

## **СИСТЕМА РЕСУРСОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ, УСТОЙЧИВАЯ В УСЛОВИЯХ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АТАК И ПРИРОДНЫХ КАТАКЛИЗМОВ**

*Велицко В.В.*

*ООО «ОЦР Технологии», г. Москва*

В статье подняты вопросы ресурсной и энергетической безопасности в условиях роста числа природных катастроф и инфраструктурных терактов. Данная проблематика, исследуемая автором с 2012 г. с акцентом применительно к террористической угрозе для критической ресурсоснабжающей инфраструктуры России и всеми силами игнорирующаяся российскими органами исполнительной власти, находит подтверждение в докладе Национального Разведывательного совета США (NIC) [1], определяющего основные угрозы: экстремальные климатические явления, кибератаки и терроризм. К недостаткам доклада NIC можно отнести недостаточное внимание к инфраструктурным рискам, в особенности – к угрозе инфраструктуре не атак хакеров, а именно применения против неё террористами роботизированных атак, обеспечивающих организацию блэкаутов в отопительный сезон, инициацию управляемых экологических катастроф в виде искусственных пожаров в засушливый период в зонах прохождения линейной ресурсоснабжающей инфраструктуры, а также иных способов как высокотехнологичного, так и низкотехнологичного инновационного воздействия на болевые точки инфраструктуры, выявленными новыми путями, способные долговременно вывести из строя всю инфраструктуру от электросетей и магистральных газопроводов до систем канализации и внутридомовой вентиляции включительно. К чести западных специалистов в области безопасности следует отнести проявляющееся у них некоторое внимание к вопросу искусственных блэкаутов и организации роботизированных террористических армий, что находит отражение в ряде профильных мероприятий, проводящихся в последнее время.

Указанная проблематика получила двойственную реакцию со стороны государственных органов России: с одной стороны, такие министерства и ведомства, как Ростехнадзор, Министерство энергетики РФ [2; 3], Министерство по чрезвычайным ситуациям РФ, правительства Крыма и г. Севастополь подтвердили актуальность поднятых вопросов. С другой стороны – не проявили абсолютно никакого интереса по поднятым проблемам инфраструктурной уязвимости, что является достаточно симптоматичной ситуацией для современной ситуации в России, а их ответы – копируют пародийную миниатюру Райкина А.И. про поставку насосов из фильма «Люди и манекены».

В этой связи задача данной работы состоит в продолжении очерчивания круга рисков и возможностей их парирования путём многовекторной модернизации инфраструктуры, понимание которых происходит куда медленней, чем появляются и развиваются сами риски, создавая угрозу катастроф нового генезиса. Также в работе отмечены некоторые уязвимости, не нашедшие, по мнению автора, достаточного освещения профильными специалистами. Численное же моделирование вероятностей разрушения или иного приведения в негодность такой инфраструктуры и их последствий, в особенности с учётом возможных совместных событий, таких как, например, экстремальные природные явления, вызывающие нарушения электроснабжения или искусственные блэкауты террористического характера, например происходящие еженедельно или чаще, сопряжённая с ними вероятность выхода из строя по выработке ресурса систем управления и защиты (СУЗ) реакторов атомных электростанций (АЭС) [4, с.167] или

рост вероятности катастроф на опасных производственных объектах, наложение таких аварий на самую холодную пятидневку, разморозку систем теплоснабжения и критический рост электрической нагрузки на отопление в коммунальном секторе, в настоящее время будут выведены за рамки данной работы. Это делается не по причине неактуальности такого моделирования, а в связи с большим объёмом расчётов и широким спектром взаимовлияющих аспектов, для построения взаимодействия которых может быть привлечена модель акторов [5] или аналогичная ей система, описывающая многовекторное взаимодействие субъектов и объектов, непрерывно изменяющих свои роли с субъекта на объект и обратно. Отметим, что даже более простые модели, описывающие сценарии развития аварий в менее сложных системах – на АЭС, т.к. здесь АЭС уже являются подсистемой приведённого случая, наталкиваются на сложности вычисления [6, с.13–28].

