

В процессе исследования долговременных тенденций развития отраслей ТЭК был использован фрактальный анализ плотности технологического времени.

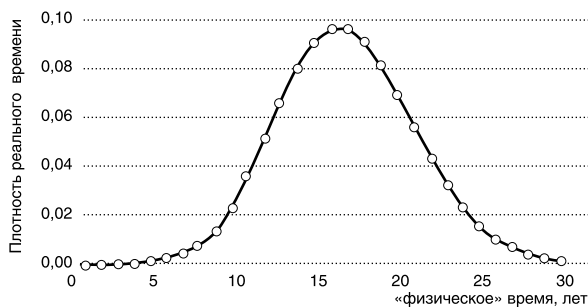


Рис. 2. Плотность технологического времени (жизненный цикл процесса = 30 лет)

Были выделены периодически повторяющиеся фракталы технологического времени по угольной, газовой и нефтяной промышленности. Отметим, что все расчеты были выполнены с применением «длинных» временных рядов 150–200 лет, охватывающих весь «жизненный» цикл процессов добычи энергоресурсов. Эти циклы с достаточной точностью аппроксимировались зависимостью типа Пуассоновского распределения. Так, для угольной промышленности плотность технологического времени определялась по формуле:

$$r = \frac{29^t \times e^{-29}}{t}$$

где $t = \frac{T - 1740}{10}$, T – текущее время, год.

В качестве примера на рис. 5 представлены результаты прогноза фракталов технологического времени по мировой угольной промышленности.

Сумма полученных в процессе исследования фракталов добычи угля с использованием «механизма их сжатия» позволила выполнить долгосрочный прогноз мировой добычи угля (рис. 6).

Отметим, что пик значений мировой добычи угля будет достигнут примерно в 25–30-х годах XXI века и составит примерно 6,2–6,3 млрд т у.т. После этого мировая добыча угля войдет в стадию системного снижения. Правда, это снижение в ближайшие 50 лет не будет уж слишком большим. Так, мировая добыча угля в 2050 г. по сравнению с самым высоким ее значением упадет всего на 5%. В связи с этим скорее всего, можно говорить о том, что до 2050 г. мировая угольная промышленность будет находиться на стабилизационной стадии развития.

В соответствии с выявленными и прогнозными фракталами технологического времени была сформирована долгосрочная динамика объемов добычи угля по России. Результаты проведенных расчетов свидетельствуют о том, что угольная промышленность

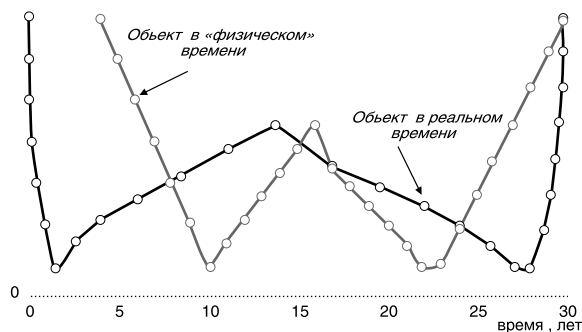


Рис. 3. Зеркало объектов («W»), прогнозируемых в реальном и физическом времени

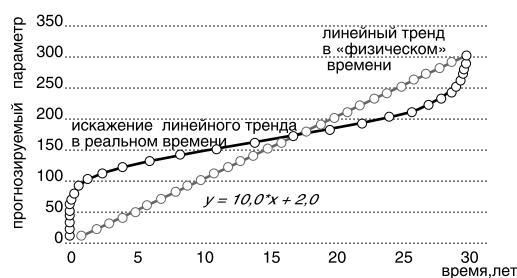


Рис. 4. Искажения при прогнозировании

России фактически вошла в стадию системного снижения добычи. Так, прогнозный уровень добычи в 2035 г. составляет примерно 335 млн т. С учетом того, что в 2013 г. уровень добычи угля соответствовал величине 352 млн т, ежегодное падение добычи будет составлять примерно 0,20% в год или 1% за пятилетие. В 2090–2095 гг. уровень добычи угля будет составлять примерно половину от достигнутого в настоящее время. Все это свидетельствует о том, что в течение XXI века уголь будет занимать значимую часть энергобаланса страны (рис. 7). Проведенный фрактальный прогноз технологического времени нефтяной промышленности позволил получить оценку перспективных объемов мировой добычи нефти (рис. 8).

