

УДК 33.338.49

А.В. Задорожний, Р.В. Огороков**МЕТОДЫ И МЕХАНИЗМЫ КОМПЕНСАЦИИ РИСКА СНИЖЕНИЯ
НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМАХ****A.V. Zadorozhniy, R.V. Okorokov****METHODS AND MECHANISMS OF RISK MANAGEMENT
OF REDUCING OF THE RELIABILITY OF POWER SUPPLY
IN THE INTELLECTUAL ENERGY SYSTEMS**

Показано, что активная разработка и внедрение интеллектуальных технологий, компонентов и решений в развитых странах позволяет на более высоком уровне обеспечить надежность, безопасность и эффективность будущих электроэнергетических систем. Отмечено, что сложность состава решаемых задач инновационного развития российской электроэнергетики заставляет обратить особое внимание на оценку надежности функционирования элементов новой интеллектуальной инфраструктуры, присущие ей специфические риски, методы и механизмы управления ими.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА. НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ. УЩЕРБЫ. РИСКИ. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

It is shown that the active development and introduction of the intellectual technologies, components and solutions in developed countries allow to provide for a higher level the reliability, security and efficiency of the future energy systems. It is noted that the complexity of the tasks of the innovative development of the Russian power industry urges to pay special attention on the evaluation of reliability of the elements of the new intellectual infrastructure, its specific risks, methods and mechanisms of risk management.

INTELLECTUAL ENERGY SYSTEMS. INFORMATION ECONOMY. RELIABILITY OF POWER SUPPLY. DAMAGES. RISKS. ECONOMIC SECURITY.

Интеллектуальная энергетика и интеллектуальные энергетические системы (ИЭС) являются сегодня неотъемлемой частью современного технологического уклада постиндустриальной (информационной) экономики, в которой основными факторами производства выступают интеллектуальный капитал, знания и информация. Сегодня в большинстве развитых стран мира, а также в России активно разрабатываются интеллектуальные технологии и промышленно выпускаются отдельные технические средства, необходимые для создания более надежных, безопасных и эффективных ИЭС [1].

Новейшие технологии ИЭС, основанные на адаптации характеристик оборудования к параметрам режимной ситуации и активном взаи-

модействии с генерацией и потребителями, позволят на более высоком уровне обеспечить надежность и экономичность функционирования энергетической системы, в которую встраиваются современные информационно-диагностические системы и системы автоматизации управления всеми элементами, включенными в процессы производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии [2].

Понятие «надежность» современных электроэнергетических систем (ЭС) рассматривается многими учеными как комплексная категория, включающая такие характеристики, как безотказность, ремонтпригодность, устойчивоспособность, живучесть и управляемость, при этом определяющими в условиях эксплуа-



тации и развития энергосистем являются показатели устойчивости и живучести организационно-технологической схемы энергоснабжения потребителей, обеспечивающие локализацию аварий, недопущение их каскадного развития и возможность автоматизированного восстановления режимов работы ЭЭС.

Сложность состава решаемых задач при реализации ИЭС в нашей стране и применение распределенных цифровых технологий для ее построения заставляет обратить особое внимание на методы оценки надежности функционирования новой ИЭС России, анализ возможных отказов в ней и связанные с ними риски для объектов управления и потребителей электроэнергии.

Нарушение электроснабжения в традиционных ЭЭС и в новых интеллектуальных их видах происходит по многим причинам, среди которых можно выделить две основные группы: объективные причины, не зависящие от действий персонала энергетических компаний (ЭК); субъективные причины, вызываемые действиями людей [3].

К объективным причинам нарушения электроснабжения следует отнести природные явления, технологические недостатки оборудования и несоблюдение технических требований его производства и монтажа.

В практике эксплуатации российских ЭЭС снижение надежности электроснабжения вследствие воздействия природных явлений наблюдается достаточно часто, особенно учитывая суровые климатические условия большинства регионов нашей страны, в которых проживает свыше 90 % населения и в которых сосредоточен основной экономический потенциал. Уменьшение или нивелирование воздействий природных явлений на энергетические объекты осуществляется косвенным путем, а именно, увеличением запасов их прочности (плотин ГЭС, опор ЛЭП и др.) или их дублированием и резервированием.