В связи с тем, что на государственном уровне пока отсутствует понимание вышеуказанных рисков, надежда на наличие господдержки при решении данных вопросов равна нулю. В результате необходимо найти такие способы защиты с использованием самоокупающихся систем локальной генерации ресурсов, таких как электроэнергия, тепло, техническая и питьевая вода, а также обеспечения функций удаления и переработки отходов, таких как канализационные стоки и биodeградирующая составляющая твёрдых бытовых отходов (ТБО), что позволит снизить вероятность возникновения эпидемий при чрезвычайных ситуациях (ЧС) различного характера. Данный ресурсно-функциональный подход нацелен на поиск решений создания коммунальных систем максимальной степени надёжности при различных ЧС, позволяющих окупаться не только за счёт снижения процента вероятной гибели населения или уменьшения ущерба, причиняемого здоровью населения при ЧС, а также за счёт снижения вероятности такой ЧС [7, с.12], сохранения населённых пунктов в пригодном для проживания состоянии, а также за счёт снижения себестоимости обеспечения функционирования жилья до момента возникновения ЧС. Основным требованием к таким системам будет их экономическая эффективность, позволяющая внедрять данные решения потребителям самостоятельно, в отсутствие целевых госпрограмм, преодолевая искусственные препоны, возводимые т.н. «естественными монополиями» и их лоббистами, рискующими потерять значительную часть своих доходов при внедрении рассматриваемых решений по повышению ресурсной безопасности.

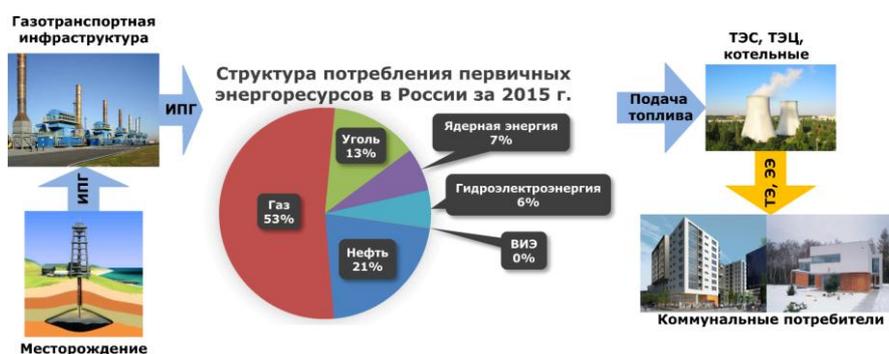


Рис. 1. Функционирование систем транспорта горючего, тепло,- и электроснабжения потребителей в нормальном режиме до возникновения ЧС (ТЭ – тепловая энергия; ЭЭ – электроэнергия. Потребление первичных энергоресурсов по данным [8, с.40]).

В современном мире задача локальной генерации электроэнергии, тепла и других ресурсов переходит из плоскости экономики, сохранения природы и уменьшения углеродного следа в плоскость выживания как населения, так и государства, сохране-

ния конкурентоспособности экономики в условиях растущего числа природных катаклизмов, техногенных аварий, квалифицированных терактов, а также их разнообразных комбинаций, которые можно представить в нашем сложном, полностью зависящем от инфраструктуры, мире (рис. 1.).

Рост числа ЧС различного характера способен привести к инфраструктурному коллапсу в части блэкаутов, размораживания систем теплоснабжения и вымораживания потребителей тепла, а также долговременного прекращения трубопроводной подачи топлива (ископаемого природного газа (ИПГ), нефти и нефтепродуктов) в условиях управляемых экологических катастроф. В этом ключе рассмотрим возможность и целесообразность локальной генерации у потребителей таких производных ресурсов, как тепло, электроэнергия с использованием местных видов ископаемых горючих и возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а также выработку технической воды для обеспечения работы канализации и воды питьевого качества для прочих нужд.

Уязвимость систем ресурсоснабжения их потребителей (рис. 2.) обусловлена тем, что последние десятилетия постоянно увеличивается число экстремальных природных явлений, а также внутренняя напряженность в обществе, усугубляемая ростом числа экстремистских движений и их сторонников. Особенную опасность представляет терроризм, получающий новую техническую базу (роботы, аддитивные технологии, машинный интеллект, системы распознавания образов, телеуправление с использованием Интернет и других сетей) для создания инновационных средств разрушения, ранее доступных только ведущим промышленным странам.



Рис. 2. Факторы, способные прекратить ресурсоснабжение коммунальных потребителей.

К средствам целенаправленного разрушения инфраструктуры можно отнести подрывы опор ЛЭП, искусственные замыкания воздушных ЛЭП и открытых выводов трансформаторных подстанций (ТП) с напряжением от 110 кВ и выше [9, 10], целенаправленные поджоги лесных массивов, сухостоя, торфяников в пожароопасные периоды, для чего могут быть использованы доступные на гражданском рынке телеуправляемые или роботизированные платформы (мультикоптеры и иные беспилотные летательные аппараты (БПЛА)) [13]. И если подрывы опор ЛЭП и прочей сетевой инфраструктуры внутри страны могут быть эффективно предотвращены за счёт возможности отслеживания незаконного оборота взрывчатых веществ и, зачастую, незначительного ущерба от локального разрушения инфраструктурного элемента, то рациональная защита от БПЛА, разбрасывающих, например, пирофорные элементы или оснащенных лазерами – отсутствует [10; 13]. Это требует решения задачи надёжности работы инфраструктуры с использованием технических и организационных инструментов, отсутствующих в самой защищаемой системе.

