

УДК 620.90-19.

## СМЫСЛОВОЕ ПОЛЕ ПОНЯТИЯ НАДЕЖНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ЕГО ОТОБРАЖЕНИЕ НА ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Н.А.Манов

(Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера  
Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

**Введение.** Надежность является одним из ключевых понятий в технике. На начальном этапе развития теории надежности это понятие часто ассоциировалось с безотказностью. Для невосстанавливаемых изделий, к которым относились некоторые виды военной техники, основной характеристикой надежности была вероятность безотказной работы. Безотказность восстанавливаемых изделий характеризовалась наработкой на отказ. Затем стали выделять надежность в узком и широком смысле, сохраняя за первой термин безотказность (reliability), а за второй - термин общая надежность (dependability) [1]. Общая надежность включала в себя свойства безотказности, долговечности и ремонтпригодности [1]. Термин ремонтпригодность заменил ранее используемый термин восстанавливаемость. Для невосстанавливаемых изделий ремонтпригодность понималась как приспособленность к проверке технического состояния и удобной замене. Количественно общая надежность оценивалась, например, произведением вероятности безотказной работы на коэффициент технического использования или на коэффициент готовности. Кроме того, выделялось свойство сохраняемости, не включаемое в общую надежность [1].

В государственном стандарте 1975 г. [2] надежность уже определялась как комплексное свойство, включающее в общем случае безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Эти составляющие характеризуются единичными показателями, а надежность – комплексными. В ГОСТ-е 1989 г. [3] изменений по структурированию комплексного свойства надежности (КСН) нет, по-прежнему выделяются единичные и комплексные показатели надежности. Общетехническая теория надежности (ОТН) вполне обходится принятым структурированием КСН [3], хотя в зависимости от целей исследования иногда выделяются и дополнительные свойства, такие как помехозащищенность, отказоустойчивость и т.д.

Иное положение дел сложилось в энергетике. Специфика систем энергетики (СЭ) потребовала градации системной и элементной надежности. Для систем энергетики [4] потребовалось введение понятий отказов работоспособности и отказов функционирования, устойчивоспособности, режимной управляемости и живучести. Кроме того, возможность тяжелых и даже катастрофических последствий для людей и окружающей среды при отказах СЭ привела к включению в состав КСН понятия безопасность. С учетом ска

занного в [4] в составе КСН выделены 8 свойств: безотказность, долговечность, ремонтнопригодность, сохраняемость, устойчивоспособность, режимная управляемость, живучесть и безопасность.

Терминология 1980 г. [4] является примером исключительно тщательного и квалифицированного подхода к систематизации и определению понятий и терминов по надежности СЭ, глубокого учета специфики этих систем. Вместе с тем, эта терминология не стала общепризнанной в топливно-энергетическом комплексе, она не охватила и не упорядочила множество терминов по надежности, используемых в инженерной и научной литературе, производственной и управленческой деятельности, законодательных и нормативных актах.

Изменение СЭ в связи с внедрением рыночных отношений в ТЭК и развитие теории надежности СЭ требуют обновления терминологии 1980 г., что было отмечено в решении 69-го заседания Всероссийского научного семинара «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики» в 1998 г. [5, с.8]. Очевидно, что в основе такого обновления должны лежать определенная концепция структурирования КСН СЭ и анализ соответствующего терминологического пространства в области надежности, используемого в энергетике. Попыткой решить эту задачу в части терминологического описания понятия надежности и является данная работа.

**Смысловое поле понятия надежности в энергетике.** На наш взгляд, есть основания говорить о многомерности понятия надежности в энергетике. Действительно, смысл, вкладываемый в это понятие, в той или иной мере различен для систем и элементов, установившихся и переходных режимов, разных отраслей ТЭК и видов продукции СЭ, разных объектов и субъектов энергетики, разной заблаговременности анализа и синтеза этого свойства, различных моделей исследования надежности, технических и производственных систем, с учетом и без учета роли человека, на разных стадиях «жизни» объектов, по рассматриваемым последствиям отказов, по способам восстановления работоспособности и т.д. Поэтому в общем случае можно говорить о существовании смыслового поля понятия надежности в энергетике, характеризуемого определенным набором координат (классификационных признаков). В конкретных исследованиях подобные координаты оговариваются или подразумеваются и неопределенность, связанная с многомерностью смыслового поля КСН, обычно снимается.

