

*Є.Ю. ЗОРІН, О.О. ЧЕПЕЛЮК, Ю.С. ГРИЩУК*

### КЛАСИФІКАЦІЯ ОДНОФАЗНИХ РЕЛЕ КОНТРОЛЮ НАПРУГИ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ З ОГЛЯДУ НА ТЕНДЕНЦІЇ ЇХ РОЗВИТКУ

В статті наведено класифікацію однофазних реле контролю напруги для захисту побутових споживачів електричної енергії від неприпустимих відхилень напруги в мережі живлення. Виділено такі ознаки класифікації реле контролю напруги як: конструктивне виконання, номінальна потужність, наявність регулювання параметрів, порогові спрацьовування по напрузі, тип індикації стану, наявність вбудованого внутрішнього захисту реле, наявність додаткових функцій, вид вихідного комутаційного елемента тощо. Проведена класифікація систематизує інформацію щодо конструктивних, технічних і функціональних особливостей та параметрів таких реле і демонструє сучасний рівень технічного розвитку вищезазначених реле. Авторами зроблений висновок про тенденції та напрямки розвитку можливостей реле контролю напруги в майбутньому.

**Ключові слова:** однофазне реле контролю напруги, електропобутова техніка, захист електричних мереж від відхилень напруги, перенапруга, недостатня напруга, коливання напруги в електричній мережі.

*Е.Ю. ЗОРИН, А.А. ЧЕПЕЛЮК, Ю.С. ГРИЩУК*

### КЛАССИФИКАЦИЯ ОДНОФАЗНЫХ РЕЛЕ КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ УЧИТЫВАЯ ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ

В статье приведена классификация однофазных реле контроля напряжения для защиты бытовых потребителей электрической энергии от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети. Выделены такие признаки классификации реле контроля напряжения как: конструктивное исполнение, номинальная мощность, наличие регулировки параметров, пороги срабатывания по напряжению, тип индикации состояния, наличие встроенной внутренней защиты реле, наличие дополнительных функций, вид выходного коммутационного элемента и другие. Проведенная классификация систематизирует информацию о конструктивных, технических и функциональных особенностях и параметрах таких реле и демонстрирует современный уровень технического развития вышеупомянутых реле. Авторами сделан вывод о тенденциях и направлениях развития возможностей реле контроля напряжения в будущем.

**Ключевые слова:** однофазное реле контроля напряжения, электробытовая техника, защита электрических сетей от отклонений напряжения, перенапряжение, недостаточное напряжение, колебания напряжения в электрической сети.

*Y.Y. ZORIN, O.O. CHEPELYUK, Yu.S. HRYSHCHUK*

### CLASSIFICATION OF SINGLE-PHASE VOLTAGE CONTROL RELAYS FOR HOUSEHOLD CONSUMERS TAKING INTO ACCOUNT THE TENDENCIES OF THEIR EVOLUTION

**Introduction.** This paper pays attention to a classification of single-phase voltage control relays for household electrical energy consumers protection from unacceptable voltage deviations within power supply network. The following signs of the classification of voltage control relays are emphasized, such as: design, rated power, the presence of parameter adjustment, voltage response thresholds, the type of status indication, the presence of built-in internal relay protection, the presence of additional functions, the type of output switching element, and others. The undertaken classification systematizes information on the design, technical and functional features and parameters of such relays and demonstrates the current level of technical development of relays that are mentioned above. A conclusion is made concerning tendencies and directions of relay capabilities developing in the future by the authors.

**Key words:** single phase voltage control relay, household appliances, protection of electrical networks from voltage deviations, overvoltage, undervoltage, voltage fluctuations within electrical network.

**Вступ.** Від безперебійного живлення, що повинні забезпечувати електричні мережі, може залежати функціонування складного електротехнічного та електронного устаткування, нерідко залежить добробут, результати тривалої праці великих колективів.

Найбільш частою причиною збоїв в роботі є порушення якості електропостачання, що обумовлено найрізноманітнішими причинами: зношеність обладнання в системі енергопостачання України, перевантаження електромереж через нестачу коштів на їх розвиток, погана якість робіт або помилки персоналу при управлінні і ремонті; вплив на електромережу різних споживачів енергії; удари блискавок, обриви та замикання ліній електропередач при стихійних лихах або з інших причин.

Усі аварійні події в електричних мережах, а також аварійні режими, що пов'язані з появами перенапруг або недостатніх напруг по-своєму є небезпечними як для устаткування, так і для людей, що робить обов'язковим встановлення відповідної захисної апаратури [1].

