



Четверть века защиты домов и людей

Материал любезно предоставлен Национальной ассоциацией производителей электрооборудования (NEMA)

Ссылка на оригинал статьи IAEI Magazin: <https://iaeimagazine.org/electrical-safety/a-quarter-century-of-protecting-homes-occupants/>

В 2024 году исполняется 25 лет с тех пор, как устройства защиты от дугового пробоя (AFCIs¹) стали обязательным требованием Национального электротехнического кодекса (NEC®). Это устройство было создано после национального запроса к повышению электробезопасности и предотвращению пожаров. Это была большая совместная работа представителей отраслей защиты прав потребителей, пожарной безопасности и электротехники, направленная на создание решения, которое использовало бы опыт электриков, технологии предотвращения пожаров, улучшенные строительные материалы и стратегии реагирования пожарных служб. Сегодня УЗДП и совместные усилия представителей многих отраслей помогли значительно снизить количество пожаров в жилых помещениях в США.

Важную роль в разработке и применении этой технологии сыграли подрядчики, инспекторы, строители домов и другие специалисты. УЗДП обнаруживают опасную дугу в электрических цепях помещений и немедленно обесточивают цепь, чтобы предотвратить потенциальный пожар до того, как он начнется.

Для понимания нынешнего уровня электро- и пожаробезопасности нужно вспомнить, что происходило в домах в начале 1980-х годов.



Изображение любезно предоставлено Американской ассоциацией производителей автоматических выключателей (ACBMA)

Рост числа пожаров и необходимость решения проблемы

По данным Национальной ассоциации пожарной охраны, в 1980¹ году ежегодный пик пожаров в жилых строениях достиг 75 000 случаев.

¹ УЗДП в Северной Америке называются Arc Fault Circuit Interrupter (AFCI)

В том же году Пожарная администрация США (USFA) заказала сравнительное исследование потерь от пожаров, которое показало, что в США один из самых высоких в мире уровней смертности от пожаров - в два-четыре раза выше, чем в европейских странахⁱⁱ. Примерно три четверти этих смертей приходится на пожары в жилых домах. Более того, в исследовании был сделан вывод, что «пожары в системах распределения электроэнергии в жилых домах вносят существенный вклад в эту проблему»ⁱⁱⁱ.

Комиссия по безопасности потребительских товаров (The Consumer Product Safety Commission – CPSC) и USFA позже обнаружили, что электрические пожары чаще всего происходят в проводке разветвленной сети, оканчивающиеся розетками и удлинителями. В сентябре 1995 года компания Underwriters Laboratories (UL Solutions) пришла к выводу, что «из всех проанализированных технологий обнаружение дугового замыкания представляется весьма перспективным, особенно при добавлении в выключатели бытовых цепей и в сочетании с другими проверенными технологиями, такими как защита от утечек тока»^{iv}.

Дополнительные исследования CPSC показали, что к концу 1990-х годов более 40 000 пожаров ежегодно происходили по вине домашних электрораспределительных систем. В результате этих пожаров ежегодно погибает более 300 человек и более 1400 получают травмы. Статистика за 1992-1996 годы показала тенденцию к росту каждой из этих оценок без признаков снижения. В 1996 году пожары в электрораспределительных системах домов привели к материальному ущербу в размере 680 миллионов долларов.^v

Появление технологии УЗДП

В декабре 1996 года UL® и Национальная ассоциация производителей электрооборудования (NEMA) приступили к разработке проекта стандарта, определяющего набор эксплуатационных требований для УЗДП.^{vi}

Вооружившись обширными исследованиями, данными и стандартами, производители электрооборудования должны были подключиться и начать разработку и производство УЗДП для установки в автоматические выключатели.



Фото современных технологий УЗДП. Предоставлено NEMA^{vii}

Хотя устройства различных производителей выглядели тогда немного иначе, чем сейчас, все они соответствовали недавно разработанному стандарту UL® для УЗДП (UL 1699), который определял дуговое замыкание как непреднамеренное возникновение дуги в цепи. Этот тип дуги создает высокоинтенсивный нагрев в точке дуги, в результате чего образуются горячие частицы, которые со временем могут воспалить окружающий материал, например, деревянные каркасы или изоляцию. Температура таких дуг может превышать 5 000 градусов по Цельсию. Повторяющаяся дуга может создать углеродные дорожки, которые являются основой для продолжения дуги, создавая еще более высокие температуры. В отличие от стандартного автоматического выключателя, обнаруживающего перегрузки и короткие замыкания, УЗДП использует

передовую электронную технологию, чтобы «чувствовать» различные условия возникновения дуги. Хотя различные производители УЗДП используют разные технологии для измерения дуги, конечный результат один и тот же: обнаружение параллельных дуг (фаза-фаза, фаза-нейтраль и фаза-земля) и/или последовательных дуг (дуга в разрыве одного из проводников) и обесточивание цепи для предотвращения пожара.

