

УДК 338.12+620.9.004.67

С. И. ЦЫХМИСТРО

## ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧНОСТИ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

S. I. TSYKHMISTRO

## DEVELOPMENT PROBLEMS OF ALTERNATIVE ENERGY IN CONDITIONS OF THE CYCLIC RECURRENCE OF THE WORLD ECONOMY

**Анотація.** У статті проаналізовано проблеми використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), зокрема вітроенергетики. Дана оцінка сучасному стану фінансування ринку «зеленої» енергетики. Запропоновано поєднання економічних циклів Кондратьєва і ринку ВДЕ за умов циклічності в світовій історії і економіці.

**Ключові слова:** альтернативна енергетика, циклічність економіки, цикли Кондратьєва, К-цикли, технологічний устрій, Кіотський протокол.

**Аннотация.** В статье проанализированы проблемы использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в частности ветроэнергетики. Дана оценка современному состоянию финансирования рынка «зеленой» энергетики. Предложена взаимосвязка экономических циклов Кондратьева и рынка ВИЭ в условиях цикличности в мировой истории и экономике.

**Ключевые слова:** альтернативная энергетика, цикличность экономики, циклы Кондратьева, К-циклы, технологический уклад, Киотский протокол.

**Annotation.** This article analyzes the problems of using renewable energy sources (RES), particularly wind energy. Assessed the current state of funding green energy market. Is proposed linkage between Kondratieff waves and market of renewable energy in conditions of cyclic recurrence of world history and economy.

**Key words:** alternative energy, the cyclic recurrence of world economy, Kondratieff waves, K- waves., technological system, the Kyoto Protocol.

**Введение.** Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) часто называют топливом XXI века, а само их развитие в последнее время стало сверхактуальным направлением. Переход на альтернативную энергетику (АЭ) при отказе от углеводородных видов топлива, на первый взгляд, представляется решением энергетического и экологического вопросов в комплексе. Однако активное финансирование (инвестирование) новых технологий, к которым, в частности, относится АЭ, без существенной экономической отдачи может способствовать формированию рыночного мыльного пузыря [1].

**Постановка проблемы.** Несмотря на наличие обширного фонда рационализаторских предложений, сегодня до сих пор игнорируются разработки отечественных ученых в пользу финансирования колоссально дорогих проектов в области АЭ. Отечественные и зарубежные ученые периодически публикуют данные о скрытых свойствах углеводородного топлива и возможностях повышения энергоэффективности предприятий ТЭК, которые можно извлечь в сжатые сроки при минимальных капитальных вложениях. Так, например, в работах авторов [2,3] были даны технико-экономические обоснования по модернизации промышленных предприятий при минимальных затратах и быстрой окупаемости проектов повышения энергоэффективности предприятий угольной промышленности с применением ВЭУ.

В условиях повышенного интереса к поиску и использованию альтернативных видов энергии рынок ВИЭ аккумулирует в себе крупные финансовые ресурсы, несопоставимые с той прибылью, которую они приносят (или, вернее, могут принести: ведь не секрет, что окупаемость объектов «зеленой» энергетики может составлять 20...25 лет). При такой ситуации на мировом энергетическом рынке происходит дисбаланс между вложенным ресурсом и получаемым энергопродуктом (а как следствие – прибылью). Подобный рыночный дисбаланс, или как его еще называют «мыльный пузырь», как правило, приводит к кризисно-депрессивным явлениям в мировой экономике. Данную проблематику еще в начале XX века изучал советский ученый-экономист Н.Д. Кондратьев. Таким образом, целесообразным представляется применение теории Н.Д. Кондратьева при анализе развития рынка альтернативной энергетики.

**Цель статьи.** Обоснование возможности применения теории цикличности мировой экономики Кондратьева Н.Д. для анализа развития рынка альтернативной энергетики.

**Изложение основного материала исследования.** При анализе энергоэффективности «зеленых» источников энергии часто сравнивают существующие или прогнозные показатели установленной мощности ВИЭ с установленной мощностью традиционной энергетики с целью показать масштаб цифр при сравнении. Между тем сравнивать установленную мощность традиционной и «зеленой» энергетики не вполне правильно, поскольку оптимальный коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) «традиционной» тепловой электростанции может составлять порядка 80%. К примеру, если брать ветроэнергетику, то при средневропейских климатических условиях, КИУМ для ветростанций равный 25% расценивается как весьма высокий [4].

