

**ІНСТИТУТ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ  
ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ ЗАЙНЯТОСТІ УКРАЇНИ**

**ХЛАПОНІН Дмитро Юрійович**



УДК 351; 004.75; 004.9

**МЕХАНІЗМИ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ СТВОРЕННЯМ ТА  
ФУНКЦІОНУВАННЯМ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ**

Спеціальність 25.00.02 – механізми державного управління

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата наук з державного управління

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті підготовки кадрів державної служби зайнятості України

Науковий керівник – доктор наук з державного управління, доцент  
**ВОРОНА Петро Васильович**,  
Інститут підготовки кадрів Державної служби  
зайнятості Міністерства соціальної політики  
України (м. Київ),  
перший проректор

Офіційні опоненти: доктор наук з державного управління, професор,  
заслужений діяч науки і техніки України  
**СЕМЕНЧЕНКО Андрій Іванович**,  
Національна академія державного управління  
при Президентові України (м. Київ),  
директор Інституту вищих керівних кадрів

кандидат наук з державного управління, доцент  
**ПЕТРИК Валентин Михайлович**,  
Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації  
Національного технічного університету України «КПІ  
імені Ігоря Сікорського» (м. Київ),  
доцент спеціальної кафедри № 2.

Захист відбудеться “ 03 ” квітня 2019 року о 15-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.891.02 Інституту підготовки кадрів Державної служби зайнятості України за адресою: 03038, м. Київ, вул. Нововокзальна, 17, ауд. 201.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту підготовки кадрів Державної служби зайнятості України за адресою: (03038, м. Київ, вул. Нововокзальна, 17).

Автореферат розісланий “28 “ лютого 2019 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



Я. В. Мельник

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** В світі впродовж останніх років спостерігається широке застосування «кіберфізичних систем» (КФС), що зумовлено вимогами часу та розвитком науково-технічного прогресу. Динамічне застосування КФС відбувається у галузях як матеріального виробництва (smart manufacturing), машинобудуванні, сільському господарстві, електроенергетиці (smart grid), будівництві, так, особливо і в галузях соціальної інфраструктури: медицині, освіті, туризмі тощо. Водночас в Україні відповідно до Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки і плану заходів щодо її реалізації закладаються основи цифрової економіки, важливою складовою якої є КФС, що потребує регулятивного втручання держави.

Забезпечення ефективної державної політики в галузі створення та функціонування КФС в Україні вимагає детального вивчення сучасного стану та аналізу тенденцій розвитку КФС, їх видів у світі в різних галузях економіки, особливостей механізмів державного управління ними у провідних країнах світу та особливо у ЄС, удосконалення нормативно-правового забезпечення щодо КФС в Україні, прийняття вітчизняних і міжнародних стандартів як національних щодо різних вимог та технічних характеристик, необхідних для функціонування КФС, проведення сертифікації їх функціональної сумісності, забезпечення умов для професійного навчання кваліфікованих кадрів та підвищення їх кваліфікації для керування КФС. Вирішення згаданих завдань залежить від своєчасності прийняття та якості управлінських рішень із застосуванням принципів інноваційної політики суб'єктами владних повноважень та органами місцевого самоврядування, наділення органів влади новими повноваженнями у сфері регулювання створення та функціонування КФС, сертифікації, проведення перевірок дотримання сертифікаційних вимог, стандартів та в разі потреби застосування відповідальності згідно із законодавством.

Дослідження проблем впливу державного управління на створення комплексної системи безпеки КФС здійснювали вітчизняні науковці: В. Дудикевич, Г. Микитин, Т. Крет, А. Ребець, А. Мельник, І. Яненкова, Д. Олійник. Перспективам, напрямам і механізмам розвитку смарт-промисловості в добу цифрової економіки в Україні присвячені праці В. Вишневського, О. Вієцької, О. Гаркушенко, С. Князева, О. Лях, В. Чекіної, Д. Череватського.

Теоретичні засади щодо механізмів державного управління досліджували вітчизняні науковці К. Ващенко, Р. Войтович, П. Ворона, О. Валевський, І. Гасюк, В. Рижих, К. Дубич, Г. Дмитренко, Н. Діденко, М. Лахижа, Я. Мельник, Л. Новак-Каляєва, А. Рачинський, А. Семенченко, В. Петрик та інші. Але аналіз актуальних наукових праць та публікацій фахівців у сфері КФС дозволяє зробити висновок про певний вакуум досліджень, присвячених вивченню правових, організаційних, інституційних механізмів державного управління КФС. Існують лише наукові дослідження та публікації щодо КФС з технічних наук.

Аналіз наукових праць засвідчив необхідність подальшого дослідження механізмів державного управління створенням та функціонуванням КФС для забезпечення цифрової трансформації і динамічного цифрового розвитку економіки, що прискорює соціально-економічний розвиток України. А наукові дослідження й

розробки з обраної теми дисертації відповідають новим викликам цифрової економіки та відкривають перспективні напрями досліджень у галузі КФС для впровадження їх результатів у практику державного управління.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до тематики досліджень Інституту підготовки кадрів державної служби зайнятості України у рамках науково-дослідної роботи «Управління інноваційно-інвестиційним розвитком регіону в умовах децентралізації та регіональної демократії» (ДР №018U005266), Державного університету телекомунікацій Міністерства освіти і науки України в межах науково-дослідної роботи «Обґрунтування пріоритетних цілей підвищення ефективності системи публічного управління в Україні та механізми їх досягнення» (ДР №0117U003938), Державного підприємства «Науковий центр точного машинобудування» Державного космічного агентства України в рамках дослідно-конструкторської роботи «Прозорість» (ДР №0106U009535), у межах яких автором були досліджені конкретні механізми державного управління створенням та функціонуванням КФС у різних галузях економіки; сертифікаційні підходи для забезпечення необхідної надійності та функціональної цілісності КФС; професійне навчання фахівців та підвищення їх кваліфікації для забезпечення належного управління КФС у різних галузях економіки.

**Мета та завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є теоретичне обґрунтування механізмів державного управління створенням і функціонуванням КФС у цифровій економіці та розробка конкретних пропозицій для органів державної влади і місцевого самоврядування щодо їх удосконалення.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

- обґрунтувати науково-методичні засади створення та функціонування КФС у цифровій економіці як об'єкту державного управління;
- здійснити аналіз державного управління та нормативно-правового регулювання створення і функціонування КФС в Україні та зарубіжних країнах, визначити можливості застосування зарубіжного досвіду;
- запропонувати на основі застосування кращого міжнародного досвіду законодавче закріплення процедури створення кіберфізичних систем;
- удосконалити понятійно-категорійний апарат, зокрема поняття «кіберфізична система», «оператор кіберфізичних систем», «архітектура кіберфізичних систем»;
- запропонувати механізми державної підтримки інноваційного розвитку КФС;
- розробити концептуальні засади та практичні рекомендації для органів державної влади і місцевого самоврядування щодо державного управління створенням та функціонуванням КФС в Україні;
- розробити механізми сертифікації КФС як необхідну умову їх безпечного, безперебійного функціонування;
- запропонувати зміни до законодавства щодо професійного навчання та підвищення кваліфікації кадрів у сфері управління КФС.

**Об'єктом дослідження** є процеси державного управління в галузі створення та функціонування кіберфізичних систем.

**Предмет дослідження** – формування та розвиток механізмів державного управління створенням та функціонуванням КФС в Україні відповідно до Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки і плану заходів щодо її реалізації.