Как видим, поражение ключевых объектов ресурсоснабжающей инфраструктуры, таких как компрессорные станции (КС), газоперекачивающие агрегаты (ГПА), тепловые электростанции (ТЭС), ТП, котельные, и т.п., а также линейной инфраструктуры (линии электропередачи (ЛЭП), газопроводы, нефтепроводы, продуктопроводы, системы водоснабжения и водоотведения), позволяет полностью вывести из строя производственные предприятия, нанести значительный ущерб населённым пунктам, в особенности – мегаполисам, лишить бюджет основных экспортных поступлений от продажи ИПГ и нефти. Эти новые угрозы накладываются на то, что Россия – самая холодная страна мира со среднегодовой температурой – 5 °С, имеет развитую высокоцентрализованную ресурсоснабжающую инфраструктуру, обеспечивающую функционирование коммунальных и промышленных потребителей, а также экспортную поставку энерго-ресурсов. При этом вся инфраструктура, расположенная на территории страны, практически никак не защищена и может быть не только случайно повреждена, но и неизбежно разрушена за счёт естественных природных процессов – таяния вечномёрзлых грунтов. Также инфраструктура уязвима к целенаправленным атакам, позволяющим гарантированно, на долгий период, вывести её из строя с использованием доступных и полностью легальных, до момента их применения, средств. Это, но уже с новыми предпосылками подтверждает мнение академика Мелентьева Л.А. о целесообразности сооружения сети малых ТЭЦ вместо ввода их мощных аналогов [11].

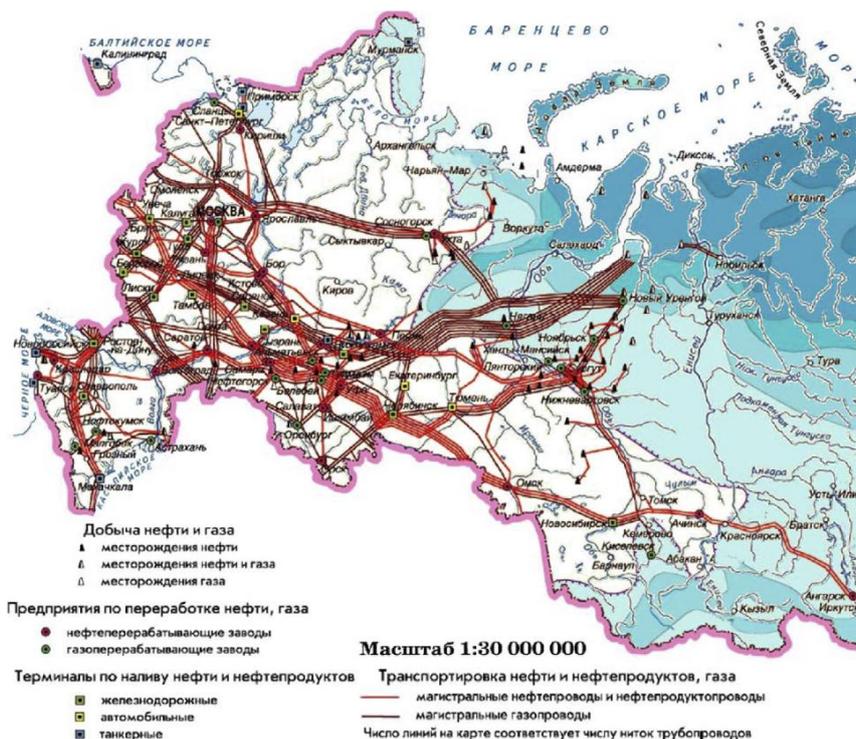


Рис. 3. Зона вечной мерзлоты на территории азиатской части России с трассами прохождения магистральной газотранспортной и нефтетранспортной инфраструктур по данным [13, с.19].

Необходимо помнить, что основная часть газопроводов пересекает границу многолетнемёрзлых пород (рис. 3.) с небольшой мощностью слоя, таяние которых идёт достаточно активно. Наиболее опасные изменения профиля поверхности происходят в наиболее льдонасыщенных зонах оттаивания таких пород, что приводит к росту числа инфраструктурных аварий: «Ежегодно на нефте- и газопроводах в Западной Сибири происходит около 35 тысяч аварий, из них 21% – вследствие деформаций и механических воздействий.» [12]. При этом отметим, что не каждая просадка грунта, приводя-

щая к деформации газопровода, приводит к аварии, т.е. общее число точек потребного ремонта значительно превышает число в 7350 аварий в год, т.к. требуется принимать превентивные меры по недопущению перехода предельной деформации трубопровода в аварию» [13, с.18].