Представленные результаты свидетельствуют о том, что пик мировой добычи нефти уже фактически имел место и составил около 5,8–5,9 млрд т у.т.

Дальнейшая динамика объемов добычи нефти носит характер системного снижения. Правда, это снижение не является критическим. Так, к 2050 г. оно составит примерно 40%. Это означает, что среднегодовое снижение добычи нефти в период до 2050 г. составит не более 1–1,2% в год.

В соответствии с выявленными фактическими и прогнозными фракталами технологического времени была сформирована долгосрочная динамика объемов добычи нефти по России (рис. 9).

Ю. А. ПЛАКИТКИН
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЛОБАЛЬНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ И ТЭК РОССИИ В УСЛОВИЯХ
УЧАЩЕНИЯ ЦИКЛОВ ИННОВАЦИОННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

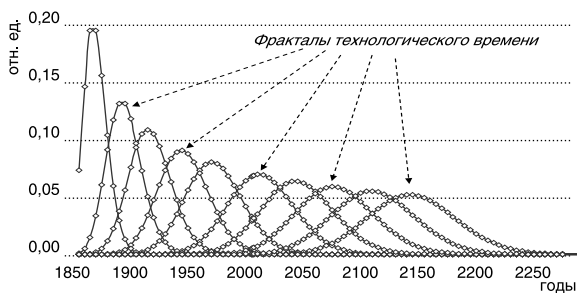


Рис. 5. Прогноз фракталов технологического времени угольной промышленности

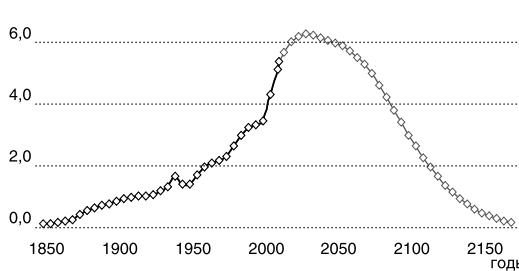


Рис. 6. Динамика мировой добычи угля, млрд т у.т.

Результаты расчетов свидетельствуют о том, что добыча нефти в России фактически «вышла» на полку, за которой будет происходить небольшое снижение. Так, в 2030 году объем добычи нефти составит примерно 730 млн т у.т., что всего на 1,0–1,5% ниже уровня 2012 г. Однако после 2035 г. снижение объемов добычи нефти может быть довольно значительным. Так, уже в 2035 г. объем добычи российской нефти может упасть на 5% против объема 2012 г., а в 2050 г. – еще на 16%. Отметим, что достигнутый в настоящее время «пик» добычи нефти в России не является самым большим. Еще в 1980 г. нефтяная промышленность СССР имела более высокий пик развития, равный примерно 770 млн т у.т. в год. Однако в начале 2000-х годов в силу обстоятельств, связанных с распадом СССР, добыча нефти резко упала — примерно до 400 млн т у.т., образовав в траектории своего движения своеобразное «седло». Напомним, что подобная траектория была характерна для угольной промышленности СССР. Это означает, что и угольная, и нефтяная отрасли «пережили» в своем развитии общее системное воздействие [8–10].

Материализация «технологического» времени мировой газовой промышленности позволила получить фракталы мировой добычи газа.