Отказы отдельных элементов ЭЭС по технологическим причинам (из-за дефектов оборудования, несоблюдения стандартов и технических требований при его проектировании, производ-

стве и монтаже) в практике эксплуатации ЭК также встречаются довольно часто. Особенно участились случаи снижения надежности систем электроснабжения в отечественной электроэнергетике в последние годы как следствие крайне высокой степени морального и физического износа основных фондов, а также из-за несоответствия структуры основных фондов растущим требованиям технологического уклада новой информационной экономики.

Физическое старение основных фондов страны по официальным данным Росстата в 2011 г. составило 51,3 % (табл. 1), а по оценке экспертов – более 75 % [1, 3]. Показатели износа основных фондов в электроэнергетике превышают средние показатели по экономике: уровень износа достигает на ТЭС 64 % (на ряде ТЭЦ до 80 %), в сетях и на подстанционном оборудовании – до 65 % [4]. Как результат, опасное старение энергетического оборудования в новых экономических условиях функционирования ЭК и потребителей их энергии постепенно приобретает все признаки стратегической угрозы энергетической безопасности страны.

В группе субъективных причин снижения надежности электроснабжения следует выделить человеческий фактор, связанный с ошибочными действиями обслуживающего персонала или умышленными действиями людей, несовпадение экономических интересов ЭК и других субъектов энергетических рынков, а также недостатки и несогласованные действия регулирующих органов.

По данным многолетних статистических наблюдений до 25 % всех аварийных ограничений электроснабжения обусловлены неправильными или несвоевременными действиями обслуживающего персонала и менеджмента компаний [5]. Как показали результаты расследований крупнейших аварий, произошедших в последние годы в США, ЕС, России и Японии, с верными отключениями потребителей электроэнергии на больших территориях, не последнюю роль в их развитии сыграли ошибочные действия или халатность персонала диспетчерских служб и менеджмента ЭК [1].

Таблица 1

Степень износа основных фондов России (на начало года, %)

Год	1992	1995	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2010	2011
Все основные фонды	40,6	38,6	41,2	44,0	42,2	42,8	44,3	45,4	46,3	48,2	51,3

Источник: Росстат.

В последние годы участились случаи аварийного отключения ЛЭП вследствие преднамеренных действий людей или организаций, связанных с воровством электроэнергии, а также террористических актов [4]. Предупреждение аварийных отключений систем электроснабжения вследствие указанных причин может быть обеспечено посредством соответствующей профессиональной подготовки обслуживающего персонала ЭК, автоматизацией их технологических и управленческих процессов во всех случаях, где человека-оператора могут заменить технические средства управления, а также использованием мер защиты объектов от преднамеренных или умышленных действий.

В числе субъективных экономических причин снижения надежности электроснабжения следует выделить невыполнение распоряжений системного оператора (СО) ЕЭС об изменении нагрузки в условиях, когда предписанный СО режим работы ЭК противоречит ее экономическим интересам, а также ее неспособность выполнять свои обязательства поставлять электроэнергию и мощность потребителям из-за ограничений поставок первичных ресурсов, а также ограничений располагаемой мощности (пропускной способности сетей), вызванных другими экономическими причинами (невыполнение сроков ремонтов оборудования, вводов новых мощностей и др.).

В числе субъективных причин ограничения надежности электроснабжения следует особо выделить несогласованные действия многочисленных регулирующих и контролирующих органов власти различных уровней, начиная с Министерства энергетики, Минэкономразвития и других специализированных ведомств (ФАС, ФСТ и др.) и заканчивая региональными энергетическими комиссиями (РЭК) и комитетами по энергетике местных администраций. Сегодня в стране отсутствует согласованная законодательная система обязанностей и ответственности властных структур и регулирующих органов всех уровней управления в сферах проведения единой энергетической политики, в реализации целевой генеральной схемы развития отрасли и в государственном регулировании надежности электроснабжения по основным ее инфраструктурным составляющим на основе общенациональных стандартов надежности [1].