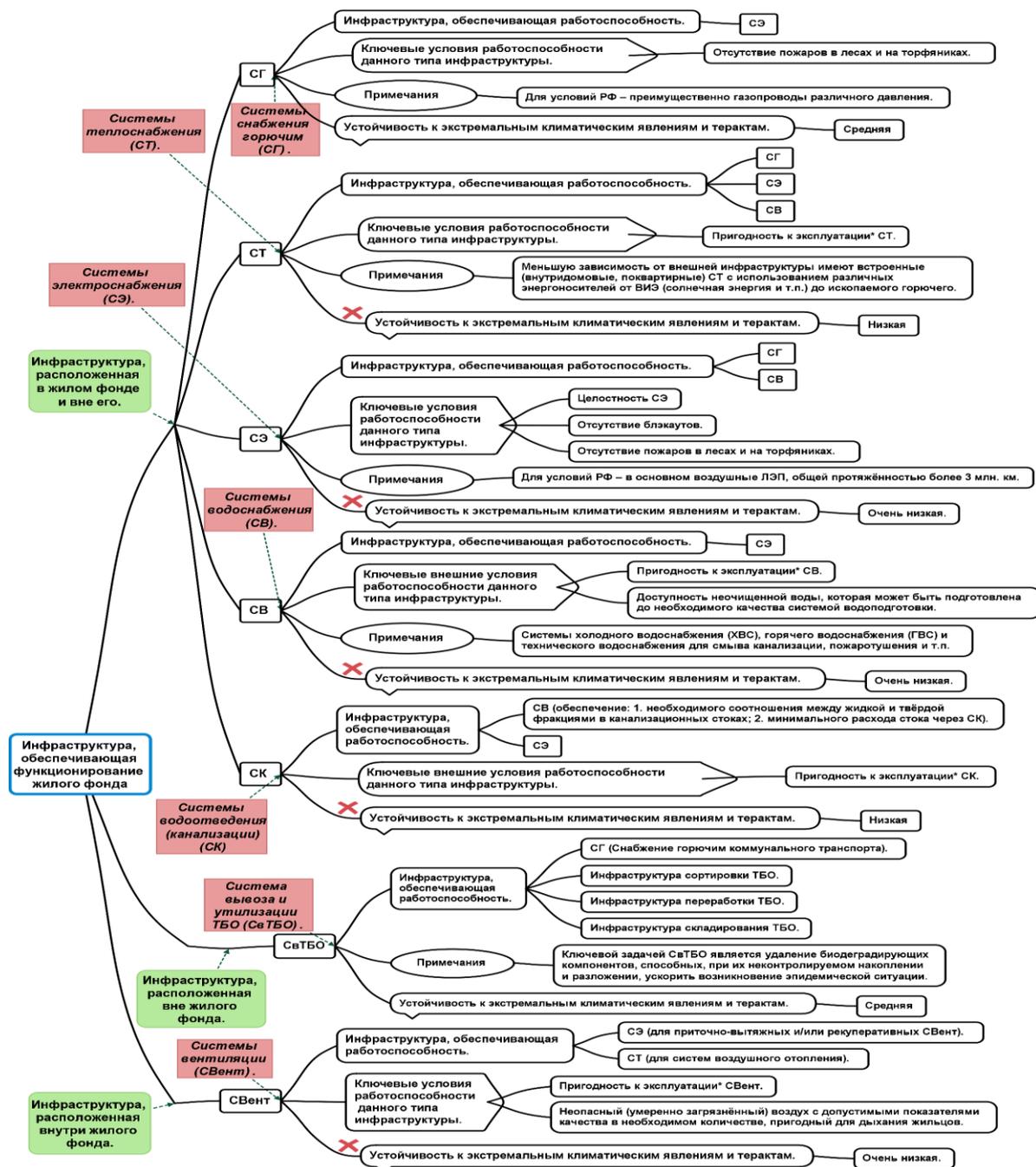


Рис. 4. Ресурсоснабжающая и функциональная инфраструктура (РСФИ), обеспечивающая пригодность для проживания населённого пункта (\* включает в себя безопасность для потребителя и целостность системы ресурсоснабжения).

### Инфраструктура, определяющая жизнеспособность населённого пункта

Для определения ключевых элементов инфраструктуры, защиту которых целесообразно осуществлять с учётом как их важности для безопасности населения, так и скорости возврата инвестиций в их защиту, необходимо классифицировать их по месту

расположения (вне здания / населённого пункта и/или на расположенную внутри их), а также по зависимости от наличия внешних ресурсов (рис. 4).

