

УДК: 504+614.8.026.1:620.9:338.14

## ОПАСНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ КАТАСТРОФЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ КАК ФАКТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

*Багрова Л. А., Боков В. А., Мазинов А. С.-А.*

*Таврический национальный университет имени В.И.Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: bagrova@crimea.edu; vbokov@mail.ru; fotoenergy@gmail.com*

Рассматривается проблема возрастания техногенных рисков в энергетической отрасли. Анализируются основные опасности, связанные с увеличением производства и потребления электроэнергии. Приводятся примеры крупных мировых энергетических катастроф. Сравнивается рискогенность традиционной энергетики и основанной на использовании возобновляемых источников.

**Ключевые слова:** риск, техногенные опасности, техногенные катастрофы, энергетика, экологическая политика, возобновляемые источники энергии.

### ВВЕДЕНИЕ

Любая человеческая деятельность всегда и везде связана с определенным уровнем случайности и с риском. Известна поговорка: “Не живешь – не рискуешь”. Люди постоянно сознательно либо несознательно подвергаются рискам. Риск объективен и связан фактически с любым видом деятельности. На протяжении всей истории человечества люди сталкивались с рисками, но раньше, риски были чаще всего добровольными и индивидуальными. Сейчас **экологические риски становятся глобальными**, их все труднее понять и осознать, эффекты их взаимодействия неизвестны, практически невозможно оценить все вызываемые последствия. Именно поэтому актуальной становится задача управления рисками – прогнозирования и предупреждения всякого рода катаклизмов.

### 1. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РИСКАХ

В современную эпоху тема риска стала особенно актуальной. В XX веке воздействие на природную среду достигло значительных размеров и угрожает потерей устойчивости биосферы. На земной поверхности **сформировалась сложная социально-техногенно-природная система**, в которой переплетается множество физических, физико-химических, биохимических, биологических, социальных, хозяйственных процессов. В конце XX века количество опасных природных процессов и техногенных аварий возросло во многом из-за технической перевооруженности, роста мощности машин, аппаратов, усложнения систем, утяжеления зданий, сооружений, коммуникаций, централизации снабжения городов энергией, водой, использования газа и т.п.

**Экологический риск** – это вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде, или отдалённых неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие воздействия на окружающую среду. Одна из составляющих экологического риска – **неопределенность**, то есть недостаточность понимания явления, его плохая предсказуемость или даже полная непредсказуемость. Другая составляющая риска – **опасность** явлений для человека или природных систем. Для оценки экологических рисков важно представление о видах опасностей, причинах их возникновения и пространственно-временной локализации.

Опасность – это процесс, свойство или состояние природной среды, общества или техносферы, представляющие угрозу для людей, объектов хозяйства или природы. Если эта угроза очень велика и пораженный объект не может восстановиться в прежнем виде, то говорят о катастрофической опасности, о катастрофе.

С каждым годом наряду с природными опасностями увеличиваются опасности, создаваемые техническими системами. Использование новых видов устройств, оборудования, материалов с самого начала всегда сопровождалось поломками, отказами в работе, что вызывало к ним негативное отношение, недоверие, иногда – страх, заставлявший людей ломать и крушить непривычные механические сооружения. Но настоящие техногенные катастрофы стали возникать в последние десятилетия, когда техническая мощь индустриальной цивилизации достигла огромных масштабов. «Выпустив джина из бутылки», человек не научился управлять многими сложными техническими вещами и совмещать свои индустриальные достижения с окружающим миром были созданы новые, исходящие из техногенных систем.