Имевшие место в последние годы снижения надежности электроснабжения произошли, как правило, в результате действия множества отдельных объективных и субъективных причин, причем, часто маловероятных, что приводило к масштабным или системным нарушениям электроснабжения большого числа потребителей энергии и вызывало громадные экономические убытки или ущербы (авария на Саяно-Шушенской ГЭС, авария на АЭС «Фукусима-1» в Японии и др.).

При анализе надежности электроснабжения посредством экономических оценок принято выделять две основные группы ущерба в общей энергетической цепочке от генерирующих электростанций до потребителей энергии: ущерб энергетических систем (системный ущерб) и ущерб потребителей энергии [3]. Каждая из указанных групп ущерба от ненадежности энергоснабжения включает в себя следующие составляющие:

1) основной ущерб, обусловленный невыпуском продукции (невыполнением заданных функций на вышедшем из строя или отключенном участке);

2) дополнительный ущерб, вызванный браком продукции (снижением частоты и напряжения в системах), а также вынужденным изменением режима работы остальных элементов ЭК и потребителей или их состава;

3) прямой ущерб, обусловленный внеплановыми ремонтами и ревизиями отказавшего оборудования;

4) косвенный ущерб, причиняемый неиспользованием основных и оборотных материальных фондов ЭК и потребителей электроэнергии за время вынужденного простоя.

Количественно составляющую основного ущерба можно оценить суммой тех текущих затрат ЭК и потребителей, которые не возмещаются выпуском продукции. В частности, для ЭК эти затраты включают оплату простоя эксплуатационного персонала, а также накладные, в том числе амортизационные, расходы. Следовательно, основной ущерб за время вынужденного простоя t_0 при отказах элементов ЭК можно представить в следующем виде:

$$Y_0 = \frac{t_0}{8760} \sum_{i=1}^n (\alpha I_3 + I_n)_i, \quad (1)$$

где I_3 — годовой фонд заработной платы эксплуатационного персонала, обслуживающего

вышедшее из строя i -е оборудование ЭЭС, руб.; I_n – годовой размер накладных расходов по вышедшему из строя i -му оборудованию ЭК, руб.; α – коэффициент, учитывающий использование части эксплуатационного персонала на ремонте отключенного оборудования или понижение оплаты за часы вынужденного простоя.

Годовой размер накладных расходов вышедшего из строя оборудования ЭК можно приближенно считать равным годовому размеру амортизационных отчислений, а последний выразить через стоимость основных фондов отключаемого i -го оборудования энергосистемы K_i :

$$I_n \approx a_i K_i, \quad (2)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений для i -го оборудования ЭЭС.

Поделив выражение (1) с учетом (2) на количество недоотпущенной электроэнергии ΔW , равное

$$\Delta W = \frac{t_o}{8760} \sum_{i=1}^n k_{mi} P_i T_{mi}, \quad (3)$$

где k_{mi} – коэффициент, характеризующий дефицит мощности в энергетической системе при выходе из строя i -го элемента, доли от его пропускной способности (установленной мощности); P_i – максимальная пропускная способность (установленная мощность) вышедшего из строя элемента i , кВт; T_{mi} – число часов использования пропускной способности (установленной мощности) i -го элемента ЭК, можно получить удельное значение основного ущерба ЭК.

Аналогичным образом могут быть определены и другие указанные составляющие ущерба от ненадежности энергоснабжения. Следует отметить, что количественные значения составляющих ущерба могут меняться в широких пределах как для ЭК, так и для потребителей энергии. Основными факторами, определяющими величину причиненного ущерба для ЭК, будут структура генерирующих мощностей, вид используемого системного резерва, стоимость топлива на основных и резервных генерирующих агрегатах и длительность их аварийного состояния. Расчеты, выполненные нами для ряда российских ЭК, оборудованных типовыми паротурбинными

блоками 300–500 МВт, согласно разработанной методике, показывают, что системный ущерб в среднем составляет 15–20 руб./кВт·ч недоотпущенной электроэнергии, что на порядок превышает затраты на производство единицы электроэнергии данными генерирующими компаниями, вызывая при этом недопустимые отклонения финансовых показателей их производственно-хозяйственной деятельности и появление серьезных угроз для деловой активности из-за роста операционных и инвестиционных затрат.

