

**О. В. ГОЛИК**, канд. техн. наук, доц. НТУ«ХПИ»

**И. УДОВЕНКО**, студент НТУ«ХПИ»;

**М. НАЙДЕНКО**, студент НТУ «ХПИ»

#### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАДЕЖНОСТИ КАБЕЛЬНО - ПРОВОДНИКОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В статье рассмотрены экономические аспекты надежности технических объектов, к которым также относится кабельно-проводниковая продукция. Проанализирована связь экономической эффективности производства с надежностью технологической системы этого производства, причем именно с ее оптимальной надежностью. Также в работе рассмотрены проблемы рисков изготовителя и заказчика при принятии технологических решений в процессе производства.

**Ключевые слова:** надежность, технический объект, изготовитель, заказчик, риск.

**Введение.** Проблема обеспечения надежности технических объектов включает научные, технические, социальные и экономические аспекты. Поэтому в обеспечение надежности входит не только выполнение чисто технических задач, но и обеспечение социальных и экономических требований к любому техническому решению.

Для обобщения всех характеристик надежности электроснабжения нужно использовать единый критерий эффективности. В современных рыночных условиях таким показателем являются экономические затраты.

Для потребителя энергии важно оценить ущерб, который он будет иметь из-за ненадежности электроснабжения в случае нарушения технологического процесса и срыва поставок своей продукции. Для электроснабжающей организации обеспечение заданной надежности выражается в повышении капитальных затрат и ежегодных издержек на содержание резервного электрооборудования. При этом экономический ущерб является лишь частью хозяйственного ущерба, который может иметь еще социальные и экологические составляющие, не оцениваемые в денежном выражении [1].

**Анализ последних достижений и литературы.** Обеспечение надежности является одной из важнейших проблем при создании и эксплуатации любой технической системы. Особенно актуальна она для сложных систем, таких как системы электроснабжения, состоящих из большого числа элементов и имеющих обширные внутренние и внешние связи [2]. В современных рыночных условиях надежность

электроснабжения неразрывно связана с экономическими показателями и энергетической безопасностью промышленных предприятий [2].

Известные модели анализа надежности, оставаясь работоспособными, в некоторых случаях могут быть модернизированы с учетом новых условий. В первую очередь это касается учета в них взаимоотношений между субъектами рынка. При этом требуется уметь определять и учитывать справедливое распределение затрат и прибыли между участниками рынка. Ранее разработанные модели синтеза надежности должны быть усовершенствованы с учетом изменения условий и критериев задач управления надежностью, методологических подходов, нормативно-правовых баз, которые будут реализованы на практике. В основу таких моделей должны быть положены новые математические методы и информационные технологии [3].

**Материалы исследований.** Силовые кабели являются элементами системы электроснабжения. Надежность кабелей характеризуется рядом показателей: безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью, режимной управляемостью, устойчивостью, живучестью и безопасностью. В государственных стандартах на силовые кабели напряжением до 10 кВ требования к показателям надежности сформулированы относительно срока службы и частично срока сохраняемости. Следствием использования таких стандартов стало использование «ускоренных» методов испытаний [4], что в свою очередь позволило снизить затраты на испытания кабельно-проводниковой продукции. Данные, полученные в результате таких испытаний, не несут достаточной информации о том, как поведет себя система в режимах реальной эксплуатации. Например, интенсивность внешних воздействий на изоляцию кабеля в процессе эксплуатации может изменяться случайным образом, а лабораторные испытания проводятся в стандартных условиях, где данные изменения не учитываются. Таким образом, вероятностные оценки показателей надежности кабельно-проводниковой продукции требуют постоянно действующей системы наблюдений за отказами в период эксплуатации [3].

Другая проблема заключается в том, что практически все испытания кабелей и проводов являются разрушающими и выборочными, т.е. испытывается только малая часть массовой продукции и существует конечная вероятность, что продукция, поступившая к потребителю не будет соответствовать технической документации. Следовательно, требования заказчика получить гарантию надежности товара может обеспечить применение

сплошного контроля готовой продукции, который, в свою очередь, могли бы обеспечить автоматизированные системы управления технологическими процессами. Однако исключить выборочный контроль из графика испытаний кабелей и проводов невозможно [5], поэтому полностью отказаться от вероятностных оценок показателей надежности также нельзя.