Системам РСФИ (рис. 4) угрожает зависимость от ненадёжной инфраструктуры, расположенной вне жилых зданий, которая может быть легко приведена в негодность природными явлениями или террористами. В этой связи повышение надёжности инфраструктуры можно вести двумя путями, не отменяющими один другой:

- Развитием Умных сетей (Smart Grid) (УС), при этом не только электрических УС, но и тепловых УС [14], УС водоснабжения и канализации (УСВК) [15; 16] и, в пределе – УС снабжения горючим (УСГ), интегрирующих в себя различные системы производства квалифицированных видов горючего (метан, синтетическая нефть и т.п.) с использованием доступных ресурсов в виде местных видов сырья (древесина, торф ТБО, сланцы, биогаз, газ мусорных свалок и т.п.), например с использованием метангидратной технологии очистки, складирования и потребления горючего – метана [17].

- Развитием внутридомовой инфраструктуры, использующей в качестве основных или резервных видов первичных ресурсов те ресурсы, которые есть здесь и сейчас: ВИЭ, низкосортные местные горючие, ТБО, канализационные стоки [14–16].

Для определения путей защиты инфраструктуры рассмотрим примеры возникновения каскадных аварий во взаимосвязанных системах, которые могут привести к обрушению их работоспособности по «эффекту домино».

#### **Риски и алгоритмы развития каскадных аварий на РСФИ**

Учитывая, что даже добыча, переработка, транспорт и распределение горючих, таких как ИПГ, нефтепродукты, а также сырой нефти и иных энергоносителей требуют как минимум наличия электроэнергии и целостности трубопроводных инфраструктур, даже эти ресурсы являются производными ресурсами, требующими для обеспечения своего производства, безопасного хранения и своевременного потребления как минимум гарантированного электроснабжения [18]. В свою очередь система электроснабжения также зависит от наличия горючего, водоснабжения, целостности электросетевого хозяйства и отсутствия критической перегрузки, требующей срабатывания быстродействующей (АЧР-1) и низкоскоростной (АЧР-2) подсистем системы автоматической частотной разгрузки (АЧР) электросетей.

В свою очередь работоспособность электросетей обеспечивается не только, как показано выше, наличием топлива и воды (также являющейся производным ресурсом [18]), но и, например, в отопительный сезон, стабильностью работы системы теплоснабжения коммунальных потребителей. Стоит только прекратить подачу тепла, как показывает практика, незамедлительно в массовом порядке включаются бытовые электроотопительные приборы и электробойлеры, что приводит к перегрузке электросетей и блэкауту, сопутствующему прекращению теплоснабжения и усугубляющему восстановление систем тепло- и электроснабжения. Параллельно потребители начинают сливать теплоноситель, компенсируя отсутствие ГВС и ХВС. Пример одного из вариантов нарушения работоспособности по «эффекту домино» взаимосвязанных систем ресурсоснабжения показан на (рис. 5).

Аналогичные блок-схемы или деревья событий [20, с.94–102], характеризующие процессы деструкции систем ресурсоснабжения, могут быть построены и для других случаев, спусковым крючком в которых будут являться прекращение подачи горючего, преимущественно ИПГ, ХВС, атаки на компьютерные сети, основное и вспомогательное оборудование систем ресурсоснабжения, например, с использованием червей, аналогичных Stuxnet. Также свой вклад в каскадное прекращение работоспособности ресурсоснабжающих систем могут внести, например, фундаментальные уязвимости в системах внутридомовой вентиляции или коммунального водоотведения, способные привести населённые пункты с высокоцентрализованными системами ресурсоснабже-

ния в непригодное для проживания состояние.