Таблица 2

Значения удельного ущерба ряда промышленных потребителей, рассчитанные по предлагаемой методике, руб.кВт·ч

Потребитель	Длительность нарушения электроснабжения, мин	
	30	60
Заводы:		
нефтехимический	150	380
металлургический	90	120
крупного электромашиностроения	70	80
приборостроительный	45	60
цементный	6	30
Предприятия:		
деревообрабатывающее	5	6
пищевой промышленности	80	180

Соответственно основными факторами, определяющими величину ущерба потребителей электроэнергии при перерывах их электроснабжения, являются характер технологических процессов и степень их зависимости от надежности электроснабжения, наличие собственных источников генерации и длительность перерыва электроснабжения. Расчеты, выполненные для ряда конкретных потребителей электроэнергии, показывают, что значения удельного ущерба для них могут достигать нескольких сотен рублей на 1 кВт·ч недополученной электроэнергии (табл. 2), что близко к уровню средневзвешенного минимального

Таблица 3

Значения ущерба потребителей электроэнергии при перерывах энергоснабжения, характерные для зарубежных стран, долл./кВт·ч

Тип потребителя	Длительность нарушения электроснабжения, мин				
	1	20	60	240	480
Предприятия:					
крупные промышленные	1,005	1,508	2,225	3,968	8,240
мелкие промышленные	1,625	3,868	9,085	25,163	55,806
коммерческие	0,381	2,969	8,552	31,317	83,008
сельскохозяйственные	0,06	0,343	0,649	2,064	4,12
бытовые	0,001	0,093	0,482	4,914	15,69
Правительственные учреждения и организации	0,044	0,369	1,492	6,558	26,04
Кантоны и офисы	4,778	9,878	21,065	68,83	119,16
Средние значения ущерба, рекомендуемые к использованию при обобщающих расчетах	0,67	1,56	3,85	12,14	29,41

удельного ущерба экономике России от нарушения электроснабжения потребителей (178,4 руб./кВт·ч), полученного в [6], а также соответствует данным, характерным для потребителей электроэнергии ряда зарубежных стран (табл. 3) [3].

Поэтому столь высокие значения экономического ущерба от ненадежности электроснабжения могут существенно сказаться на финансовых показателях отдельных ЭК и предприятий, потребляющих их продукцию и услуги. Это определяет необходимость разработки и реализации целого комплекса мероприятий по повышению надежности систем электроснабжения в рамках создания новой ИЭС России, в котором экономически заинтересованы все связанные единым технологическим процессом ЭК и потребители электроэнергии.

Не менее важно при этом определить основные специфические риски снижения надежности элементов электроэнергетической цепочки в рамках создаваемой ИЭС и дать оценку их значимости для обеспечения экономической безопасности ЭК разных типов, включающих генерирующие, транспортно-передающие и распределительно-бытовые, а также потребителей электроэнергии.

В табл. 4 приведена классификация наиболее значимых рисков снижения надежности элементов новой ИЭС России, полученная нами на основе обобщения ряда работ,

а также собственных оценок, из которой следует, что влияние проявления угроз (рисков) объективного и субъективного характера будет по-разному сказываться на надежности функционирования российских ЭК разных типов и, соответственно, на их экономической безопасности [3, 7].

Так, для генерирующих компаний наибольшее негативное влияние на надежность и безопасность энергоснабжения имеют технологические риски, обусловленные износом оборудования и отсталостью технологий производства энергии, а также экономические риски, в числе которых следует выделить ценовые (риски потерь прибыли), операционные (риски, связанные с выполнением компанией основных бизнес-функций), кредитные (риски неисполнения дебиторских обязательств) и финансовые (риски, связанные с вероятностью потерь денежных средств).

У сетевых компаний, осуществляющих транспорт, передачу и распределение электроэнергии, надежность работы будет, в первую очередь, зависеть от рисков, вызываемых природными явлениями и состоянием оборудования ЛЭП. Риски, обусловленные экономическими причинами и ошибками персонала, оказывают меньшее влияние на надежность систем передачи и транспорта электроэнергии и, следовательно, на финансовые показатели соответствующих компаний.

