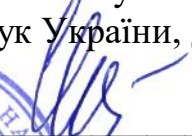


ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з наукової
роботи Інституту проблем
моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова Національної академії
наук України, д.т.н., проф.



 Олександр ЧЕМЕРИС

«29» вересня 2025 р.

ВИТЯГ З ПРОТОКОЛУ №2

засідання науково-технічного семінару
відділу математичного та комп'ютерного моделювання
Інституту проблем моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова Національної академії наук України

м. Київ

«29» вересня 2025 р.

ПРИСУТНІ 16 осіб:

чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Мохор В.В., д.т.н., проф. Чемерис О.А., д.т.н., доц. Шкарупило В.В., к.т.н., доц. Душеба В.В., д.т.н., проф. Винничук С.Д., д.т.н., с.н.с. Борукаєв З.Х., д.т.н., с.н.с. Гільгурт С.Я., д.т.н., с.н.с. Владимирський О.А., д.т.н., с.н.с. Яцишин А.В., д.т.н., с.н.с. Артемчук В.О., к.т.н. Кравцов Г.О., к.т.н. Потенко О.С., аспіранти Примушко А.М., Сіроткін О.В., Ярошинський М.С., Пучко І.В.

ГОЛОВУВАВ: д.т.н., доц. Шкарупило В.В., провідний науковий співробітник відділу математичного та комп'ютерного моделювання ІМПЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України.

ПОРЯДОК ДЕННИЙ:

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта відділу математичного та комп'ютерного моделювання ІМПЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України Примушка Арсентія Миколайовича за матеріалами дисертаційної роботи «Модель синтаксично-семантичного узгодження інформації про стани вузлів електроенергетичних

мереж на основі теорії інтелектуальних систем та безконфліктних реплікованих типів даних», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» (Освітньо-наукова програма «Комп'ютерні науки»).

Тему дисертаційної роботи «Модель синтаксично-семантичного узгодження інформації про стани вузлів електроенергетичних мереж на основі теорії інтелектуальних систем та безконфліктних реплікованих типів даних» затверджено на засіданні Вченої ради ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України (протокол № 18 від «30» грудня 2021 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради ІМПЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України (протокол №6 від «26» червня 2025 р.).

Науковим керівником затверджений к.т.н. Кравцов Г.О.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Мохор В.В., д.т.н., проф. Чемерис О.А., д.т.н., доц.. Шкарупило В.В., к.т.н., доц.. Душеба В.В., д.т.н., проф. Винничук С.Д., д.т.н., с.н.с. Борукаєв З.Х., д.т.н., с.н.с. Гільгурт С.Я., д.т.н., с.н.с. Артемчук В.О.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Мохор В.В., д.т.н., проф. Чемерис О.А., д.т.н., доц.. Шкарупило В.В., к.т.н., доц.. Душеба В.В., д.т.н., проф. Винничук С.Д., д.т.н., с.н.с. Борукаєв З.Х., д.т.н., с.н.с. Гільгурт С.Я., д.т.н., с.н.с. Артемчук В.О., к.т.н. Кравцов Г.О.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Сучасні інтелектуальні електроенергетичні мережі стрімко трансформуються у складні кіберфізичні системи (КФС), що характеризується високим ступенем розподіленості, динамічності та гетерогенності. Інтеграція технології розумних мереж (РЕ), IoT, розподілених потужностей генерації електроенергії (РГЕ), зокрема відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), популяризація нових, гнучких моделей ринково-економічних відносин, як от ринок на добу наперед та використання смарт-контрактів, розгалуженість топології генеруючих та споживчих потужностей, а також високі вимоги до безпеки, резильєнтності, адаптивності та спостережуваності, призводять до експоненційного зростання обсягів даних та кількості взаємодіючих вузлів, кожен з яких має свою пропрієтарну

технологію, протоколи, способи інтеграції та взаємодії з мережею. Наявність узгодженої інформації про поточний стан системи та здатність до її оперативної обробки є фундаментальною передумовою для забезпечення ефективного функціонування, надійного управління та координації таких систем.

Розбіжності між детальними даними про стан окремих компонентів та агрегованою інформацією про мережу на різних ієрархічних рівнях управління електроенергетичними мережами (ЕЕМ) призводять до зростання інформаційної ентропії. Це, в свою чергу, підвищує загальну невизначеність щодо актуального стану системи та ускладнює його адекватну оцінку. Це суттєво ускладнює процеси моніторингу, адекватної оцінки стану та прийняття виважених управлінських рішень, що, в свою чергу, може призвести до операційних помилок, зниження надійності та економічної ефективності функціонування ЕЕМ. Централізовані методи управління не в змозі впоратися з цими викликами в умовах децентралізації, високоточної динаміки процесів, частоті зміни кон'юнктури мережі та необхідності обробки даних в режимі наближеному до реального часу.