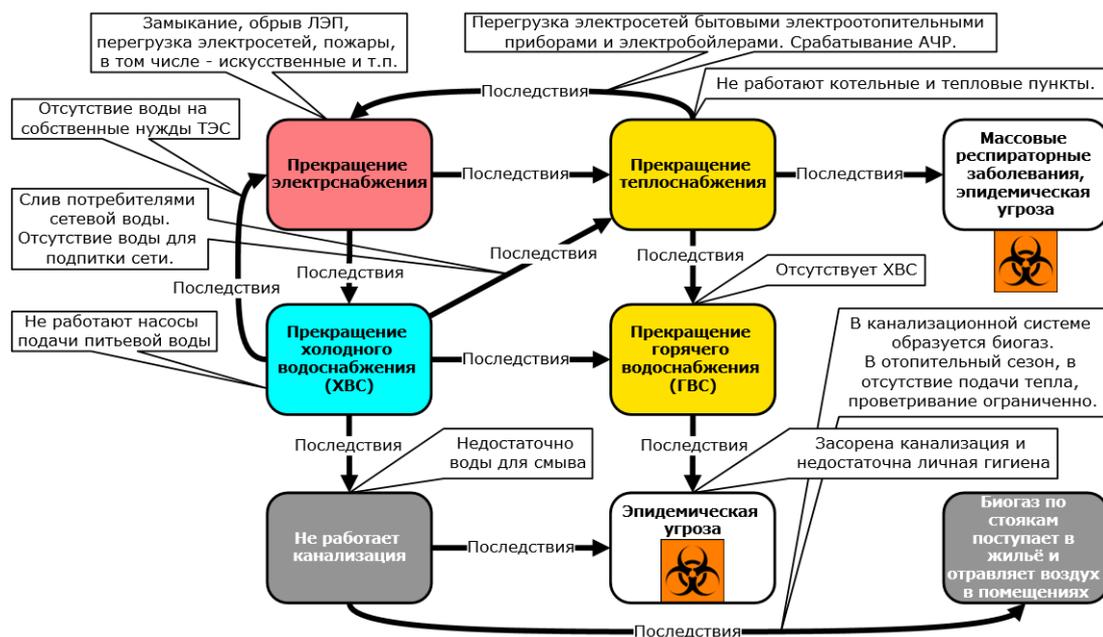


Рис. 5. Причинно-следственные связи в «эффекте домино» при прекращении электроснабжения населённого пункта [9; 19, с.32; 18, с.420–424].

### Направления защиты инфраструктуры, обеспечивающей функционирование населённых пунктов

Указанные ниже направления реконструкции инфраструктуры, являются ответом на известный русский вопрос «что делать», при условии, что не «если», а именно «когда» крупные города России, с не реконструированными системами ресурсоснабжения окажутся полностью без электроснабжения, подачи ИПГ, воды и с размороженными системами отопления. Это, конечно же, невозможно и умозрительно, как подтвердили бы некоторые прогнозы ещё несколько лет назад даже жители Украины или в середине 1980-х – жители Нагорного Карабаха, если бы кто-то попытался спрогнозировать реализовавшееся будущее данных регионов.

**Теплоснабжение.** СТ обеспечивает сохранение жизни населения в случае ЧС, наступающих при отрицательных температурах окружающего воздуха. Все остальные её функции (ГВС, температура в (многоквартирном доме) МКД в соответствии со СНиП) – вторичны. Для работы устойчивой СТ необходимо наличие непосредственно в МКД и/или в виде отдельного блока, расположенного внутри квартала:

- Теплогенераторов, таких как двухтопливные котлы ИПГ / жидкое горючее. Необходимы котлы твёрдого топлива (желательно с подсветкой резервным горючим), позволяющие сжигать ТБО, зелёные насаждения, мебель и половые доски, т.к. они всегда сжигаются при отсутствии горючего, что подтвердила практика постсоветских республик в периоды экономических кризисов и войн. Обязательно наличие солнечных коллекторов вакуумного или плоского типа, позволяющих не разморозить СТ при полном отсутствии любого горючего.

- Хранилищ резервного горючего: мазутохранилищ подземного типа или, что менее предпочтительно в связи с пожарной опасностью и риском расхищения или реквизирувания при ЧС – хранилищ дизтоплива. Также возможно использование хранилищ сжиженного нефтяного газа (СНГ), применение которых проверено в крупных населённых пунктах с отсутствием магистрального газоснабжения. Целесообразно соз-

дать склады твёрдого горючего – ТБО и спиленных с период ЧС зелёных насаждений.

- Энергоаккумуляторов. В роли таких аккумуляторов энергии могут выступать подземные хранилища горячей воды, подогреваемые солнечными коллекторами на протяжении внеотопительного сезона.

- Систем автоматики, позволяющих с максимальной экономностью и равномерностью распределять тепло между потребителями с учётом доступных запасов горючего и тепла в энергоаккумуляторах.

- Энергосберегающих систем транспорта энергоносителя, например электроприводных насосов с частотным регулированием, позволяющих транспортировать теплоноситель с минимальным потребным напором и максимальных теплосъёмом при исключении размораживания обратного трубопровода.

**Электроснабжение.** Ключевой функцией СЭ является обеспечение гарантированной работы СТ в отопительный сезон. СЭ должна включать в себя:

- Электрогенераторы нескольких типов: резервный дизельный / бензиновый генератор; фотоэлементы (ветрогенератор для районов, где он может быть эффективен) и основной электрогенератор, способный работать с использованием доступного твёрдого или жидкого горючего или ВИЭ. Такой электрогенератор с необходимой для ЖКХ мощностью от сотен ватт до нескольких десятков киловатт может работать на основе циклов Стирлинга, Ренкина с использованием воды или органического рабочего тела (ОЦР), цикла Калины. Также может использоваться иное оборудование, например жидкостно-вакуумная энергоустановка (ЖВЭУ), базирующаяся на жидкостно-вакуумном цикле (ЖВ-цикле), обеспечивающим принудительное вскипание в вакууме энергоносителя, например горячей воды [15; 16].