В даній статті велику увагу приділено огляду, технічним особливостям, а також класифікації однофазних реле контролю напруги для захисту побутових споживачів у мережах низьких напруг.

**Мета роботи** полягає в огляді технічних особливостей та проведенні класифікації однофазних реле контролю напруги для захисту побутових споживачів електричної енергії від неприпустимих відхилень напруги в мережі живлення для систематизації інфор-

мації щодо конструктивних, технічних і функціональних особливостей таких реле.

**Ознаки класифікації однофазних реле контролю напруги.** На електротехнічному ринку України для захисту однофазних побутових споживачів електричної енергії від недопустимих відхилень напруги живлення широко представлені реле контролю напруги, які здійснюють захист споживачів від недопустимих відхилень напруги в мережі живлення шляхом відключення навантаг від аварійної мережі живлення. Повторне підключення споживача до мережі живлення при нормалізації у ній напруги такі реле здійснюють автоматично. Номенклатура таких реле представлена як вітчизняними так і зарубіжними виробниками і на тепер є досить різноманітною як за технічними характеристиками, так і за способом технічної реалізації, конструктивним виконанням, алгоритмами роботи, особливостями налаштування тощо [1].

За результатами проведеного аналізу характеристик, різновидів та сучасної номенклатури реле контролю напруги, їх можна класифікувати за наступними особливостями:

- за типом конструктивного виконання;
- за типом індикації стану реле;
- за наявністю додаткових функцій;
- за номінальною потужністю (струмом) реле;
- за порогоми спрацьовування по напрузі;
- за видом комутаційного елемента;
- за наявністю регулювання параметрів;
- за наявністю вбудованого захисту самого реле (перегрів, імпульсні перенапруги, коротке замикання);
- інші ознаки.

Реле контролю напруги являють собою комбінацію двох складових – електронної, що призначена для контролю напруги й силової для швидкого роз'єднання кола. Найбільш поширеною є електронна частина реле, виготовлена на основі мікропроцесора або мікроконтролера, що дозволяє виробникам реле наділяти їх додатковими функціями, такими як регулювання порогів спрацьовування; регулювання часу автоматичного повторного включення (АПВ); вимірювання величини струму й, відповідно, такі реле можуть мати вбудований захист від перевантаження по струму. Реле деяких виробників можуть мати: можливість регулювання часу затримки відключення споживача від мережі у разі аварійної події; вбудований лічильник електроенергії; термозахист самого реле, тобто якщо температура всередині корпусу реле перевищує встановлене виробником значення, то реле вимикає живлення споживача; пам'ять аварійних подій (час і значення параметрів мережі в момент знеживлення); вбудований захист від імпульсних перенапруг; вольт-ампер-ваттметр. Найбільш повно зазначені вище додаткові функції реалізуються виробниками в реле контролю напруги стаціонарного виконання.

Описані вище додаткові можливості реле дозволяють створити багатофункціональний захисний пристрій в одному корпусі.

Далі будуть розглянуті різновиди однофазних реле

контролю напруги для захисту побутових споживачів (реле напруги) відповідно до зазначених ознак класифікації. Згадка деяких серій реле напруги в даній статті буде використана виключно в якості прикладів [2]. Повна номенклатура аналізованих в статті реле напруги і їх виробників на сучасному ринку значно ширше зазначених.

**За типом конструктивного виконання** розрізняють:

- реле модульної конструкції для стаціонарного монтажу на DIN-рейку у розподільному щиті
- стаціонарного виконання для монтажу у підрозетники, чи реле, що виконане у вигляді розетки;
- у вигляді адаптера для розетки або вбудовані у подовжувач;
- вбудовані в електропобутові прилади.

Перший тип реле (рис. 1), що встановлюється в розподільну шафу або щит на DIN рейку – це більш функціональний пристрій, що дозволяє захистити від перепадів напруги квартиру або приватний будинок. У приладі можуть бути й додаткові налаштування або опції, або кілька режимів експлуатації, що будуть описані нижче в статті.



Рис. 1. Зовнішній вигляд однофазних реле контролю напруги, що встановлюються на DIN-рейку: а) PH-111H [14] (Реле і автоматика, Росія); б) HRN-33 [8] (ETI, Словенія); в) Easy9 [3] (Schneider Electric, Франція); г) SVP-912 [17] (Sinotimer, Китай); р) EU102 [4] (Hager, Германія); д) VPD1-60 [18] (Tomzn, Китай)

Як видно, реле, що монтується на DIN-рейку можуть мати світлодіодну індикацію станів (рис. 1 б, в, д):

- світіння червоного світлодіода свідчить про неприпустиме відхилення напруги у живильному колі і відключення навантаження;
- світіння зеленого світлодіода свідчить про те, що напруга мережі живлення знаходиться в нормі і вона подана через реле на навантаження.