Безосновательность больших надежд на ВИЭ еще в далеком 1975 г. обосновал Нобелевский лауреат, академик П.Л. Капица. Исходя из базисных физических принципов Капица по существу «похоронил» все виды АЭ, кроме управляемого термоядерного синтеза. Суждения Капицы базируются на том, что какой бы источник энергии не рассматривался, его можно охарактеризовать 2-мя параметрами: плотностью энергии (ее количеством в единице размера) и скоростью ее передачи (распространения). Производство данных величин есть наибольшая мощность, которую можно получить с единицы поверхности, используя энергию этого вида [5].

В настоящей работе акцент сделан на анализе рынка и потенциала ветроэнергетики как наиболее конкурентоспособной отрасли АЭ. Теоретические возможности энергии ветра оцениваются весьма оптимистично, в то время как средняя плотность энергии ветрового потока, как правило, не превышает нескольких сотен Вт/м<sup>2</sup>. Так, например, при скорости ветра 10 м/с удельная плотность потока энергии будет равна 500 Вт/м<sup>2</sup> (плотность энергии водного потока, имеющего скорость 1 м/с, также составляет всего около 500 Вт/м<sup>2</sup>). Для сравнения укажем, что, к примеру, плотность теплового потока на стенки топки парового котла достигает нескольких сотен кВт/м<sup>2</sup> [6]. Таким образом, говорить о найденной энергетической «альтернативе» представляется преждевременным.

Так, в работах [7–9] учеными Окуловым В.Л. и Куик Г.А.М. ван. рассмотрена ограниченность коэффициента использования энергии ветра (КИЭВ) идеальным ветродвигателем критерием Ланчестера-Бетца-Жуковского. Критерий Ланчестера-Бетца-Жуковского, ранее предел Бетца, был предложен и утвержден участниками конференции TWIND-2007 [9]. Критерий справедлив для любой энергетической установки, обтекаемой свободным потоком жидкости или газа. Максимальное значение КИЭВ составляет 59,3%, которое впервые было определено учеными Ф.Ланчестером (1915), А. Бетцом (1920) и Н.Е. Жуковским (1920) независимо друг от друга в начале 20 века. Критерий Ланчестера-Бетца-Жуковского определяет максимум части энергии ветрового потока, которая может быть использована идеальным ветродвигателем. На рис. 1 показана зависимость КИЭВ от быстроходности ветроколеса, то есть геометрическая проекция площади ветроколеса на плоскость, перпендикулярную вектору скорости ветра.

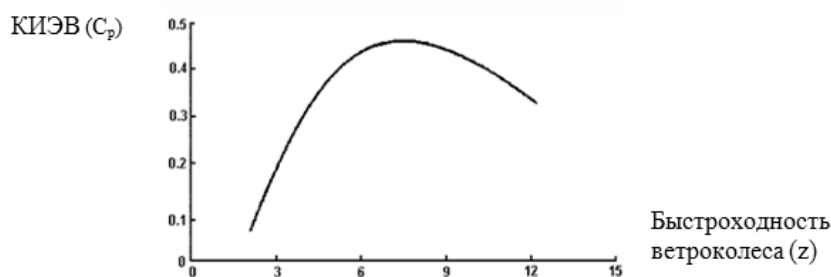


Рис. 1. Кривая зависимости КИЭВ от быстроходности ветроколеса

Актуальной остается задача повышения реального коэффициента использования мощности ветроустановок примерно с 20...25% до 30...35% при теоретическом пределе согласно критерию Ланчестера-Бетца-Жуковского, равном 59,3% [7]. Однако даже при достижении максимального значения критерия идеальным ветряком ветроэнергетика в целом остается в аутсайдерах, например, в сравнении с термоядерным синтезом. Так, в работе [10] проф. Карнаухов И.М. оценивает возможности альтернативной энергетики для удовлетворения энергетических потребностей Украины на уровне всего 3%. Это связано с меньшим геолого-климатическим потенциалом Украины, в сравнении, например, с Великобританией, Данией или Италией. В целом,

учитывая состояние украинских электросетей, обоснованный технический потенциал украинской ветроэнергетики на текущий момент оценивается не более 7...8 тыс. МВт [11].

