

УДК 338.12

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И СМЕНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДОВ

Соколов А.Н.

*Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск, Россия**e-mail: anton.new@mail.ru*

Аннотация. В статье говорится о критериях сравнения эффективности энерго-ресурсов. Рассматривается взаимосвязь между эффективностью энерго-ресурсов и сменой технологических укладов. Показывается закономерность смены технологических укладов, обосновывается, что нано- и биотехнологии на современной стадии своего развития не приведут к смене пятого технологического уклада. Отмечается, что ключевым энерго-ресурсом пока остается нефть, а значит, в связи с пиком добычи нефти, нам в скором времени предстоит столкнуться с беспрецедентным случаем в индустриальной истории – энергетической деградацией, которую можно расценивать как смену технологического уклада в обратную сторону.

Ключевые слова: технологические уклады, шестой технологический уклад, пик добычи нефти, эффективность энерго-ресурсов, EROEI

Без энергии немыслима современная жизнь. Энергия используется во всех отраслях современной экономики, энергия необходима нашему обществу каждый день в бесперебойном режиме. В настоящее время основным источником энергии являются углеродные ископаемые. В 2010 году по данным British Petroleum объем потребления первичных энерго-ресурсов составил 12,1 млрд. тонн нефтяного эквивалента, из них 33,6 % пришлось на нефть, 29,6 % на уголь, 23,8 % на газ, 6,5 % – гидроэнергия, 5,2 % – атомная энергия. Вклад альтернативных источников энергии (кроме дерева) пока остается незначительным. Таким образом, энергия углеродных ископаемых является основой мировой энергетики. На долю угля, нефти и газа приходится 87 % от всего объема потребления первичных энерго-ресурсов.

Энерго-ресурсы неоднородны по своим потребительским свойствам, по ряду критериев энерго-ресурсы различаются между собой. Поэтому, представляется естественным, что среди энерго-ресурсов можно выделить наиболее эффективный и наименее эффективный. А.Г. Коржубаев отмечает, что «нефть является энерго-ресурсом глобального значения, газ – преимущественно регионального, уголь – локального» [1]. Следовательно, так как нефть является самым востребованным в мире энерго-ресурсом, можно сделать эмпирическое утверждение, что нефть является наиболее эффективным энерго-ресурсом. Можно сказать, что благодаря своим свойствам нефть выиграла конкурентную борьбу с другими ресурсами.

Если подойти к вопросу эффективности конкретно, то следует рассмотреть критерии сравнения эффективности энергоресурсов. Существует множество критериев сравнения эффективности энергоресурсов [2]. Для сравнения нефти с другими энергоресурсами можно выделить три наиболее важных:

1. Агрегатное состояние.
2. EROEI.
3. Плотность энергии на единицу объема и массы.

Кратко опишем каждый критерий.

Каждый энергоресурс существует либо в жидком, газообразном или твердом виде, и бывает, что вообще не имеет формы накопления (гидро, ветровая, солнечная энергия). Для современного уровня развития технологий, энергоресурс в жидком виде является наиболее предпочтительным. Жидким энергоресурсом можно заменить любой другой в какой угодно отрасли без потери эффективности, тогда как твердым далеко не всегда можно заменить жидкий, например топливо для самолетов. Таким образом, из четырех ископаемых энергоресурсов – угля, урана, газа и нефти, нефть как жидкий энергоресурс является наиболее эффективным.

EROEI – Energy returned on energy invested, рентабельность производства или добычи энергоресурса, посчитанная в энергетических единицах [3]. Известно, что любое производство должно приносить доход: выручка от деятельности должна быть больше, чем полная себестоимость. Процентное отношение этой разности называется «рентабельность». Применительно к добыче энергоресурсов и дальнейшему производству топлива, помимо денежного дохода, процесс должен быть выгоден энергетически, это очевидно: затраты энергии на добычу, транспорт и переработку сырья должны быть меньше энергии, получаемой от добытых ресурсов. Это можно назвать «энергетической рентабельностью», или EROEI (Energy return on energy invested). Впервые эту идею предложил в 70-х годах прошлого века американский ученый Чарльз Холл [4].

$EROEI = \text{Энергия полученная/энергия затраченная на добычу (производство)}$.

Когда $EROEI = 1$ – это значит, что на одну единицу полученной энергии из добытого сырья пришлось затратить на добычу количество энергии равное полученной, то есть производство энергии состоялось с нулевым результатом и является по сути бессмысленным. Когда значение меньше единицы – это значит, что добыча энергоресурсов является энергетически убыточной и потому неприемлемой. Когда значение больше единицы – это значит, что производство приносит дополнительную, «прибыльную» энергию (табл. 1).