Полное и даже частичное игнорирование многомерности понятия надежности в энергетике приводит к возникновению и параллельному существованию различных терминологических систем. Во введении было отмечено, что в терминологии 1980 г. [4] были выделены как единичные 8 свойств в составе КСН. Однако, подобное структурирование

игнорирует широкое использование в научной, производственной и технической литературе, правовых и нормативных актах таких терминов как надежность энергоснабжения, надежность функционирования (работы), надежность развития, бесперебойность, бездефицитность, безаварийность, статическая надежность, динамическая надежность, балансовая надежность, режимная надежность, ресурсная надежность, надежность обеспечения энергоресурсами, надежность обеспечения генерирующей мощностью, текущая надежность, эксплуатационная надежность, стратегическая надежность, системная надежность, аппаратная надежность, схемная надежность, структурная надежность, функциональная надежность, информационная надежность и множество других. Нередко используемый термин имеет несколько смыслов, либо для одного и того же понятия применяются разные термины. В последние годы, в том числе в связи с рыночными преобразованиями, возросло употребление терминов, характеризующихся через надежность, таких как устойчивость энергоснабжения, гарантированность энергоснабжения, а также терминов устойчивость функционирования, восстанавливаемость, ресурсообеспеченность, обеспеченность сырьем, обеспеченность производственными мощностями и т.д.

Очевидно, что необходима определенная классификация признаков (координат) смыслового поля понятия надежности в энергетике и построение на этой основе упорядоченного терминологического пространства, адекватно отражающего множество граней КСН для задач теории и практики. При решении этой задачи представляется целесообразным опереться на реалии, обусловленные рыночными преобразованиями в стране, достижения теории надежности СЭ с момента выхода терминологии 1980 г. и степень использования тех или иных терминов в литературе. Подчеркнем, что здесь речь идет только о самом понятии надежности и терминах, как правило, включающих это слово. Упорядочение терминологии по надежности необходимо и в других аспектах, например, в части средств обеспечения надежности, причин ее снижения и т.д. Но это уже иные задачи.

**Влияние рыночных преобразований на структурирование КСН (на примере электроэнергетики).** В рыночных условиях во главе угла при рассмотрении проблемы надежности должен быть поставлен потребитель. При этом надежность самого объекта энергетики, оцениваемая стоимостными показателями (затратами на ее обеспечение, стоимости ремонтов поврежденного оборудования и т.д.) становится как бы внутренним делом поставщика продукции и услуг. Для потребителя важны бесперебойность, бездефицитность и безопасность предоставления продукции и услуг СЭ, то есть надежность энергоснабжения.

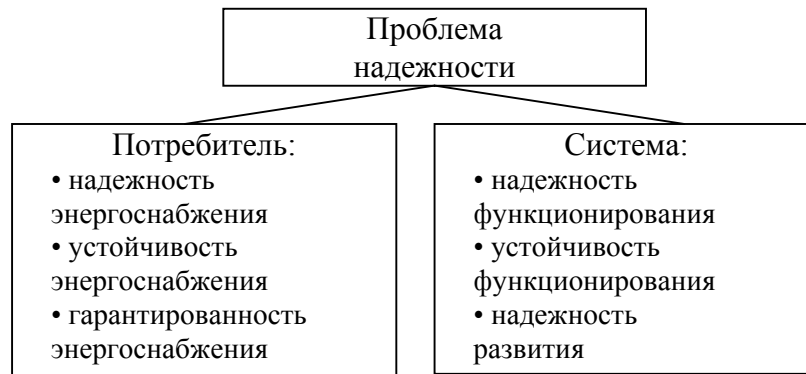
При введении конкурентных отношений и реформировании электроэнергетики ответственность за надежность электроснабжения распределяется между многими субъек

тами рынка, что усиливает роль координации, выработки правил и принципов обеспечения надежности, ее анализа, синтеза и прогноза. С этой целью предлагается создание Совета по надежности, который бы обладал определенными властными (при подчинении Правительству РФ) или экономическими (при подчинении Федеральной энергетической комиссии) функциями. Поскольку восстановление надежности при крупных возмущениях и цепочечном характере развития аварийных процессов невозможно без участия потребителя, то в свою очередь потребитель обязан помогать другим субъектам электроэнергетического рынка в обеспечении системной надежности.

Обеспечение надежности в условиях конкурентного рынка организационно намного сложнее, чем в вертикально-интегрированных компаниях, требует соответствующей правовой и нормативной базы, сочетания экономических и административных мер. При этом сама проблема надежности первоначально распадается на два аспекта: с позиции потребителя и с позиции системы. Указанное обуславливает целесообразность начинать структурирование понятия надежности в электроэнергетике со свойств потребителя. В качестве таковых, на наш взгляд, могут быть предложены три: надежность энергоснабжения, устойчивость энергоснабжения и гарантированность энергоснабжения. Устойчивость энергоснабжения означает обеспечение требуемой надежности энергоснабжения потребителя на длительном периоде времени. Гарантированность энергоснабжения означает здесь реализацию права потребителя на получение оплачиваемой энергии от поставщика в нужном объеме, в нужные сроки, при возможно малой заблаговременности подачи заявки на энергоснабжение.