По оценкам CPSC, технология УЗДП может предотвратить 50% или более пожаров в электросети.^{viii}

При поддержке электротехнического, потребительского и противопожарного сообществ УЗДП стали использоваться в строительстве и ремонте в 1999 году, а в 2002 году официально вступило в силу

требование NEC® 1999 года об использовании УЗДП в однофазных цепях с токами 15 А и 20 А для розеток в спальне. Хотя первое требование NEC® относилось только к новому жилому строительству, УЗДП можно было использовать и для установки в уже существующих домах. Старые дома со стареющими и разрушающимися системами электропроводки могут особенно выиграть от дополнительной защиты УЗДП.^{ix}

Обязательность УЗДП в качестве требования NEC® в 1999 году имело большое значение. Технология соответствовала порогу безопасности и прошла тщательную проверку экспертов в области электротехники и NFPA, чтобы стать обязательным требованием. Кроме того, это твердо подтвердило приверженность безопасности не только со стороны индустрии безопасности потребителей, пожарных служб и электротехнической промышленности, но и со стороны тех, кто отвечает за установку и надзор, включая подрядчиков, строителей и инспекторов. NFPA 70®, NEC®, опубликованный Национальной ассоциацией противопожарной защиты (NFPA), признан мировым стандартом электробезопасности и закладывает основы электробезопасности в жилых, коммерческих и промышленных помещениях.^x



Figures 1 and 2. Appliances. Courtesy of Schneider Electric

Принятие кодекса NEC и внедрение УЗДП

Несколько десятилетий назад Национальная ассоциация пожарной охраны провела анализ пожарной безопасности и безопасности жизнедеятельности, который показал: «Наиболее успешный рецепт обеспечения пожарной безопасности в уже построенных зданиях – это внедрение технологий пожарной безопасности с помощью обязательных норм и стандартов».^{xi}

С годами и в ходе различных циклов принятия кодексов требования NEC® к УЗДП для домов были расширены, выйдя за рамки спален и распространившись на гостиные, столовые, веранды и другие места сбора людей, включая кухни и прачечные, как это требуется в NEC® 2023 года. Кроме того, защита УЗДП теперь требуется и для спальных комнат в таких жилых помещениях, как полицейские, пожарные и пункты охраны национальных парков, в дополнение к прежним требованиям для гостиниц, общежитий и т. д.^{xii}

Система стандартов NFPA продолжает способствовать повышению безопасности электрооборудования и строительства в ходе циклов принятия кодов. NFPA следит за принятием NEC® на своем веб-сайте <https://www.nfpa.org/education-and-research/electrical/nec-enforcement-maps?l=50>. Каждый штат предлагает свой собственный процесс принятия кодов, используя NEC® в типичных трехлетних циклах через экспертов по электротехнике и пожарной безопасности в комитетах, советах, комиссиях и/или через законодательное обсуждение/одобрение.

В 2018 году Институт политики пожарной безопасности и безопасности жизнедеятельности NFPA сообщил, что в ходе обсуждений [в рамках этого процесса] часто доминирует растущая обеспокоенность по поводу затрат, связанных с требованиями по соблюдению норм и правил. В отличие от других новых технологий и требований к электрооборудованию/зданиям, УЗДП столкнулись с аналогичными проблемами. Хотя эта технология дороже стандартного автоматического выключателя (около 40 долларов за единицу), УЗДП все еще доступны по сравнению с другими расходами на строительство дома и особенно важны для обеспечения критической защиты жильцов от потенциальных электрических

пожаров, которые могут привести к травмам, смерти и материальному ущербу. УЗДП защитят дом площадью 180 кв.м. с четырьмя спальнями и его обитателей от электрических пожаров примерно за 300 долларов или менее 83 центов в месяц в течение 30-летнего ипотечного кредита.^{xiii}

Согласно отчету NFPA, затраты на соблюдение правил должны быть тщательно сопоставлены с защитой безопасности жизнедеятельности, которую обеспечивают улучшения:

«...Несмотря на то, что количественно оценить выгоды сложнее, чем затраты, их нельзя игнорировать. Большинство штатов не учитывают преимущества безопасности наряду с затратами». Ежегодно пожары, связанные с электричеством, приводят к прямым убыткам в размере более 2 миллиардов долларов США и являются причиной в среднем 61 000 пожаров, в результате которых погибают 432 человека. Улучшения, внесенные в кодекс, являются важным средством снижения этих потерь».^{xiv}

Усовершенствования УЗДП и новые данные

За 25 лет УЗДП, как и другие технологии безопасности и строительства, продолжали совершенствоваться в процессе разработки и применения. Повышение осведомленности и образовательные усилия в среде подрядчиков, строителей, инспекторов и пожарных служб помогли улучшить понимание технологии, ее установки, использования и решения любых потенциальных проблем.