Согласно данному критерию уголь является самым эффективным, затем идут нефть и газ. В данном случае следует (и это главное) обратить внимание на крайне низкий EROEI биотоплива. В связи с этим некоторые ученые и эксперты, в

том числе Роберт Хирш, высказывают мнение, что биотопливо не будет играть значимой роли в будущем, и для замены нефти как жидкого энергоресурса в первую очередь следует совершенствовать технологии GTL и CTL [5].

Таблица 1. EROEI для некоторых видов энергоресурсов (по расчетам Ч. Холла)

Энергоресурс	EROEI
Нефть и газ	35
Уголь	80
Ядерная энергия	15
Битуминозные пески	2-4
Этанол из сахарного тростника	0,8-10
Кукурузный этанол	0,8-1,6
Биодизель	1,3

Важным критерием эффективности является плотность энергии на единицу массы и объема. Принцип здесь следующий: чем больше плотность – тем лучше энергоресурс, потому что большая плотность энергии требует меньше места для хранения в конструкции машин и оборудования, использующих данный энергоресурс. Переход от дров к углю был эффективен, так как плотность энергии на единицу объема при той же массе у угля примерно в 2 раза выше чем у дров (рис. 1). Точно таким же эффективным был переход от угля к нефти. Нефть энергетически плотнее угля, и поэтому эффективнее, чего нельзя сказать о возобновляемых энергоресурсах: моторный этанол, биодизель – это шаг назад.

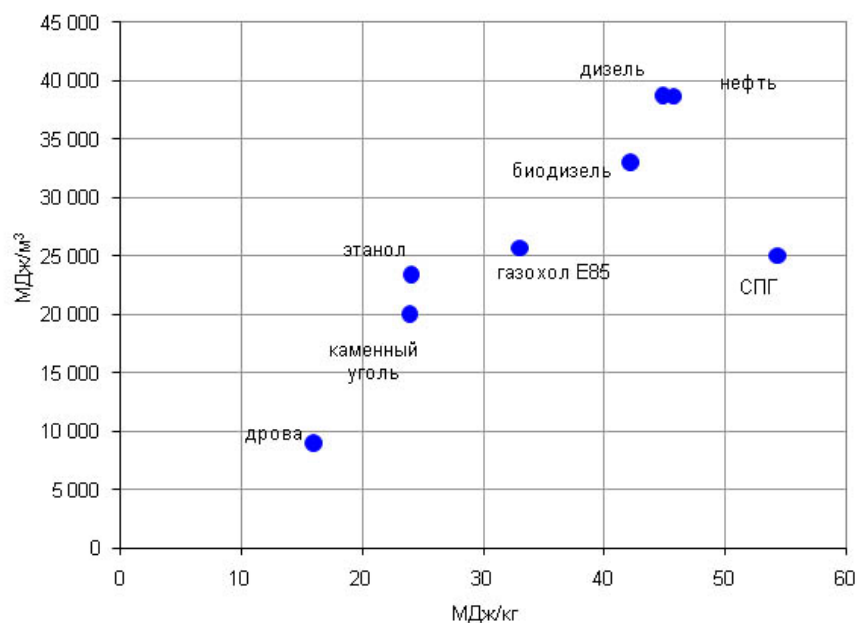


Рис. 1. Удельная плотность энергии на единицу объема и массы

Представляется очевидным, что от качества и количества доступного сырья зависит эффективность экономики: чем больше легкодоступных (качественных) ископаемых, тем меньше усилий затрачивается на их добычу, и тем экономика эффективнее. То же самое можно сказать и об энергоресурсах: чем их больше, чем они эффективнее и легкодоступнее, тем больше энергии получает общество, которая в дальнейшем расходуется на развитие науки и культуры.

Взаимосвязь между используемыми энергоресурсами и развитием общества рассматривается в теории смены технологических укладов, разработанной С.Ю. Глазьевым, Ю.В. Яковцом и другими. Согласно данной теории, историческое технико-экономическое развитие представляет собой процесс последовательного замещения крупных технологически связанных производств – технологических укладов (далее сокращение: ТУ) [7]. Ю.В. Яковец определяет технологический уклад как несколько взаимосвязанных и последовательно сменяющих друг друга поколений техники, реализующих общий технологический принцип [8]. Каждый технологический уклад состоит из трех элементов:

– Эпохальные и базисные инновации, определяющие ключевые направления развития нового технологического уклада называются **ключевой фактор**.

– Комплекс ключевых направлений развития образует **ядро технологического уклада**.