В однофазних реле контролю напруги для сигналізації стану реле найчастіше використовуються цифрові трьох розрядні семи сегментні індикатори (рис. 1, а, г), на які виводяться значення поточної напруги (се-

редньоквадратичне значення) в мережі живлення і стану реле, а при налаштуванні реле – поточні порого спрацьовування і тимчасова затримка повторного включення. При відліку часу затримки для повторного включення реле напруги на його дисплей також виводиться час, що залишився до включення реле.

Також деякі виробники, наприклад Hager (рис. 1, г) встановлюють у свої реле рідкокристалічні дисплеї. Такі рішення дозволяють розширити об'єм інформації доступної для виводу користувачу.

Конструктивно стаціонарні реле, що монтуються на DIN-рейку виконані у модульних корпусах шириною 3TE (1TE  $\approx$  17,6-17,8 мм), що не підтримують горіння, з механічно міцної і термостійкої пластмаси. Але на даний час зустрічаються виробники, що пропонують реле напруги у корпусах шириною 2TE або, навіть, 1TE (рис. 1, б). Ступінь захисту реле – IP20. Номінальна напруга реле – 220/230 В (середньоквадратичне значення) [1, 2]. Можуть зустрічатися і стаціонарні виконання реле, що встановлюються в підрозетники або у вигляді розеток (рис. 2, а, б)

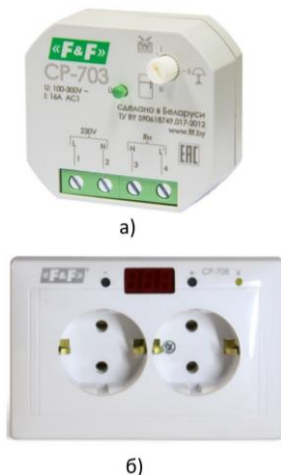


Рис. 2. Зовнішній вигляд стаціонарних однофазних реле контролю напруги, що являють собою розетки або встановлюються у підрозетник: а) CP-703 [5] (Евроавтоматика F&F, Білорусь); б) CP-708 [5] (Евроавтоматика F&F, Білорусь)

Мобільні (переносні) реле, що випускаються у вигляді розеткових мережевих адаптерів (рис. 3), підключаються безпосередньо в розетку. Навантаження, що захищається такими реле від неприпустимих відхилень напруги підключається до вбудованої в реле розетки. Вилка таких реле може бути вбудованою в реле (рис. 2, а-г) або винесеною на живильному шнурі (рис. 2, д). Мобільні реле можуть випускатися із заземлюючим (РЕ) контактом (рис. 3, а-в) – для використання в мережах TN-S і без нього – для використання в мережах TN-C [2].

Ступінь захисту мобільних (переносних) реле – IP20.

Мережеві подовжувачі з вбудованими реле напруги (рис. 4) здійснюють безпосередню захист від неприпустимих відхилень напруги побутових приладів, підключених до такого подовжувача. Число розеток (гнізд) в таких подовжувачах від 2 до 6.

Такі подовжувачі випускаються трипровідними - з

РЕ-провідником [2].



Рис. 3. Зовнішній вигляд мобільних однофазних реле контролю напруги, що являють собою адаптер для розетки: а) SR1 [6] (DS Electronics, Україна); б) PH-122 [12] (Novatek Electro, Україна); в) VP-10AS [11] (DigiTop, Україна); г) CP-700 [5] (Евроавтоматика F&F, Білорусь); е) VR10 [13] (Аско, Україна); д) ARM VR-16A [15] (Pulse Automatics, Україна)



Рис. 4. Зовнішній вигляд мобільних однофазних реле контролю напруги, що являють собою подовжувач: а) R616 [6] (DS Electronics, Україна); б) PH-16/Y6 [9] (УкрРеле, Україна)

**За номінальною потужністю (струмом) реле.** Номінальні потужності стаціонарних реле напруги, як правило, складають (категорія застосування АС-1): 3,5; 4,4; 5,5; 7,0; 8,8; 11,0; 13,8 кВА, що при номінальній напрузі 220 В відповідає номінальним струмам реле 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 А [2], що є у стандартній модельній номенклатурі більшості виробників реле контролю напруги. Також зустрічаються окремі виробники, які додатково випускають реле напруги, розраховані на струми 5, 8, 10 А.

При виборі реле слід пам'ятати, що категорії застосування реле АС-1 відповідає комутація неіндуктивних або слабоіндуктивних навантажень з граничним коефіцієнтом потужності –  $\cos\phi = 0,8$ , тому активна потужність реле (кВт) становить 80% повної його

потужності (кВА).