Поверхностно касаясь экологического вопроса, сохранение экологического равновесия может осуществляться не менее эффективно при использовании скрытых возможностей углеродного топлива и модернизации (реконструкции) объектов ТЭК, требующих гораздо меньших инвестиций. В этом, как раз, и заключается вторая главная проблема.

Анализ объемов финансирования рынка АЭ (рис. 2-3) показал, что мировые инвестиции в данную отрасль в конце 2010 г. выросли на треть в сравнении с 2009 г., а с 2004 г. – на 540% и составили около 243 млрд. долларов (интересным является тот факт, что из них 54,4 млрд. представляют собой китайские инвестиции).

Огромный поток инвестиций в «зеленую» энергетику можно также проследить на примере компании Дженерал Электрик (США), которая от продаж ветрогенераторов уже имеет до 40% своего ежегодного дохода. Утвердив на законодательном уровне энергетические стратегии и поставив стратегическую цель – уменьшение зависимости от традиционных энергоносителей, цены на которые постоянно растут, развитые страны даже в период кризиса не свернули программ по поддержке «зеленой» энергетики (несмотря на прогрессирующие стагнационные явления в мировой экономике во время мирового финансового кризиса) [12].



Рис.2. Динамика роста объема мировых инвестиций в развитие ветроэнергетики и производства электроэнергии ветроэлектростанциями [13]

В Украине крупнейшая топливно-энергетическая компания ДТЭК в кризисный 2009 г. на развитие ветроэнергетики выделила 20 млн. грн, определив в качестве стратегической цели доведение доли ветроэнергетики в «портфеле» компании до 20% (т.е. 2 тыс. МВт, что сопоставимо с мощностью энергогенерирующей компании «Донбассэнерго»). Общая сумма инвестиций дочерней компании ДТЭК Wind Power в украинские ветроэнергетические проекты по предварительным оценкам составит около 2 млрд. евро [14].

Исходя из вышесказанного, целесообразно сделать вывод о сформировавшейся тенденции перераспределения капитала между традиционной и альтернативной энергетикой, и, как следствие, об ослаблении позиций первой и укреплении последней. Перераспределение капитала в больших размерах способствует возникновению кризисных явлений в экономике, которые характеризуются цикличностью и имеют волнообразную тенденцию развития. Наиболее четко сформулировал теорию цикличности мировой экономики советский экономист Кондратьев Н.Д. в 20-х годах прошлого столетия. Мировой энергетический кризис в начале 1970-х годов, вызвавший стагнацию мирового масштаба, активизировал интерес ученых к волнам Кондратьева («К-волнам»).

Обобщенное представление о длинных К-волнах, сформировавшееся уже в наше время, позволяет датировать, как минимум, пять последних К-волн (рис. 4), имеющих следующие особенности:

1. К-волны проявляются в первую очередь в производстве, и, как следствие, в стоимости товаров и услуг; причем рост отраслевого производства и инфраструктурных инвестиций в мировую экономику (т.е. рост отдельных передовых отраслей) происходит быстрее, чем рост экономик отдельно взятых государств.

2. К-волны являются результатом группирования основных инноваций, движущих технологические революции, которые создают передовые отрасли промышленности; основные

інновації відповідають неудовлетворенним потребностям и рыночному спросу, и , в свою очередь, активизируют процессы роста экономики.

3. К-волны есть международное явление, они более заметны на уровне мирового производства, чем на уровне отдельных государств. В общих чертах К-волны можно определить как процессы подъема и спада лидирующих отраслей или как изменения в структуре мировой экономики. Фундаментом этих изменений являются нововведения, причем не только изобретения новых способов производства и новых товаров, но и открытия новых рынков, источников сырья и форм деловой (или коммерческой) организации. Следовательно, в качестве инновации можно рассматривать, например, не только изобретение паровоза или ЭВМ, но и открытие месторождения нефти или золота, нового торгового пути или создание принципиально новой формы организации производства [15].

