

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-128>

**IMPROVING THE DYNAMIC ACCURACY AND SPEED
OF A TASK-BASED TRANSIENT PROCESS USING
A TWO-PASS INPUT**

**ПОЛІПШЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ ТОЧНОСТІ ТА ШВИДКОДІЇ
ПЕРЕХІДНОГО ПРОЦЕСУ ЗА ЗАВДАННЯМ
ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВХІДНОГО ВПЛИВУ
З ДВОХ СХОДИНОК**

Isaiev A.B.,
*Senior Teacher,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Ісаєв А.Б.,
*старший викладач,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Раніше у роботі [1] був розглянутий такий вхідний вплив, який складається з двох однакових сходинок. Результати досліджень показали, що при спеціальній послідовності подачі сходинок вхідного впливу можливо помітно покращити динамічну точність перехідного процесу. Згодом з'явилася ідея як ще більше покращити динамічну точність.

Для досліджень, як і в роботі [1] використовувалась лінійна система регулювання, яка складається із статичного об'єкта керування із запізненням та пропорційно-інтегрального регулятора. Особливістю такої лінійної системи є те, що відносні показники коливально перехідного процесу залежать тільки від параметрів об'єкта керування та регулятора і не залежать від амплітуди вхідного впливу. Це є важливим для подальших розрахунків. Ми розглянемо такі показники як відносне динамічне перерегулювання та коефіцієнт перерегулювання.

Відносне динамічне перерегулювання можна визначити по графіку тестового перехідного процесу як відношення абсолютного перерегулювання до заданого значення. Його значення однакове, незалежно від величини вхідного стрибка і є відносним і безрозмірним. Позначимо його як R_d .

Коефіцієнт перерегулювання. Можна визначити по графіку тестового перехідного процесу як відношення амплітуди наступної півхвилі коливань до амплітуди поточної півхвилі коливань. Його значення однакове, незалежно від величини вхідного стрибка і є відносним і безрозмірним. Позначимо його як δ .

Ідея розглянута в [1] полягала в тому, що дві половини вхідного впливу подавалися із зсувом у часі, так щоб коливання відбувалися у протилежних фазах і гасили одне одного. Але амплітуди вхідних впливів

були однакові. Тому другий максимум результуючого перехідного процесу був більшим за перший максимум рисунок 1б.

Для покращення пропонується використати вхідні впливи різних амплітуд. Співвідношення повинно бути таким, щоб амплітуда другої півхвилі коливань від першого вхідного впливу дорівнювала амплітуді першої півхвилі коливань від другого вхідного впливу. Тоді усі наступні коливання повинні згаснути і ми отримаємо перехідний процес схожий на аперіодичний. Відповідно очікується, що він буде більш швидким. В результаті розрахунків була винайдена аналітична формула для цього співвідношення:

$$K_{\text{швид}} = \frac{1}{1 + \delta}$$

Графік прикладу результатів моделювання з використанням $K_{\text{швид}}$ показаний на рисунку 1в. На ньому ми бачимо, що процес аперіодичний і дуже швидко закінчується. У цьому перехідному процесі ми зменшили другу і наступні півхвилі, але амплітуда першої півхвилі навіть зросла порівняно з графіком рисунок 1б. Тобто динамічна точність погіршилась.

Для подальшого покращення точності пропонується підібрати таке співвідношення між амплітудами вхідних впливів, щоб порівняно з результатами наведеними на рисунку 1б одночасно зменшувалась амплітуда другого максимуму та збільшувалась амплітуда першого максимуму і вони стали однаковими. В результаті розрахунків була винайдена аналітична формула для цього співвідношення:

$$K_{\text{точн}} = \frac{1 + R_d}{1 + R_d(2 + \delta)}$$

Графік прикладу результатів моделювання з використанням $K_{\text{точн}}$ показаний на рисунку 1г. На ньому ми бачимо, що амплітуди першого і другого максимумів є однаковими і є найменшими.