– Отрасли, где применяются ключевые направления развития называются **несущими отраслями**.

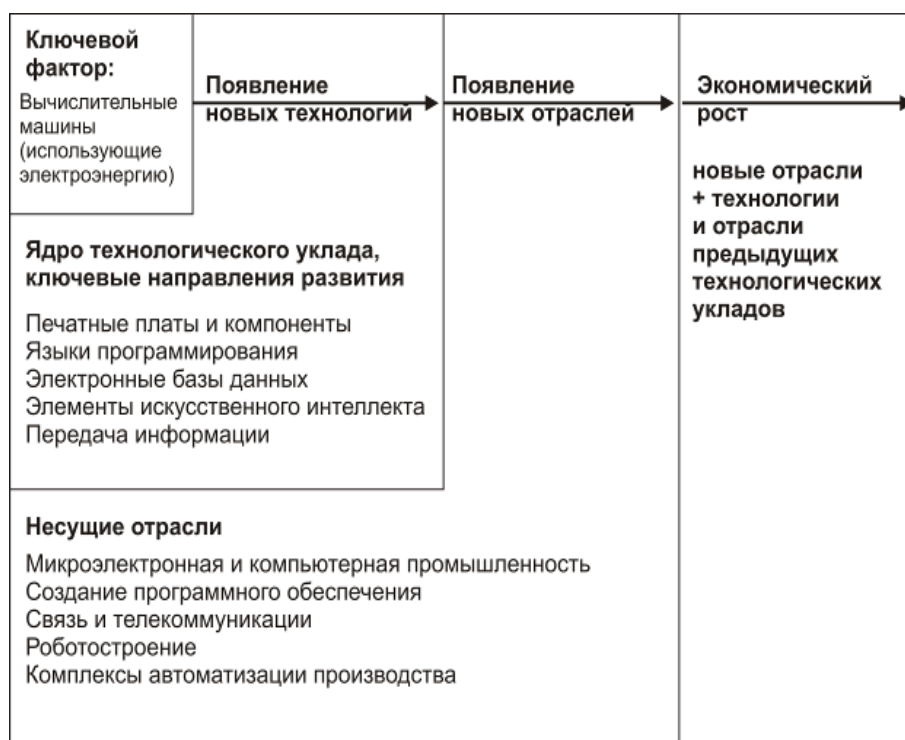


Рис. 2. Структура пятого технологического уклада

Очевидно, что лидерство в мировой экономике получает та страна, которая наиболее интенсивно развивает технологии текущего технологического уклада. В случае пятого технологического уклада это США, Япония, Германия. А чтобы обеспечить лидерство в будущем, необходимо правильно спрогнозировать появление новых эпохальных и базисных инноваций, и заранее начинать движение в этом направлении.

В терминологии Ю.В. Яковца ключевым фактором каждого ТУ является эпохальная и/или базисная инновация. К примеру, ключевой фактор пятого ТУ состоит из эпохальной инновации «электроэнергия» и базисной инновации «вычислительные машины». Эпохальные и базисные инновации инициируют большое количество научной и инженерной активности, в результате чего появляется большое количество улучшающих инноваций. Улучшающие инновации являются «двигателем» бизнеса, и именно благодаря внедрению улучшающих инноваций создается основная часть экономического роста.

У каждой технологической системы существует предел развития, феномен постепенного снижения возможностей улучшения любой производственно-технической системы хорошо известен в теории и на практике, и нашел отражение в различных законах убывающей эффективности [7]. Таким образом, со временем потенциал базисных инноваций исчерпывается, экономический рост замедляется, и наступает время псевдоинноваций. Псевдоинновации – весьма дискуссионный термин, к примеру, автор статьи считает ноутбуки (Notebooks) улучшающей инновацией, а планшетные компьютеры и нетбуки (Pads&Netbooks) псевдоинновацией, можно привести и другие примеры. Важным является то, что псевдоинновации не способны обеспечить экономический рост на должном уровне, и именно на этапе псевдоинноваций по мнению автора, находится текущий пятый технологический уклад.

Исследования, проведенные С.Ю. Глазьевым, позволили выделить и описать пять технологических укладов (рис. 3, табл. 1).

Периодичность смены технологических укладов примерно в 50 лет позволило многим экспертам говорить о существовании больших экономических циклов. По мнению экспертов смена технологических укладов происходила по следующей схеме:

1. потенциал текущего ТУ исчерпывается;
2. экономический рост замедляется;
3. компании теряют прибыли, это подталкивает менеджмент компаний к инвестициям в научные разработки;
4. начинаются масштабные инвестиции в новые разработки и технологии;
5. новые эпохальные и базисные инновации вновь инициируют экономический рост.