Суммирование фракталов добычи и дальнейшее их «сжатие» позволили сформировать прогнозную ди-

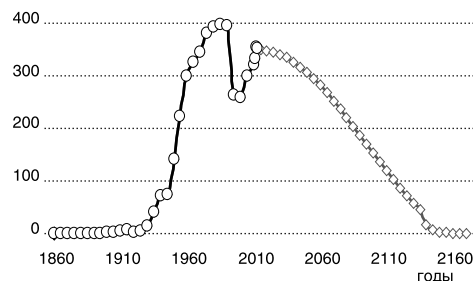


Рис. 7. Прогнозная динамика добычи российского угля, млн т

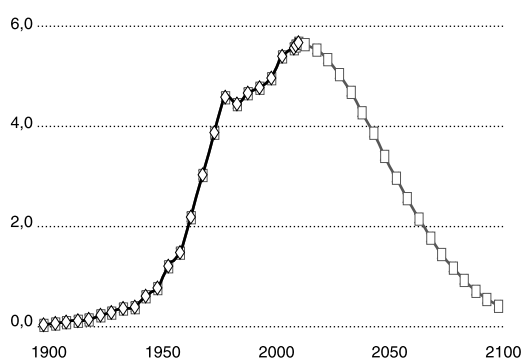


Рис. 8. Прогнозная динамика мировой добычи нефти, млрд т у.т.

намику мировой добычи газа (рис. 10). Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что в ближайшие 10 лет добыча газа будет увеличиваться; это произойдет примерно в 2025–2030 гг., когда будет достигнут пик добычи. После 2030 г. мировая добыча газа, впрочем как и добыча нефти и угля, войдет в коридор системного снижения. Так, к 2050 г. мировой уровень добычи газа уменьшится (по сравнению с 2025 г.) примерно на 36%. Учитывая 25-летний период времени, отметим, что это не очень большая величина. Она соответствует среднегодовому темпу снижения примерно 1–1,5% в год.

Автором настоящей статьи были проведены расчеты по оценке так называемых коэффициентов «материализации» фракталов времени газовой промышленности. Это позволило сформировать фракталы добычи газа, которые должны действовать в перспективном периоде. На основе этих фракталов сформирован долгосрочный прогноз добычи российского газа (рис. 11) [4–6].

В соответствии с результатами расчетов российская газовая отрасль стала интенсивно развиваться с 1960–1965 гг. В начале 90-х гг. XX века был достигнут ее первый максимум. За 25 лет масштабы добычи газа увеличились примерно в 14 раз. Это означает, что отрасль росла суперинтенсивными темпами, равны-

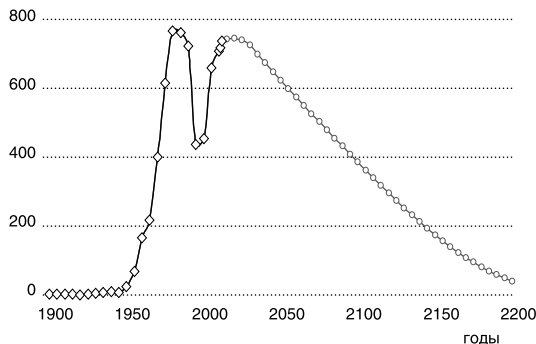


Рис. 9. Прогнозная динамика добычи российской нефти, млн т у.т.

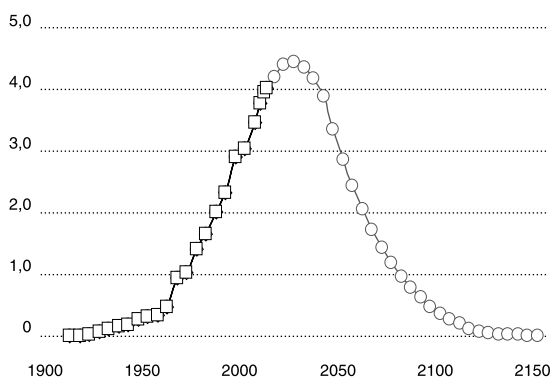


Рис. 10. Прогнозная динамика мировой добычи газа, млн т у.т.

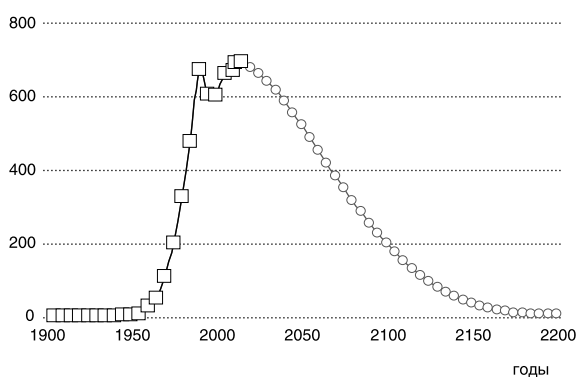


Рис. 11. Прогнозная динамика добычи российского газа, млн т у.т.