Когда УЗДП только появились на рынке, периодически появлялись сообщения о ложных срабатываниях. Последующие проверки подрядчиков и производителей почти всегда показывали, что устройства работают так, как задумано, то есть они срабатывают из-за обнаружения потенциально опасной дуги в цепи. Недавно в исследовании 2023 года, проведенном Международным фондом электробезопасности (ESFI) в Колорадо, Джорджии, Кентукки, Миннесоте, Огайо, Техасе и Вашингтоне, были опрошены подрядчики, имеющие опыт работы в сфере электромонтажных работ, проектирования и дизайна, относительно УЗДП и ВДТ. Они сообщили, что примерно 58% их вызовов связаны с отключением выключателей или предохранителей в домах. Из этих вызовов только 17% сообщили о сработавшем УЗДП, и 100% подрядчиков указали, что видели признаки опасной дуги, когда отвечали на вызов, связанный с УЗДП. Все подрядчики определили, что устройства работали так, как было задумано. Эти отключения позволили выявить и предотвратить серьезные проблемы, которые в противном случае могли бы привести к травмам или потенциальной гибели людей и имущества.^{xv}

NEMA предлагает электротехническим подрядчикам и потребителям постоянную возможность сообщать о любых проблемах, связанных с отключением УЗДП на сайте <https://www.afcisafety.org/home-owners/unwanted-tripping-report/>.

Совместимость AFCI с бытовыми приборами также была предметом обсуждения в течение многих лет в электротехнической промышленности. Национальная ассоциация строителей жилья (НАНВ) публикует данные о количестве одно-двухквартирных и многоквартирных домов, построенных в США по отдельным штатам. Согласно данным НАНВ, с 2014 года было построено более 11 миллионов единиц жилья. Более 9,5 миллионов из них были построены в штатах, где большинство приборов со шнурами и вилками защищены УЗДП.

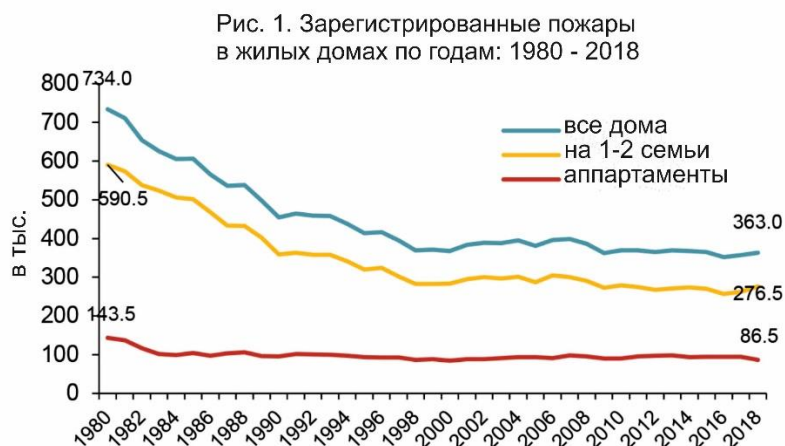
В справочнике, выпущенном в 2023 году секцией низковольтного оборудования NEMA, были представлены новые данные и исследования по этой теме. В документе, озаглавленном «Прерыватели дугового замыкания и бытовая техника», особое внимание уделяется защите с помощью УЗДП на 15 и 20 А групповых цепей, использующих шнуры и вилки для подключения бытовой техники.^{xvi}

Согласно статье, УЗДП не только хорошо работают с различными приборами, но и делают это постоянно. По оценкам, более 60 миллионов бытовых приборов в настоящее время защищены УЗДП по всей стране. В качестве примера процентного соотношения домов, в которых установлены конкретные приборы, можно привести посудомоечные машины (56%), холодильники (83%), микроволновые печи (84%), пылесосы (76%) и стиральные машины (74%).