При этом предполагается, что достаточно сделать в необходимом объеме инвестиции в новые разработки, что приведет к смене технологического уклада, и так с цикличностью в 50 лет.

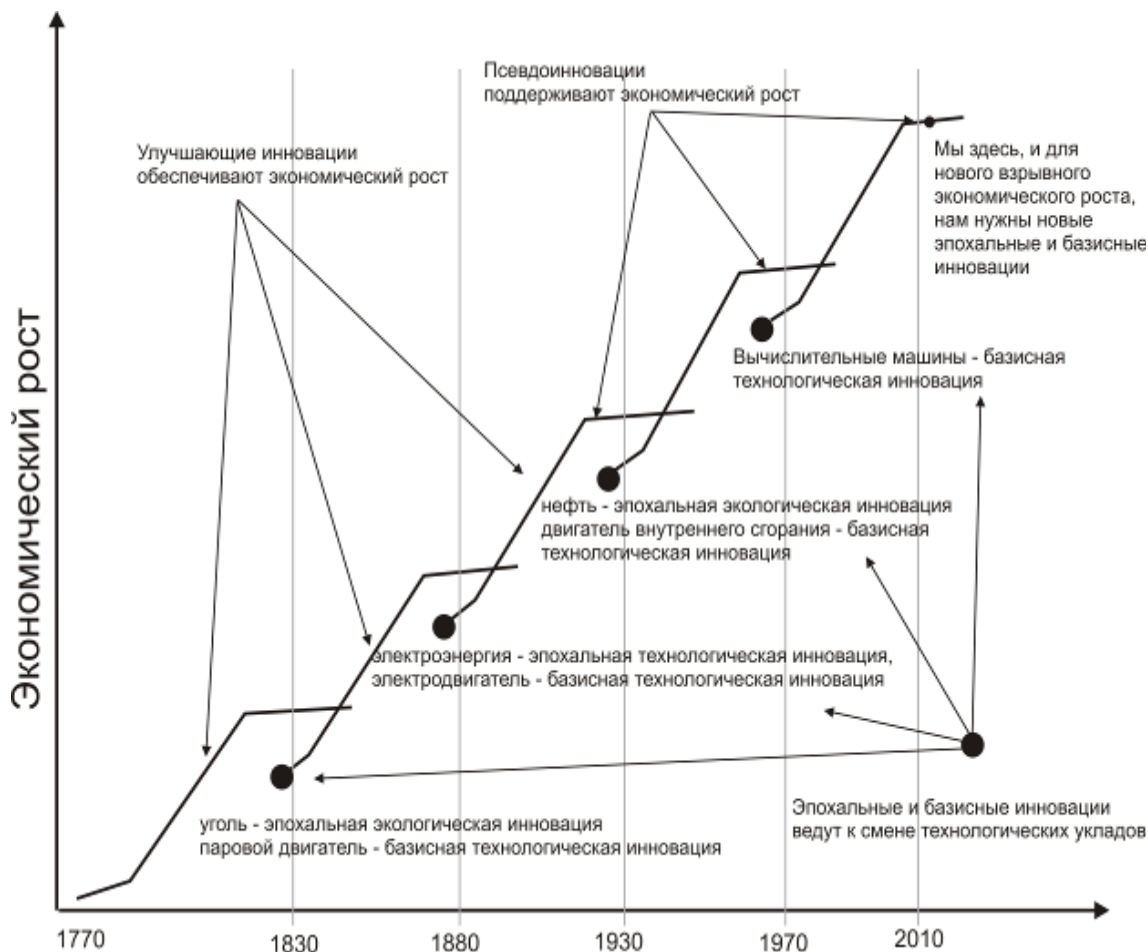


Рис. 3. Смена технологических укладов и экономический рост

На взгляд автора денежные инвестиции являются важным фактором, но не являются фундаментальным. Фундаментально смена технологических укладов зависит от эффективности существующих и используемых энергоресурсов. Это следует из анализа ТУ (табл. 2)

Таблица 2. Хронология и характеристика технологических укладов по С.Ю. Глазьеву

ТУ	Период	Ключевой Энергоресурс	Ключевой фактор	Несущие отрасли
Первый	1770-1830	Вода, ветер, дрова	Текстильные машины	Текстильная промышленность, обработка железа, водяной двигатель
Второй	1830-1880	Уголь	Паровой двигатель	Паровоз, железнодорожное строительство, транспорт, машино-пароходостроение, черная металлургия
Третий	1880-1930	Электро-энергия, электростанции работающие на угле	Электро-двигатель	Электротехническое, тяжелое машиностроение, производство и прокат стали, линии электропередач
Четвертый	1930-1970	Нефть	Двигатель внутреннего сгорания	Автомобилестроение, авиастроение, цветная металлургия
Пятый	1970-2010	Электро-энергия: нефть, уголь, газ, уран, гидро	Вычислительные машины	Микроэлектронная и компьютерная промышленность, создание программного обеспечения, связь и телекоммуникации, роботостроение, комплексы автоматизации производства