Загалом було проведено моделювання в Excel та Simulink, які показали однакові результати. Для порівняння були розглянуті чотири варіанти перехідних процесів:

- а) один вхідний вплив;
- б) два вхідних впливи із зсувом у часі на половину періоду коливань і половиною амплітуди порівняно з а);
- в) два вхідних впливи із зсувом у часі на половину періоду коливань і загальною амплітудою як в а) та співвідношенням $K_{\text{швид}}$;
- г) два вхідних впливи із зсувом у часі на половину періоду коливань і загальною амплітудою як в а) та співвідношенням $K_{\text{точн}}$.

Приклади графіків результатів моделювання показані на рисунку 1. Приклади результатів розрахунків показників якості наведені у таблиці 1.

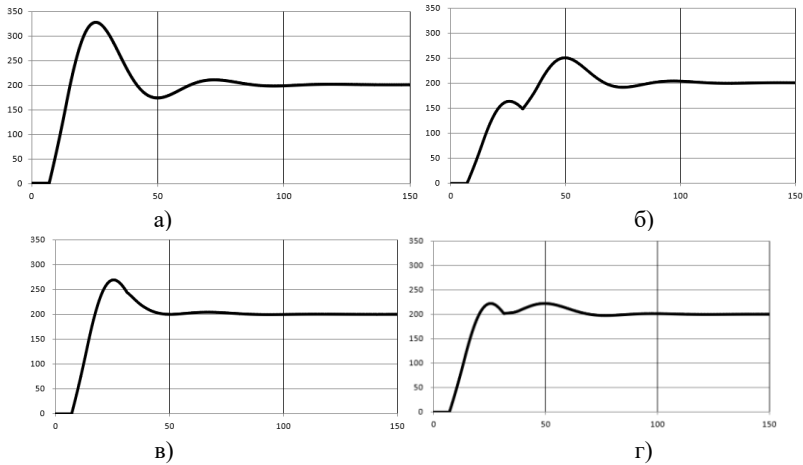


Рис. 1. Графіки результатів моделювання

Таблиця 1

Результати розрахунків показників якості

№	Варіант перехідного процесу	Абсолютне перерегулювання	Час регулювання по рівню 1% від заданого значення	Інтегральний показник якості
1	а)	126,59	101,15	598743
2	б)	49,81	105,00	563651
3	в)	69,22	78,05	467541
4	г)	22,15	80,50	456072

Таким чином ми підтвердили можливість подальшого покращення точності та швидкодії перехідного процесу за завданням за рахунок використання вхідного впливу з двох сходинок відповідного співвідношення.

Перелік використаних джерел

1. Ісаєв А.Б., Мірошніченко В.І., Койфман О.О., Сімкін О.І. Застосування двосхідчастого вхідного впливу для зменшення динамічного відхилення перехідного процесу за завданням у системах автоматизованого управління. *Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки*, (48), 92–103. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.48.2024.310687>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-129>

**SMART GRID AS A DIRECTION TO IMPROVE THE STABILITY
OF THE ELECTRIC POWER SYSTEMS IN UKRAINE****SMART GRID ЯК НАПРЯМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
СТАБІЛЬНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ
В УКРАЇНІ**

Kinshakov V.Yu.,

*Student (group 141-23-1n),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кіншаков В.Ю.,

*студент гр. 141-23-1n,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Rukhlov A.V.,

*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC “Technical
university “Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Рухлов А.В.,

*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Електроенергетика України переживає складні часи: пошкодження або знищення внаслідок військових дій і без того застарілого обладнання, підвищення собівартості вироблення електроенергії, недостатньо розвинуті автоматизовані системи обліку електроенергії, низька гнучкість систем керування, яка заважає інтеграції локальних (розподілених) джерел енергії, слабкий рівень автоматизації та цифровізації розподільчих мереж. Усе це за умови інтеграції в енергосистему ЄС вимагає модернізації з використанням сучасних інтелектуальних мереж. Такі мережі повинні забезпечити високу