Возникает вопрос: могут ли быть понятия устойчивость и гарантированность энергоснабжения потребителей предметом теории надежности СЭ? Оснований для такого вопроса два. Во-первых, для положительного ответа необходимо ввести новые понятия отказа по устойчивости энергоснабжения и отказа по гарантированности энергоснабжения. Во-вторых, для анализа и синтеза устойчивости и гарантированности энергоснабжения лишь в ограниченной мере применимы вероятностные методы, характерные для теории надежности СЭ. Тем не менее, представляется, что указанная теория лишь тогда будет комплексной дисциплиной и адекватно охватывать проблему надежности СЭ, когда она включит наряду с описанием вероятностных (случайных) процессов тесно взаимосвязанные детерминистические процессы управления, организации, подготовки персонала и т.д. В качестве существующих примеров применения детерминистических методов в теории надежности СЭ можно привести использование критериев надежности типа (N-1), вероятностные подходы к анализу и синтезу живучести и т.п.

Со стороны системной надежности существуют три свойства, обеспечивающие перечисленные выше свойства потребителя: так надежность энергоснабжения определяется надежностью функционирования системы, устойчивость энергоснабжения - устойчивостью функционирования, гарантированность энергоснабжения - во многом (но не только) надежностью развития системы. Обновленная терминология должна отражать, на наш взгляд, указанные 6 свойств как базовые (наиболее общие) для потребителя и системы (рис.1).



*Рис.1. Структурирование проблемы надежности в электроэнергетике в аспекте потребитель – система.*

В Федеральном законе «Об электроэнергетике» [5] учтена важность обеспечения 6 указанных свойств. Вместе с тем имеется определенный разнобой в использовании терминов. Так, в смысле надежности энергоснабжения используются также выражения «надежного энергоснабжения» и «надежности (надежного) обеспечения потребителей электроэнергией». В смысле устойчивости электроснабжения используется также выражение «устойчивость снабжения электроэнергией». Термин «гарантированность энергоснабжения» не используется, но закон пестрит выражением «гарантирующий поставщик», назначением которого является обеспечение гарантированности энергоснабжения. Кроме того, используется выражение «доступность электрической и тепловой энергии для потребителя». Широко используется термин «системная надежность». Наряду с термином «надежность функционирования» используются выражения «надежное функционирование» и «надежность работы». В смысле устойчивости функционирования используется выражение «устойчивая система удовлетворения спроса на электроэнергию», а в смысле надежности развития – выражение «устойчивое развитие». Регламентация 6 базовых терминов в обновленной терминологии позволит, с одной стороны, в правовых и нормативных актах более выдержанно пользоваться ими, с другой – сделает научную терминологию совместимой с терминологией, используемой при управлении, производственной деятельности и в технической литературе.

Еще одна сторона влияния рыночных преобразований в электроэнергетике на структурирование КСН связана с необходимостью анализа и синтеза надежности в разрезе субъектов рынка электроэнергии. Вопрос этот недостаточно проработан и в данной статье не отражен.

### **Развитие теории надежности систем энергетики.**

1. С момента выхода терминологии 1980 г. [4] получены существенные результаты в теории надежности СЭ. Прежде всего осознано, что СЭ с учетом множественности их природы не сводятся к техническим системам [6, с.5-17]. В [7, с.236] говорится, что специфика методического и математического анализа для исследования и обеспечения надежности СЭ определяется их особенностями, выделяющими СЭ в особый класс больших производственных систем. Проанализированы особенности подхода к СЭ как большим производственным системам в аспекте надежности [8, с.69-72]. Показано, что в отличие от технических систем для СЭ необходимо учитывать также производственную (определяемую обеспеченностью ресурсами для функционирования и развития) и социальную (определяемую социально-политическими факторами) надежность. Исследования в области социальной надежности весьма специфичны и их сегодня еще не целесообразно включать в предмет теории надежности СЭ (подобные исследования проводятся в рамках обеспечения энергетической безопасности регионов и страны). Что касается ресурсообеспеченности (производственной надежности, надежности обеспечения ресурсами), то учет ее признан необходимым в решении 71-го заседания Всероссийского научного семинара «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики» [9,с.358] и уже создано множество моделей по учету этого фактора [10, 11]. Главным образом, эти модели предназначены для анализа и синтеза надежности обеспечения энергетическими (электроэнергетические системы) и сырьевыми (нефтегазовые системы) ресурсами и производственными мощностями. В условиях экономического кризиса существенное значение для надежности функционирования приобретает обеспеченность материально-финансовыми ресурсами, а в условиях перехода к конкурентному рынку – обеспеченность нормативно-правовой базой. Как бы далеко не отстояли эти вопросы от тематики общетехнической теории надежности, без них проблему обеспечения надежности СЭ, как производственных, не решить. Необходимость совместного рассмотрения технической, производственной и социальной надежности СЭ обусловлена также использованием общих средств обеспечения КСН. Что касается элементов СЭ (оборудования, установок, функциональных объектов и т.д.), не самоорганизующихся под требования потребителей, то для них отсутствуют или ослаблены требования производственной и социальной надежности и проблема чаще всего сводится к технической надежности.