ми примерно 40–50% в год. В 2000-х гг. газовая промышленность «пережила» падение объемов добычи. Правда, такое падение не было уж очень критическим. Оно составляло всего около 10%.

В настоящее время вероятнее всего отрасль «подошла» к своему второму пределу. После него будет реализовываться фаза системного снижения объемов добычи газа в России. Однако это снижение в период до 2030 г. не будет очень существенным.

К 2030 г. объем добычи газа может снизиться на 6–7% относительно настоящего уровня. За пределами же этого периода системное падение может быть более значимым. Так, к 2050 г. объем добычи газа относительно 2030 г. может снизиться уже на 19–20%.

На основе использования технологического времени проведено моделирование интенсивности научно-технического развития по направлениям блока «Производство энергии» глобальной энергетики (рис. 12).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что пик научно-технического развития ядерной энергетики пройден примерно в 1995 г. В целом, традиционная энергетика, основанная на применении угля, нефти и газа, достигла пика интенсивности научно-технического развития примерно в 2002–2005 гг. Пик научно-технического развития альтернативной энергетики будет достигнут примерно в 2025–2030 гг. В процессе исследования были разработаны модели интенсивности научно-технического развития по более чем 20 направлениям технологического развития глобальной энергетики, в том числе по 16 направлениям альтернативной энергетики. Научно-техническое развитие является этапом, предваряющим технологическое развитие. В процессе исследования на основе результатов научно-технического развития по направлениям глобальной энергетики были сформированы соответствующие модели технологического развития [7, 10].

Фактически переход научно-технического в технологическое развитие происходил по схеме, очень близкой к так называемой «гарвардской кривой», в которой соответствующие стадии НИОКР переходят в стадии технологического развития, включая стадию зрелого технологического развития, предусматривающую интенсивное промышленное освоение соответствующих технологий (рис. 13).

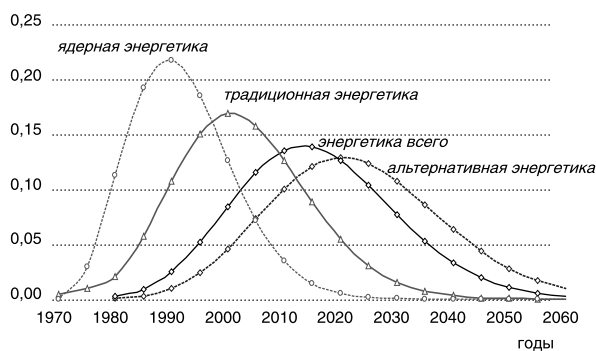


Рис. 12.

Результаты моделирования интенсивности научно-технического развития по укрупненным технологическим направлениям блока «Производство энергии»

Ю. А. ПЛАКИТКИН
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЛОБАЛЬНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ И ТЭК РОССИИ В УСЛОВИЯХ
УЧАЩЕНИЯ ЦИКЛОВ ИННОВАЦИОННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Приведенное выше моделирование позволило выделить стадии технологического развития по всем анализируемым направлениям технологического развития глобальной энергетики. На рис. 14 в качестве иллюстрации результатов расчета приведены стадии технологического развития по направлениям «Добыча топливно-энергетических ресурсов» (рис. 14).

Представленные результаты свидетельствуют о том, что направление «Добыча топливно-энергетических ресурсов» в настоящее время находится на стадии зрелых технологий, т.е. интенсивного промышленного освоения [8, 10].

Выявленные стадии промышленного освоения технологий глобальной энергетики позволили разработать маршрутную карту инновационно-технологического развития глобальной энергетики по блоку «Производство энергии» (рис. 15).