**Методи дослідження.** Теоретичну та методологічну основу дослідження складають праці вітчизняних і зарубіжних учених, які охоплюють широкий спектр питань щодо створення та функціонування КФС в різних галузях економіки, стандартів, сертифікації КФС, захисту конфіденційної інформації та персональних даних у КФС, проблеми функціональної сумісності КФС та комплекс організаційних, технічних, правових заходів із попередження та усунення наслідків кібератак на КФС.

Для досягнення поставленої мети в роботі застосовано сукупність загальнонаукових і спеціальних методів: аналізу, синтезу, узагальнення, абстрактно-логічний метод (для визначення сутності та співвідношення основних теоретичних понять і категорій), системний підхід (для визначення умов та напрямів удосконалення механізмів державного управління створенням і функціонуванням КФС як складової цифрової економіки України), порівняльний метод (для імплементації зарубіжного досвіду в Україні), структурно-функціональний (для визначення структури та функцій центральних органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, оптимізації функцій і повноважень відповідних органів щодо механізмів державного управління створенням та функціонуванням КФС).

Інформаційною й емпіричною базою дослідження є нормативні документи органів державної та регіональної влади, статистичні дані, матеріали, опубліковані в періодичних виданнях і мережі Інтернет.

За допомогою використаних методів дослідження було здійснено комплексний аналіз поставлених завдань та отримано теоретичні і практичні результати, сформульовано висновки та рекомендації.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в обґрунтуванні теоретичних засад механізмів державного управління створенням і функціонуванням КФС у різних галузях економіки відповідно до Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки і плану заходів щодо її реалізації, що дало змогу сформулювати низку концептуальних і прикладних положень, які вирізняються науковою новизною та мають теоретичне і практичне значення, зокрема:

*уперше:*

- запропоновано законодавчо закріпити процедуру створення КФС, яка повинна складатися з таких елементів: визначення галузі функціонування КФС; перевірка на дотримання обов'язкових вимог функціонування КФС, а саме: *функціональна безпека, безпека доступу, цілісність, доступність, стійкість, вимога часу, вимога щодо семантики даних, ідентичність, адаптивність, вимога “життєвий цикл”*; авторська пропозиція щодо закріплення на основі світового досвіду трьох фаз (стадій) створення КФС: *концептуалізації; реалізації; підтвердження;*

- науково обґрунтовані пропозиції щодо змін до Класифікатора професій, зокрема внесення таких професій як, оператор кіберфізичної системи в електроенергетиці;

оператор системи контролю дорожнього руху; оператор кіберфізичної системи в промисловості; оператор геоінформаційної системи в сільському господарстві; оператор медичної телесистеми;

- запропоновано понятійно-категоріальний апарат, який включає поняття: «кіберфізична система», «оператор кіберфізичної системи», «архітектура кіберфізичної системи»;

*удосконалено:*

- законодавче регулювання на об'єктах електроенергетики ринку електричної енергії України механізмів державного управління створенням, функціонуванням КФС та їх відповідності вимогам функціональної безпеки, безпеки доступу до КФС (та кібербезпеки), цілісності, доступності, конфіденційності, адаптивності КФС та іншим вимогам шляхом покладення на Національну комісію, яка здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, додаткових повноважень щодо обов'язкової сертифікації функціональної сумісності відповідних КФС;

*набули подальшого розвитку:*

- пропозиції щодо регулювання законодавчого забезпечення ринку праці України через внесення змін до Закону України «Про зайнятість населення» щодо закріплення можливості проведення навчання фахівців із КФС за замовленням роботодавця – електропостачальника, оператора системи передачі/розподілу електричної енергії або інших учасників ринку електричної енергії, промислових підприємств, сільськогосподарських підприємств й інших установ та організацій, а також стажування осіб, які навчаються у закладах вищої освіти для отримання практичних знань та навичок у сфері управління КФС;

- науково-методичний підхід до створення і функціонування КФС як складової цифрової економіки України та об'єкта державного управління, що дозволило визначити основні проблеми й напрями удосконалення державного управління у цій сфері;

- обґрунтування сукупності механізмів і методів державного управління створенням та функціонуванням КФС, які можуть бути адаптовані в умовах розвитку цифрової економіки України на основі узагальнення національного й міжнародного досвіду;

- напрями активізації державно-приватного партнерства із залученням представників органів влади, бізнесу (промисловості) та провідних науковців щодо забезпечення комплексного підходу при прийнятті управлінських рішень та здійсненні практичної діяльності із створення та функціонування КФС;

- шляхи державної підтримки інноваційного розвитку КФС як комплекс заходів нормативно-правового, інституційного, організаційного характеру, що передбачають: прийняття вітчизняних та міжнародних стандартів як національних у галузі створення та функціонування КФС; кредитування інноваційних проектів із державного або місцевих бюджетів щодо створення КФС у різних галузях економіки;

- правові механізми регулювання інноваційного розвитку цифрової економіки України шляхом розробки та прийняття Закону України «Про цифрову економіку України», в якому одним із розділів має бути Розділ про порядок

створення, функціонування, нормативно-правове забезпечення, державне управління КФС.

**Практичне значення одержаних результатів.** Основні положення і висновки дисертації можуть бути використані для підвищення ефективності державного управління та своєчасності прийняття управлінських рішень із застосуванням принципів інноваційної політики суб'єктами владних повноважень та органами місцевого самоврядування, наділення органів влади новими повноваженнями в галузі державного управління створенням та функціонуванням кіберфізичних систем, сертифікації їх функціональної сумісності, проведення перевірок дотримання сертифікаційних вимог, стандартів та в разі потреби застосування відповідальності згідно із законодавством.

Одержані наукові результати знайшли практичне впровадження у діяльності Київської обласної державної адміністрації (довідка щодо впровадження від 22 лютого 2019 року № 11-18/1219), Державного університету телекомунікацій (Акт впровадження від 15 листопада 2018 р. № 18-10), Київського національного університету будівництва і архітектури (довідка від 15.01.2019 № 14-1.9/28), Державного підприємства «Науковий центр точного машинобудування» Державного космічного агентства України (Акт впровадження від 14 вересня 2018 р. № 14/09), Товариства з обмеженою відповідальністю «Укрспецконсалтинг» (Акт впровадження від 22 вересня 2017 р. № 08/09).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійною науковою працею, містить отримані особисто автором нові результати у сфері державного управління створенням та функціонуванням кіберфізичних систем в Україні.

**Апробація результатів дисертації.** Основні наукові результати дисертаційного дослідження апробовано на таких науково-практичних заходах:

науково-технічній конференції КНУ імені Тараса Шевченка “Інформаційна безпека України” (12-13 березня 2015 р., м. Київ), науково-технічній конференції КНУ імені Тараса Шевченка “Інформаційна безпека України” (21-22 квітня 2016 р., м. Київ), науково-технічній конференції КНУ імені Тараса Шевченка “Інформаційна безпека України” (19-20 квітня 2017 р., м. Київ), III Міжнародній науково-практичній конференції “Актуальні питання забезпечення кібербезпеки та захисту інформації” Європейського університету (21-24 лютого 2018 р., м. Київ), I Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних систем” (PCSITS) (05-06 квітня 2018 р., м. Київ), I Всеукраїнській науково-практичній конференції “Теоретичні та прикладні аспекти розробки комп'ютерних систем -2018” (29 березня 2018 р., м. Київ), III Міжнародній науково-практичній конференції "Інформаційна безпека та комп'ютерні технології" "Information Security and Computer Technologies" (19-20 квітня 2018 р., м. Кропивницький), Регіональному семінарі Міжнародного союзу електрозв'язку для країн Європи та СНД Regional Workshop of the International Telecommunication Union for Europe and CIS region «Цифрове майбутнє на основі 4G/5G» Digital Future Powered by 4G/5G” (14-16 травня 2018 р., м. Київ), 4-й Всеукраїнській науково-практичній конференції “Перспективні напрями захисту інформації” (2-6 вересня 2018 р., м. Одеса), IX Міжнародній науково-практичній конференції студентів,

аспірантів та молодих вчених «Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта» (14-15 листопада 2018 р., м Київ), Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених “Комп’ютерна інженерія і кібербезпека: досягнення та інновації” (27-29 листопада 2018 р. в м. Кропивницький), Міжвузівській студентській науково-практичній конференції “Технічний захист інформації - 2018” (21-23 листопада 2018 р., м. Київ).