2. В терминологии 1980 г. [4] зафиксировано понятие отказ функционирования, но нет широко используемого в литературе и правовых актах термина надежности функционирования. Последующими исследованиями [8, с.64-66] показана разница между понятиями надежность и надежность функционирования СЭ, что обуславливает обоснованное использование каждого из них. Надежность согласно ГОСТ 27.002-89 [3] определяется как «свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции...». В энергетике, в этом смысле, часто употребляется термин «эксплуатационная готовность». Надежность же в энергетике характеризуется результатами выполнения заданных функций, поэтому для надежности функционирования вполне подходит определение надежности в [4]: «свойство выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования».

В производственной и технической литературе в смысле надежности функционирования часто используется термин «надежность работы». Например, в таком основополагающем для современных условий документе как [12] термин «надежность функционирования» использован 2 раза, а «надежность работы» - 16 раз.

Для производственных систем надежность функционирования понимается шире чем для технических (рис.2). Работоспособность производственных систем определяется не только их техническим состоянием, но и ресурсообеспеченностью.

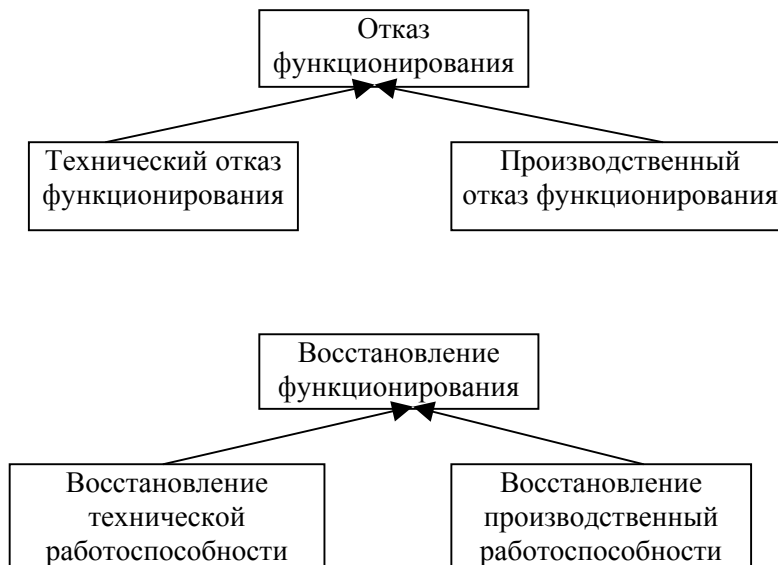


Рис.2. Расширение понятий отказа функционирования а) и восстановления функционирования б) для производственных систем.

3. Существенно продвинуто понимание структуры комплексного свойства надежность СЭ [8, с.66-69; 9,с.344-356; 13, с.13-18]. В отличие от [4,14] структуру КСН пред

ложено характеризовать двухмерным пространством: виды (подвиды) КСН – единичные свойства. К единичным свойствам надежности отнесены лишь те, что характеризуются единичными показателями (безотказность, ремонтпригодность, режимная управляемость, долговечность и сохраняемость). Свойства, характеризующиеся как частотой, так и длительностью отказов разного вида (то есть комплексными показателями), отнесены к видам КСН. Отдельные виды могут включать в себя подвиды, также характеризующиеся комплексными показателями.

Показано, что вновь нашедший употребление термин «восстанавливаемость» определяется как ремонтпригодностью, так и режимной управляемостью [8, с.66; 9, с.347]. Использование термина восстанавливаемость как совокупности ремонтпригодности и режимной управляемости обосновывается и в работе [15, с.32-41].

Хотя надежность является свойством функционирования, обеспечивается оно изначально, а в дальнейшем может восстанавливаться, на стадии развития (в этом смысле часто используется термин «надежность развития», например, в работах академика Л.А.Мелентьева). Управляемость развитием характеризуется временем восстановления «работоспособного» состояния СЭ – обеспечения энергетическими или сырьевыми ресурсами для функционирования, обеспечения производственными мощностями. Надежность развития СЭ характеризуется частотой отказов при функционировании, обусловленных дефицитом энергетических или сырьевых ресурсов или производственных мощностей, и временем ликвидации таких отказов посредством управления развитием. Таким образом, надежность развития представляет собой часть производственной надежности (ресурсообеспеченности), которая не может быть обеспечена за счет мероприятий при функционировании путем улучшения единичных свойств безотказности, ремонтпригодности и режимной управляемости.