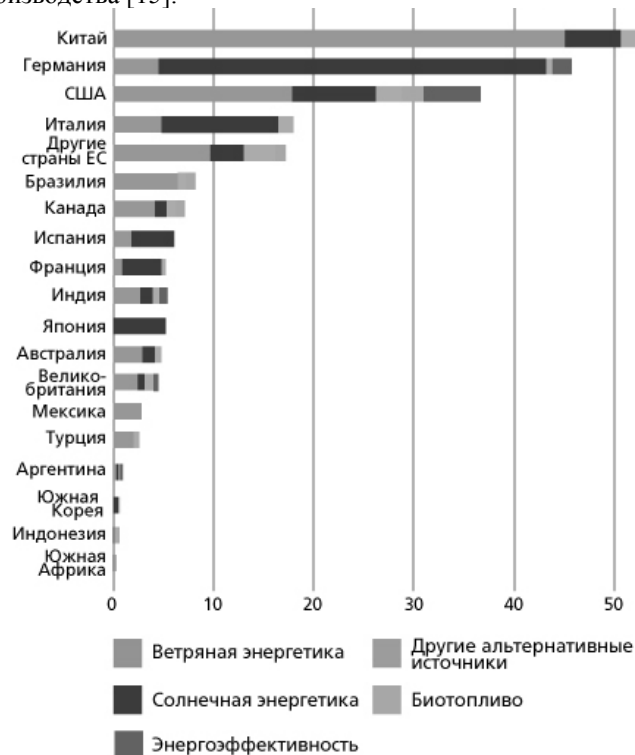


Рис. 3. Инвестиции в АЭ в 2010 г. (млрд. долл.) [12]

Проанализировав основные макроэкономические показатели стран Европы и США с 1790-го по 1920 г. (на момент разработки теории), Н.Д. Кондратьев обнаружил, что значения этих показателей синхронно изменяются в течение длительного временного периода. На основании собственных подсчетов ученым был построен долгосрочный прогноз до 2020-х годов, предсказавший, в частности, Великую депрессию 1930-х. На графике датировки кондратьевских волн хорошо заметно совпадение прогноза ученого, сделанного в 20-х годах, с основными фазами в мировой экономике — вплоть до нынешнего кризиса [16].

В соответствии с теорией Кондратьева в основе экономического развития лежит смена технологических укладов (подробнее у академика РАН С. Глазьева), которая является движущей силой технологического и социального прогресса, возникновения многих кризисов, в том числе и энергетического, который сейчас переживает современный мир (рис. 4).

Находясь в конце V цикла изменения, мировая экономика согласно теории «К-волн» готовится войти в VI, в котором ведущими отраслями должны стать нанотехнологии, генетика, робототехника и, в частности, новая (альтернативная) энергетика. С другой стороны, отрасли VI технологического уклада ещё не созрели для массового вложения средств, несмотря на определенную тенденцию в данном направлении.

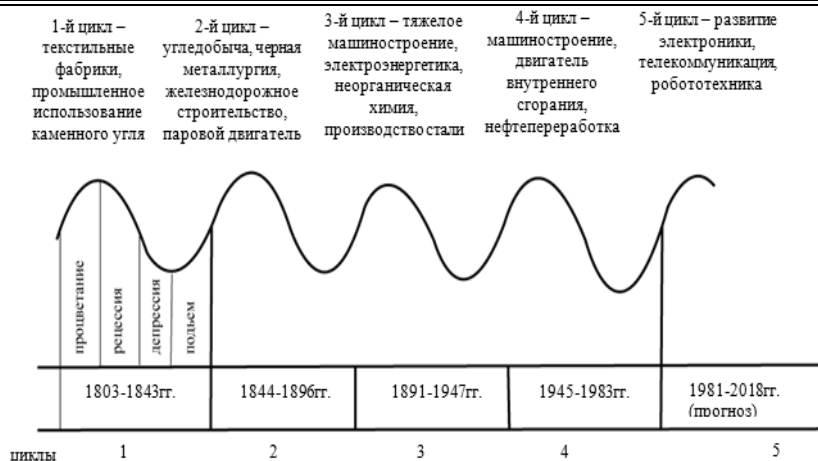


Рис. 4. Датировка «К-волн»

Волновые циклы, относящиеся к развитию отдельных отраслей, а также к жизненному циклу технологии (изделия), формируются за счет объективных макро- и микроэкономических параметров развития, отражающих перспективность отрасли. Модель цикла жизни продукта (технологии) может быть представлена в виде S-образной кривой. Фактически речь идет об эволюции производства в течение длинной волны технологического развития. Темпы улучшения сначала медленные, затем ускоряются и, наконец, замедляются снова (рис. 5).