В умовах сучасних геополітичних викликів, прикладом яких є систематичні атаки на енергетичну інфраструктуру України, що призводять до значних пошкоджень та втрат генеруючих потужностей, забезпечення надійності, відмовостійкості та резильєнтності енергосистем є актуальним науковим завданням. В таких умовах здатність системи до ефективної адаптації є питанням національної безпеки. Проте, ефективне оперативне управління, спрямоване на компенсацію виведених з ладу вузлів системи за рахунок маневрових потужностей, включаючи розподілену генерацію, неможливе без точного, повного та, що найважливіше, узгодженого бачення поточного стану як окремих вузлів так і енергосистеми в цілому. Неузгодженість та неоднорідність даних унеможлиблює координацію управлінських дій та динамічну реорганізацію топології системи, що може призвести до дестабілізації та критичних помилок в роботі енергомережі.

Застосування формалізму когнітивної алгебраїчної системи (КАС) дозволяє розробити нові, більш ефективні моделі для вирішення зазначеного завдання. КАС, як формальний апарат для моделювання інтелектуальних кіберфізичних систем, представлення знань, моделювання станів та визначення операцій над ними, а також правил їх семантичного узгодження, знаходить своє застосування для обґрунтованого та високоефективного проектування семантично насичених ЕЕМ. Це дозволяє об'єднати наявні та попередити появу нових децентралізованих форм організації й управління ЕЕМ на місцевому та державному рівнях, що відповідають сучасним викликам та орієнтуються на передові тенденції технологічного розвитку.

КАС, що визначає семантику та теорію узгодження знань, та безконфліктно реплікованих типів даних (CRDT), що забезпечують механізми узгодженої реплікації даних, в синергії дозволять глибше зрозуміти природу процесів функціонування КФС, забезпечити синтаксично-семантичну узгодженість інформації про стани вузлів та підсистем ЕЕМ, що веде до зниження інформаційної ентропії в ході міжвузлової комунікації. Це

дозволить оцінювати діяльність та прогнозувати поведінку енергосистеми, що, в підсумку, підвищує ефективність функціонування ЕЕМ.

Практичне значення досліджуваної проблеми та її недостатнє науково-теоретичне опрацювання обумовили актуальність проведення дисертаційного дослідження.

Таким чином, розробка комбінованої моделі синтаксично-семантичного узгодження інформації про стан вузлів та підсистем ЕЕМ, що базується на поєднанні формалізму КАС та моделі CRDT, є актуальним науковим завданням. Вирішення поставленого завдання спрямоване на підвищення надійності, керованості, безпеки та ефективності функціонування як сучасних, так і майбутніх електроенергетичних систем в умовах їх поступової децентралізації, інтелектуалізації та цифровізації.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки в Україні. Робота виконувалась відповідно до плану наукових досліджень Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, зокрема в рамках НДР «Розвиток наукових засад алгебраїчної теорії сильного штучного інтелекту стосовно кібернетичної безпеки об'єктів критичної інфраструктури в галузі енергетики» (№ ДР 0123U100913, 2023-2027 рр.) та «Розвиток розподіленої енергетики в умовах ринку електричної енергії України з використанням технологій та систем цифровізації. Розділ 1. Організаційні та математичні моделі взаємодії учасників децентралізованого ринку електроенергії» (№ ДР 0125U000237, 2025-2026 рр.).

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Вперше запропоновано та формалізовано модель узгодження інформації в розподілених децентралізованих ЕЕМ, що, на відміну від існуючих підходів, базується на об'єднанні когнітивної алгебраїчної системи для високорівневого семантичного моделювання і формалізації знань про стан вузлів та підсистем ЕЕМ, забезпечуючи семантичну узгодженість, та безконфліктних реплікованих типів даних для забезпечення гарантованої синтаксичної узгодженості даних на фізичному рівні.
2. Вперше описано метод представлення стану вузлів ЕЕМ та операцій над ними в рамках КАС з урахуванням статичних та динамічних властивостей, внутрішнього та зовнішнього контекстів високорівневих топологічних об'єднань та формалізму моделі КАС-CRDT, що може бути використаний для синтаксично-семантичного узгодження інформації про стани вузлів та підсистем ЕЕМ. Це дозволило забезпечити формальну верифікованість логіки узгодження та надійність її розподіленого виконання для ефективної оцінки стану та функціонування ЕЕМ.