Взглянем на смену технологических укладов с точки зрения открытия и внедрения новых энергоресурсов, которые по мысли Ю.В. Яковца, являются эпохальными экологическими инновациями. Отдельно выделим изобретение и внедрение нового принципа преобразования энергии – эпохальная технологическая инновация по мысли Ю.В. Яковца. Заметим, что открытие новых энергоресурсов предшествует разработке и внедрению технологий, использующих данный энергоресурс. К примеру, сначала было открытие жидкого энергоресурса – нефти, а затем уже были изобретены и внедрены базисные инновационные технологии, использующие нефть и нефтепродукты. Данные инновационные технологии привели к смене технологического уклада, радикальным образом изменили облик цивилизации и, конечно же, обеспечили большой экономический рост. Обобщенно говоря, открытие нового более эффективного энергоресурса, чем уже имеющиеся, ставит перед учеными и инженерами научно-практическую задачу использования

данного энергоресурса. Тем самым открытие нового энергоресурса способствует развитию науки и техники, и ведет к появлению новых отраслей, что и является источником долгосрочного экономического роста. Но ведь в XX веке были открыты новые энергоресурсы газ и уран, но это не привело к смене ТУ? Дело здесь как раз в том, что газ и уран менее эффективны, чем нефть.

Вернувшись к сравнению эффективности энергоресурсов и анализируя ключевые факторы технологических укладов, мы можем сделать следующие выводы:

1. открытие нового, **более эффективного энергоресурса** ведет к смене технологического уклада: уголь эффективнее дров, а нефть эффективнее угля (в настоящее время уголь, газ, уран используются только потому, что нефти недостаточно);

2. открытие менее эффективных, чем нефть энергоресурсов – газа и урана, не привело к смене технологического уклада. Не говоря про еще менее эффективные альтернативные источники, такие как биодизель, этанол, битуминозные пески, сланцевая нефть;

3. открытие нового вида энергии (электроэнергия) и внедрение инновационных машин, использующих данную энергию, ведет к смене технологического уклада.

Становится ясно, что фундаментально смена технологических укладов зависит от открытия новых более эффективных, чем уже имеющихся энергоресурсов.

Подробнее следует остановиться на электроэнергии, которая сама по себе является эпохальной технологической инновацией. Если второй и четвертый технологические уклады прямо связаны с масштабным освоением вновь открытого энергоресурса, то третий и пятый связаны с освоением электроэнергии: электродвигатель и электронные вычислительные машины – это технологии, использующие электроэнергию, подобно тому, как двигатель внутреннего сгорания использует нефть, а паровой двигатель уголь.

Электроэнергия вырабатывается на различных видах электростанций, использующих различные первичные энергоресурсы для получения кинетической энергии, которая используется для вращения турбин, которые вырабатывают электроэнергию. Также, методом выработки электроэнергии является фотовольтаика (рис. 4).

Электроэнергия – это новое звено в цепи превращения энергии в полезную для общества работу. В случае с двигателем внутреннего сгорания мы имеем двухступенчатое превращение: тепловая энергия превращается в кинетическую энергию и далее в полезную работу. В случае с тепловой электростанцией цепочка удлиняется: тепловая энергия превращается в кинетическую энергию, далее в электроэнергию и потом уже в полезную работу.