Таблица 4

**Основные специфические риски снижения надежности функционирования элементов ИЭС
и методы управления ими**

Элемент ИЭС	Тип электро-энергетической компании	Специфические риски	Методы управления рисками
Генерация электроэнергии	ОГК, ТГК, НПЭ	1. Технологические 2. Экономические 3. Ошибки персонала 4. Управленческие 5. Природные явления 6. Умышленные действия (хакеры и др.)	Устранение, резервирование, страхование Устранение, правовое регулирование Устранение, страхование Правовое регулирование Резервирование, страхование Устранение, правовое регулирование
Транспорт, передача и распределение электроэнергии	ФСК, МРСК, ТСО	1. Природные явления 2. Технологические 3. Экономические 4. Ошибки персонала 5. Умышленные действия 6. Управленческие	Резервирование, страхование Дублирование, резервирование, устранение Устранение, правовое регулирование Устранение, страхование Устранение, правовое регулирование Правовое регулирование
Сбыт электроэнергии	Энергосбытовые компании	1. Технологические 2. Экономические 3. Природные явления 4. Управленческие	Устранение, резервирование, страхование Устранение, правовое регулирование Резервирование, страхование Правовое регулирование
Электропотребление	Потребители энергии всех видов	1. Экономические 2. Технологические 3. Ошибки персонала 4. Природные явления 5. Управленческие	Устранение, правовое регулирование Устранение, резервирование, страхование Устранение, страхование Резервирование, страхование Правовое регулирование, устранение
Диспетчерское управление	СО-ЦДУ ЕЭС, ОДУ, РДУ	1. Технологические 2. Ошибки персонала 3. Управленческие 4. Умышленные действия	Устранение, дублирование, резервирование Устранение, страхование, автоматизация Правовое регулирование, страхование Правовое регулирование

Снижение надежности и эффективности работы энергосбытовых компаний будет, в основном, определяться технологическими (из-за высокой степени физического износа оборудования распределительных сетей) и экономическими рисками, обусловленными неплатежами потребителей и колебаниями цен на электроэнергию на оптовом и розничных рынках.

Потребители электроэнергии как ключевой элемент в новой ИЭС оказывают существенное влияние на надежность систем электроснабжения, формируя требования к уровню надежности отдельных их элементов и оказывая прямое влияние на режимы работы ЭК в нормальных и, особенно, в аварийных условиях работы. При этом на экономическую безопасность ЭК наибольшее негативное

влияние оказывают технологические риски потребителей электроэнергии, а на самих потребителей – экономические риски, обусловленные ростом тарифов и ущербами при перерывах электроснабжения по вине энергоснабжающих компаний.

Диспетчерские службы (ЦДУ, ОДУ, РДУ) оказывают прямое влияние на надежность ЭК, поскольку их основной функцией является оперативное управление их режимами и предотвращение развития аварийных ситуаций в ИЭС. Невыполнение этой основной функции подразделениями СО ЭЭС из-за технологических рисков, обусловленных отказами элементов, или ошибочных/умышленных действий персонала и посторонних лиц (террористов, хакеров) может приводить к выбору неоптимальных режимов работы ЭК или способствовать развитию аварийных ситуаций в ИЭС (в случае перегрузок отдельных элементов электроэнергетической цепочки или искажения параметров электроэнергии), что связано с существенными экономическими потерями ЭК и потребителей их услуг.

Обеспечение высоких уровней надежности и эффективности деятельности ЭК, участвующих в электроснабжении потребителей, определяет необходимость использования целой совокупности различных методов и механизмов управления их рисками в новой ИЭС. Выбор конкретного сочетания этих методов должен быть индивидуальным для каждой компании и потребителя энергии в зависимости от специфики их участия в общем технологическом процессе, тем не менее, можно выделить методы управления рисками, которые являются общими для всех из них [3]:

1. *Резервирование.* Спрос на электроэнергию неравномерен во времени, что определяется особенностями технологических процессов потребителей, изменением природно-климатических параметров внешней среды, а также бытовым укладом населения. Кроме того, потребители, развиваясь во времени, постоянно увеличивают спрос на электроэнергию. Поэтому в каждый момент времени ЭК должны быть готовы обеспечить постоянно меняющийся спрос на электроэнергию, что может быть осуществлено только при условии наличия достаточных резервов электрической мощности. Многолетний опыт эксплуатации

отечественных и зарубежных ЭК показывает, что для обеспечения надежного электроснабжения потребителей в текущей и долгосрочной перспективе рациональная величина резервных мощностей в ЭЭС должна быть в пределах 12–20 % от величины их располагаемой мощности. При этом существенная доля общего резерва приходится на оперативный (или аварийный) резерв, относительная величина которого в ЭЭС Западной Европы и США составляет 5,5–6 % от максимума нагрузки систем, а абсолютная величина – не менее суммарной мощности двух наиболее крупных генерирующих агрегатов [1].