## 2. ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

Виды техногенных опасностей существуют в каждой сфере деятельности человека индустриального общества. Со многими из них научились справляться, разработав соответствующие инструкции, руководства, нормативы, законодательные документы. И все же, несмотря на это, растет количество техногенных катастроф и их негативных последствий. В числе наиболее часто повторяющихся, создающих чрезвычайные ситуации – транспортные аварии с катастрофическими последствиями, промышленные аварии (утечка вредных веществ, взрывы, пожары, отказы оборудования, инциденты с хранением ядерного оружия). Ежегодно в мире происходит: 2 – 3 крупных аварии на предприятиях, в результате ДТП на автодорогах гибнет 250 тыс. людей и приблизительно в 30 раз большее количество получает травмы, происходит около 60 авиационных катастроф, в 35 из которых погибают все пассажиры и экипаж (всего около 2 тыс. людей), морские аварии случаются с более чем 8000 кораблями, из которых погибает свыше 200 судов, около 2 тыс. людей.

Отмечаются некоторые **закономерности** в распространении чрезвычайных ситуаций техногенного характера:

1. возрастание пропорционально технической сложности производств, плотности населения, плотности производств;
2. уменьшение по мере накопления опыта природопользования;
3. увеличение тяжести чрезвычайных ситуаций при достижении плотности производств некоего уровня, выше которого проявляется принцип «домино» – распространение аварии на смежные объекты;
4. проявление роли «человеческого фактора»;
5. преобладание пожаров, взрывов, аварий на транспорте.

Техногенные аварии часто происходят на фоне природных катастроф, бывают вызваны природными процессами (например, пожарами, наводнениями), а иногда способствуют активизации опасных природных явлений. Промышленно-технологическая революция привела к глобальному вмешательству человека в наиболее консервативную часть окружающей среды – литосферу. Это дало основание академику В.И. Вернадскому еще в 1925 г. заявить, что **человек своей научной мыслью создает "новую геологическую силу"**. Строительство крупных водохранилищ (в том числе и при сооружении гидроэлектростанций) или чрезмерная откачка газа или нефти из недр земли приводят к т.н. инициированным землетрясениям, как это отмечалось на Северном Кавказе в районе Майкопа, в Средней Азии на месторождении в Газли.

*Техногенные воздействия могут ускорять накопление напряжений в земной коре, увеличивая частоту землетрясений, или способствовать разрядке уже накопившихся напряжений, являясь "спусковым крючком" подготовленного природой сейсмического события. Наиболее часто наведенная сейсмичность проявляется при создании крупных водохранилищ и закачке флюидов в глубокие горизонты земной коры. Установлено, что наведенную сейсмичность вызывали только 0.63% плотин высотой до 10 м, высотой до 90 м – 10%, а высотой до 140 м и более – 21%.*

*Аналогичный эффект может вызвать закачка флюидов в глубокие горизонты земной коры при захоронении загрязненных вод, создании подземных хранилищ жидкостей и газов, законтурном обводнении месторождений углеводородов с целью поддержания пластового давления и в ряде других случаев. Существует мнение, что крупные землетрясения (магнитуда около 7 и более), например, в Газли (Узбекистан), произошедшие в 1976 и 1984 гг., также относятся к разряду наведённых, спровоцированных закачкой около 600 млн. м<sup>3</sup> воды в Газлийскую структуру.*

*На Украине достаточно часто техногенные катастрофы происходят в угольных шахтах. Так, авария на шахте им. Засядько в 2007 г. унесла жизни более 100 чел.*

Процессы опускания городских территорий резко активизируются при извлечении подземных вод, нефти и газа. Впечатляющим примером является город Лонг-Бич в Калифорнии (США), где добыча нефти и газа обусловила оседание территории города со все возрастающей скоростью, которая к 1952 году достигала 30-70 см/год. Воронка оседания имела форму эллипса с осями длиной 65 и 10 км и площадью около 52 км<sup>2</sup>. К началу 60-х годов максимальное опускание поверхности

составило 8.8 м, а горизонтальные смещения 3.7 м. Seriously пострадали промышленные предприятия, жилые здания, транспортные пути, морской порт.