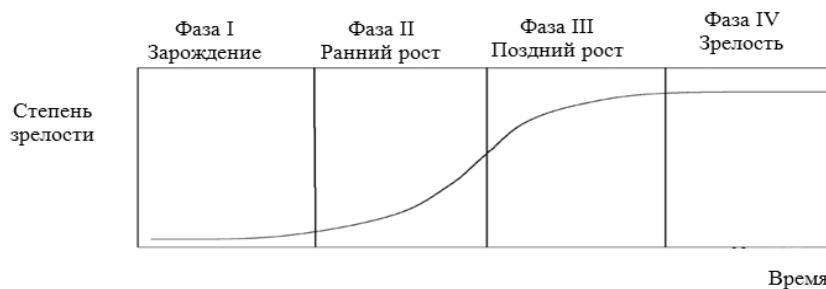


Рис. 5. График жизненного цикла технологии

Жизненный цикл технологии в экономической литературе разделяют на 4 основные фазы:

Фаза I – период зарождения, проникновения на рынок. Фаза характеризуется активным появлением на рынке новой технологии, новых субъектов деятельности. Как правило в качестве их выступают отделившиеся от вузов, государственных исследовательских центров и лабораторий крупных компаний инновационные организации, созданные с целью коммерческого внедрения новых научно-технических достижений.

Фаза II – период быстрого роста рынка ( массового производства).

Фаза III соответствует постепенному насыщению рынка, обострению борьбы за рыночные доли. На эту фазу приходится постепенное исчерпание потенциала принципиальных улучшений технологии, способных существенно расширить границы рынка. Как следствие, временное повышение требования к приращению знаний сменяется их снижением в следующей фазе.

Фаза IV – период зрелости, значительной стандартизации технологии производства. Инвестиции в инновационные технологии сами по себе не гарантируют высокой отдачи.

Вместе с тем, такого рода инвестиции остаются необходимыми в условиях регулярного обновления продукта, выпуска все новых его моделей. При насыщенности рынка одним из основных направлений конкуренции становится скорость реагирования на меняющиеся запросы потребителей, скорость смены моделей и т.д. [17].

### Результаты исследований

За ускоренные темпы перераспределения ресурсов между технологиями мировой экономике, как правило, приходится расплачиваться «мыльными пузырями», которые являются результатами вложения ресурсов в больших объемах в отрасли с сомнительной отдачей и перспективой, но с высокой популярностью и имиджем. Формирование «пузыря» (спекулятивного, рыночного, финансового, ценового и др.) происходит тогда, когда цена рыночного актива отрывается от его

фундаментальной стоимости, под которой понимается текущая (приведенная) оценка всех будущих доходов, генерируемых этим активом [18]. Так, в работе [19] венесуэльский экономист К. Перес определяет финансовый пузырь как «безжалостный способ сконцентрировать доступные инвестиции в новых технологиях». Характерный для фазы роста инвестиционный бум создает некоторую эйфорию относительно новых возможностей новых технологий и возможных сверхприбылей от них. Такого рода эйфория создает благоприятную среду для формирования финансовых пузырей на мировом рынке.

В 2009 г. АЭ уже показала свою нестабильность и подверженность кризисным явлениям в мировой экономике, когда показатель Global Wind Energy Index (индекс ветроэнергетических компаний), снизился на 250 пунктов (!) в сравнении с 2008 г. (рис. 6).