Главной и наиболее сложной задачей, связанной с обеспечением надежности технических объектов, является задача принятия экономически оправданных решений как для производителя, так и для заказчика массовой продукции [6]

В электроэнергетике (у потребителя кабелей, изоляторов, конденсаторов, электрических машин и аппаратов) пользуются [7] показателем надежности системы, которая равняется отношению фактически выработанной электроэнергии к наибольшей, которая была бы выработана при данных условиях при абсолютно надежной работе системы. Называют этот показатель коэффициентом использования мощности (КИМ). Принципиальный характер зависимости удельных приведенных затрат  $E$  от величины КИМ (см. рис. 1)

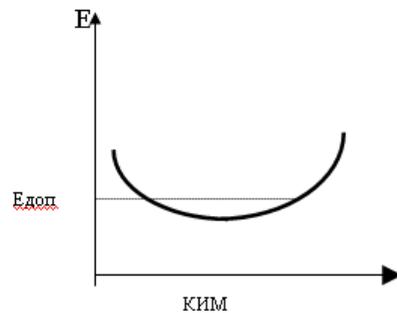


Рис.1 — Принципиальный характер зависимости удельных приведенных затрат  $E$  от коэффициента использования мощности КИМ

Удельные приведенные затраты  $E=Z/B=(\epsilon K+U+Y)/B$ , где  $Z$  – приведенные затраты (на год);  $\epsilon$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений  $K$ ;  $U$  – ежегодные эксплуатационные затраты для безотказной системы;  $Y$  – ежегодные затраты на ненадежность, например, ремонтные расходы;  $B$  – объем годового выпуска продукции.

Рисунок показывает тот факт, что, во-первых, существует диапазон значений КИМ (показателя надежности), при которых затраты на производство электроэнергии минимальны и, во-вторых, чем меньше допустимый для производителя уровень затрат  $E_{доп}$ , тем

выше требования к точности решений относительно элементов системы. Таким образом, экономическая эффективность производства напрямую связана с надежностью технологической системы этого производства. Вообще, если говорить о нормативных документах, экономические показатели надежности либо вообще не упоминаются, либо приводятся в виде вспомогательных параметров, которым никакой существенной роли в анализе надежности технологических систем не отводится [1].

Однако экономические показатели надежности часто являются достаточно информативными и тесно взаимосвязанными с чисто техническими показателями. Система экономических показателей надежности технологической системы позволит оценить взаимосвязь технических, технологических и экономических факторов, определяющих надежность, а также предоставить более четкую информацию потребителям конечного продукта.

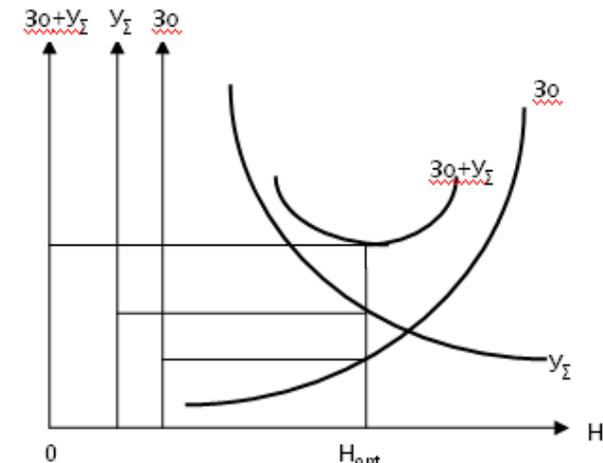


Рис.2 — Графическое изображение оптимальной надежности технической системы [1]:  $H$  – условный показатель надежности технической системы;  $Y_{\Sigma}$  – суммарный ущерб от отказов технической системы за год;  $Z_0$  – приведенные затраты на повышение надежности;  $Y_{\Sigma opt}$ ,  $H_{opt}$ ,  $Z_0 opt$  – соответствующие оптимальные значения ущерба, надежности и затрат

При этом к экономическим показателям надежности технических систем предъявляется ряд требований: учет внешних факторов, прежде всего интересов потребителей (например, потребителей электрической энергии или кабельно-проводниковой продукции); учет затрат, связанных с ненадежностью системы (например на резервирование); использование экономических показателей надежности как

комплексных (учитывающих как процесс производства продукции, так и эксплуатацию), так и дифференцированных (для разных этапов производства и эксплуатации).