Зазначеним номінальним потужностям реле повинні відповідати максимальні потужності навантаження комутованого за допомогою реле контролю напруги. Якщо максимальна потужність навантаження перевищує номінальну комутовану потужність реле, таке навантаження слід підключати через контактори (магнітні пускачі).

Номінальні потужності і струми вбудованих реле визначаються відповідно потужностями і струмами електрообладнання (електропобутові прилади, стабілізатори напруги) в які вони вбудовані [2].

Мобільні реле напруги, як правило, випускаються на номінальні потужності (категорія застосування АС-1): 2,2 і 3,5 кВА, що при номінальній напрузі 220 В відповідає номінальним струмам 10 і 16 А. Рідше зустрічаються мобільні реле на струми 6 А, потужністю 1,3 кВА.

Мережеві подовжувачі із вбудованими реле більшістю виробників випускаються на потужність 3,5 кВА, при номінальній напрузі 220 В, що відповідає номінальному струму 16 А.

**За наявністю регулювання параметрів.** Реле контролю напруги для захисту побутових споживачів можуть мати фіксовані налаштування параметрів, виконаних на заводі виробника, виходячи із міркувань допустимих перенапруг та недостатніх напруг, а також часу затримки на відключення споживача від мережі живлення при виникненні аварійного режиму. При цьому деякі виробники, як наприклад Меандр [7] керуються логікою роботи своїх реле, яка може бути описана у паспорті реле і представлена у вигляді діаграм чи осцилограм (рис. 5). А деякі виробники не надають даних про логіку роботи реле. Найбільш поширена послідовність роботи реле з фіксованими параметрами спрацьовування в аварійній ситуації може бути описана наступним чином: після подачі напруги живлення пристрій витримує час готовності 5-6 секунд при цьому індикація не працює, потім зелений індикатор починає блимати вказуючи на відлік витримки часу автоматичного повторного включення (АПВ); якщо напруга знаходиться в допустимих межах, навантаження підключається до мережі напруги живлення і загоряється зелений індикатор. Можливо прискорене включення навантаження вручну шляхом натискання кнопки «вкл» на лицьовій панелі. Після аварійного відключення, включення реле відбувається автоматично при відновленні напруги до нормального рівня, в залежності від встановленої виробником чи користувачем витримки часу або без витримки.

При появі в мережі дугового струму, спалахує червоний світлодіод і реле відключає навантаження.

При спробі ручного включення в аварійному режимі пристрій не дозволить включити живлення навантаження.

У робочому режимі пристрій контролює напругу мережі живлення.

Також реле контролю напруги для захисту побутових споживачів можуть мати можливість регулювання параметрів, як порогів по мінімальній та максимальній напругах, так і час автоматичного повторного

включення (АПВ). А деякі зразки можуть мати регулювання часу затримки на відключення навантаження в аварійних режимах. Робота таких реле може бути описана наступним чином: при подачі живлення, якщо встановлена затримка спрацьовування і напруга мережі знаходиться в діапазоні між встановленими верхнім і нижнім порогами, вбудоване виконавче реле включиться після закінчення відліку часу затримки  $t$  (рис. 6). При цьому контакти реле замикаються і включається індикатор «Вихід». Якщо напруга мережі відхилилася від встановлених значень, виконавче реле вимикається після закінчення відліку часу затримки спрацьовування. Коли контрольована напруга повертається в норму, реле вмикається після закінчення затримки спрацьовування [2].

У реле із наявністю регулювань параметрів напруги спрацьовування, а також часу затримки на відключення та АПВ, регулювання може здійснюватись як ступінчасто: режим I, II, III (рис. 2а), так і плавно чи дискретно із заданим кроком. На рис. 7 представлені реле виробника Меандр [7], при цьому можна зазначити, що на рис. 7а реле із фіксованими порогамі спрацьовування по напрузі і фіксованим часом АПВ. Пристрій має тільки світлодіодну індикацію стану. На рис. 7б показане реле із регульованими порогамі спрацьовування по напрузі і фіксованим часом АПВ. Пристрій має тільки світлодіодну індикацію стану.

На рис. 7, в показане реле із регульованими порогамі спрацьовування по напрузі, а також регульованим часом АПВ. Пристрій має світлодіодну індикацію стану, а також три розрядний семисегментний індикатор, що відображає поточне значення напруги у мережі живлення.