4. Предложена классификация видов (подвидов) надежности по различным признакам [9, с.349-353]. В работах [4,14] такой классификации нет, между тем она безусловно необходима. Надежность исследуется и реализуется в самых разных условиях, с различной заблаговременностью, на различных моделях, с учетом различных факторов и т.д. К числу признаков можно отнести и тип объекта. Во всех этих случаях виды (подвиды) надежности характеризуются комплексными показателями, включающими показатели безотказности и восстанавливаемости, а в некоторых случаях также долговечности и сохраняемости.

Классификация надежности по различным признакам расставляет по местам те виды надежности, которые относились ранее к единичным свойствам. Так, место понятия безопасности в КСН определяется по признаку последствий отказов (опасность для людей и



окружающей среды). Вместе с безопасностью по этому же признаку выделяются понятия бесперебойность и бездефицитность, отсутствующие в [4,14], но широко используемые в законодательно-нормативных факторах, производственной и технической литературе\*). К этой же группе можно причислить широко используемый термин безаварийность.

По признаку характера возмущений выделяются понятия статическая и динамическая надежность и ресурсообеспеченность. Второе из этих понятий включает в себя устойчивоспособность и живучесть, ошибочно (как и безопасность) включенных в [4] в число единичных свойств надежности. Для полноты характеристики надежности при внезапных возмущениях необходимо еще ввести понятие локальной динамической надежности с позиции противостояния и нейтрализации последствий локальных отказов. Понятие ресурсообеспеченности, включающее в себя понятие надежности развития, на данном этапе целесообразно характеризовать обеспеченностью СЭ энергетическими и/или сырьевыми ресурсами и производственными мощностями для функционирования.

В части моделей расчета надежности выделяют схемную, структурную, балансовую и режимную надежность. Ни одно из перечисленных понятий не входило в [4]. Следует отметить, что режимная надежность в каждом конкретном случае определяется используемой расчетной моделью и может характеризовать как статическую, так и динамическую надежность.

По заблаговременности оценки надежности существует наибольший разнобой с использованием терминов. В понятия текущей, кратко-, средне- и долгосрочной, перспективной, стратегической надежности нередко вкладывается разный смысл, используются и другие термины. На наш взгляд, термины во временном аспекте надо увязывать с циклами управления (анализа): ретроспективная надежность (в прошлом, фактическая), оперативная надежность (в цикле оперативного управления), эксплуатационная надежность (в цикле хозяйственного управления), перспективная надежность (в цикле управления развитием), прогнозная надежность (при оценках на большую перспективу). Для каждого из временных видов надежности при необходимости указывается конкретный временной период. Отсутствие в [4] «временных» терминов в определенной мере способствовало их достаточно произвольному использованию.

Полезно также выделять понятия аппаратной надежности, надежности персонала, информационной надежности и технического совершенства для объектов энергетики.

---

\*) Следует различать бесперебойность энергоснабжения, бездефицитность энергоснабжения и безопасность энергоснабжения как свойства потребителя и бесперебойность, бездефицитность и безопасность как свойства системы (объекта) энергетики.

Возможность применения предложенной терминологии к производственным системам, более детальное структурирование КСН, использование ряда дополнительных терминов для характеристики надежности энергоснабжения потребителей и надежности функционирования СЭ, учет фактора развития и заблаговременности оценки надежности дает ей определенные преимущества в характеристике КСН по сравнению с существующей терминологией [4]. Предложенная терминология более полно отражает термины, используемые в правовых и нормативных актах, производственной и технической литературе.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Можно говорить о смысловом поле понятия надежности в энергетике, поскольку это свойство имеет множество граней и соответственно характеризуется многими частными понятиями. Для терминологического описания этого поля необходимо выделить понятия, характеризующие надежность с точки зрения потребителя и системы, единичные свойства, виды и подвиды надежности по различным классификационным признакам. Пример такого описания дан в приложении.

## **Приложение**

### **КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕРМИНОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ КОМПЛЕКСНОЕ СВОЙСТВО НАДЕЖНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ<sup>1)</sup>**

#### **БАЗОВЫЕ ТЕРМИНЫ**

##### *для потребителей*

**1. Надежность энергоснабжения.**

Свойство потребителя бесперебойно, без ограничений и безопасно получать оплачиваемую энергию в соответствии с условиями договора с поставщиком.

**2. Устойчивость энергоснабжения.**

Свойство потребителя, заключающееся в соблюдении требуемой надежности энергоснабжения на длительном интервале времени (в пределе – в течение срока «жизни» потребителя).