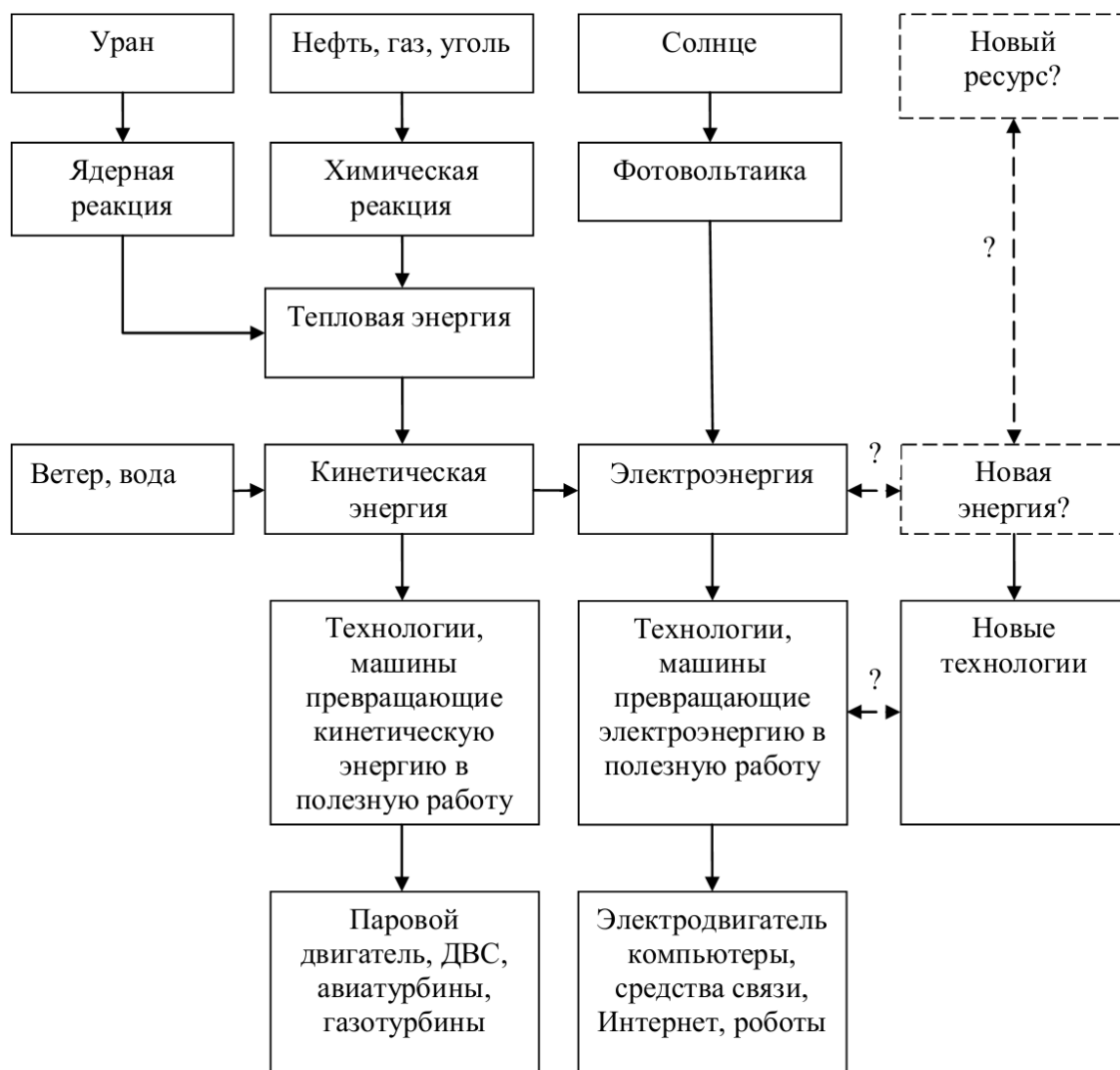


Рис. 4. Взаимосвязь энергоресурсов и развития технологий

Третий и пятый технологические уклады связаны с изобретением и внедрением машин и оборудования, использующих новый принцип преобразования энергии. Но следует иметь в виду, что фундаментально данные два ТУ опираются на использование нефти, угля, гидроресурсов, позже урана и газа, которые используются для выработки электроэнергии. Электроэнергия сама по себе в природе не существует. Энергоресурсы обеспечивают электростанции тепловой энергией, которая далее превращается в электроэнергию (частный случай это ветровая и гидроэнергия, где сразу происходит превращение кинетической энергии в электроэнергию).

Таким образом, в целом, смена технологических укладов представляется закономерной последовательностью, и происходила по двум сценариям:

1. открытие нового более эффективного энергоресурса и технологическое освоение данного ресурса (второй, четвертый ТУ);

2. открытие нового принципа преобразования энергии и технологическое освоение данной энергии (третий, пятый ТУ).

Согласно данной закономерности, следует предположить, что смена текущего пятого технологического уклада должна произойти в результате:

1. открытия нового более эффективного, чем нефть энергоресурса;
2. открытия нового принципа преобразования энергии.

Нет ничего удивительного и особенного в том, что именно новые энергоресурсы или новый вид энергии обеспечивают смену технологических укладов и шире – способствуют научно-техническому прогрессу. Вся жизнь и деятельность человека – это энергообмен в самых разных видах. Производство и движение товаров, наука, культура и отдых – это все потребление энергии. Поэтому чем эффективнее используемый энергоресурс, тем эффективнее технологии, и тем лучше, быстрее и качественнее выполняется полезная для человека работа, а это и есть определение прогресса.