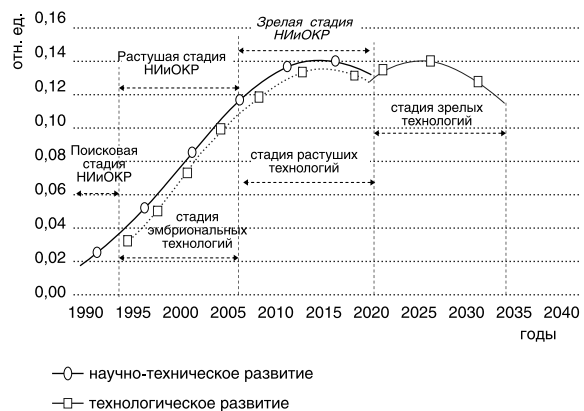


Рис. 13.

Взаимодействие стадий научно-технического и технологического развития глобальной энергетики по блоку «Производство энергии»

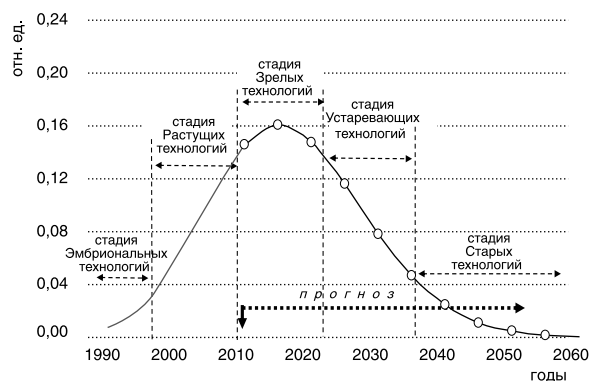


Рис. 14.

Прогноз стадий технологического развития направления «Добыча топливно-энергетических ресурсов»

Результаты построения маршрутной карты свидетельствуют о том, что стадия промышленного освоения новых технологий в области добычи топливно-энергетических ресурсов, начавшаяся в 2011 г., продлится примерно до 2025 г. Учитывая начало этой стадии, можно отметить, что, вероятнее всего, основные научно-технические открытия в этой области уже состоялись. И в будущем надо переориентироваться на исследование других направлений. Например, еще остались до конца неисследованными научно-технологические проблемы в сфере комбинированного сжигания топлива и технологии для более эффективного сжигания. Зрелая стадия первого из приведенных направлений начнется примерно в 2018–2019 гг. Ближе стадия промышленного освоения таких технологий, как «Топливные элементы», «Аккумуляция энергии», «Топливо из отходов». Действительно, темпы роста транспортных средств с применением гибридных двигателей и двигателей на топливных элементах создают ощущение объективности полученных оценок [9].

Дольше всего придется ждать начала стадии промышленного освоения таких технологий, как «Геотермальная энергия» (в 2022–2035 гг.), «Энергия моря» (в 2029–2045 гг.), «Фотоэлектрическая энергия» и др. Учитывая, что переход к стадии промышленного освоения новых технологий характеризуется началом их массового производства и использования в хозяйственном обороте мировой экономики, переход от ра-

стущей к зрелой стадии (промышленного освоения) можно характеризовать, как технологический скачок или революцию в технологическом развитии экономики. В связи с этим, на основе приведенной выше маршрутной карты инновационно-технологического развития построены так называемые «часы технологических революций» (рис. 12).

На «циферблате» этих часов указаны метки будущих технологических революций, которые должны состояться в глобальной энергетике. Первая метка указывает, что примерно в 2011 г. имела место революция в такой области, как «Добыча топливно-энергетических ресурсов». Вероятнее всего, в этом случае речь идет о так называемой «сланцевой революции», приведшей к старту промышленного освоения технологий добычи сланцевого газа и сланцевой нефти. Примерно в 2019–2020 гг. состоится революция в области комбинированного сжигания топлива. Вероятно, она будет связана с так называемым «пакетным» сжиганием топлива на электростанциях и других энергоустановках. Примерно в 2020 г. произойдет технологическая революция в области топливных элементов (рис. 13).