**3. Гарантированность энергоснабжения.**

Свойство потребителя, заключающееся в реализации права на получение оплачиваемой энергии от поставщика в нужном объеме и в нужные сроки.

##### *для объектов энергетики*

**4. Надежность (эксплуатационная готовность)<sup>2)</sup>**

\*Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять тре

<sup>1)</sup> Классификация является открытой, то есть количество классификационных признаков может быть увеличено.

<sup>2)</sup> Звездочкой (\*) отмечены определения и примечания согласно [16].

буемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования (ГОСТ 27.002-89).

**П р и м е ч а н и я.** 1. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации может включать ряд свойств (в отдельности или в определенном сочетании), основными из них являются следующие: безотказность, ремонтпригодность, режимная управляемость, долговечность и сохраняемость. 2. Восстановление объекта при отказе работоспособности характеризуется свойством восстанавливаемости, которое формируется за счет свойств ремонтпригодности и режимной управляемости. Два последних свойства лишь частично входят в свойство восстанавливаемости, другая составляющая этих свойств направлена на предупреждение отказов работоспособности.

3. Надежность измеряется комплексными показателями, включающими в общем случае показатели входящих в него свойств в различных сочетаниях в зависимости от цели исследования.

#### **5. Надежность функционирования (надежность работы).**

\* Свойство объекта выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования.

**П р и м е ч а н и я.** 1.\* Применительно к системам энергетики их основными заданными функциями являются снабжение потребителей соответствующей продукцией (энергоресурсом) требуемого качества и недопущение ситуаций, опасных для людей и окружающей среды. 2. Надежность функционирования характеризуется результатами выполнения заданных функций, в то время как надежность – способностью их выполнения.

3. Надежность функционирования является комплексным свойством, включающим свойства безотказности функционирования и восстанавливаемости функционирования.

#### **6. Устойчивость функционирования.**

Свойство объекта обеспечивать требуемую надежность функционирования в течение длительного периода времени (в пределе – в течение срока своего существования).

#### **7. Надежность развития.**

Свойство объекта своевременно обеспечивать изменение своих параметров при развитии в соответствии с динамикой оплачиваемого спроса потребителей для соблюдения требуемой надежности функционирования.

**П р и м е ч а н и я.** 1. Надежность развития присуща производственным объектам и не присуща чисто техническим объектам. 2. Надежность развития является комплексным свойством, включающим свойства безотказности развития и управляемости развитием. 3. Надежность развития характеризуется частотой отказов функционирования, связанных с дефицитом энергетических и/или сырьевых ресурсов и производственных мощностей, и временем восстановления «работоспособного» состояния при таких отказах за счет управления развитием ЭЭС.

### **СОСТАВЛЯЮЩИЕ (ЕДИНИЧНЫЕ СВОЙСТВА) НАДЕЖНОСТИ**

#### **8. Безотказность.**

\* Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

#### **9. Ремонтпригодность.**

\* Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и

устранению их последствий путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

**10. Режимная управляемость.**

Свойство объекта поддерживать нормальный режим посредством управления.

**11. Долговечность.**

\* Свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

**12. Сохраняемость.**

\* Свойство объекта непрерывно сохранять исправное или только работоспособное состояние в течение и после хранения, транспортирования и (или) вынужденного простоя.

**СОСТАВЛЯЮЩИЕ (ЕДИНИЧНЫЕ СВОЙСТВА)  
НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

**13. Безотказность функционирования.**

\* Свойство объекта непрерывно выполнять заданные функции в заданном объеме в течение некоторого времени или некоторой наработки.

**14. Восстанавливаемость функционирования.**

\* Свойство объекта восстанавливать работоспособность после отказа функционирования путем проведения технического обслуживания, ремонтов и/или управления режимом.

*Примечание.* Восстанавливаемость функционирования формируется за счет свойств ремонтпригодности и режимной управляемости.

**СОСТАВЛЯЮЩИЕ (ЕДИНИЧНЫЕ СВОЙСТВА)  
НАДЕЖНОСТИ РАЗВИТИЯ**

**15. Безотказность развития.**

\* Свойство объекта не допускать отказов функционирования, обусловленных превышением спроса потребителей над максимальной производительностью объекта.

**16. Управляемость развитием.**

Свойство объекта своевременно реализовывать при развитии все имеющиеся средства обеспечения надежности.

*Примечание.* Управляемость развитием характеризуется временем восстановления «работоспособного» состояния СЭ в части обеспеченности энергетическими и/или сырьевыми ресурсами и производственными мощностями.

**ВИДЫ (ПОДВИДЫ) НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРИЗНАКАМ**

*по иерархии объекта*

**17. Системная надежность.**

Надежность объекта рассматриваемого как система с наличием общих для объекта средств обеспечения выполнения заданных функций (системная автоматика, системный резерв, другие виды системной избыточности).