Оставшаяся часть резервных мощностей примерно поровну распределяется между нагрузочным, ремонтным и компенсирующим резервами. Помимо указанных видов резервов существует и так называемый стратегический народнохозяйственный резерв, необходимый для компенсации будущего прироста потребления электрической энергии вследствие постоянного развития потребителей, минимальная величина которого должна быть достаточной, чтобы не сдерживать развитие национальной экономики.

Анализ положения дел с резервными мощностями в ЭЭС страны в настоящее время показывает, что фактические величины резервов мощности в ней (порядка 4 %) существенно меньше величин, обеспечивающих надежное электроснабжение потребителей [3]. Создание соответствующих резервных мощностей и их содержание в новой ИЭС потребует довольно высоких единовременных и текущих экономических затрат, но они необходимы не только с народнохозяйственной точки зрения, поскольку исключают или сводят к минимуму потери потребителей, но и с точки зрения экономической безопасности самих ЭК, обеспечивая им стабильные финансовые потоки в долговременной перспективе.

2. *Дублирование.* Представляет собой разновидность резервирования, применяемое, как правило, при осуществлении технических решений с целью повышения надежности соответствующих технологических функций. Примерами дублирования являются установка на подстанциях не менее двух параллельно работающих трансформаторов, прокладка двухцепных ЛЭП, осуществление

электроснабжения ответственных потребителей от двух и более независимых источников и т. д.

Оценка экономической целесообразности применения дублирования технологических функций в ЭК для снижения их рисков аналогична оценке рассмотренного выше метода резервирования.

3. *Правовое регулирование.* Управление рисками нарушения надежности электроснабжения потребителей должно базироваться на соответствующей правовой основе – на законодательных документах (ФЗ № 35 «Об электроэнергетике», ФЗ № 261 «Об энергосбережении...», постановлениях и распоряжениях Правительства РФ и др.), стандартах, нормативах, регламентах оптового и розничных рынков и т. д. и включать следующие принципы: разграничение зон экономической ответственности субъектов рынка электроэнергии за снижение системной надежности и надежности электроснабжения потребителей; разграничение понятий «форс-мажорные» и «нормативные» условия функционирования электроэнергетики с позиции мер ответственности за возможные отказы; регламентацию показателей надежности, наиболее пригодных для ее количественной оценки в сфере функционирования ЭЭС и систем электроснабжения потребителей; вопросы оценки имущественного ущерба потребителей от нарушения надежности электроснабжения; обеспечение требуемого уровня надежности в электроэнергетике в процессе формирования прогнозов и стратегий ее инновационного развития и др.

Однако ответственность регулирующих органов и других властных структур в сфере обеспечения надежности энергоснабжения недостаточно четко прописана в законодательных документах.

4. *Страхование.* Является универсальной и наиболее часто используемой экономической формой управления рисками ненадежности электроснабжения потребителей в развитых странах, но практически отсутствующей в отечественной электроэнергетике.

Под страхованием понимается система правовых и экономических отношений между страховщиком (страховой организацией) и страхователем (хозяйствующим субъектом), регулируемых государством, по возмещению

страхователю ущерба, обусловленного проявлением тех или иных видов угроз (рисков).

В новых экономических условиях функционирования ЭК и потребителей энергии в ИЭС нашей страны использование механизмов страхования рисков потери надежности электроснабжения становится крайне необходимым. Механизмы страхования в этих условиях становятся дополнительным экономическим фактором, позволяющим снижать потери от нарушений электроснабжения, создавать стимулы и систему приоритетов для обеспечения договорных уровней надежности, т. е. способствовать повышению надежности поставок энергии и устранению последствий перерывов в электроснабжении.