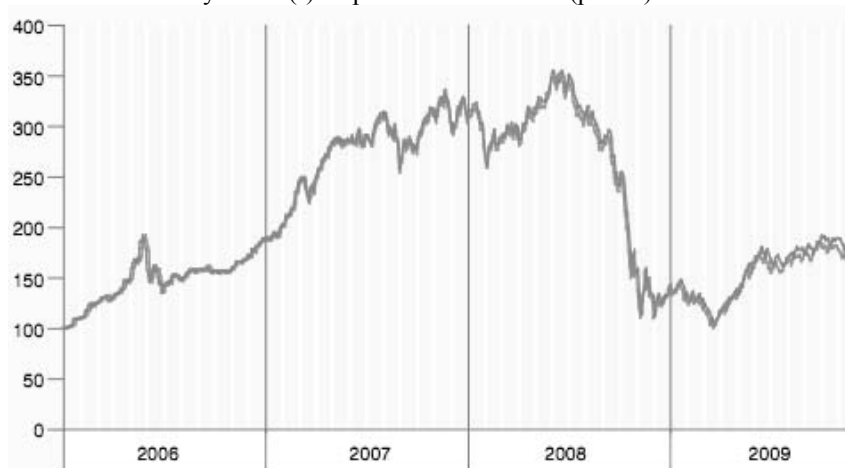


Рис. 6. Динамика изменения показателя Global Wind Energy Index (индекс ветроэнергетических компаний) на фондовом рынке [20]

Здесь необходимо учитывать, что, во-первых, падение было напрямую связано с мировой финансовой депрессией 2008–2009 гг. Во-вторых, объем капитала, вовлеченного в рынок АЭ в 2009 г., был относительно невелик по сравнению с объемами, привлеченными в 2010–2011 гг. (и запланированных к финансированию в предстоящие 20–30 лет), и, как результат, последствия такого падения в значительной степени не повлияли на рынок АЭ.

Таким образом, если проанализировать кривую инвестирования в ветроэнергетику, представленную на рис. 2, и продлить ее в соответствии с текущей тенденцией роста на период в 20–30 лет, то при сопоставлении с графиком «К-волн» логичным будет вывод, что к 2040–2050 годам рынок АЭ войдет в фазу экономической депрессии, вызвав очередную волну энергетического кризиса.

Важно отметить, что ежегодное увеличение капиталовложений в альтернативную энергетику – следствие выполнения требований Киотского протокола (дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата), ратифицированного 181 страной (на которые совокупно приходится более чем 61 % общемировых выбросов) по состоянию на 2009 г. В последнее время появляется достаточно большое количество публикаций авторитетных ученых, например, академика РАН Израэля Ю.А., о том, что, сокращение выбросов углекислого газа, предусмотренного Киотским протоколом, практически не скажется на климате Земли, в то время как обойдется мировой экономике в гигантские суммы, по самым скромным подсчетам в 18 трлн. долл. [21]. Интересным остается тот факт, что такие страны, как Индия и Китай не ратифицировали Киотский протокол, тем самым не взяв на себя обязательств, накладываемых им, а США в 2001 г. вышли из протокола, посчитав выполнение обязательств по нему дорогостоящим для национальной экономики.

Киотский протокол содержит 3 основных пункта стимулирования развития АЭ в странах, ратифицировавших данный документ, а именно:

1. Увеличение доли производимой энергии за счет ВИЭ, и, как следствие, – перераспределение финансовых потоков между высокоэффективной традиционной (и атомной) и низкоэффективной АЭ.
2. Введение «механизмов гибкости» в виде зеленых тарифов и торговли квотами, способствующих развитию рынка зеленой энергии, путем субсидирования низкоэффективного производства.

3. Косвенное ограничение роста национальных экономик развивающихся стран путем закрепления квот на выбросы.

Можно сделать вывод, что Киотский протокол является своего рода катализатором роста рынка АЭ, и, как следствие, – «мыльного пузыря» в мировой экономике. Однозначно сложно определить, что в перспективе может вызвать кризис рынка АЭ, однако уже сегодня видно, что последствия очередной волны энергетического кризиса могут быть «разрушительными». Теория Кондратьева не позволяет строить точные прогнозы, но важным является то, что развитие экономики циклично, т.е. «ножницы всегда открываются и закрываются». С целью формирования более точных прогнозов развития АЭ необходимо дальнейшее исследование данной проблематики.