Интенсивная хозяйственная деятельность сопровождается образованием техногенных физических полей – вибрационных, блуждающих электрических токов, температурных. Наибольшую опасность представляют электрические поля блуждающих токов, формирующиеся в основном за счет утечек с электрифицированного рельсового транспорта, заземленных промышленных установок, станций катодной защиты. В результате повышается коррозионная активность грунтов по отношению к находящимся в них подземным коммуникациям в 5-10 раз. Установлено, что около 30% повреждений в трубах на территории Москвы приходится на долю электрокоррозии от блуждающих токов. Примерно 24% площади города отнесены к территориям с высокой степенью коррозионной опасности, на которых электрические поля блуждающих токов в сотни раз превышают естественный фон.

Высокие темпы современного технологического развития (по сравнению же с 1890 г. мировая экономика выросла в 20 раз) обусловили **многократное увеличение потребления энергетических ресурсов**. В течение двух с половиной столетий индустриальной революции две энергозатратные технологии изменили мир: изобретение двигателя внутреннего сгорания и электричество – около 60% всех энергоресурсов расходуется именно на них. Сформировалась новая среда с новой моралью, новой этикой, новой психологией.

*Высокие темпы современного технологического развития обусловили многократное увеличение потребления энергетических ресурсов. За период с 1950 по 1998 г. глобальный валовой продукт увеличился более чем в 6,1 раза (с 6,4 трлн. до 39,3 трлн. долл.), а уровень потребления топлива (приведенный к нефтяному эквиваленту) возрос по углю в 2,1, нефти – в 7,8, природному газу – в 11,8 раза.*

*В расчете на 1 жителя планеты ежедневно потребляется около 2 л нефти, средняя семья из 5 человек ежедневно «выпивает» ведро нефти – примерно такое же количество воды ей необходимо для физиологических нужд. Поэтому чувствительность современного мира к нефтеобеспечению особенно осязательна, а эта ключевая сфера подвержена большому риску, что приводит к учащению конфликтов. Эксперты считают, что надежды на биотопливо не обоснованы, так как даже если все зерно перевести в биотопливо, то его с трудом хватит на четверть всех потребностей.*

### **3. КАТАСТРОФЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

Масштабное использование энергии во всех жизни сопровождается возникновением новых опасностей, приводящих к катастрофическим ситуациям. Так, функционирование **энергопроводящих систем** связано с риском природных (ураганы, штормы, землетрясения) и антропогенных (порывы газопроводов, поломки электросетей, терроризм) аварий.

Наиболее опасен риск аварий и катастроф на крупных экологически уязвимых объектах, к которым относятся многие **водохозяйственные и гидроэнергетические сооружения** (плотины и водохранилища, дамбы, перемычки, туннели, каналы,

берегозащитные и ограждающие сооружения, в том числе сооружения золошлаковых отходов, пруды-накопители и др.). Многие из них эксплуатируются десятки, сотни и даже более тысячи лет и зарекомендовали себя в целом устойчивыми сооружениями (например, в Англии 50% плотин построено более 80 лет тому назад, в Испании 10 плотин функционируют более 1000 лет. В верховьях Рейна до сих пор эксплуатируется старейшая в Европе ГЭС Рейнфельден, построенная в 1880 году). И, тем не менее, катастрофические аварии за всю историю эксплуатации подпорных сооружений наблюдались во многих развитых и развивающихся странах. Ежегодно в мире на гидроузлах происходит около 3 тыс. аварий – об этом свидетельствуют материалы Международной комиссии по большим плотинам [1].