**Публікації.** Наукові результати дисертаційного дослідження опубліковані у 24 наукових працях, у тому числі: у 13 статтях (9 з яких одноосібні), 6 – опубліковані у фахових виданнях з державного управління, 3 – у зарубіжних виданнях, 11 – у збірниках матеріалів науково-практичних конференцій, 1 доповідь представлена на конференції, що проходила під егідою IEEE та викладена в базах IEEE Xplore.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації становить 247 сторінок, із них 220 основного тексту. Робота містить 4 рисунки, додатки. Список використаних джерел налічує 150 найменувань, у тому числі 41 іноземною мовою.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, зв’язок дисертаційної роботи з науковими програмами й темами, визначено мету, завдання, об’єкт, предмет і методи дослідження, розкрито наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, наведено дані щодо їх апробації, особистого внеску здобувача, структури та обсягу дисертації.

У **першому розділі** – “*Науково-методичні засади створення та функціонування кіберфізичних систем у різних галузях економіки як об’єкту державного управління*” – зроблено аналіз стану, перспектив і тенденцій розвитку КФС у світовій науковій літературі, зокрема в доповідях та дослідницьких аджендах (програмах) Європейського Союзу, які були складені за результатами проведених з ініціативи Європейської комісії *воркшопів* за участю провідних науковців, представників органів влади та бізнесу з різних країн Європи.

Простір дослідницької та інноваційної діяльності для КФС у Європі – багатовимірний з кількома європейськими акторами (ЄС, Спільна Технологічна Ініціатива ECSEL та ІТЕА, що є частиною програми EUREKA, а також національні та регіональні програми у багатьох країнах). Модель ARTEMIS з фінансуванням інноваційних проектів щодо створення КФС заснована на тристоронньому фінансуванні як із бюджету ЄС, так і від промисловості та національних держав-членів. З метою забезпечення успішного інноваційного розвитку КФС необхідно, щоб інноватори співпрацювали у вертикальних ланцюжках від наноелектроніки та мікросистем до КФС та галузей їх застосування. Проекти FP7 та ініціативи ARTEMIS (які були продовжені майбутнім ECSEL) підтримують інноваційний розвиток КФС, надаючи додаткові можливості для участі у проектах програми Горизонт 2020, наприклад, для кластерів CPS Design Centres (центрів розробки КФС).

Також проаналізовано нормативно-правове забезпечення та механізми державного управління створенням та функціонуванням КФС у США, Німеччині,



Великій Британії. У США відповідно до рамкового документа Framework for Cyber-Physical Systems Release 1.0 May 2016 Національним інститутом стандартів і технологій у 2014 році була створена Публічна робоча група з питань КФС CPS Public Working Group для того, щоб зібрати разом широкий спектр експертів з КФС у відкритому публічному форумі, допомогти визначити ключові характеристики КФС, щоб краще керувати розвитком та впровадженням у різних сферах застосування, включаючи розумне виробництво, сільське господарство, керування дорожнім рухом, енергетику, медицину та інші сфери. Відповідно до цього рамкового документа КФС – це інтелектуальні системи, що включають інженерно взаємодіючі мережі фізичних та обчислювальних компонентів.

Крім КФС, існує багато інших термінів (Industrial Internet «промисловий Інтернет», Internet of Things (IoT) «Інтернет речей» (IoT), machine-to-machine (M2M) «машина до машини» (M2M), smart cities «розумні міста»), які описують схожі або пов'язані з ними системи та поняття. Отже, підхід, описаний у рамковому документі США, повинен розглядатися як однаково придатний для Інтернету речей (IoT).

Відповідно до Німецької програми щодо КФС 2010 року в даний час багато секторів у Європі шукають рішення, які дозволять їм мати дуже вигідні позиції у світовій конкуренції, зберігаючи виробництво у високооплачуваному регіоні. Найважливішою метою є більша автоматизація і моніторинг для того, щоб контролювати бізнес та цілі мережі в реальному часі. КФС знаходять тут широкі можливості розгортання.

Відповідно до вищезазначеного документа невикористаний потенціал КФС ставить нові технологічні, методологічні, правові, економічні та соціальні виклики.

Економічні виклики полягають у подоланні традиційних обмежень системи (перехід від орієнтації на пристрій до бізнес-процесу) та створенні нової пов'язаної власності та бізнес-моделей. Зазначається, що у межах великомасштабної КФС послуги більше не можуть розроблятися та надаватися єдиним постачальником, а можуть функціонувати лише в інтегрованій формі всередині інфраструктури системи, адаптовані до наявних технологій і рішень. КФС пропонують потенційну можливість діяти як стимулятори й рецептори нових форм бізнесу, які забезпечують індивідуальні послуги – наприклад, зв'язок традиційних послуг з частковою або повною автоматизацією.

Юридичні виклики включають міжсистемні процеси і питання безпеки (що більше не можуть бути адресовані локально, як це робиться в поточних процесах сертифікації) та пов'язані з ними питання відповідальності.

Методологічні виклики зумовлені різними життєвими циклами систем і вимогами до чітких інтерфейсів та параметрами конфігурації. Технічний розвиток продуктів (рішень і послуг) усе більше вимагатиме методології, яка не тільки інтегрує нові можливості застосування, а й конкретно зорієнтована на потреби процесів, які мають бути оптимізовані (наприклад, оптимізація логістичних ланцюгів, енергетичний менеджмент, концепції мобільності).

Серед соціальних викликів виокремлюються такі як зростаюче прийняття збільшення можливостей, які підтримуються ІТ-послугами в різних процесах, а також спосіб, у який ми сприймаємо наше середовище і як ми реагуємо на нього.

Технологічні та наукові виклики полягають у тому, що КФС не побудовані для однієї конкретної мети або функції, а скоріше відкриті для багатьох різних послуг і процесів, а тому мають бути адаптивними. З огляду на високий ступінь взаємозв'язку функціональна безпека (safety) та безпека доступу до КФС (security), є однією з основних тем дослідження. «Safety and security» належить однаковою мірою до вимог, які полягають у наступному: використання та експлуатація систем не мають генерувати ризиків («функціональна безпека»); система повинна бути захищена від атаки та несанкціонованого використання зовнішніми джерелами ("безпека доступу"). Відповідно до вищезазначеного документа передбачається забезпечення функціональної безпеки та безпеки доступу шляхом перевірки (*verification*), тестування та сертифікації.