3. Вперше запропоновано підхід до реалізації функції синтаксично-семантичного узгодження інформації про стан вузлів та підсистем ЕЕМ, описаних в CRDT на основі формалізму КАС, що може інтегрувати наявні підходи та стандарти для систематизації знань про електроенергетичну мережу на прикладі СІМ моделі та серії ІЕС стандартів.
4. Вперше безконфліктно репліковані типи даних було адаптовано для забезпечення гарантованої синтаксичної узгодженості даних про стан вузлів та підсистем ЕЕМ.
5. Вперше формалізовано критерій узгодженості інформації про стани вузлів та підсистем ЕЕМ на основі моделі КАС-CRDT та розроблено метрики для його кількісної оцінки з урахуванням інформаційної ентропії системи та аномальності утворених станів.
6. Вперше введено поняття КАС та запропоновано математичний формалізм когнітивного процесу як композиції функцій, що реалізуються за певних умов з певною ймовірністю. Введено поняття функціонально логічних протиріч та протиріч суб'єктивного ставлення. Доведено, що КАС за наявних протиріч суб'єктивного ставлення не здатна до аналітичного пошуку оптимального рішення і вимушена спиратися на комбінаторні методи.
7. Вперше дано формальні визначення таким процесам КАС, як теоретичне та практичне дослідження, теоретичне та практичне навчання.
8. Подальшого розвитку набула теорія інтелектуальних електроенергетичних мереж, що була доповнена моделлю синтаксично-семантичного узгодження, виведенням та передачі нових знань, а також оцінки аномальності стану вузлів та підсистем КФС.
9. Подальшого розвитку набуло використання принципів функціонального програмування та моделі акторів для створення програмних симуляцій розподілених, децентралізованих, асинхронних, відмовостійких та масштабованих інтелектуальних КФС, здатних відтворювати гетерогенні та динамічні середовища сучасних ЕЕМ.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи:

Теоретичне значення роботи полягає у розвитку теоретичних основ управління складними кіберфізичними системами шляхом розробки нової науково-обґрунтованої моделі, що базується на синергетичному поєднанні когнітивної алгебраїчної системи (КАС) та безконфліктних реплікованих типів даних (CRDT). Запропонована модель дозволила вперше формалізувати процеси інтелектуального узгодження знань про вузли та підсистеми ЕЕМ, розділивши семантичний рівень консистентності, що описується алгебраїчно в рамках КАС, від механізмів гарантованої синтаксичної узгодженості даних на фізичному рівні, що реалізуються на основі CRDT. Це закладає теоретичні основи для створення нового класу верифікованих, семантично насичених та відмовостійких систем розподіленої оцінки та управління сучасними ЕЕМ.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

1. Розроблена модель КАС-CRDT, що може бути використана для ефективної оцінки та функціонування ЕЕМ на основі синтаксично-семантичної узгодженості інформації про стан вузлів розподілених та децентралізованих інтелектуальних ЕЕМ.
2. Процес реплікації інформації на основі моделі КАС-CRDT призводить до зменшення ентропії та неузгодженості в ЕЕМ, що збільшує керованість та спостережуваність КФС.
3. Розвиток науково-методичної бази для розробки нового покоління інтелектуальних систем функціонування розподілених та децентралізованих електроенергетичних мереж, що здатні ефективно узгоджувати на синтаксично-семантичному рівні інформацію про стан вузлів та підсистем ЕЕМ під час збурень.
4. Запропонований підхід може бути адаптований для потреб інших складних КФС, для яких критичною є не тільки синтаксична, а й семантична узгодженість даних.
5. Запропоновано підхід до побудови системи для симуляції реплікації та узгодження інформації про стан вузлів ЕЕМ на основі КАС та CRDT на рівні ВТО за допомогою моделі акторів та функціональної парадигми програмування, що може бути використаний для дослідження функціонування розподілених та децентралізованих синтаксично-семантично узгоджених систем.

5. Апробація/використання результатів дисертації. Результати дисертаційного дослідження доповідались на науково-практичних конференціях: ХІІ науково-технічна конференція молодих вчених Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, Київ, Україна, 2023; круглий стіл “Meaningful Artificial Intelligence” Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, Київ, Україна, 2024; науково-практична конференція “Резильєнтність динамічних систем”, Київ, Україна; 2024 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece: IEEE, Oct. 2024.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Примушка Арсентія Миколайовича визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, копіювання, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 15 наукових публікацій. З них 7 статей у наукових фахових виданнях України категорії Б за спеціальністю, 4 статті у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus, зокрема 3 статті у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank; 4 тез доповідей на всеукраїнських і міжнародній науково-технічних конференціях.