*В историю гидротехники вошли колоссальные катастрофы, вызванные прорывом дамб на реках Хуанхэ и Янцзы, Миссисипи и Миссури, на Дунае, в Голландии. Наиболее трагические последствия от повреждения плотин ГЭС и водохранилищ имели место в США (плотины Биг Томсон, Каньон Лейк, Сен Френсис, Титон). Причиненный ущерб от аварии на плотине Титон в бассейне реки Колорадо превысил 1 млрд. долл. Масштаб национальных бедствий приобрели аварии плотин в Италии – Грено и Вайонт, где из-за подземных толчков в водохранилище на реке Пьяве обрушился оползень, вызвавший переклест образовавшейся волны через плотину (общее количество пострадавших составило 30 000 человек). Аварии с большими ущербами были на плотинах в Индии (Мачху-II), в Бразилии (Орос), в Южной Корее (Хаюокири) и в других странах.*

В странах СНГ в настоящее время существуют социально-политические и экономические причины, увеличивающие риск повреждения или разрушения дамб и плотин – превышение нормативных сроков эксплуатации сооружений, запаздывание профилактических ремонтов в связи с финансовыми трудностями и др. Так, крупнейшая в истории России катастрофа на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 году повлекла гибель 75 человек, значительные повреждения технологического оборудования и экономические потери, отразилась на экологической обстановке территории.

Ежегодно в мощных энергосистемах происходит в среднем десять аварий с отключением примерно 10 тыс. потребителей. Аварийные отключения порядка 100 тыс. потребителей случаются два-три раза в год, а около миллиона – от трех до пяти раз в течение каждого десятилетия. Самые крупные аварии, в результате которых без электричества остается более 10 млн. человек, повторяются каждые 20-30 лет. Эти цифры свидетельствуют о том, что отнюдь не все благополучно в мировой электрической отрасли.

Мировая статистика приводит многочисленные примеры крупнейших **энергетических аварий и катастроф.**

*Бразилия, 2009 год – нарушение электроснабжения затронуло более 50 миллионов человек, проживающих в Бразилии и в Уругвае. Миллионы людей остались без электричества в крупнейших бразильских городах Рио-де-Жанейро и Сан-Паулу. Ураган, бушевавший в районе гидроэлектростанции "Итайпу" (второй в мире по выработке электроэнергии) спровоцировал перегрузки в сети, что*

привело к обесточиванию отдельных участков по "принципу домино" и веерному отключению электричества.

**Таджикистан, 2009 год** – в результате аварии на ЛЭП "Нурек – Регар" прекращена выдача мощности практически всех ГЭС Таджикистана, включая крупнейшую в стране Нурекскую ГЭС, что привело к нарушению электроснабжения около 70% территории Таджикистана. Без электричества оставался, в числе прочих объектов, алюминиевый завод – весьма энергоемкое предприятие, которое должно работать в непрерывном цикле.

**Германия и другие страны Западной Европы, 2006 год** – перебои в энергоснабжении оставили без электричества миллионы человек в нескольких странах Западной Европы. Сбой случился в Германии из-за резкого роста потребления, вызванного похолоданием. Причиной сбоя стало отключение двух высоковольтных линий электропередачи в Германии, после чего фрагменты европейской сети стали рушиться как карточный домик. Этот процесс коснулся Германии, Франции, Италии, Бельгии и Испании. Помимо бытовых потребителей, энергии лишились некоторые участки скоростных европейских железнодорожных магистралей, аэропорт Кельна на некоторое время остался без света.

**Европа и Марокко, 2006 год** – осуществлялось плановое отключение 380-киловольтной линии для прохода под ней при выходе в море по реке Эймс пассажирского лайнера. Однако при перераспределении потоков электроэнергии сработала система автоматической защиты одной из соседних линий, что вызвало волну отключений в Германии, странах Бенилюкса, Франции, Испании, Португалии, Италии, Марокко, Австрии и Хорватии.

**Япония, 2006 год** – блэкаут в Токио. Причиной ЧП стал обрыв кабеля высокого напряжения. Подъемный кран, находившийся на судне, оборвал одну из магистральных линий электропередачи, протянутую над рекой Эдогава. Электричества лишились свыше миллиона квартир в Токио, а также в городах Кавасаки и Иокогама, метро, полностью было прекращено движение на нескольких линиях наземных электричек. На дорогах погасли около трехсот светофоров, остановились лифты, отключились банкоматы, холодильники, без электричества остались аттракционы "Диснейленда".