Зроблено висновок, що оскільки КФС безпосередньо впливають на фізичні процеси, їх неправильне реагування може мати руйнівні наслідки для людей та технологій, а також це може спричинити значні економічні збитки. У багатьох сферах, наприклад авіації та медицині, мають бути чітке схвалення та сертифікаційні процедури, що формують документацію відповідного рівня «safety and security». Ще однією проблемою є інтеграція нових технологій, таких як нові апаратні архітектури та нові комунікаційні протоколи, в існуючі сертифікаційні процеси.

Виділяються такі дії, спрямовані на гарантування більш безпечного ведення бізнесу в кіберпросторі:

1. Співпраця з вітчизняними, європейськими, глобальними та комерційними організаціями зі стандартизації, щоб стимулювати розробку галузевих стандартів та керівництв (*guidance*), які допомагають клієнтам орієнтуватися на ринку та відрізнити якісні продукти кібербезпеки.

2. Впроваджувати стандарти та керівництва, необхідні промисловості, які зрозумілі та легко використовуються компаніями в комерційній діяльності.

У **другому розділі** – *“Аналіз державного управління кіберфізичними системами як складової цифрової економіки України”* – розглянуто проблеми впровадження й розвитку цифрової економіки та суспільства України і місце та роль КФС як її складової.

Згідно з Концепцією розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки у класичному розумінні поняття “цифрова економіка” означає діяльність, в якій основними засобами (факторами) виробництва є цифрові (електронні, віртуальні) дані – як числові, так і текстові.

Цифрова економіка базується на інформаційно-комунікаційних і цифрових технологіях, стрімкий розвиток та поширення яких уже сьогодні впливають на традиційну (фізично-аналогову) економіку, трансформуючи її від такої, що споживає ресурси, до економіки, яка їх створює.

Цифровізація – це насичення фізичного світу електронно-цифровими пристроями, засобами, системами та налагодження електронно-комунікаційного обміну між ними, що фактично уможливорює інтегральну взаємодію віртуального та фізичного, тобто створює кіберфізичний простір.

У світовій науковій літературі зазначається, що кіберпростір (cyber space) разом з такими самостійними елементами як фізичні об'єкти; датчики, сенсори, виконавчі пристрої; хмарні обчислення; засоби зв'язку та людиною як суб'єктом управління КФС є складовими кіберфізичної системи. Тобто кіберфізичний простір без наявності та взаємодії названих вище елементів не створює певних корисних результатів в економіці.

Варто зазначити, що в Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки відсутнє визначення КФС, а також у Плані заходів, що додається до Концепції, немає конкретного їх переліку щодо нормативно-правових, організаційних, інституційних механізмів державного управління створенням та функціонуванням КФС. Також у Концепції відсутня як складова цифрової економіки концепція “розумних” електричних мереж, хоча саме вони мають бути системоутворюючими в цифровій економіці та концепції розумного міста.

Одним із різновидів КФС є так звані Smart grid, тобто «розумні» електричні мережі, які вже набули великого поширення у світі та відбувається їх поступова транскордонна інтеграція і забезпечення їх функціональної сумісності.

У зв'язку з цим проаналізовано Закон України “Про ринок електричної енергії” (далі – Закон). Із змісту даного Закону випливає, що в Україні немає єдиної організації, яка здійснює виробництво, постачання, передачу, розподіл електричної енергії, а існують різні, незалежні одна від одної, організації: виробник електричної енергії, електропостачальник, оператор системи передачі, оператори системи розподілу, постачальник послуг з балансування. Це свідчить про відсутність монополії у сфері електроенергетики, забезпечення вільної конкуренції на ринку електричної енергії, що відповідає принципам функціонування енергетичного ринку Європейського Союзу.

В цьому Законі міститься поняття “балансуючий ринок електричної енергії”, що означає ринок, організований оператором системи передачі електричної енергії з метою забезпечення достатніх обсягів електричної потужності та енергії, необхідних для балансування в реальному часі обсягів виробництва та імпорту електричної енергії і споживання та експорту електричної енергії, а також фінансового врегулювання небалансів електричної енергії.

Виходячи з даного визначення можна зробити висновок про те, що першочергового значення на ринку електричної енергії надається не збільшенню виробничих потужностей об'єктів електроенергетики, а розумному регулюванню обсягів виробництва та споживання електричної енергії в реальному часі за допомогою технічних засобів (наприклад, датчиків, сенсорів) для гарантування безпечного, стійкого функціонування об'єднаної енергетичної системи України, задоволення обґрунтованого попиту споживачів на електричну енергію та звітності сторони, відповідальної за баланс, у випадку невиконання нею зобов'язань із балансування електричної енергії. Такий принцип функціонування об'єднаної енергетичної системи України в цілому відповідає принципу функціонування розумних електричних мереж (як кіберфізичних систем).

У Законі наводиться поняття “розвиток об'єднаної енергетичної системи України”, під яким розуміють нове будівництво, реконструкцію або технічне

переоснащення об'єктів електроенергетики. Відповідно під таким технічним переоснащенням можна розуміти впровадження КФС у роботі електричних мереж, оскільки нині саме ця концепція набула значного поширення у розвинутих країнах Європи та світу.

**У третьому розділі** – *“Удосконалення механізмів державного управління створенням та функціонуванням кіберфізичних систем”* – запропоновано конкретні механізми державного управління створенням та функціонуванням КФС, а саме захист персональних даних як невід’ємну складову безпечного, надійного, стійкого функціонування КФС у реальному часі в різних галузях економіки; сертифікаційні підходи в науковій літературі для забезпечення необхідної надійності та функціональної цілісності КФС; професійне навчання кваліфікованих кадрів та підвищення їх кваліфікації для забезпечення належного управління КФС у різних галузях економіки.

Існують такі гарантії захисту персональних даних згідно з Регламентом (ЄС) 2016/679 Європейського парламенту та Ради від 27 квітня 2016 року про захист фізичних осіб у зв’язку з обробкою персональних даних та про вільне переміщення таких даних і скасування Директиви 95/46/ЄС : шифрування та псевдонімізація.

Відповідно до Закону України “Про захист персональних даних” обробка персональних даних - це будь-яка дія або їх сукупність, які включають: збирання, реєстрацію, накопичення, зберігання, адаптування, зміну, поновлення, використання, поширення (розповсюдження, реалізацію, передачу), знеособлення, знищення персональних даних, у тому числі з використанням інформаційних (автоматизованих) систем, обмеження.

Згідно з Регламентом "псевдонімізація" означає обробку персональних даних таким чином, що вони більше не можуть бути віднесені до конкретного суб'єкта даних без використання додаткової інформації, за умови, що така додаткова інформація зберігається окремо і підлягає технічним та організаційним заходам, щоб персональні дані не були віднесені до ідентифікованої особи чи фізичної особи, яку можна ідентифікувати. Необхідно включити поняття "псевдонімізація" до вищезазначеного Закону.

На цих принципах має ґрунтуватись обробка персональних даних у КФС, при цьому особливо важливим є принцип “цілісність та конфіденційність“, який є основою безпеки доступу до КФС (“security”).

Також досліджено сертифікаційні підходи в науковій літературі для забезпечення необхідної надійності та функціональної цілісності КФС. Варто зазначити, що КФС складаються із двох систем: система безпеки та система контролю. В дослідженнях провідних науковців та фахівців із КФС наголошується на тому, що система безпеки є простішою ніж система контролю, тому на практиці щодо системи безпеки легше застосувати певні сертифікаційні процедури.

Оскільки КФС є складними, розподіленими, мережевими комп'ютерними системами, що функціонують у реальному часі у фізичному середовищі, сертифікація цих систем є доволі складною і навіть неможливою. Існує потреба ефективно об'єднати сертифікацію апаратного та програмного забезпечення, сертифікацію засобів зв'язку та захисту персональних даних.