Функции, представленные на рис.2 носят иллюстративный характер и дают лишь общее представление о связи затрат с надежностью любой технической системы [1].

Например, стоимость кабельных линий выше, чем стоимость соответствующих воздушных линий электропередач, однако эта разница является существенной только для высоковольтных линий. Для кабельных линий среднего напряжения их стоимость всего на 14 - 16 % выше стоимости ЛЭП, однако воздушные линии электропередач дороже в эксплуатации [3]. Поэтому общая стоимость кабельных линий среднего напряжения в течение всего срока службы меньше, чем соответствующая стоимость ЛЭП. Следовательно, более высокая надежность кабельных линий и сравнительно низкая стоимость эксплуатационных затрат являются определяющим фактором возможной замены ЛЭП на кабельные линии.

**Выводы.** Задача оценки экономической целесообразности любого шага по повышению надежности кабельно-проводниковой продукции должна быть решена с учетом интересов как производителя так и заказчика. Для этого необходимо использовать как у производителей, так и заказчиков единых, четко определенных и согласованных, количественных показателей надежности технических объектов. При этом экономические показатели являются неотъемлемой частью системы надежности технических систем и должны использоваться наряду с показателями безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости, долговечности и др.

**Список литературы:** 1. Эдельман В.И. Надежность технических систем. Экономическая оценка / В.И. Эдельман – М.: Экономика, 1988. – 151 с. 2. Шеметов А.Н. Надежность электроснабжения: Уч. пособие для студентов специальности «Электроснабжение»/ А.Н. Шеметов – Магнитогорск: ГОУ ВПО МГТУ им. Г.И. Носова, 2006. 3. Карпушенко В.П. Силові кабелі низької та середньої напруги. Конструювання, технологія, якість./В.П. Карпушенко, Л.А. Щепенюк, О.А. Науменко, Антоненко Ю.О.; Харків: Регіон-Інформ.2000.- С. 270 – 289. 4. Быков Е.В. Эволюция взглядов на надежность кабельной продукции/ В.Е. Быков // Кабели и провода. – 2011. - № 3[328]. – С.24-27. 5. Голик О.В. Метод оперативного контроля параметров двухслойной полиимидной изоляции эмальпровода в процессе производства: дисс. канд. техн. наук: 05.11.13/ Голик Оксана Вячеславовна. – Х., 2009. – 180 с. 6. Щепенюк Л.А. Математичні основи надійності ізоляції електрообладнання: Навч. – метод. посібник / Л.А. Щепенюк, О.В. Голик – Харків: НТУ «ХПІ», 2003 – 102 с. 7. Гнеденко Б.В. Математические методы в теории надежности/Б.В.Гнеденко, Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. – М.: Наука, 1965. – 524 с.

*Надійшла до редколегії 02.11.2013*

УДК 519.2

**Экономические аспекты надежности кабельно-проводниковой продукции./ Голик О.В., Найденко М., Удовенко И// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність. – Х.: НТУ «ХПІ», 2013. - № 59 (1032). С.47 - 52 . – Бібліогр.: 7 назв.**

У статті розглянуті економічні аспекти надійності кабельно-проводникової продукції. Проаналізовано зв'язок економічної ефективності технічної системи з її оптимальною надійністю.

**Ключові слова:** надійність, технічний об'єкт, економічні показники надійності, ризик.

The article presents the economic aspects of the reliability of the technical facilities that include a cable and wire products. The relation between the economic efficiency of production technology with the reliability of the system of production, and it is with its optimum reliability.

**Keywords:** reliability, technical unit, the manufacturer, the customer, risk.