С.Ю. Глазьев и ряд других ученых говорят, что шестой технологический уклад будет связан с нанотехнологиями и биотехнологиями [7]. Предполагается, что ключевым фактором шестого ТУ станут нанотехнологии, клеточные технологии и методы геномной инженерии, опирающиеся на использование электронных растровых и атомных микроскопов. Предполагается, что нанотехнологии обеспечат многократное повышение эффективности производства, снижение его энерго- и материалоемкости. То есть, по сути, нанотехнологии совершенствуют машины и оборудование предыдущих укладов, и в этом смысле являются только улучшающими инновациями, но не базисными и не эпохальными. Поэтому, следуя логике смены технологических укладов, получается что нанотехнологии только продлят пятый ТУ, оказав должное влияние на экономическое развитие.

Разумеется, нанотехнологии только начали развиваться и сейчас преждевременно делать какие-либо окончательные выводы. Вполне возможно, что нано- и биотехнологии станут связующим звеном, мостом к открытию новых энергоресурсов и новых видов энергии, с которыми и будет связан новый технологический уклад.

Важно отметить, что на данном этапе своего развития нано- и биотехнологии не предлагают решения проблемы зависимости общества от ископаемых энергоресурсов, прежде всего нефти. Значит, нам придется столкнуться с проблемами, вызванными пиком добычи нефти. Сокращение добычи нефти будет означать, что самого эффективного энергоресурса в экономике станет меньше, и его придется заменять менее эффективным. Подобная энергетическая деградация - беспрецедентный случай в индустриальной истории нашей цивилизации, он требует отдельного рассмотрения, и на первый взгляд является сменой технологического уклада в обратном направлении.

В рамках данной статьи можно сказать что, так как потребление энергоресурсов тесно связано с экономическим ростом [1], то вынужденное сокращение энергопотребления приведет к сокращению объемов мировой экономики. Данные негативные процессы будут обусловлены объективным дефицитом нефти, и в связи с этим тенденция сокращения мировой экономики будет фундаментальной. Поэтому наряду с дальнейшей разработкой перспективных технологий, нам одновременно придется решать принципиально новую экономическую задачу: по каким принципам и законам будет функционировать экономика в условиях энергетической деградации и сокращения предложения энергоресурсов.

Очевидно, что проблему энергодефицита если и удастся решить, то только путем научно-технических инноваций, это подчеркивал академик Никита Николаевич Моисеев: «Диалектика нашей жизни такова: из-за развития технических новшеств мы оказались на краю пропасти, но без них мы не сможем перекинуть мост в будущее и отойти от края пропасти – в этом противоречивость антропогенеза. Техническое развитие необходимо. Но его не достаточно: иной должна стать цивилизация, иным духовный мир человека, его потребности, его ментальность» [9]. Поэтому, для любого государства развитие науки и культуры должно быть приоритетом номер один.

Выводы

1. Смена технологических укладов обуславливается открытием и внедрением либо нового энергоресурса, который эффективнее уже имеющихся, либо открытием нового вида энергии. Нефть как новый высокоэффективный энергоресурс сыграла ключевую роль в четвертом технологическом укладе. Электроэнергия как новый вид энергии сыграла ключевую роль в третьем и пятом технологическом укладе. В настоящее время нового более эффективного, чем нефть энергоресурса пока не открыто, также как и не открыто нового вида энергии.

2. Предполагается, что шестой технологический уклад будет связан с нанотехнологиями. Но на современном этапе развития данные технологии являются только улучшающими инновациями и поэтому не могут являться ключевым фактором смены ТУ. Вполне возможно, что нанотехнологии окажутся связующим мостом и приведут к открытию нового энергоресурса или вида энергии, и это приведет к смене ТУ.

3. Не обладая новым энергоресурсом и новым видом энергии, мировая экономика в скором времени столкнется с проблемой сокращения предложения нефти, и в перспективе газа и угля. Поэтому, наряду с поиском новых энергоресурсов и энергии, анализируя последствия сокращения предложения энергоресурсов для мировой экономики, будет необходимо сформулировать и применить новые правила и законы функционирования экономики в условиях постоянного энергодефицита.

Литература

1. Коржубаев А.Г. Нефтегазовый комплекс России в условиях трансформации международной системы энергообеспечения. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, Академическое изд-во «Гео», 2007. 270 с.