У світі є багато стандартів у сфері КФС (ISO IEC, IEEE, IoT-A, Industrial Internet Consortium, OASIS, ITU та ін.), але вони не є сумісними, і взаємодія КФС на основі різних стандартів надто складна. Тому терміново потрібні стандартизовані платформи та архітектури, що дозволять забезпечити взаємодію та надійне функціонування КФС. КФС інтегрують обчислення, зв'язок, сприйняття, активацію та взаємодію між людиною та комп'ютером у реальному часі у фізичному середовищі. Через ці функції КФС виникають особливі проблеми щодо надійності та безпеки, і необхідні нові схеми та механізми державного управління для сертифікації КФС.

Одним із організаційних механізмів державного управління є створення органу сертифікації з набором відповідних прав та обов'язків, правом проводити перевірки різних видів КФС і накладати штрафи на операторів КФС у разі порушення вимог щодо сертифікації. Іншим варіантом застосування організаційного механізму державного управління є покладення повноважень із сертифікації КФС на різні органи залежно від галузі їх функціонування (наприклад, на Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг – у галузі електроенергетики та комунальних послуг, Міністерство економіки – у галузі промисловості).

Відповідно до Закону України “Про зайнятість населення” нове робоче місце – це робоче місце, яке створене у зв'язку з початком функціонування нового суб'єкта господарювання (крім суб'єкта, створеного шляхом припинення) або збільшенням штатної чисельності працівників за умови відсутності скорочення (зменшення) середньомісячної чисельності за попередні 12 місяців, а також створене шляхом модернізації або зміни технології виробництва, що потребують нових знань, навичок та вмінь працівника. Такою модернізацією або зміною технології виробництва може бути впровадження у технології виробництва КФС, для забезпечення безперервної, безпечної роботи яких потрібні кваліфіковані працівники з необхідним рівнем знань та цифрових навичок.

Для забезпечення підготовки висококваліфікованих фахівців запропоновано внести зміни до Закону України “Про зайнятість населення” щодо закріплення можливості навчання фахівців із КФС за замовленням роботодавця – електропостачальника, оператора системи передачі/розподілу електричної енергії або інших учасників ринку електричної енергії, промислових підприємств, сільськогосподарських підприємств й інших установ та організацій, а також стажування осіб, які навчаються у закладах вищої освіти для отримання практичних знань і навичок у сфері управління КФС.

## **ВИСНОВКИ**

У дисертаційній роботі вирішено актуальне наукове завдання, яке полягає в теоретичному обґрунтуванні механізмів державного управління створенням та функціонуванням кіберфізичних систем у різних галузях економіки та розробці конкретних пропозицій щодо їх удосконалення. Результати, отримані в процесі дослідження, підтверджують досягнення поставленої мети й вирішення завдань, дають підстави сформулювати наступні висновки і практичні рекомендації.

1. У результаті дослідження обґрунтовано науково-методичні засади створення та функціонування КФС у різних галузях економіки як об'єкту державного управління. Визначено, що невід'ємною необхідною складовою функціонування КФС є кібербезпека, яка гарантує надійні, безпечні, стійкі умови функціонування КФС. Світовий досвід функціонування КФС показує необхідність їх сертифікації, яка має підтверджувати вимоги надійності, безпеки, стійкості, конфіденційності КФС.

Особливого значення набувають дослідження вченими аспекту вартості довіри (trustworthiness) КФС, який включає в себе конфіденційність, надійність, стійкість, безпеку. Періодичні воркшопи (Workshops) на рівні ЄС за участю вчених, експертів, представників влади дають важливі напрацювання та практичні висновки у сфері КФС. Необхідно врахувати та активно застосовувати цю форму співпраці між органами публічної влади в Україні, провідними науковцями, представниками бізнесу (промисловості) як механізм державно-приватного партнерства в галузі створення та функціонування КФС.

Розробка КФС та подальше їх впровадження у промисловому виробництві, електроенергетиці, медицині, системах контролю дорожнього руху та інших галузях економіки підвищують вітчизняний науково-технічний і технологічний рівень, сприяють налагодженню, оптимізації, автоматизації виробничих процесів, безпечному, безперебійному електропостачанню, наданню дистанційних медичних послуг, сприяють безпеці дорожнього руху та мають численні інші напрями корисного застосування.

2. Запропоновано удосконалити понятійно-категоріальний апарат, зокрема поняття «кіберфізична система», «оператор кіберфізичних систем», «архітектура кіберфізичних систем», та законодавче закріпити процедури створення КФС. Запропоновано розглядати поняття:

- «кіберфізична система» як складну, інженерновзаємодіючу, мережеву, розподілену систему, що включає в себе самостійні елементи: людину як суб'єкта управління КФС; фізичні об'єкти; хмарні обчислення; засоби зв'язку; датчики; сенсори та виконавчі пристрої, і функціонує в реальному часі;

- «оператор кіберфізичної системи» як фізичну особу, яка здійснює управління КФС у реальному часі та приймає рішення щодо її роботи в результаті функціонування датчиків, сенсорів, виконаних системою обчислень та переданої на сервер інформації в мережі за допомогою дротових або бездротових засобів зв'язку;

- «архітектура кіберфізичної системи» як конкретну реалізацію еталонної архітектури КФС, яка розроблена для задоволення потреб у конкретному випадку.

Обґрунтовано необхідність законодавчо закріпити процедуру створення КФС, яка має складатися з таких елементів: 1) визначення галузі функціонування КФС (наприклад, авіація та космічні апарати, сільське господарство, оборона, енергетика, медицина, промисловість, транспорт); 2) перевірка на дотримання обов'язкових вимог функціонування КФС, а саме: функціональна безпека; безпека доступу; цілісність; доступність; стійкість; вимога часу (своєчасності); вимога щодо семантики даних; ідентичність; адаптивність; вимога “життєвий цикл”; 3) фази (стадії): концептуалізації – охоплює діяльність, пов'язану з функціональними

вимогами та організацією КФС, оскільки вони стосуються того, якою має бути КФС або її компоненти і що вони повинні робити; реалізації – охоплює діяльність, пов'язану з детальним проектуванням, виробництвом, впровадженням та функціонуванням бажаних систем; підтвердження – полягає в упевненості в тому, що КФС, побудована у фазі реалізації, відповідає моделі, розробленій у фазі концептуалізації.

3. Проведений аналіз нормативно-правового поля забезпечення КФС в Україні засвідчив його недосконалість у частині нормативно-правового регулювання створення та функціонування КФС у різних галузях економіки та відсутність у Класифікаторі професій ДК 003:2010 нових професій у галузі управління КФС, які відповідають вимогам цифрової економіки; відсутність закріплення в законодавстві можливості проведення навчання фахівців із КФС за замовленням роботодавця, а також стажування осіб, які навчаються у закладах вищої освіти для отримання практичних знань та навичок у сфері управління КФС.

У визначенні “кібератаки” в законодавстві України наводяться поняття комунікаційних та/або технологічних систем, але необхідно зазначити, що поняття “кібербезпека”, яке міститься в ньому, є невід’ємною необхідною складовою КФС як стан безпечного, надійного, стійкого їх функціонування з урахуванням вимог конфіденційності. Натомість Стратегія кібербезпеки та чинне законодавство не містять поняття КФС, хоча вони все більш застосовуються у світовій економіці та сфері послуг.