Затримка АПВ реле напруги після нормалізації напруги в мережі живлення необхідна для виключення частих повторних включень навантажень при короткочасних неприпустимих стрибках напруги в мережі живлення, які призводять до відключення реле, що тягне за собою скорочення ресурсу роботи таких навантажень і може призвести до виходу їх з ладу (холодильники та ін.).

Тимчасова затримка повторного включення в реле напруги з фіксованою часовою затримкою у різних виробників складає, як правило, від 10 секунд до 6 хвилин.

Діапазон регулювання тимчасової затримки повторного включення в реле напруги різних виробників може відрізнятися. На основі паспортних даних реле можна сказати, що діапазон регулювання часу АПВ може починатись від 0,1-0,3 секунд і закінчуватись значенням 999 секунд.



Рис. 5. Діаграма роботи реле з фіксованими параметрами



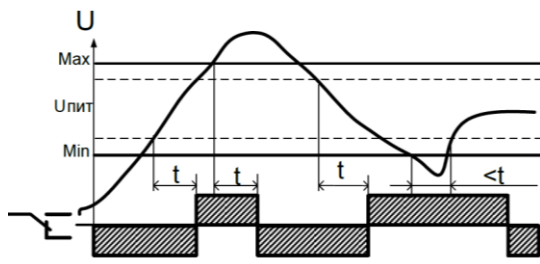


Рис. 6. Діаграма роботи реле з регульованими параметрами

**За порогами спрацьовування по напрузі [2].** Як вже було зазначено вище розрізняють реле напруги з фіксованими і регульованими порогами спрацьовування по максимальній і мінімальній напрузі.

Реле напруги з фіксованими порогами спрацьовування по напрузі, як правило, аналогові. Головним елементом схеми порівняння такого реле є аналоговий компаратор – пристрій, призначений для порівняння двох сигналів. Найпростіша схема компаратора може бути побудована на операційному підсилювачі без зворотного зв'язку. На один із входів операційного підсилювача подається відома опорна напруга, на інший – порівнюваний аналоговий сигнал, наприклад сигнал з датчика. Характерним для таких реле є незначна відмінність зазначених порогів і їх розкид від 2 до 3% у різних виробників [2].

Реле напруги з регульованими порогами можуть бути як аналогові, так і цифрові. Цифрові реле є найбільш поширеними. У них як правило у якості керуючої ланки використовуються мікроконтролери, наприклад PIC12F для УЗМ-51М (рис. 7б), а там де необхідні додаткові функції такі як індикація, вольтметр тощо, можуть застосовуватись STM8S00 для F&F CP-721 [5], або STM32F03 для Zubr D2-63 [6].

Діапазон регулювання мінімального порогу спрацьовування в таких реле може знаходитись в межах 85-215 В, максимального – 210-310 В.



Рис. 7. Зовнішній вигляд стаціонарних однофазних реле контролю напруги: а) із фіксованими параметрами спрацьовування, УЗМ-50МД [7] (Меандр, Росія); б) із наявністю регулювань порогів спрацьовування по напрузі УЗМ-51М [7] (Меандр, Росія); в) із наявністю регулювань порогів спрацьовування по напрузі та часу АПВ і трирозрядним індикатором УЗМ-50ЦМ [7] (Меандр, Росія)

**За типом індикації стану реле.** В реле напруги сигналізація стану реле виконується світловою. При необхідності у деяких виробників передбачена можливість додавання і звукової сигналізації.

Світлова сигналізація реалізується за допомогою світлодіодів або цифрових дисплеїв (світлодіодних

або рідкокристалічних).

Прикладами конструкцій реле зі світлодіодною сигналізацією можуть служити реле на рис. 1б, в, д та рис. 7. У таких реле як правило застосовується кілька світлодіодів, які сигналізують про нормальну напругу у мережі і вклучене реле, про спрацьовування реле внаслідок неприпустимого зниження або підвищення напруги, про відлік витримки часу АПВ реле.

У цифрових реле для сигналізації стану реле найбільш часто використовуються трирозрядні семисегментні індикатори, на які виводяться значення поточної напруги (середньоквадратичне значення) в мережі живлення і стану реле, а при налаштуванні реле – поточні пороги спрацьовування і тимчасова затримка повторного вклучення. При відліку реле напруги часу затримки для повторного його вклучення на його дисплеї також виводиться час, що залишився до вклучення реле. Деякі виробники можуть додатково доповнювати цифрові реле світлодіодними індикаторами стану (рис. 7в)

У сегменті більш дорогих реле можуть зустрічатися реле із рідкокристалічними дисплеями (рис. 1г). Такі дисплеї є більш інформативними на відміну від трирозрядних семисегментних індикаторів.