**Примечание.** Системы энергетики могут различаться по виду продукции (однопродуктовые электро-, тепло-, газо-, угле- и нефтеснабжающие; многопродуктовые; общеэнергетическая); назначению (для энергоснабжения предприятия, населения, района); охватываемой территории (регион, группа регионов или экономический район, страна, группа стран или континент); этапу технологии (генерация – производство – добыча, передача, хранение, распределение) и т.д. Системы более низкого уровня иерархии могут рассматриваться в качестве соответствующих подсистем.

#### 18. Элементная надежность.

Надежность объекта рассматриваемого как элемент системы или ее функциональных единиц.

**Примечание.** Система управления является элементом той или другой системы (подсистемы) энергетики.

#### *по типу объектов*

#### 19. Техническая надежность.

Надежность объекта рассматриваемого в качестве технического.

**Примечание.** Технический объект проектируется и создается для определенных условий функционирования. Несоответствие между параметрами объекта и условиями функционирования устраняется за рамками самого объекта.

#### 20. Надежность объекта «человек-машина».

Надежность объекта рассматриваемого в качестве человеко-машинного.

**Примечание.** Человеко-машинный объект характеризуется определяющим вкладом человека в обеспечение надежности функционирования.

#### 21. Производственная надежность.

Надежность объекта рассматриваемого в качестве производственного.

**Примечание.** Производственный объект предназначен для преобразования производственных факторов (труда, капитала, природных ресурсов) в ту или иную продукцию либо услуги. Производственный объект, как правило, является самоорганизующимся, то есть самостоятельно определяет и реализует те параметры, которые ему необходимы для выполнения заданных функций.

#### *по характеру возмущений*

##### *а) для технического объекта*

#### 22. Статическая надежность (надежность в установившихся режимах).

\* Свойство объекта удовлетворять требования потребителей в пределах заданных значений и ограничений на поставки энергоресурсов с учетом запланированных и незапланированных перерывов в работе элементов системы и эксплуатационных ограничений, налагаемых управлением.

#### 23. Динамическая надежность (надежность в переходных режимах).

\* Свойство объекта энергетики сохранять заданные режимы функционирования при внезапных возмущениях.

**Примечание.** Динамическая надежность включает в себя подвиды – устойчивоспособность, живучесть и локальную динамическую надежность (в [16] такого деления динамической надежности нет).

#### 24. Устойчивоспособность.

\* Свойство объекта непрерывно сохранять устойчивость в течение некоторого времени.

*Примечание.* Устойчивость – способность объекта восстанавливать исходный режим или близкий к исходному при возмущениях.

**25. Живучесть.**

Свойство объекта противостоять возмущениям, не допуская их каскадного развития с массовым нарушением питания потребителей, и восстанавливать нормальный режим за возможно короткое время.

**26. Локальная динамическая надежность.**

Свойство объекта противостоять и нейтрализовать последствия локальных отказов.

*б) для производственного объекта*

**27. Ресурсообеспеченность (надежность обеспечения ресурсами).**

Свойство объекта энергетики обеспечивать себя необходимыми ресурсами, включая первичные энергоресурсы, для функционирования, реконструкции и развития.

*Примечание.* Ресурсообеспеченность включает в себя подвиды – обеспеченность энергоресурсами, обеспеченность сырьем и обеспеченность мощностями.

**28. Обеспеченность энергоресурсами.**

Свойство объекта обеспечивать себя первичными энергоресурсами для надежного функционирования.

**29. Обеспеченность сырьем.**

Свойство объекта обеспечивать себя природным сырьем (запасами нефти, газа, другого сырья в недрах) для надежного функционирования.

**30. Обеспеченность мощностями.**

Свойство объекта обеспечивать себя производственными мощностями (по выработке, передаче, переработке, хранению и распределению продукции) в соответствии с динамикой оплачиваемого спроса потребителей.

*по последствиям отказов*

**31. Бесперебойность.**

Свойство объекта непрерывно обеспечивать своей продукцией потребителя (покупателя).

**32. Бездефицитность.**

Свойство объекта не ограничивать объемы оплачиваемой продукции потребителю (покупателю).

**33. Безопасность.**

\* Свойство объекта не допускать ситуации, опасные для людей и окружающей среды.

**34. Безаварийность.**

Свойство объекта не допускать аварий при возмущениях.

*по моделям расчета надежности  
(для технических объектов)*

**35. Схемная надежность.**

Надежность объекта, когда расчетная модель определяется схемой электрических (трубопроводных, грузотранспортных) соединений.

**36. Структурная надежность.**

Надежность объекта, когда расчетная модель определяется его структурой.