Визначено шляхи удосконалення нормативного забезпечення КФС через сформульовані пропозиції щодо змін у Класифікаторі професій ДК 003:2010, зокрема внесення в нього таких професій, як: оператор КФС в електроенергетиці; оператор системи контролю дорожнього руху; оператор КФС у промисловості; оператор геоінформаційної системи в сільському господарстві; оператор медичної телесистеми.

Запропоновано правове врегулювання інноваційних шляхів розвитку економіки через пропозицію розробки та прийняття Закону України «Про цифрову економіку України», в якому одним із розділів має бути Розділ про порядок створення, функціонування, нормативно-правове забезпечення, державне управління КФС.

4. Аналіз державного управління створенням та функціонуванням КФС в Україні та зарубіжних країнах, нормативно-правового забезпечення та механізмів державного управління створенням та функціонуванням КФС у США, Німеччині, Великій Британії обґрунтовує необхідність використання в роботі досвіду публічних робочих груп з питань КФС - CPS Public Working Group для того, щоб зібрати разом широкий спектр експертів КФС у відкритому публічному форумі для визначення ключових характеристик КФС, для ефективного управління їх розвитком та впровадженням у численних сферах застосування.

Виходячи з німецького досвіду (рамковий документ German Agenda Cyber physical systems 2010), де термін кіберфізичні системи використовується для опису програмно-апаратних вбудованих систем, які підключені до послуг, доступних в усьому світі через глобальні мережі такі як Інтернет, і їх різноманітного потенціалу

для розробки та використання, варто його імплементувати у вітчизняне законодавство.

5. Запропоновано шляхи гармонізації українських наукових ініціатив з європейськими науковими дослідженнями у сфері створення та функціонування КФС. Основними напрямками гармонізації наукових ініціатив України з Європейським дослідницьким та інноваційним простором відповідно до Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки є: створення технологічних “дорожніх карт” державно-приватного партнерства, комерціалізація наукових розробок для промисловості й соціальних викликів; розроблення відкритих та інтероперабельних цифрових рішень для запуску й розвитку інноваційних екосистем у різних секторах промисловості, розроблення та використання відкритих стандартів та платформ для нових продуктів і послуг.

Для впровадження принципів цифрової економіки в Україні, реалізації прискореного сценарію цифрового розвитку необхідні такі заходи та механізми державного управління, як урахування та практичне застосування результатів європейських наукових досліджень у галузі КФС, розроблення та використання відкритих стандартів і платформ КФС, впровадження державою масштабних проектів цифрових трансформацій, зокрема на базі сучасних моделей державно-приватного партнерства, фінансування науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт з державного бюджету, місцевих бюджетів, підключення українських наукових цифрових інфраструктур до Європейської хмари відкритої науки та Європейської інфраструктури даних, а також інші механізми державного управління, в яких виникне потреба в процесі переходу до цифрової економіки України.

6. У дослідженні охарактеризовано механізми державної підтримки інноваційного розвитку КФС. Серед них:

– державна підтримка інноваційних проектів із створення та впровадження КФС у різних галузях економіки для забезпечення виконання пріоритетних напрямів цифрового, високотехнологічного розвитку України, які можуть кредитуватися за кошти Державного бюджету України та відповідно до ч. 1 ст. 10 Закону України «Про інноваційну діяльність», де зазначено, що місцеві державні адміністрації залучають підприємства, установи й організації, розташовані на підпорядкованій їм території (за їх згодою), до розв'язання проблем інноваційного розвитку регіонів;

– активізація фінансової підтримки місцевих інноваційних проектів та програм створення і впровадження КФС у різних галузях економіки комунальними інноваційними фінансово-кредитними установами шляхом повного безвідсоткового кредитування (на умовах інфляційної індексації) пріоритетних інноваційних проектів за рахунок коштів місцевих бюджетів; часткового (до 50 %) безвідсоткового кредитування (на умовах інфляційної індексації) інноваційних проектів за рахунок коштів місцевих бюджетів за умови залучення до фінансування проекту решти необхідних коштів виконавця проекту і (або) інших суб'єктів інноваційної діяльності; повної чи часткової компенсації (за рахунок коштів місцевих бюджетів) відсотків, сплачених суб'єктами інноваційної діяльності



комерційним банкам та іншим фінансово-кредитним установам за кредитування інноваційних проектів.

7. Надано практичні рекомендації для органів державної влади та місцевого самоврядування щодо державного управління створенням та функціонуванням КФС в Україні:

- забезпечення належного фінансування НДДКР із Державного бюджету України та місцевих бюджетів у наукових та освітніх закладах (установах);

- правовими, організаційними, економічними механізмами державного управління стимулювати співпрацю, кооперацію, спільну діяльність й іншу участь у реалізації спільних науково-технічних та інноваційних проектів щодо створення і впровадження КФС українських та іноземних суб'єктів інноваційної діяльності;

- враховуючи специфічне призначення та мету діяльності Державної інноваційної фінансово-кредитної установи, повноваження щодо організації навчання, підвищення кваліфікації та перепідготовки спеціалістів у сфері інноваційної діяльності й інвестицій доцільно покласти на Державне агентство з інвестицій та розвитку. Це має пряме відношення до професійного навчання, набуття цифрових компетенцій та підвищення кваліфікації фахівців у сфері створення та функціонування КФС.

8. Розроблено механізми сертифікації КФС як необхідну умову їх безпечного, безперебійного функціонування, що включають зменшення складності сертифікації КФС, а процес сертифікації програмного та апаратного забезпечення, засобів зв'язку та захисту персональних даних має бути забезпечений відповідним органом.

Однією з основних вимог до сертифікації КФС є вимога вартості довіри, яка включає в себе конфіденційність, надійність, стійкість, функціональну безпеку та безпеку доступу.

Одним із організаційних механізмів державного управління є створення органу сертифікації з набором відповідних прав та обов'язків, правом проводити перевірки різних видів КФС та накладати штрафи на операторів КФС у разі порушення вимог щодо сертифікації. Іншим варіантом застосування організаційного механізму державного управління є покладення повноважень із сертифікації КФС на різні органи залежно від галузі їх функціонування (наприклад, на Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг – у галузі електроенергетики та комунальних послуг, Міністерство економіки – у галузі промисловості). Сертифікація захисту персональних даних повинна розглядатися як невід'ємна частина сертифікації КФС.

9. Запропоновано зміни до законодавства щодо професійного навчання та підвищення кваліфікації кадрів у сфері управління кіберфізичними системами.

Відповідно до Закону України “Про зайнятість населення” нове робоче місце – це робоче місце, яке створене у зв'язку з початком функціонування нового суб'єкта господарювання (крім суб'єкта, створеного шляхом припинення) або збільшенням штатної чисельності працівників за умови відсутності скорочення (зменшення) середньомісячної чисельності за попередні 12 місяців, а також створене шляхом модернізації або зміни технології виробництва, що потребують нових знань, навичок та вмінь працівника. Такою модернізацією або зміною технології

виробництва може бути впровадження у технології виробництва кіберфізичних систем, для забезпечення безперервної, безпечної роботи яких потрібні кваліфіковані працівники із необхідним рівнем знань, навичок та вмінь. У даному контексті запропоновано регулювання законодавчого забезпечення ринку праці України через пропозицію внесення змін до Закону України “Про зайнятість населення” щодо закріплення можливості проведення навчання фахівців із КФС за замовленням роботодавця – електропостачальника, оператора системи передачі/розподілу електричної енергії або інших учасників ринку електричної енергії, промислових підприємств, сільськогосподарських підприємств та інших установ та організацій, а також стажування осіб, які навчаються у закладах вищої освіти для отримання практичних знань та навичок у сфері управління КФС.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Праці, які відображають основні наукові результати дисертації:**

1. Khlaponin D.Y. Mechanisms of public management in the personal data protection in cyber physical systems. *Менеджер. Вісник Донецького державного університету управління. Серія: Державне управління*, 3(80)2018. С. 52-64.