**За наявністю вбудованого захисту самого реле.** В окремих серіях реле напруги деякими виробниками (наприклад, реле ZUBR з індексом «t»; Меандр – деякі моделі реле; Евроавтоматика F&F) передбачається захист внутрішнього обладнання реле від перегріву, імпульсної перенапруги і внутрішнього короткого замикання. Причому деякі моделі реле можуть поєднувати в собі декілька видів внутрішнього захисту, наприклад, захист від імпульсної перенапруги та внутрішнього короткого замикання.

Причинами внутрішнього перегріву в реле можуть служити ослаблені під'єднання зовнішніх провідників, а також підключення через реле потужності, що перевищує встановлену допустиму потужність реле, що спричинить за собою вихід реле з ладу. При наявності захисту від внутрішнього перегріву крім поточної напруги реле контролює і свою внутрішню температуру (при її збільшенні до 80 °С відбувається аварійне відключення навантаження, індикатор спрацьовування реле буде сигналізувати про внутрішній перегрів. Розблокування пристрою стане можливим при зниженні температури нижче 60 °С [2].

Для захисту внутрішньої електроніки від імпульсних перенапруг окремі виробники реле реалізують відповідний варисторний захист. Причому, якщо реле призначено для додаткового захисту споживача від імпульсних перенапруг, то можуть використовуватися одночасно два варистори різні за параметрами: один для захисту споживача, другий – електронної схеми реле напруги.

Для захисту реле напруги від внутрішніх коротких замикань рядом виробників реле передбачається встановлення самовідновлюваних запобіжників у колах живлення електронних схем реле або інших схематичних рішень, що дозволяють вчасно відключити живлення реле при появі внутрішнього короткого замикання.

**За наявністю додаткових функцій.** Деякими виробниками в конструкціях реле можуть передбачатися додаткові технічні рішення для реле контролю напруги, що розширюють функціональні можливості реле. Як правило, такими функціями наділяються реле напруги побудовані на базі мікроконтролерів.

До таких функцій можна віднести контроль струму і потужності у мережі, що захищається. Такі прилади фактично поєднують в собі функції двох приладів – реле напруги і обмежувача потужності.

Прикладом такого рішення можуть служити реле серії PH-14M на рис. 8б. В такому реле поріг спрацьовування по струму виконується регульованим з дискретністю 0,1 А. Час спрацьовування струмового захисту фіксований.

При необхідності функція захисту по струму може бути відключена.

Як додаткова функція реле контролю напруги, поряд із вищевказаними функціями, в конструкціях реле передбачається встановлення варисторного захисту від імпульсних перенапруг (рис. 7,а; 8,б).

Низкою виробників в конструкціях реле напруги завбачується функція пам'яті (рис. 8,в-д) останнього спрацьовування реле (напруга останнього спрацьовування зберігається в пам'яті реле і її можна переглянути на цифровому індикаторі при натисканні відповідної клавіші або комбінації клавіш). Також деякі виробники свої багатофункціональні моделі реле наділяють функціями перегляду статистики роботи реле.

Деякі виробники виготовляють багатофункціональні моделі, приклади яких представлені на рис. 8.



Рис. 8. Зовнішній вигляд однофазних багатофункціональних реле контролю напруги, що встановлюються на DIN-рейку: а) PH-260T [11] (Новатек Електро, Україна); б) PH-14M [14] (Реле і автоматика, Росія); в) DDS238-VAP [18] (Tomzn, Китай); г) MF-63 [6] (DS Electronics, Україна); ґ) MP-63 [11] (DigiTop, Україна); д) SD16W Wi-Fi [10] (Tesla, Україна)

Такі реле можуть мати додаткові функції окрім вищезазначених такі як: контроль потужності; індикація активної, реактивної, повної потужності, струму; внутрішній термозахист реле; внутрішній захист від імпульсних перенапруг; захист схеми реле від внутрішнього короткого замикання; годинник реального часу із вбудованим таймером для включен-

ня/відключення навантаження по графіку; віддалене керування (Wi-Fi); вбудований лічильник спожитої електроенергії тощо.

**За видом комутаційного елемента.** Розрізняють реле напруги з контактним або безконтактним виходами.

В реле напруги з контактним виходом комутуючим елементом є контакт моностабільного (рис 9, а, б, г) або бістабільного (рис. 9,в) електромагнітного реле. Число контактів такого реле один або два.

Електромагнітне реле з одним контактом комутує тільки фазний провідник, а реле з двома контактами комутує фазний і нейтральний провідники [2].