**Россия, 2005 год** – авария в энергосистеме России. Пострадали город Москва, Тульская, Московская, Калужская и Рязанская области. Без электричества остались жилые дома и промышленные объекты (на некоторых особо опасных производствах произошли аварии – произошел выброс фенола на химзаводе в Капотне), в остановившихся лифтах были заблокированы люди. При жаре не работали системы кондиционирования, отключилось электричество в больницах и моргах. Встал городской транспорт. На улицах выключились светофоры, на дорогах образовались пробки. В ряде районов Москвы жители остались без воды, закрылись магазины, поскольку прекратили работать холодильники. Причиной массового отключения электроэнергии стал пожар и взрыв на подстанции "Чагино".

**США и Канада, 1965 год** – в результате отключения электроэнергии без электричества остались **30 миллионов** человек в семи штатах США (штаты Новой Англии, Нью-Джерси, Нью-Йорк и Пенсильвания) и двух провинциях Канады.

**2003 год** – в результате выхода из строя энергосистемы остались без электричества в час пик крупнейшие города США и Канады на Восточном побережье: Нью-Йорк, Кливленд, Детройт, Оттава, Торонто – всего **около 50 млн.** человек. Было прекращено движение общественного транспорта, остановилось метро, не работали светофоры. В поездах подземки в тоннелях оказались заперты тысячи людей. (люди сами пытались выбираться из вагонов метро, но в вагонах нью-йоркского метро нет обычных форточек – в них установлены кондиционеры, которые работают от электричества). Это была «самая темная ночь» в Нью-Йорке. Была прекращена работа аэропортов на всем Восточном побережье. Все рейсы из аэропортов городов США и Канады, в которых отсутствует электричество, были отменены. Одному лишь Нью-Йорку эта энергетическая катастрофа обошлась в миллиард долларов.

**1977 год** – из-за попадания молнии в линию электропередачи на 25 часов была прервана подача электричества в Нью-Йорк, и 9 млн. жителей оказались без электроснабжения. «Ночь страха» в Нью-Йорке вплоть до 2003 года считалась самым крупным ЧП в мировой электроэнергетике.

Трагедии сопутствовал финансовый кризис, в котором пребывал мегаполис, необыкновенно жаркая погода и небывалый разгул преступности. Спустя несколько часов после отключения электричества, на фешиенебельные кварталы города набросились банды из бедных кварталов. Ущерб, нанесенный Нью-Йорку мародерами и вандалами, оценивается в миллиард долларов (в пересчете на цены 2000-х годов). Власти города потеряли 9 миллионов долларов: 5 миллионов в качестве налогов, и еще 4 миллиона пришлось заплатить полиции и пожарным за сверхурочную работу. Нью-йоркские биржи потеряли от отключения электричества более 20 миллионов долларов. Однако самые страшные убытки понесли простые граждане. Было разграблено более 2000 магазинов.

**Великобритания, 1996 год** – в Лондоне произошло отключение электроснабжения метро. 31 пассажир госпитализирован с поражением верхних дыхательных путей.

**Нигерия, 2001 год** – от 30 до 50 млн. жителей Нигерии жили без электричества в течение нескольких дней в результате аварии энергосистемы на востоке страны.

**Грузия, 1995 год** – Тбилиси и вся Восточная Грузия остались без электроэнергии в результате аварии на Тбилисской ГРЭС. Были отключены практически все телефоны.