В деятельности зарубежных ЭК механизмы страхования рисков нарушения энергоснабжения используются весьма широко, поскольку снижение надежности систем энергоснабжения порождает у независимых хозяйствующих субъектов целый комплекс проблем технического, экономического, социального, экологического и другого характера, в частности: технические (поломки бытовой техники, выход из строя промышленного оборудования и т. п.); информационные (выход из строя средств связи); экологические (выбросы вредных веществ); социальные (снижение уровня комфорта на работе и дома); экономические (выпадающие доходы, в том числе уменьшение сбора налогов, штрафов и других бюджетных поступлений) [8].

Соответственно страховыми случаями в системах энергоснабжения западных стран являются следующие: технические (отказ отдельных элементов систем энергоснабжения по причине заводских дефектов, плохих условий эксплуатации или высокой степени износа); климатические (повреждение объектов энергетики в результате природных катаклизмов); экономические (банкротство поставщиков электроэнергии или первичных энергоносителей) и др. [3].

Типичными видами страхования, применяемыми в странах с развитыми энергетическими рынками, являются страхование собственности, перерывов в производственных процессах, временных перемещений и жизни/здоровья обслуживающего персонала.

5. *Устранение.* Или уменьшение риска как метод управления тесно связан со страхованием рисков нарушения электроснабжения и заключается в экономически обоснованном инвестировании средств ЭК или потребителями в устранение «узких мест» систем энергоснабжения [7]. Здесь можно отметить распространенную за рубежом практику сюрвейерских обследований (предстраховых экспертиз рисков) объектов страхования и разработки рекомендаций по уменьшению рисков. При этом специализированные страховые компании занимают активную позицию по отношению к страхователям рисков нарушения энергоснабжения. Они самостоятельно или совместно с привлеченными независимыми (как по отношению к страховым компаниям, так и по отношению к страхующимся предприятиям) экспертами анализируют проблемы надежности энергоснабжения, оптимизации его схем и помогают создавать системы управления рисками в ЭК. Такая деятельность страховых компаний позволяет выявлять причины проявления рисков снижения надежности энергоснабжения, накапливать статистику страховых случаев и их последствий и стимулировать ЭК к повышению надежности и экономической безопасности их деловой активности.

Зарубежные страховые компании также активно участвуют в разработке различных

методов управления техническими рисками и стимулируют применение их страхователями путем установления надбавок к страховым премиям. По имеющимся данным уровень такой надбавки может достигать 20 % для страхователей, которые имеют эффективный план действий в аварийных ситуациях. Известны случаи, когда забота потребителей о повышении надежности их энергоснабжения стимулируется выдачей льготных страховых полисов [7].

Все вышеперечисленные мероприятия постепенно находят отражение и в производственно-хозяйственной деятельности российских ЭК.

Таким образом, в настоящее время Россия наряду с другими развитыми странами приступила к практической реализации программы инновационного развития электроэнергетики, промышленно выпуская интеллектуальные технологии и компоненты, необходимые для создания более диверсифицированных, гибких и безопасных ИЭС. Следует подчеркнуть, что сложность состава решаемых при этом задач заставляет обратить особое внимание на методы и механизмы управления рисками снижения надежности функционирования хозяйствующих субъектов новой ИЭС России для повышения эффективности их деятельности и обеспечения долгосрочной энергетической безопасности страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федоров, М.П.** Энергетические технологии и мировое экономическое развитие: прошлое, настоящее, будущее [Текст] / М.П. Федоров, В.Р. О कोरोков, Р.В. О कोरोков. СПб.: Наука, 2010. 412 с.

2. **Бердников, Р.Н.** Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью [Текст] / Р.Н. Бердников и др.; под ред. акад. РАН В.Е. Фортова и А.А. Макарова. М.: ФСК ЕЭС, 2012. 236 с.

3. **О कोरोков, Р.В.** Финансовая безопасность электроэнергетических компаний: теория и методология управления [Текст] / Р.В. О कोरोков, Ю.А. Соколов, В.Р. О कोरोков. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 360 с.