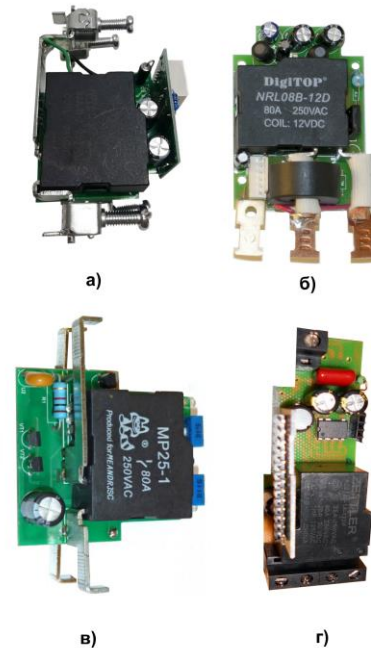


Рис. 9. Зовнішній вигляд комутаційних елементів однофазних реле контролю напруги, що встановлюються на DIN-рейку: а) D2-63 [6] (DS Electronics, Україна); б) VA-63 [11] (DigiTop, Україна); в) U3M-51M [7] (Меандр, Росія); г) CP-721-1 [5] (Евроавтоматика F&F, Білорусь)

Реле контролю напруги з безконтактним виходом зустрічаються відносно рідко. В якості комутуючого елемента таких реле, як правило, застосовуються симістори.

### Висновки.

1. Проведена класифікація реле напруги для захисту побутових однофазних споживачів електричної енергії від неприпустимих відхилень напруги в мережі живлення за основними ознаками.

2. На основі даних виробників реле напруги проведено систематизацію інформації щодо конструктивних, технічних і функціональних особливостей таких реле, а також продемонстровано сучасний стан і рівень технічного розвитку цих реле.

3. На підставі проведеної класифікації також можна зробити висновок, що вище розглянуті однофазні реле контролю напруги побутових споживачів розвиваються у напрямку розширення функціоналу пристрою і в майбутньому можна очікувати появу ще більшої кількості моделей багатофункціональних реле