**1994 год** – в результате аварий на двух электростанциях – Ингурской ГЭС и Тбилисской ГРЭС прекратилась выработка электроэнергии. Практически остановилась промышленность, сложилось тяжелое положение с хлебом

**1993 год** – вся республика осталась без электричества, причину аварии установить не удалось

Существует проблема изношенности ресурсов украинских тепловых электростанций, что дает основания энергетическим экспертам считать, что Украина стоит на пороге техногенных аварий. Тепловые электростанции страны производят примерно 40% всей электроэнергии страны – "отработано уже 95% проектного ресурса, 72% оборудования тепловых электростанций физически изношены. Без серьезной модернизации через 3-4 года встанет вопрос об их закрытии».

Значительный риск аварий создает существующий дефицит пропускной способности внутри страны, что особенно усилилось после запуска двух энергоблоков атомных электростанций в 2000-х годах. Всю ту электроэнергию, которая вырабатывается на атомных электростанциях, невозможно передавать в энергодефицитные районы страны, а при аварии возникает дефицит обеспечения электроэнергией.

#### **4. КАТАСТРОФЫ НА МИРОВЫХ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ**

Атомные электростанции, несмотря на свою высокую технологичность, опасны для всего человечества. Техногенная катастрофа на любой АЭС, как правило, ставит под угрозу здоровье и жизни людей во всем мире. ***В XX веке произошло свыше 150 аварий и катастроф, так или иначе связанных с атомной энергией: от аварий на АЭС до взрывов на атомных подводных лодках.***

*5 катастроф на мировых АЭС:*

**1. Чернобыль, СССР (ныне Украина). Рейтинг: 7 (крупная авария)**

*Крупнейшая техногенная катастрофа на 4-м блоке Чернобыльской атомной электростанции, 1986 г. Разрушение носило взрывной характер, реактор был полностью разрушен, в окружающую среду выброшено большое количество радиоактивных веществ. 31 человек погиб в течение первых трех месяцев после аварии; отдалённые последствия облучения, выявленные за последующие 15 лет, стали причиной гибели от 60 до 80 человек. 134 человека перенесли лучевую болезнь той или иной степени тяжести, более 115 тыс. человек из 30-километровой зоны были эвакуированы. В ликвидации последствий аварии участвовали более 600 тыс. человек. Радиоактивное облако от аварии прошло над европейской частью СССР, Восточной Европой и Скандинавией. Станция навсегда прекратила свою работу в 2000 г.*

**2. Кыштым, СССР (ныне Россия). Рейтинг: 6 (серьёзная авария)**

*Радиационная техногенная авария на химкомбинате «Маяк» в Челябинской области, 1957 г. Из-за выхода из строя системы охлаждения произошёл взрыв ёмкости объёмом 300 м<sup>3</sup>, где содержалось около 80 м<sup>3</sup> высокорadioактивных ядерных отходов. Взрывом ёмкость была разрушена, бетонное перекрытие толщиной 1 метр весом 160 тонн отброшено, в атмосферу выброшено около 20 млн. кюри радиации (или 2 млн. Ки). Часть радиоактивных веществ поднята взрывом на высоту 1-2 км. В течение 10-11 часов радиоактивные вещества выпали на протяжении 300–350 км в северо-восточном направлении от места взрыва (по направлению ветра). Более 23 тыс. кв. км территории, где находилось 217 населенных пунктов с более чем 280 тысячами жителей оказались в загрязненной*



радионуклидами зоне. Общая длина “Восточно-Уральского радиоактивного следа” составляла примерно 300 км, при ширине 5-10 км. Там же в озеро Карачай сброшено 120 млн. Ки, что примерно в 2,5 раза больше, чем было выброшено при аварии на ЧАЭС.

**3. Уиндскейлский пожар (Windscale Fire), Великобритания. Рейтинг: 5** (авария с риском для окружающей среды). Пожар на реакторе АЭС, 1957 г. Последствия: заболевание раком у 200 человек, половина из них умерли, но точное число жертв неизвестно. Излучение распространилось на сотни километров по всей северной Европе.