Представленная маршрутная карта и «часы» технологических революций позволяют осуществлять долгосрочное планирование наиболее актуальных НИОКР. Более того, представленные результаты должны быть интересны и бизнесу, который стремится диверсифицировать производство. Главная его

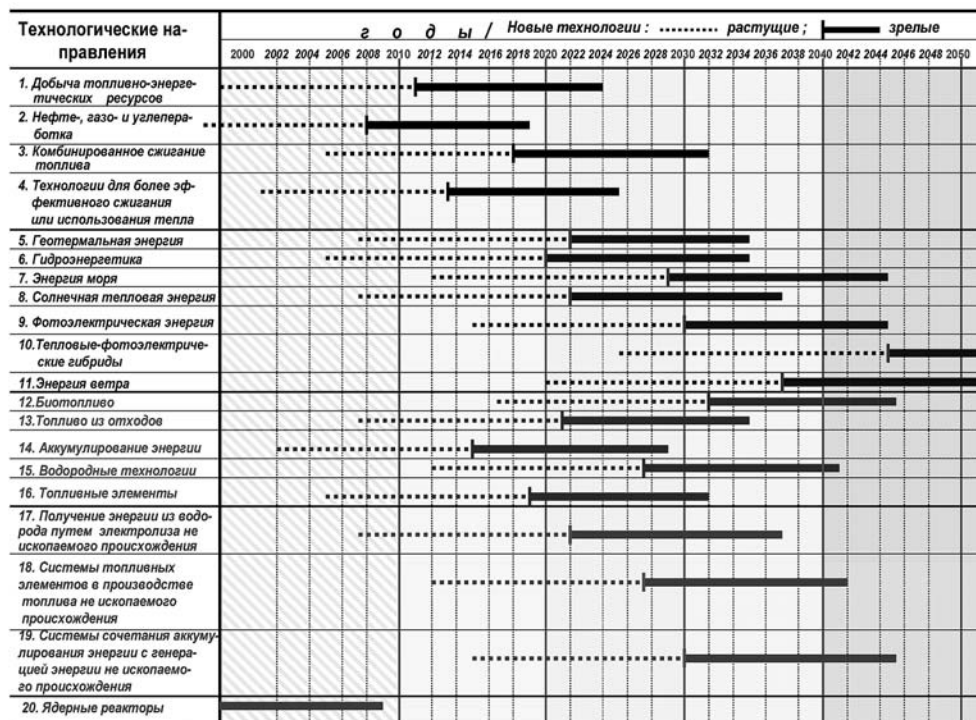


Рис. 12.

Маршрутная карта инновационно-технологического развития глобальной энергетики по блоку «Производство энергии»