- Инверторы и источники бесперебойного питания (ИБП). В случае использования энергоисточников, вырабатывающих электроэнергию, по частоте, напряжению и типу тока отличающуюся от сетевой электроэнергии необходимо использовать инверторы и ИБП, позволяющие подключать снятые с автотранспорта аккумуляторы. Суммарная ёмкость таких разнородных аккумуляторов может составлять тысячи А•Ч, т.к. при продолжительной ЧС автопарк без горючего окажется бесполезен.

- Выделенную систему электроснабжения СТ с возможностью полного отключения от неё всех иных потребителей, таких квартиры, лифты, освещение.

**Канализация.** Для гарантированной работы СК требуется исключение накопления твёрдой фракции стоков (кал, пищевые отходы, примеси и т.п. вплоть до ТБО, которые не смогут выносить из МКД некоторые ослабшие жильцы) в коленах канализационных трубопроводов и в местах, с пониженной скоростью потока. В случае прекращения при ЧС централизованного водоснабжения, жильцы будут производить экономный смыв, в связи с чем канализация будет засорена, а разлагающиеся отходы отравят биогазом жильё, продавливая ими гидрозатворы СК. Для этого требуется:

- Наличие ёмкостей для хранения дождевой, талой воды или воды из растопленного снега.

- Возможность переключения существующих систем ХВС / ГВС на подачу только дождевой / талой воды непригодной для питья, но которую можно использовать для канализационного смыва.

- Оснастить систему водоснабжения самовсасывающими насосами, способными транспортировать воду вплоть до последних этажей зданий с учётом роста отложений в трубах от недостаточно очищенной воды. Установить локальную систему механической очистки и коагуляции органики в дождевой / талой воде.

**Водоснабжение.** Качественное отдельное локальное самокупающееся ХВС и ГВС питьевого качества выполнить практически невозможно в связи с его не окупаемостью в ситуации отсутствия ЧС. В этой связи потребители такое специализированное

оборудование не будут устанавливать. Такая система может быть интегрирована в комплексную систему ресурсоснабжения потребителя, производя техническую / питьевую воду в качестве побочного продукта при выработке электроэнергии и/или тепла. Отметим, что именно трубопроводное ХВС не является приоритетным, т.к. показал опыт крупных аварий и войн, необходимый минимум воды питьевого качества может доставляться автотранспортом или с использованием мускульной тяги. Прочие требования к системе водоснабжения, в частности – обеспечение технического водоснабжения, указаны в части «Канализация».

**Системы внутридомовой вентиляции.** Существующие вытяжные СВент внутридомовой вентиляции, установленные в подавляющей части устаревшего жилого фонда, не отвечают требованиям энергобезопасности в условиях прекращения или ограничения отопления, т.к. имея высокие кратности воздухообмена, в среднем превышающие 1-но кратный воздухообмен для всей квартиры, требуют для подогрева приточного воздуха более 50% тепла, потребляемого на отопление МКД при отсутствии рекуперации тепла отходящего воздуха. В условиях ЧС, когда будет прекращено централизованное газоснабжение и ГВС, как минимум потребность в воздухообмене в размере 90 Нм<sup>3</sup>/ч для кухни с газовой плитой и 25...50 Нм<sup>3</sup>/ч для санузла (СНиП 2.08.01-89) становится избыточными, в несколько раз сокращая время до разморозки системы теплоснабжения МКД в связи с израсходованием доступного горючего.

**Переработка ТБО.** ТБО являются как источником опасности, т.к. в тёплое время года могут разлагаться в местах накопления, служа питательной средой для насекомых и грызунов, что показывает опыт гражданских войн в Сомали, экс-Югославии или на юго-востоке Украины. С другой стороны, биodeградирующие компоненты ТБО – прекрасный источник энергии для работы биогазовых установок, что является ещё одним аргументом за внедрение биогазовых установок до момента наступления ЧС. Получаемый из коммунальных стоков субстрат хоть и не будет являться оптимальным, с точки зрения его чистоты, решением для выращивания пищевых продуктов, но в условиях вероятного голода при длительной ЧС, частичное покрытие потребностей жильцов будет важнее, чем вред от его использования.