#### Выводы

1. Теория цикличности Н.Д. Кондратьева может быть применена для анализа развития рынка альтернативной энергетики.
2. Согласно теории «К-циклов» обвал мировой экономики и период стагнации после очередного этапа промышленной революции наблюдается каждые 40–60 лет и имеет циклический характер. Принимая за точку отсчета бум развития АЭ, а именно последнее десятилетие (2000-2010 гг.), следует ожидать, что обвал рынка «зеленой» энергии может произойти уже в 2050-2060 гг. (как раз к этому времени большинство развитых стран планируют заместить традиционную энергию – «зеленой» на 50...80%).
3. Альтернативная энергетика относится к ведущим отраслям VI цикла изменения, а следовательно, подчиняется закону «К-циклов». Принимая во внимание опыт мировой экономики, использование ВИЭ должно стать только серьезным подспорьем традиционной энергетике. Угнетение существующего энергетического уклада и преимущественное развитие альтернативных способов получения энергии может вызвать вторую волну энергетического кризиса уже в обозримом будущем.
4. Использование технологии модернизации существующих промышленных, транспортных и топливно-энергетических предприятий позволяет при сравнительно небольших финансовых вложениях не только высвободить скрытый энергоресурс и, как следствие, повысить энергоэффективность, но и существенно снизить загрязнение атмосферы в разы.

#### Литература

1. Степаненко В.А. Альтернативную энергетику могут превратить в «финансовый мыльный пузырь» // журнал энергосервисной компании «Экологические системы». -№9.-сентябрь 2011.
2. Конохов Н.Н. Сила в ветре? // Журнал «Энергосбережение» №4.-Донецк.-2009.
3. Конохов Н.Н., Цыхмистро С.И. Комплексное развитие ветроэнергетики и угольной промышленности в Донбассе //Журнал «Энергосбережение».-№6.-июнь 2011.-С.20-21.
4. Петров А. Возобновляемая энергетика: прогрессивные тенденции или агрессивный PR? // Общероссийская газета «Энергетика».-№ 5 (65).- март 2011 г.-С. 5.
5. Капица П.Л. Энергия и физика // Вестник АН СССР.- № 1. - 1976. - С. 34-43.
6. Фортов В.Е., Попель О.С. Возобновляемые источники энергии в России // II Международная конференция «Возобновляемая энергетика: Проблемы и перспективы» - Махачкала – 2010.- С.4-23.
7. Gijs A.M. van Kuik. The Lanchester–Betz–Joukowsky Limit. Wind Energy (2007), Volume 10, pp. 289-291
8. Окулов В.Л., Куик Г.А.М. ван. Предел Бетца-Жуковского для максимального значения коэффициента использования энергии ветра // Альтерн. энергетика и экол. - 2009. - № 9 (77). - С.106-111.
9. Окулов В.Л., Соренсен Ж.Н. Идеальный ветряк с конечным числом лопастей // Докл. АН. - 2008. - Т.420, № 4. - С.478-483.
10. Карнаухов І.М. «Сонячні, вітрові та інші джерела енергії Україну не врятують» // Газета «Урядовий кур'єр».-№116.- червень 2011.-С.15.
11. Оксана Суханова. «Андрій Конеченков: Технічний потенціал української вітроенергетики становить 7-8 ГВт» // Українське національне інформаційне агентство «УКРІНФОРМ».-Київ.- червень 2011.
12. «Кто выиграет в гонке за чистую энергию?» // Доклад международного агентства «Рев Environment Group».-март 2011г.
13. Что такое «зеленая» энергетика? // Статистический анализ газеты «Дело».-2010 г.

14. Лазоренко Л. «ДТЭК держит нос по ветру» // газета «Салон Дона и Баса».- № 44 (1521).- июнь 2009.
  15. Лазарев К. Что предсказывают волны Кондратьева // Журнал «Валютный спекулянт». - 2002. - №3. -С.26-29.
  16. Лукашин Ю. Журнал «Еженедельник 2000».- №6 (544).- февраль 2011 г.- С. В4.
  17. Дементьев В.Е. Длинные волны экономического развития и финансовые пузыри // Центральный экономико-математический институт Российской академии наук.- Москва.- 2009.-82 с.
  18. Flood, R.P., Garber, P.M. Market fundamentals versus price-level bubbles: the first tests // Journal of Political Economy. 1980. Vol. 88. P. 745–70.
  19. Perez Carlota. Great Surges of Development and Alternative Forms of Globalization. 2007.
  20. Mark Absy. Report «Global Wind Energy Index» // International Securities Exchange.- New York.- 2009.
  21. Меркулов А. Холодильник для Земли//«Российская газета».-№4124 .- июль 2006.
-