4. **Задорожний, А.В.** Актуальные проблемы развития электроэнергетики России [Текст] / А.В. Задорожний, Р.В. О कोरोков // Экономические

реформы в России : сб. науч. тр. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. С. 92–98.

5. **О कोरोков, В.Р.** Роль «человеческого фактора» в обеспечении надежности и безопасности энергетических объектов [Текст] / В.Р. О कोरोков, Р.В. О कोरोков // Академия энергетики. 2011. № 1(39). С. 60–68.

6. **Непомнящий, В.А.** Оценка ущерба от нарушений электроснабжения потребителей [Текст] / В.А. Непомнящий // Академия энергетики. 2012. № 5(49). С. 12–17.

7. **Эдельман, В.** Проблема управления надежностью в электроэнергетике [Текст] / В. Эдельман // Энергорынок. 2007. № 8(45). С. 24–28.

8. **Семенов, В.А.** Надежность энергообъединений [Текст] / В.А. Семенов // Энергетика за рубежом. 2003. Вып. 5–6. 84 с.



REFERENCES

1. **Fedorov M.P., Okorokov V.R., Okorokov R.V.** Jenergeticheskie tehnologii i mirovye jekonomicheskoe razvitie: proshloe, nastojashhee, budushhee [Energy technologies and world economic development: past, present, future]. SPb.: Nauka, 2010. 412 s. (rus)
2. **Berdnikov R.N.** Kontsepsiya intellektualnoy elektroenergeticheskoy sistemy Rossii s aktivno-adaptivnoy setyu [The concept of intellectual Russian electricity system with an active-adaptive grid], pod red. akad. RAN V.E. Fortova i A.A. Makarova. M.: FSK EJeS, 2012. 236 s. (rus)
3. **Okorokov R.V., Sokolov Ju.A., Okorokov V.R.** Finansovaya bezopasnost' jelektrojenergeticheskie kompanij: teorija i metodologija upravlenija [Financial security of electricity companies: theory and methodology of management]. SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2007. 360 s. (rus)
4. **Zadorozhnyj A.V., Okorokov R.V.** Aktual'nye problemy razvitiya jelektrojenergetiki Rossii [Topical problems of Russian power]. *Jekonomicheskie reformy v Rossii*: Sb. nauch. trudov. SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2010. S. 92–98. (rus)
5. **Okorokov V.R., Okorokov R.V.** Rol «chelovecheskogo faktora» v obespechenii nadezhnosti i bezopasnosti energeticheskikh obyektov [The role of the «human factor» in ensuring the safety and security of energy facilities]. *Akademija jenergetiki*. 2011. № 1(39). S. 60–68. (rus)
6. **Nepomnjashnij V.A.** Ocenka ushherba ot narushenij jelektrosnabzhenija potrebitelej [Assessment of damage from violations of power supply]. *Akademija jenergetiki*. 2012. № 5(49). S. 12–17. (rus)
7. **Jedel'man V.** Problema upravleniya nadezhnostyu v elektroenergetike [The problem of reliability management in the electric power]. *Energorynok*. 2007. № 8(45). S. 24–28. (rus)
8. **Semenov V.A.** Nadezhnost energoobyedineny [The reliability of power systems]. *Energetika za rubezhom*. 2003. Vyp. 5–6. 84 s. (rus)

ЗАДОРОЖНИЙ Андрей Владимирович – аспирант кафедры экономики и менеджмента в энергетике и природопользовании Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

195251, ул. Политехническая, д. 29, Санкт-Петербург, Россия, тел. (812)297-09-72. E-mail: orv@imail.ru

ZADOROGNIY Andrey V. – Saint-Petersburg State Polytechnical University.

195251. Politekhnikeskaya str. 29. St. Petersburg. Russia. E-mail: orv@imail.ru

ОКОРОКОВ Роман Васильевич – профессор кафедры экономики и менеджмента в энергетике и природопользовании Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, доктор экономических наук, профессор.

195251, ул. Политехническая, д. 29, Санкт-Петербург, Россия, тел. (812)297-09-72. E-mail: roman_okorokov@mail.ru

OKOROKOV Roman V. – Saint-Petersburg State Polytechnical University.

195251. Politekhnikeskaya str. 29. St. Petersburg. Russia. E-mail: roman_okorokov@mail.ru