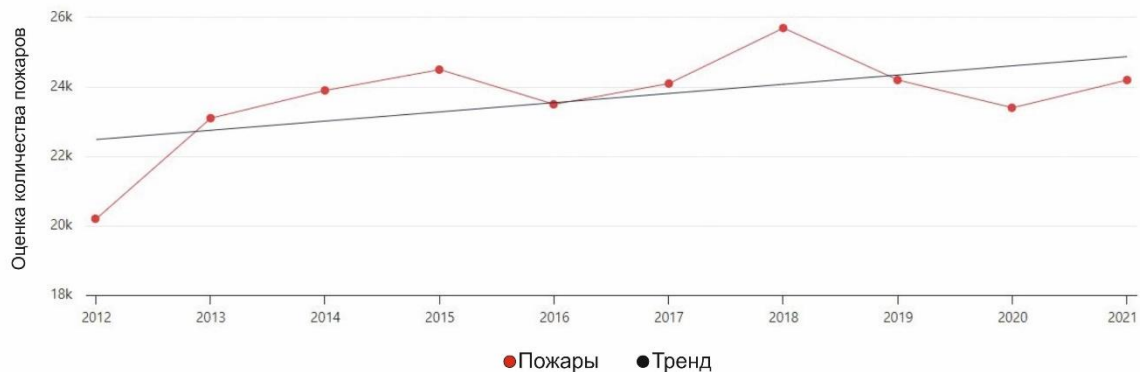
По данным NEMA, производители УЗДП провели более 130 000 тестов на совместимость с различными приборами и комбинациями приборов. Тесты включали 400 моделей приборов и 150 типов продуктов. Дополнительные испытания проводились для более чем 40 000 комбинированных нагрузок, таких как

различные малые бытовые приборы, пылесосы, электроинструменты и медицинское оборудование длительного пользования. В лабораторных испытаниях использовалась нагрузка, температура, влажность и другие факторы для изменения параметров, чтобы обеспечить как можно больше вариантов для определения того, сработает ли УЗДП при защите цепи, в которой установлен прибор или группа приборов. Результаты всесторонних испытаний показали, что УЗДП функционируют должным образом с приборами.

Рисунки 1, 2 и 3. Информация любезно предоставлена NFPA.



Пожары, связанные с неисправностью электрооборудования в жилых домах



Тенденции развития пожаров из-за неисправности электрооборудования в жилых зданиях (2012-2021 гг.)
Информация любезно предоставлена USFA

Основные виды оборудования, приведшие к возникновению пожаров в жилых домах (2014-2016 гг.)	
Оборудование, приведшее к пожару	Процент электрических пожаров в жилых домах
Электропроводка, другое	30,5
Розетки	12,0
Разветвленные цепи	7,6

Источник: NFIRS 5.0

Общее влияние УЗДП и усилий по предотвращению пожаров

По данным NFPA, с 1980 года, когда ежегодный уровень пожаров в жилых помещениях достиг 75 000, и последующего внедрения противопожарных технологий, таких как УЗДП, улучшение строительных материалов и повышение осведомленности пожарных служб, количество пожаров, смертей и травм резко сократилось более чем в два раза во многих случаях.

Совсем недавно USFA сообщила, что в 2021 году пожарные службы зарегистрировали 24 200 пожаров, связанных с неисправностью электрооборудования, в результате которых погибли 295 человек, 900 получили ранения, а материальный ущерб составил 1 201 500 000 долларов.^{xvii}

USFA также отметила, что, хотя с 2012 по 2023 год количество пожаров такого типа увеличилось на 11%, число погибших снизилось на 17%. И наоборот, в отчете USFA за период с 2007 по 2016 год было отмечено 22-процентное снижение числа пожаров, связанных с электричеством.^{xviii}

Хотя цифры могут колебаться из-за множества факторов, данные USFA указывают на то, что большинство этих пожаров вызвано неисправностями электрических систем, дефектами приборов, неправильным монтажом проводки, неправильным использованием и плохим обслуживанием электроприборов, а также перегрузкой цепей и удлинителей. Все эти области, где УЗДП могут обнаружить проблемы при возникновении дуги.

По данным пожарных департаментов, в половине всех пожаров в жилых домах ведущую роль в возгорании сыграли три конкретных типа оборудования, включая электропроводку, розетки, а также разветвленные электрические цепи. К другим типам, не указанным в таблице USFA, относятся удлинители (5%), щитки (предохранители) (4%) и другие лампы и осветительные приборы (4%).

Эти данные подтверждают, что, несмотря на значительные успехи, достигнутые в резком снижении числа пожаров в жилых домах и, в частности, пожаров из-за неисправности электрооборудования, нет абсолютной уверенности в том, что ситуация может ухудшиться, если не отслеживать и не принимать меры. Такое же усердие и стремление к безопасности, которое появилось в 1980 году для решения



проблемы резкого увеличения числа пожаров в жилых домах и электрических неисправностей, должно продолжаться со стороны электротехнической, потребительской безопасности, пожарной и строительной отраслей. Хотя технология УЗДП является важным и проверенным компонентом защиты домовладельцев от электрических пожаров, она является одним из многих инструментов в более широких усилиях по предотвращению таких инцидентов, спасая жизни и предотвращая травмы и потери имущества.