2. Хлапонін Д.Ю., Хлапонін Ю.І., Козубцов І.М., Рябчун Ю.В. Науково-педагогічний компетентнісний моніторинг підготовки фахівців в галузі інформаційної безпеки. *Електронне наукове фахове видання «Державно-управлінські студії»*, 2018. № 4 (Особистий внесок автора полягає в дослідженні особливостей державного управління процесом науково-педагогічного компетентнісного моніторингу підготовки фахівців у галузі інформаційної безпеки).

3. Хлапонін Д.Ю. Правові дефініції державних механізмів створення та впровадження систем захисту інформації в Україні. *Економіка та держава. Серія: Державне управління*. 2018. № 6. С. 68-73.

4. Хлапонін Д.Ю. Щодо правових механізмів впливу держави на забезпечення кібербезпеки в Україні. *Економіка та держава. Серія: Державне управління*. 2018. № 7. С. 110-114.

5. Хлапонін Д.Ю. Кіберфізичні системи як складова цифрової економіки України. *Економіка та держава. Серія: Державне управління*. 2018. № 8. С. 93-99.

6. Хлапонін Д.Ю. Проблемні питання та механізми сертифікації кіберфізичних систем у наукових дослідженнях. *Економіка та держава. Серія: Державне управління*. 2019. № 1. С. 79-84.

### **Статті в зарубіжних виданнях**

7. Khlaponin D. Problem issues and mechanisms of certification of cyber physical systems in scientific research. *Журнал «Virtus»*. 2018. № 27. С.142-146.

8. Khlaponin D. State regulation of cyber-physical systems in the leading countries of the world. *VIII Inter university conference of students, PhD students and young scientists “Engineer of XXI century”*. 07 December 2018 at the University of Bielsko-Biała (ATH) in Bielsko-Biała, Poland.

9. Khlaponin D., Khlaponin Y., Trush I., Karpiński M., Iatsykovska U. Operation analysis of statistical information telecommunication networks using neural network technology. *4th IEEE International Symposium on Wireless Systems within the IEEE*

*International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems IEEE IDAACS-SWS 2018: Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, September 20-21, 2018* (Особистий внесок автора полягає в дослідженні статистичної інформації телекомунікаційних мереж в складі КФС).

**Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:**

10. Хлапонін Д.Ю. Господарсько-правове забезпечення кібербезпеки в Україні. *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*. 2017. № 2 (34). С. 108-115.

11. Хлапонін Д.Ю. Особливості нормативно-правового регулювання кіберфізичних систем в провідних країнах світу. *Право і суспільство*. 2018. № 50 – С. 145-150.

12. Хлапонін Д.Ю., Труш І.В. Normative-legal regulation of cyber-physical systems in the leading countries of the world. *Журнал східноєвропейського права*, 2018. № 2 ч. 2. С. 115-120 (Особистий внесок автора полягає в дослідженні особливостей нормативно-правового регулювання КФС в провідних країнах світу).

13. Хлапонін Д.Ю., Німченко Т.В. Правові аспекти створення та впровадження систем захисту інформації в Україні. *Вісник інженерної академії*, 2018. № 4. С. 188-191 (Особистий внесок автора полягає в аналізі правових аспектів створення та впровадження систем захисту інформації в Україні).

14. Хлапонін Д.Ю., Дашкевич О.В. Інформаційна безпека України у сфері забезпечення прав і свобод людини. *Інформаційна безпека України: матеріали наук.-техн. конф. КНУ імені Тараса Шевченка, (12-13 березня 2015 р.)*. К., 2015. С. 12-14 (Особистий внесок автора полягає в аналізі стану забезпечення прав і свобод людини в Україні).

15. Хлапонін Д.Ю., Яковів І.І., Німченко Т.В. Інтелектуальний аналіз показів сенсорних мереж для моніторингу об'єкта. *Інформаційна безпека України: матеріали наук.-техн. конф. КНУ імені Тараса Шевченка, (21-22 квітня 2016 р.)*. К., 2016.–С. 73 (Особистий внесок автора полягає в аналізі сенсорних мереж як складової КФС).

16. Хлапонін Д.Ю., Рудніцька О.В., Бойко О.В. Впровадження кіберфізичних систем в Україні: господарсько-правовий аспект. *Інформаційна безпека України: матеріали наук.-техн. конф. КНУ імені Тараса Шевченка, (19-20 квітня 2017 р.)*. К., 2017. С.97-99 (Особистий внесок автора полягає дослідженні стану впровадження кіберфізичних систем в Україні).

17. Хлапонін Д.Ю., Рудніцька О.В. Господарсько-правове регулювання функціонування кіберфізичних систем в Україні. *Актуальні питання забезпечення кібербезпеки та захисту інформації: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. Європейський університет (21-24 лютого 2018 р.)*. К., 2018. С.169-171 (Особистий внесок автора полягає в дослідженні стану господарсько-правового регулювання функціонування кіберфізичних систем в Україні).

18. Хлапонін Д.Ю. Правове забезпечення кіберфізичних систем в Україні: *Проблеми кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних систем (PCSITS): матеріали I міжнар. наук.-практ. конф. (05-06 квітня 2018 р.)*. К., 2018. С.302-306.

19. Хлапонін Д.Ю., Рудніцька О.В. Безпека кіберфізичних систем. *Теоретичні та прикладні аспекти розробки комп'ютерних систем '2018*: матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. (29 березня 2018 р.). К., 2018. С.169-171 (Особистий внесок автора полягає в дослідженні стану безпеки кіберфізичних систем в Україні).

20. Хлапонін Д.Ю. Юридичні аспекти забезпечення безпеки в кіберпросторі. *Інформаційна безпека та комп'ютерні технології*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (19-20 квітня 2018 р.). Кр., 2018. С.142-144. м. Кропивницький.

21. Хлапонін Д.Ю., Щєбланин А.Ю. Решение проблемы защиты информации в облачных сервисах с помощью CASB систем. *Цифровое будущее на основе 4G/5G*: матеріали Регіонального семінару Міжнародного союзу електрозв'язку для країн Європи та СНД. Regional Workshop of the International Telecommunication Union for Europe and CIS region (14-16 травня 2018 р.). К., 2018. С.101. м. Київ (Особистий внесок автора полягає в дослідженні проблем захисту інформації хмарних сервісів).

22. Хлапонін Д.Ю. Механізми державного управління кіберфізичними системами. *Перспективні напрями захисту інформації*: матеріали 4-а Всеукр. наук.-практ. конф. (2-6 вересня 2018 р.). ОНАЗ, 2018 р., тези доп. С.101. м. Одеса.

23. Хлапонін Д.Ю. Механізми державного управління процесами реєстрації фізичних осіб та їх документування. *Комп'ютерна інженерія і кібербезпека: досягнення та інновації*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти та молодих учених (27–29 листопада 2018 р.) м. Кропивницький. С. 142-143.