**4. Три Майл Айленд (Three Mile Island), США. Рейтинг: 5** (авария с риском для окружающей среды). Самая тяжёлая ядерная авария реакторного блока № 2 мощностью 880 МВт на АЭС, в 20 километрах от города Гаррисберга (штат Пенсильвания), 1979 г. Радиоактивность газов, выброшенных в атмосферу, составила от 2,5 до 13 миллионов кюри, территория станции была загрязнена радиоактивной водой.

**5. Токаимура (Токайтюра), Япония. Рейтинг: 4** (авария без значительного риска для окружающей среды). Атомная трагедия в Японии, 1999 г. От радиации погибли 2 оператора, около сотни рабочих и тех, кто жил поблизости были госпитализированы с диагнозом «облучение», эвакуации подлежали 160 человек, живших в нескольких сотнях метров от атомной станции.

Авария на “Фукусиме-1” в Японии (землетрясение с магнитудой 8,9 и вызванное им цунами) – разрушена система охлаждения старого реактора вдоль северо-восточной береговой линии Японии. Взрывы в нескольких реакторах в комплексе, в результате аварии погибли пятеро рабочих. Жители ряда районов эвакуированы. Аварии присвоен тот же уровень опасности, что и на Чернобыльской АЭС. На данный момент последствия катастрофы практически невозможно оценить, так как в мире не было такой ситуации, когда несколько реакторов одновременно выходили из строя – истинные масштабы катастрофы могут проявиться только через несколько лет.

Наряду с опасностями на электроэнергетических объектах существуют разнообразные возможности возникновения аварийных ситуаций во всей длинной цепочке получения топлива и электроэнергии из традиционных, ископаемых видов энергетического сырья – при добыче, транспортировке, использовании [2]. Потенциально опасными объектами являются: магистральные нефте- и газопроводы, резервуары для газа, нефти и нефтепродуктов вместимостью 10 тыс. м<sup>3</sup>, места захоронения токсических отходов атомных и тепловых электростанций.

Известны частые крупные аварии в угольных шахтах, на морских нефтяных платформах, при разрывах нефте- и газопроводов, при морской перевозке нефти танкерами. Так, среднегодовые разливы нефтепродуктов в результате инцидентов на море и аварий в портах составляют 300-400 тонн и для них риск составляет  $2 \cdot 10^{-6}$  [3].

Экологическую опасность можно уменьшить, но нельзя устранить полностью. Рассчитаны риски на 1000 км длины трубопроводов (где происходили аварии в 2002-2008 годы) – они характеризуются значениями от  $2 \cdot 10^{-4}$  –  $10^{-5}$ . Результаты оценки экологического риска применительно к операциям добычи нефти на шельфе

Балтийского, Каспийского, Северного морей и опыт четырехлетней эксплуатации глубоководного газопровода «Голубой поток» Россия – Турция (396 км по дну Черного моря от п. Джубга до п. Самсун) подтверждают оценку приемлемого риска для газопроводов в пределах  $10^{-5}$ - $10^{-6}$ . Расчетная вероятность крупных аварий за год для трубопроводов длиной 1000 км –  $10^{-4}$ , а реальная (уже после многолетней эксплуатации) –  $10^{-2}$  [3].

*Основные факторы создания риска аварий на магистральных трубопроводах: стресс-коррозия, несанкционированные врезки, диверсионно-террористические акты.*

*Крупные аварии на трубопроводах:*

*- в 1989 году под Уфой – разрыв газопровода и воспламенение газа (погибло 575 человек),*

*- в 2006 г. – подрыв газопровода Моздок-Тбилиси в Северной Осетии,*

*- в 2007 г. – взрывы на газопроводе Уренгой – Помары – Ужгород в Винницкой области и под Киевом и др.*