**37. Балансовая надежность.**

Надежность объекта, когда расчетная модель определяется балансом производства и потребления продукции без учета ограничений по ее передаче.

**38. Режимная надежность.**

Надежность объекта, когда расчетная модель учитывает режимы функционирования (загрузку) элементов объекта.

*Примечание.* Режимная надежность может быть статической (в установившихся нормальных и длительных послеаварийных режимах) и динамической (при внезапных возмущениях в переходных и кратковременных послеаварийных режимах).

*по времени оценки надежности*

**39. Ретроспективная надежность.**

Фактическая надежность объекта за некоторый прошедший период (обычно от суток до пяти лет).

**40. Оперативная надежность.**

Надежность объекта для заданного момента (мгновенная) или периода (усредненная) функционирования в цикле оперативного управления.

*Примечание.* Оперативная надежность может определяться для текущего (в момент оценки), ближайших (с опережением от нескольких минут до нескольких часов) и перспективных (с опережением от суток до недели) режимов.

**41. Эксплуатационная надежность.**

Надежность объекта для заданного предстоящего периода эксплуатации (обычно на месяц, квартал, год).

**42. Перспективная надежность.**

Надежность объекта в цикле перспективного развития (обычно от нескольких до десяти-пятнадцати лет). *Примечание.* Перспективная надежность может определяться на 2-3 ближайших года (многолетняя), от 3 до 5 лет (краткосрочная), от 5 до 10 лет (стратегическая или среднесрочная), от 10 до 15 лет (долгосрочная).

**43. Прогнозная надежность.**

Надежность объекта на перспективу в 15-20 лет.

*по причинам отказов*

*(для человеко-машинных объектов)*

**44. Аппаратная надежность.**

Надежность объекта, обусловленная отказами оборудования (аппаратуры).

**45. Надежность персонала.**

Надежность объекта, обусловленная ошибками персонала при оперативном управлении и эксплуатации.

**46. Информационная надежность.**

Надежность объекта, обусловленная использованием при оперативном и автоматическом управлении недостоверной или недостаточной информации.

#### 47. Техническое совершенство.

Степень выполнения объектом заданных функций, характеризующая его соответствие назначению при абсолютной надежности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность технических систем и изделий. Основные понятия. Терминология. Сб. рекомендуемых терминов. Вып. 67а./ Отв. редактор чл.-корр. АН СССР В.И. Сифоров. – М.: Наука, 1965. – 40 с.
2. Надежность в технике. Термины и определения. ГОСТ 13377-75. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 21 с.
3. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. ГОСТ 27.002-89. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 37 с.
4. Надежность систем энергетики. Терминология. Сб. рекомендуемых терминов. Вып. 95./ Отв. редактор чл.-корр. АН СССР Ю.Н. Руденко. – М.: Наука, 1980. – 44 с.
5. Федеральный закон «Об электроэнергетике» №35-ФЗ от 26 марта 2003 г. – 36 с.
6. Н.А. Манов. Связи надежности, экономических и информационных свойств систем энергетики. – В кн.: Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 49. Т.1. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 1998. – С. 5-17.
7. Ю.Н. Руденко, И.А. Ушаков. Надежность систем энергетики. – М.: Наука, 1986. – 253 с.
8. Надежность систем энергетики: достижения, проблемы, перспективы/ Под редакцией Н.И. Воропая. – Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1999. – 434 с.
9. Современные проблемы надежности систем энергетики: модели, рыночные отношения, управление реконструкцией и развитием / Под редакцией М.Г. Сухарева. – М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – 374 с.
10. Надежность электроэнергетических систем. Справочник / Под ред. М.Н. Розанова. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 568 с.
11. Надежность систем газоснабжения. Справочник / Под ред. М.Г. Сухарева (в двух книгах). – М.: Недра, 1984. – Кн. 1. – 414 с., Кн. 2. – 288 с.
12. Технологические правила оптового рынка электроэнергии. Проект РАО «ЕЭС России» на 09.06.2003 г. – 88 с.
13. Н.А. Манов. Классификация задач анализа и синтеза надежности электроэнергетических систем. – Сыктывкар, 2002. – 40 с. (Научные доклады / Коми научный центр Уральского отделения Российской АН, Вып. 448).
14. Справочник по общим моделям анализа и синтеза надежности систем энергетики / Под ред. Ю.Н. Руденко. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 480 с.
15. В.Г. Китушин. Надежность энергетических систем. Часть 1. Теоретические основы: Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 256 с.
16. Надежность систем энергетики. Терминология. Рабочий материал для членов Комиссии (третья редакция) / Отв. редактор чл.-корр. РАН Н.И. Воропай. – ИСЭМ СО РАН, 2003. – 85 с.