## Список літератури

1. Чепелюк А.А. О влиянии технического состояния внутридомовых распределительных сетей на электробезопасность бытовых однофазных потребителей электрической энергии / А.А. Чепелюк, А.Л. Хлобыстин // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Проблемы усовершенствования электрических машин и аппаратов. Теория и практика. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2011. – № 60. – С. 46-53.
2. Чепелюк А.А. К вопросу классификации реле напряжения для защиты бытовых однофазных потребителей от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети // Вісник Національного технічного університету "ХПИ". Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – 2014. – № 41. – С. 25-36.
3. <https://www.se.com/ww/en/product/EZ9C1240/voltage-relay-40a-1p%2Bns--over-voltage---undervoltage-relay---automatic-reclosing/>
4. <https://www.hager.ua/produkcija/rozpodil-elektroenergi/modulni-aparati/lichilniki-ta-vimiryuvalni-pristro/rele-kontrolyu-yakosti-merezhi/eu100/7697.htm>
5. <https://fif.by/catalog/cp-721-1>
6. <https://ds-electronics.com.ua/ua/rele/d2-63/>
7. <https://www.meandr.ru>
8. <https://www.eti.ua/levels-2?view=search&levelid=336%20/%20https://www.eti.ua/levels-2?view=search&levelid=172>
9. <https://www.ukrrele.com/devices-protection-extension.htm>
10. <https://www.tessla.com.ua/Пеле-напряжения-с19482425>
11. <https://digitop.ua>
12. <https://novatek-electro.com.ua/product-category/odnofazni-rele-napруги.html>
13. [https://www.acko.ua/e-store/xml\\_catalog/](https://www.acko.ua/e-store/xml_catalog/)
14. <https://rele.ru/catalog/rele-kontrolya-i-zashchityi.-rele-ukazatelnyie/rele-napryazheniya.html?page=2>
15. <https://pulseautomatrics.com/rele-napryazheniya-pulse-arm-11-63a.html>
16. <https://www.amazon.co.uk/SINOTIMER-Adjustable-Auto-recovery-Protector-Protective-Color-White/dp/B07WRCB1FQ>
17. <https://sinotimer.aliexpress.ru/store/3368049>
18. [https://aliexpress.ru/item/33048687678.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.18495462DmKIIY&algo\\_pvid=59c32fef-4d5e-4dca-bd00-9c2d43abdf1b&algo\\_expvid=59c32fef-4d5e-4dca-bd00-9c2d43abdf1b-0&btsid=0b8b15d416025363253061207e9c3b&ws\\_ab\\_test=searchweb0\\_0,searchweb201602\\_,searchweb201603\\_](https://aliexpress.ru/item/33048687678.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.18495462DmKIIY&algo_pvid=59c32fef-4d5e-4dca-bd00-9c2d43abdf1b&algo_expvid=59c32fef-4d5e-4dca-bd00-9c2d43abdf1b-0&btsid=0b8b15d416025363253061207e9c3b&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_)
1. Chepeliuk A.A. O vlyanii tekhnicheskogo sostoianiya vnutrydomovikh raspredelytelnykh setey na elektrobezopasnost bitovikh odnofaznykh potrebytelej elektrycheskoi enerhyy. A. A. Chepeliuk, A. L. Khlobystyn. *Vestnyk Nats. tekhn. un-ta "KhPI": sb. nauch. tr. Temat. vip.: Problemi usovershenstvovaniya elektrycheskykh mashyn i apparatov. Teoryia y praktyka.* – Kharkov: NTU "KhPI". 2011. no 60. pp. 46-53.
2. Chepeliuk A.A. K voprosu klassyfykatsii rele napriazheniya dlia zashchity bitovikh odnofaznykh potrebytelei ot nedopustymykh otkloneniy napriazheniya v pytaiushchej sety. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "KhPI". Serii: Problemy udoskonalennia elektrychnykh mashyn i aparativ. Teoriia i praktyka.* – 2014. – no 41. - pp. 25-36.
3. <https://www.se.com/ww/en/product/EZ9C1240/voltage-relay-40a-1p%2Bns--over-voltage---undervoltage-relay---automatic-reclosing/>
4. <https://www.hager.ua/produkcija/rozpodil-elektroenergi/modulni-aparati/lichilniki-ta-vimiryuvalni-pristro/rele-kontrolyu-yakosti-merezhi/eu100/7697.htm>
5. <https://fif.by/catalog/cp-721-1>
6. <https://ds-electronics.com.ua/ua/rele/d2-63/>
7. <https://www.meandr.ru>
8. <https://www.eti.ua/levels-2?view=search&levelid=336%20/%20https://www.eti.ua/levels-2?view=search&levelid=172>
9. <https://www.ukrrele.com/devices-protection-extension.htm>
10. <https://www.tessla.com.ua/Пеле-напряжения-с19482425>
11. <https://digitop.ua>
12. <https://novatek-electro.com.ua/product-category/odnofazni-rele-napруги.html>
13. [https://www.acko.ua/e-store/xml\\_catalog/](https://www.acko.ua/e-store/xml_catalog/)
14. <https://rele.ru/catalog/rele-kontrolya-i-zashchityi.-rele-ukazatelnyie/rele-napryazheniya.html?page=2>
15. <https://pulseautomatrics.com/rele-napryazheniya-pulse-arm-11-63a.html>
16. <https://www.amazon.co.uk/SINOTIMER-Adjustable-Auto-recovery-Protector-Protective-Color-White/dp/B07WRCB1FQ>
17. <https://sinotimer.aliexpress.ru/store/3368049>
18. [https://aliexpress.ru/item/33048687678.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.18495462DmKIIY&algo\\_pvid=59c32fef-4d5e-4dca-bd00-9c2d43abdf1b&algo\\_expvid=59c32fef-4d5e-4dca-bd00-9c2d43abdf1b-0&btsid=0b8b15d416025363253061207e9c3b&ws\\_ab\\_test=searchweb0\\_0,searchweb201602\\_,searchweb201603\\_](https://aliexpress.ru/item/33048687678.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.18495462DmKIIY&algo_pvid=59c32fef-4d5e-4dca-bd00-9c2d43abdf1b&algo_expvid=59c32fef-4d5e-4dca-bd00-9c2d43abdf1b-0&btsid=0b8b15d416025363253061207e9c3b&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_)

Поступила (received) 30.09.2020

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Зорін Євгеній Юрійович (Зорин Евгений Юрьевич, Zorin Yevhenii Yur'yevich)** – аспірант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра електричних апаратів; тел.: (057) 707-68-64; e-mail: [yevgeny.zorin@gmail.com](mailto:yevgeny.zorin@gmail.com).

**Чепелюк Олександр Олександрович (Чепелюк Александр Александрович, Chepelyuk Oleksandr Oleksandrovych)** – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри електричних апаратів; тел.: (057) 707-68-64; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4522-9821>; e-mail: [chep1@i.ua](mailto:chep1@i.ua).

**Гришук Юрій Степанович (Гришук Юрий Степанович, Hryshchuk Yurii Stepanovych)** – кандидат технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри електричних апаратів; тел.: (057) 707-68-64; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7427-5419>; e-mail: [grischukkpi@ukr.net](mailto:grischukkpi@ukr.net).