### **Выводы**

В наступающем будущем, в котором к экстремальным природным условиям прибавятся растущая мода на терроризм, как средство воздействия на закостенелые и своекорыстные государственные институты, атаки ориентированные на разрушение инфраструктуры и природных экосистем с использованием БПЛА и других видов роботов, производимых по аддитивным технологиям на любом домашнем 3D-принтере, обладающих совершенными автономными системами распознавания образов, позиционирования и коммуникации, основывающихся на современных смартфонах, может не найтись места не только существующей инфраструктуре, но даже и Умным сетям, в том виде, в котором их сейчас представляют и внедряют. Рассмотренный взгляд на безопасность требует массового введения широкого спектра систем ресурсоснабжения, способных функционировать, требуя минимум обслуживания, в условиях ЧС различного характера и разрыва инфраструктурных связей в масштабе региона или города, сохраняя жизнь людей в МКД. Такие системы, при их производстве на территории России могут не только послужить средством сохранения её населения, производственного и экономического потенциала, но и явятся драйвером роста промышленного производства, стимулятором развития малого бизнеса и побочно улучшат экологическую ситуацию в стране [14].

### **Литература**

1. Global Trends Paradox of Progress // National Intelligence Council, January 2017, 235 p.

2. Письмо Ростехнадзора от 28 января 2016 г., исх. №10-00-09/127 в адрес ООО «ОЦР Технологии», 1 с.
3. Письмо Министерства энергетики России от 24 февраля 2016 г., исх. №10-436 в адрес ООО «ОЦР Технологии», 2 с.
4. Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС // М.: Энергоатомиздат, 1992, 240 с.
5. Hewitt C., Bishop P., Steiger R. Session 8 Formalisms for Artificial Intelligence A Universal Modular ACTOR Formalism for Artificial Intelligence // Advance Papers of the Conference, Stanford Research Institute, 1973, Vol.3, p.235–245
6. Буторин С.Л., Шульман Г.С., Шульман С.Г. Методы анализа безопасности АЭС при технологических авариях // М.: Машиностроение, 2012, 436 с.
7. Бегун В.В., Горбунов О.В., Каденко И.Н., Письменный Е.Н., Зенюк А.Ю., Литвинский Л.Л. Вероятностный анализ безопасности атомных станций // Киев: НТТУ КПИ, 2000, 568 с.
8. BP Statistical Review of World Energy June 2016 // BP, 2016, 46 p.
9. Велицко В.В. Надёжность обеспечения ресурсами системы теплоснабжения – условие выживания городов России // Проза.Ру, Свидетельство о публикации №215071501025, URL: <http://www.proza.ru/2015/07/15/1025> (дата обращения: 15 июля 2015).
10. Велицко В.В., Прохоров А.И. ТРИЗ в инфраструктурной безопасности // М.: Материалы VII конференции «ТРИЗ: практика применения и проблемы развития», 20–21 ноября 2015, С.39–49.
11. Комбинированные парогазовые энергоустановки. Сборник статей под редакцией Сазонова Н.И. // М., Л.: Госэнергоиздат, 1962, 292 с.
12. В России климат изменяется быстрее, чем в среднем на планете // ICTSD, 08 января 2016 г., URL: <http://ru.ictsd.org/node/96385> (дата обращения: 01 февраля 2016 г.)
13. Велицко В.В. Тепла нет, но не дрожите или грамотный капремонт вместо благих пожеланий // Коммунальщик, №9, 2016, С.11–28
14. Велицко В.В. Умные сети или бездумное централизованное ресурсоснабжение // Коммунальщик, №3, 2016, С.16–25.
15. Велицко В.В. Обеспечение гарантированного водоснабжения в чрезвычайных ситуациях // Вода Magazine, №5, 2016. С.24–29.
16. Велицко В.В. Вакуумная переработка промышленных стоков с использованием низкопотенциального тепла // Сантехника Отопление Кондиционирование, №5, 2016, С.36–40
17. Велицко В.В. Одностадийное получение сжиженного и сжатого метана из биогаза и газа мусорных свалок для использования в качестве моторного топлива // М.: Материалы XVIII Международной конференции «Экологическое образование и просвещение для устойчивого развития: РИО + 20», Секция 5: «Образование в области использования энергопотенциала биологических отходов», 27–28 июня 2012 г.
18. Велицко В.В. Ресурсосберегающая инфраструктура как условие сохранения населённых пунктов в условиях природных катаклизмов и террористических угроз // Новосибирск: Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Энерго– и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий», Институт теплофизики СО РАН, 24–26.03.2015, с.419–428.
19. Велицко В.В. Тепло – жизнь города, а его отсутствие... // Коммунальщик, №9, 2015, С.30–37.
20. Александровская Л.Н., Аронов И.З., Елизаров А.И., Исламов Р.Т., Розова О.Д., Цырков А.В. Статистические методы анализа безопасности сложных технических систем // М.: Логос, 2001, 232 с.