Что же дальше?

Очевидно, что совместная работа всех отраслей помогла значительно повысить уровень электробезопасности и снизить количество пожаров в жилых помещениях за последние 25 лет с момента появления УЗДП. Технология заслужила свое место в качестве проверенного средства защиты жизни жильцов, обнаруживая и останавливая опасную дугу, которая может привести к пожару. Поскольку

инновации продолжают совершенствоваться и приносить новые средства защиты в строительство домов в будущем, важно, чтобы различные отрасли и государственные группы по принятию кодов продолжали соблюдать требования NEC® для УЗДП. Эти стандарты гарантируют, что потребители являются главным приоритетом, и вместе наши отрасли разделяют общую приверженность защите их безопасности.

-
- ⁱ NFPA Home Structure Fires Oct. 2019 https://www.maine.gov/future/sites/maine.gov.dps.fmo/files/inline-files/nfpa_home_structure_fires.pdf
- ⁱⁱ Siemens – AFCI History <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:6d713093-b2ee-41e3-a015-ad35d853f1ab/sie-wp-afcihistory.pdf>
- ⁱⁱⁱ “Selected International Comparisons of Fire Loss,” by Jerry Banks and Ronald L. Rardin, Georgia Institute of Technology, December 1980.
- ^{iv} “Technology for Detecting and Monitoring Conditions that Could Cause Electrical Wiring Fires,” Underwriters Laboratories Inc., UL Project Number: NC233, 94ME78760, CPSC Contract Number CPSC-C-94-1112, September 1995
- ^v CPSC – Ault, Singh, and Smith, “1996 Residential Fire Loss Estimates”, U.S. Consumer Product Safety Commission, Directorate for Epidemiology and Health Sciences, October 1998, Tables 1, 6, 10, and 14
- ^{vi} “New Technology for Preventing Residential Electrical Fires: Arc-Fault Circuit Interrupters (AFCIs),” by Douglas A. Lee et al, undated (circa 1999)
- ^{vii} NEMA LVDE AFCISafety.org website <https://www.afcisafety.org/afci/why-afci/>
- ^{viii} AFCIs Prevent Fires – Electrical Safety Foundation International <https://www.esfi.org/arc-fault-circuit-interrupters-afcis-prevent-fires/#:~:text=Available%20as%20circuit%20breakers%20and,prevented%20by%20proper%20AFCI%20protection.>
- ^{ix} “New Technology for Preventing Residential Electrical Fires: Arc-Fault Circuit Interrupters (AFCIs),” by Douglas A. Lee et al, undated (circa 1999)
- ^x “New Technology for Preventing Residential Electrical Fires: Arc-Fault Circuit Interrupters (AFCIs),” by Douglas A. Lee et al, undated (circa 1999)
- ^{xi} Fire in the United States Since 1980 – NFPA <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2022/05/04/new-fire-in-the-us-report-highlights-factors-that-have-reduced-loss-in-the-days?l=83>
- ^{xii} NEC Code Changes for 2023 <https://www.homedepot.com/c/ab/nec-2023-code-changes/9ba683603be9fa5395fab901e21904c9>
- ^{xiii} AFCI Issue Brief – AFCISafety.org <https://www.afcisafety.org/wp-content/uploads/2018/08/AFCI-Issue-Brief.pdf>
- ^{xiv} Policy Institute Falling Behind Electrical Safety Report – <https://www.afcisafety.org/wp-content/uploads/2018/04/PolicyInstituteFallingBehindElectricalSafetyReport.pdf>
- ^{xv} 2023 Arc-Fault Circuit Interrupter & Ground-Fault Circuit Interrupter Performance Survey – ESFI <https://www.esfi.org/2023-afci-and-gfci-performance-survey/>
- ^{xvi} NEMA AFCI Appliance White Paper https://www.nema.org/standards/view/arc-fault-circuit-interrupters-and-home-appliances?fbclid=IwAR1uX9HLmoZrlmMR7WhH99R1zcxVQO0KcG6Qqfitl-TN-DuAcc8zr_CgQ
- ^{xvii} Residential Fire Statistics – USFA <https://www.usfa.fema.gov/statistics/residential-fires/electrical.html>
- ^{xviii} Residential Building Electrical Fires (2014-2016) <https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/statistics/v19i8.pdf>