Результаты исследования показывают, что экологические риски при создании подводных трубопроводов на порядок ниже, чем при транспортировке нефти судами, природный газ менее опасен, чем нефть и ее производные, но оба этих энергоносителя при попадании в морскую среду способствуют загрязнению, эвтрофикации, изменению трофических условий экосистемы морей. Необходим постоянный экологический мониторинг, а в долгосрочном плане – уже сейчас рассматривать проблемы утилизации трубопроводной инфраструктуры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Произошедшие техногенные аварии на энергообъектах вызвали в последние годы повышенный интерес к производству энергии из возобновляемых источников. Мировая общественность все больше осознает **серьезность экологических проблем в энергетике**. Почти все аварии, происходящие на энергетических объектах, носят признак человеческого фактора, что говорит как о низком уровне подготовки персонала, так и в целом о пробелах в образовательном пространстве – знания и умения, полученные в средней и высшей школе, не отвечают требованиям современного производства.

Возобновляемая энергетика относится к экологически безопасной энергетике, хотя здесь тоже есть риски, конечно не сравнимые с вышеописанными. Ветроэнергетика является источником низкочастотных колебаний, губительных для птиц, морские ветропарки вносят серьезные помехи в навигационное «мышление» перелетных птиц и мешают косякам рыб ориентироваться в море. Но официальная статистка говорит о том, что, например, в Германии от работы лопастей в 2009 году погибло только 3 птицы. И немцы упорно продолжают строить жилые дома прямо под башнями ветроэлектростанций. Солнечная энергетика также не идеальна, с точки зрения «зелёности», особенно по технологиям получения сырья для солнечных модулей и др.

По проведенным Институтом Горшенина опросам, население Украины считает, что энергетическая политика Украины должна заключаться в разработке

альтернативных источников энергии (38,7%), а также местных источников газа и нефти (28,8%). Далее идут развитие угольной промышленности (17,4%) и гидроэнергетики (13,6%). За строительство новых АЭС на территории Украины высказалось всего 5,2% украинцев. Из тех, кто ратует за альтернативные источники энергии, более 60% выступает за приоритетное развитие солнечной электрогенерации.

### **Список литературы**

1. Малик Л. К. Социально-политические и экономические факторы риска преобладают на постсоветском пространстве // Л. К. Малик, С. Н. Голубчиков // [www.ng.ru/energy/2010-12-14/13\\_risk.html](http://www.ng.ru/energy/2010-12-14/13_risk.html)
2. Шеер Г. Восход солнца в мировой экономике. Стратегия экологической модернизации / Г. Шеер // М.: Тайдекс Ко, 2002. – 320 с.
3. Биненко В. И. Риски и экологическая безопасность природно-хозяйственных систем / В. И. Биненко, В. К. Донченко, В. В. Растоскуев // Санкт-Петербург, 2012. – 354 с.

**Багрова Л. О. Шкідливі техногенні катастрофи в енергетиці як фактори екологічного ризику** / Л. О. Багрова, В. О. Боков, А. С.-А. Мазінов // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Географічні науки. – 2012. – Т.25 (64), №2. – С.9-19.

Розглядається проблема зростання техногенних ризиків в енергетичній галузі. Аналізуються головні аварії, обумовлені збільшенням виробництва та споживання електроенергії. Надаються приклади великих світових енергетичних катастроф. Порівнюється ризикогенність традиційної і альтернативної енергетики.

**Ключові слова:** ризик, техногенні аварії, техногенні катастрофи, енергетика, екологічна політика, відновлювальні джерела енергії.

**Bagrova L. A. Dangerous technological disasters in the energy sector as environmental risk factors** / L. A. Bagrova, V. A. Bokov, A. S.-A. Mazinov // Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. – Series: Geography Sciences. – 2012. – V.25 (64), No2. – P.9-19.

The problem of technological risks increasing in the energy sector is considered. The main hazards associated with an increase in production and consumption of electricity is analyzed. The examples of the world's major energy accidents are given. The riskogenost of traditional and renewable energy is compared.

**Key words:** risk, technological hazards, man-made disasters, energy, environmental policy, renewable energy sources.

*Поступила в редакцію 05.11.2012 г.*