24. Хлапонін Д.Ю., Камлук І.Ф. Механізми державного управління інтернетом речей в Україні: *Технічний захист інформації - 2018*: матеріали Міжвузівської студ. наук.-практ. конф., Національний авіаційний університет (21-23 листопада 2018 р.) м. Київ. С. 31-32 (Особистий внесок автора полягає в дослідженні механізмів державного управління інтернетом речей в Україні).

## АНОТАЦІЯ

**Хлапонін Д.Ю. Механізми державного управління створенням та функціонуванням кіберфізичних систем. – На правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата наук з державного управління за спеціальністю 25.00.02 – механізми державного управління. – Інститут підготовки кадрів державної служби зайнятості України, Київ, 2019.

У дисертації обґрунтовані теоретичні засади механізмів державного управління створенням та функціонуванням кіберфізичних систем в галузях економіки відповідно до Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 рр. та затвердженого плану заходів щодо її реалізації й розроблено конкретні пропозиції щодо їх удосконалення.

Запропоновано законодавче закріплення процедури створення КФС, яка повинна складатись з таких елементів: визначення галузі функціонування КФС та перевірка на дотримання обов'язкових вимог функціонування. Сформована пропозиція щодо закріплення на основі світового досвіду трьох фаз (стадій) створення КФС: концептуалізації; реалізації; підтвердження.

Удосконалено понятійно-категоріальний апарат, зокрема, надано авторське визначення понять («кіберфізична система»; «оператор кіберфізичної системи»);

«архітектура кіберфізичної системи»); автором надано пропозиції щодо правового регулювання інноваційних шляхів розвитку економіки через пропозицію розробки й прийняття Закону України «Про цифрову економіку України».

Запропоновані у дисертації механізми державного управління КФС, розглядаються як комплекс заходів нормативно-правового, інституційного, організаційного характеру, що дозволяють розробити концептуальні засади та практичні рекомендації для органів державної влади і місцевого самоврядування щодо державного управління створенням та функціонуванням КФС в Україні.

**Ключові слова:** держава, механізми державного управління, кібербезпека, кіберфізична система, сертифікація функціональної сумісності КФС, навчання фахівців із КФС, стандарти КФС, цифрова економіка, зайнятість населення.

## ANNOTATION

**Khlaponin D.Yu. Mechanisms of public management for the creation and operation of cyberphysical systems. – On the rights of the manuscript.**

Dissertation for a Candidate Degree in Public Management, specialty 25.00.02 - Mechanisms of Public Management. - Institute for Personnel Training of the State Employment Service of Ukraine, Kyiv, 2019.

In the dissertation the theoretical foundations of the mechanisms of public management for creation and functioning of cyber-physical systems in the branches of economy are grounded in accordance with the Concept of development of digital economy and society of Ukraine for 2018-2020 and the approved plan of measures for its realization and concrete proposals for their improvement have been developed.

The legislative consolidation of the procedure for creation of CPS is proposed, which should consist of the following elements: definition of the sphere of CPS operation and verification of compliance with the mandatory requirements for the CPS operation, to which the author includes the following: functional safety, access security, integrity, availability, resilience, time requirement, data semantics, identity, adaptability, "life cycle" requirement. The author has formed the proposal to consolidate, based on world experience, three phases (stages) of the CPS creation: conceptualization; realization; confirmation.

The concept-categorical apparatus has been improved, in particular, the author's definition of the concepts is given: "cyberphysical system"; "operator of the cyberphysical system"; "architecture of the cyber-physical system". The legislative regulation of the mechanisms of public management for the creation, operation, and compliance of CPS, which are functioning on the electric power industry objects on the Ukrainian electricity market, to the functional safety requirements, access security (and cybersecurity), integrity, availability, confidentiality, resilience, time standards (timeliness) of response of sensors, adaptability of CPS and other requirements has been improved by placing on the National Commission that carries out state regulation in the spheres of energy and communal services, the authority to carry out the mandatory certification of the interoperability of the relevant CPS.

The mechanisms of state support for innovative development of CPS, which are proposed in the dissertation, are considered as a complex of regulatory, institutional,

organizational measures, which include: adoption of domestic and international standards as national in the field of creation and functioning of CPS; Lending for innovative projects from the state or local budgets on the creation of CPS in various sectors of the economy.

The author provided suggestions on the legal regulation of innovative ways of economic development of Ukraine through the proposal for the elaboration and adoption of the Law of Ukraine "On the Digital Economy of Ukraine", in which one section should be the Section on the procedure for the creation, operation, regulatory and legal support, public management of CPS and creation of a permanent independent state collegial body on CPS entrusting him with the authority to carry out inspections of objects on which the CPS operates in respect of compliance with the requirements of functional safety, access security (and cyber security), integrity, availability, confidentiality, resilience, standards of time (timeliness) of reacting of sensors, adaptivity of CPS and other requirements.

**Key words:** state, mechanisms of public management, cyber security, cyberphysical system, certification of functional compatibility of CPS, training of specialists on CPS, CPS standards, digital economy, employment of the population.

## STRESZCZENIE

### **Khlaponin D.Yu. Mechanizmy administracji publicznej do tworzenia i funkcjonowania systemów cyberfizycznych. – Rękopis.**

Dysertacja na uzyskanie stopnia naukowego kandydata nauk z administracji publicznej w specjalności 25.00.02 – Mechanizmy administracji publicznej. – Instytut Kształcenia Kadr Państwowej Służby Zatrudnienia Ukrainy, Kijów, 2019.

W dysertacji uzasadniono zasady teoretyczne mechanizmów administracji publicznej do tworzenia i funkcjonowania systemów cyberfizycznych (SCF) sektora gospodarczego zgodnie z Koncepcją rozwoju gospodarki cyfrowej i społeczeństwa Ukrainy na lata 2018-2020 i zatwierdzonym planem działań do jej wykonania oraz opracowano konkretne propozycje ich poprawy.

Zaproponowano ustawodawcze ustalenie procedury tworzenia SCF, która powinna zawierać następujące elementy: określenie strefy funkcjonowania SCF i sprawdzenie zgodność z obowiązkowymi wymaganiami funkcjonowania. Sformowano propozycję konsolidacji na podstawie światowego doświadczenia trzech faz (etapów) tworzenia SCF: konceptualizacji; realizacji; potwierdzenia.

Ulepszono aparat pojęciowo-kategoryjny, zwłaszcza, zdefiniowano przez autora pojęcia („system cyberfizyczny”, „operator systemu cyberfizycznego” „architektura systemu cyberfizycznego”);

Zaproponowane w dysertacji mechanizmy wsparcia państwowego innowacyjnego rozwoju SCF, postrzegane są jako zestaw narzędzi o charakterze prawnym, instytucjonalnym, organizacyjnym zapewniających przyjęcie standardów krajowych i międzynarodowych w zakresie tworzenia i funkcjonowania SCF oraz kredytowania innowacyjnych projektów.

**Słowa kluczowe:** administracja publiczna, mechanizmy administracji publicznej, rozwój gospodarczo-społeczny, cyberbezpieczeństwo, system cyberfizyczny, wymagania funkcjonowania SCF, certyfikacja kompatybilności funkcjonalnej SCF, szkolenia specjalistów z SCF, standardy SCF, gospodarka cyfrowa, zatrudnienie ludności.

Підписано до друку 26.11.2018.  
Формат 148 x 210. Обл.-вид. арк. 1,41.  
Тираж 100 прим.  
Свідоцтво серії ДС 1805 від 25.05.2004

Надруковано з оригінал-макета в Інституті підготовки кадрів  
Державної служби зайнятості України

03038, м.Київ, вул. Нововокзальна, 17, тел. (044) 536-14-85