2. Голоскоков А.Н. Критерии сравнения эффективности традиционных и альтернативных энергоресурсов // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2011. № 1. С. 285 - 299.

URL: http://www.ogbus.ru/authors/Goloskokov/Goloskokov_5.pdf

3. Сафронов А.Ф., Голоскоков А.Н. EROEI как показатель эффективности добычи и производства энергоресурсов // Бурение и нефть. 2010. № 12, С. 48 - 51.
URL: <http://burneft.ru/archive/issues/2010-12/13>

4. Charles A.S. Hall. Cutler J. Cleveland. EROI: definition, history and future implications // ASPO-US conference, Denver, November 10, 2005.

URL: <http://www.esf.edu/efb/hall/talks/EROI6a.ppt> (дата обращения 10.09.2010).

5. Interview with dr. Robert L. Hirsch. The Impending World Energy Mess / The Energy Crash Blog. URL: <http://energycrash.blogspot.com/2010/09/impending-world-energy-mess-with-robert.html> (дата обращения 10.10.2010).

6. List of common conversion factors.

URL: http://astro.berkeley.edu/~wright/fuel_energy.html (дата обращения 10.09.2010)

7. Глазьев С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса. Москва: Экономика, 2010. 255 с.

8. Яковец Ю.В. Эпохальные инновации XXI века. Москва: Экономика, 2004. 444 с.

9. Моисеев Н.Н. Судьба цивилизаций. Путь разума. Москва, МНЕПУ, 1998. 228 с.

THE EFFECTIVENESS OF ENERGY RESOURCES AND SUCCESSIVE TECHNOLOGICAL STAGES¹

A.N. Sokolov

*Institute of problems of oil and gas
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia
e-mail: anton.new@mail.ru*

Abstract. *This article discusses criteria for comparing the effectiveness of energy resources. It focuses on the interrelationship between the effectiveness of energy resources and movement from one technological stage to another. What emerges is the consistent pattern of change in existing technologies, and increasingly evident is that, at their current stage of development, neither nano- nor biotechnology will lead to an evolution from the current and fifth technological stage to a sixth. Of note is that at present oil remains the key energy resource, which means that in the near future peak oil will force us to confront an unprecedented event in industrial history: energy degradation, which can be viewed as a regressive movement in the existing technological stage.*

Keywords: *technological stages, sixth technological stage, peak oil, effectiveness of energy resources, EROEI*

References

1. Korzhubaev A.G. Oil and Gas Complex of Russia in the Context of Transformation of the International Power Supply System. Novosibirsk, INGG, GEO, 2007. 270 p.
2. Goloskokov A.N. Kriterii sravneniya effektivnosti traditsionnykh i al'ternativnykh energoresursov (Criteria of effectiveness of traditional and alternative sources of energy). *Electronic scientific journal "Neftegazovoe delo - Oil and Gas Business"*, 2011, Issue 1, pp. 285 - 299. http://www.ogbus.ru/authors/Goloskokov/Goloskokov_5.pdf
3. Safronov A.F., Goloskokov A.N. EROEI kak pokazatel' effektivnosti dobychi i proizvodstva energoresursov (EROEI as efficiency index of energy resources recovery and production), *Burenei i nef't'*, 2010, Issue 12, pp. 48 - 51. <http://burneft.ru/archive/issues/2010-12/13>
4. Charles A.S. Hall. Cutler J. Cleveland. EROI: definition, history and future implications, *ASPO-US conference*, Denver, November 10, 2005. URL: <http://www.esf.edu/efb/hall/talks/EROI6a.ppt> (Last accessed 10.09.2010).
5. Interview with dr. Robert L. Hirsch. The Impending World Energy Mess / The Energy Crash Blog. URL: <http://energycrash.blogspot.com/2010/09/impending-world-energy-mess-with-robert.html> (Last accessed 10.09.2010).
6. List of common conversion factors. URL: http://astro.berkeley.edu/~wright/fuel_energy.html (Last accessed 10.09.2010).

¹Translated by Jennifer E. Sunseri, Ph.D.

7. Glaz'ev S.Yu. Strategiya operezhayushchego razvitiya Rossii v usloviyakh global'nogo krizisa (The strategy of accelerated development Russia in the the global crisis conditions). Moscow: Ekonomika, 2010. 255 p.
8. Yakovets Yu.V. Epokhal'nye innovatsii XXI veka (Epochal innovations of the XXI century). Moscow: Ekonomika, 2004. 444 c.
9. Moiseev N.N. Sud'ba tsivilizatsii. Put' razuma (Fate of civilization. Wisdom's Path). Moskva, MNEPU, 1998. 228 p.