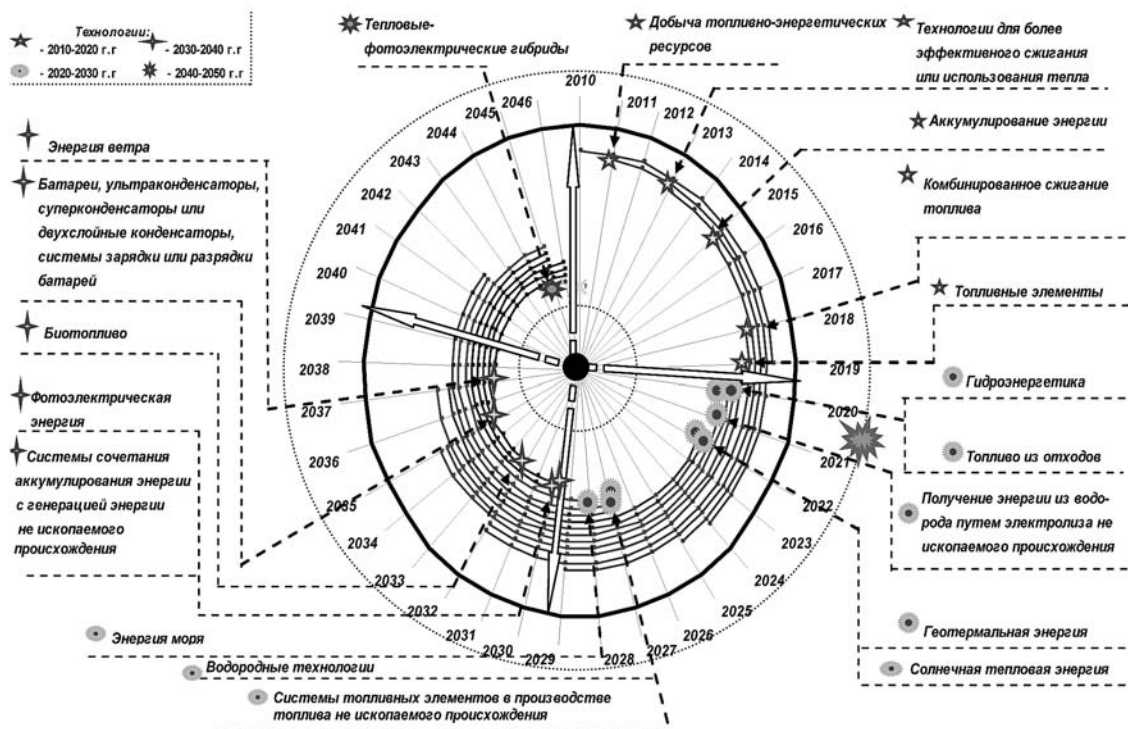


Рис. 13.

«Часы» перехода к зрелым технологиям глобальной энергетики по блоку «Производство энергии»

задача — подстроиться под график мировых технологических преобразований. В противном случае он будет находиться в диссонансе с циклами мирового технологического прогресса. Учитывая, что положительные устремления бизнеса должны поддерживаться государством, задачей регулятора является построение такой системы государственного регулирования, в том числе налогового, при которой у бизнеса должна появляться экономическая мотивация в реализации новых технологий в сроки, приведенные на маршрутной карте и «часах» технологических революций.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВЕРНАДСКИЙ В.И. Проблема времени в современной науке. Изв. АН СССР, 7 серия, ОМЕН, 1932, № 4.
2. КОЗЫРЕВ И.А. Избранные труды. СПб.: Изд-во Ленинградского университета, 1991.
3. ПЛАКИТКИН Ю.А. Закономерности развития глобальной энергетики, движение будущих энергетических технологий // М.: Сборник научных статей ИНИОН РАН, 2012. С. 71–76.
4. ПЛАКИТКИН Ю.А. Экономика и глобальная энергетика: прогноз цен на главный энергоноситель // М.: Энергетическая политика, 2012, № 5. С. 29–38.
5. ПЛАКИТКИН Ю.А. Цены на нефть: Перспектива падения возможна // М.: Вестник-РАЕН, № 1, 2013. Т. 13. С. 52–57.
6. ПЛАКИТКИН Ю.А. Ценовые парадигмы инновационно-технологического развития глобальной энергетики и экономики: выводы для России // М.: Сб. научных трудов «Россия: тенденции и перспективы развития», вып. 8, ИНИОН РАН, 2013, ч. 1. С. 301–306.
7. ПЛАКИТКИН Ю.А. Глобальная энергетика и мировое инновационно-технологическое развитие // М.: Neftegaz. RU, № 3, 2013. С. 54–62.
8. ПЛАКИТКИН Ю.А. Монография Инновационно-технологическое развитие и его воздействие на вектор развития глобальной энергетики // Редакция журнала «Уголь», 2013. 176 с.
9. ПЛАКИТКИН Ю.А. в соавторстве Монография «Мировая динамика. Закономерности. Перспективы» // М.: Издательство «КРАСАНД», 2013. С. 203–242.
10. ПЛАКИТКИН Ю.А. Цикличность инновационно-технологических процессов в глобальной энергетике, фракталы технологического времени и их применение при прогнозировании отраслей ТЭК Мира и России: ИНЭИ РАН, 2014. 292 с.

Плакиткин Юрий Анатольевич,
д.э.н., профессор, заместитель директора Института энергетических исследований РАН

☎ 117186, г. Москва, ул. Нагорная, д. 31, корп. 2,
тел.: +7 (499) 127-48-34