Статті у наукових фахових виданнях України категорії Б:

1. Kravtsov G.O., **Prymushko A.N.**, and Koshell V.I. Koshell Combined Autoregressive-Neural Network Method for Predicting Time Series. *Elektron. model.* 2020. Vol. 42, no. 4, pp. 3–14, DOI: 10.15407/emodel.42.04.003.

Особистий внесок – брав участь у формулюванні концептуального підходу та визначенні ключових вимог до комбінованої моделі, зокрема умови її побудови без залучення фахівця з машинного навчання.

2. Kravtsov G.A., Levitin V.V., Koshel' V.I., Nikitchenko V.V., and **Primushko A.N.** Strong Artificial Intelligence: Background Precondition. *Elektron. model.* 2019. Vol. 41, no. 5, pp. 35–58, DOI: 10.15407/emodel.41.05.035.

Особистий внесок – брав участь у розробці теоретичних передумов створення сильного ШІ, провів аналіз застосовності онтологій як алгебраїчних структур та брав участь у проведенні натурних експериментів для валідації гіпотез.

3. Kravtsov G.A., Kravtsova N.V., Khodakovskaya O.V., Nikitchenko V.V., and **Prymushko A.N.** Brain Mathematics and Language. I. *Elektron. model.* 2021. Vol. 43, no. 3, pp. 87–108, DOI: 10.15407/emodel.43.03.087.

Особистий внесок – дослідив можливість розробки уніфікованої онтології, що описує предмети, дії, якості і відношення; провів дослідження природи контексту і подання його однозначними концептами уніфікованої онтології.

4. Kravtsov G.A., Kravtsova N.V., Khodakovskaya O.V., Nikitchenko V.V., and **Prymushko A.N.** Brain Mathematics and Language. II. *Elektron. model.* 2021. Vol. 43, no. 4, pp. 69–88, DOI: 10.15407/emodel.43.04.069.

Особистий внесок – брав участь в розробці формальної моделі для опису предметів, дій та відношень у рамках розробки уніфікованої онтології, а також в описі механізму суб'єктивного вибору семантичних категорій на основі їх релевантності в заданому контексті.

5. Пучко І.В., **Примушко А.М.**, Кравцов Г.О. Розробка методичних рекомендацій використання функціональної парадигми

програмування в мові Scala. Електрон. Моделювання. 2021. Т. 43, № 6, с. 95–106, DOI: 10.15407/emodel.43.06.095.

Особистий внесок – брав участь у структуруванні та написанні методичних рекомендацій, зокрема в частині, присвяченій використанню операцій високого рівня для побудови декларативних програм.

6. Кравцов Г.О., Гречко С.М., Нікітченко В.В., **Примушко А.М.** Когнітивна алгебраїчна система. Електрон. Моделювання. 2022. Т. 44, № 3, с. 14–30, DOI: 10.15407/emodel.44.03.014.

Особистий внесок – брав участь у розробці та введенні поняття КАС як математичного формалізму для моделювання когнітивних агентів. Дослідив та описав механізм оцінки міри толерантності між контекстами когнітивної діяльності та об'єктами носія в рамках КАС.

7. **Примушко А.М.**, Пучко І.В., Ярошинський М.С., Сінько Д.П. Програмний дизайн розподіленої високонавантаженої системи електроенергетичної мережі на базі моделі акторів із застосуванням смарт-контрактів. Електрон. Моделювання. 2024. Т. 46, № 3, с. 57–72, DOI: 10.15407/emodel.46.03.057.

Особистий внесок – запропонував високорівневий дизайн розподіленої електроенергетичної системи на основі моделі акторів та кластерної топології. Провів аналіз типового навантаження на вузли кластерної системи, що стало основою для подальшої формалізації. Вивів формулу, що формалізує відношення між вузлами кластера на основі аналізу навантаження.

Стаття у виданні, індексованому у наукометричній базі Scopus:

8. Yaroshynskyi M., **Prymushko A.**, Puchko I., Sirotkin O., and Sinko D. Akka as a tool for modelling and managing a smart grid system. J. Edge Comp. 2025. Vol. 4, no. 1, pp. 105–115, DOI: 10.55056/jec.822. **Scopus**.

Особистий внесок – проаналізував ключові виклики в управлінні інтелектуальними мережами та брав участь в розробці моделі управління інтелектуальною мережею на основі ієрархічної структури акторів Akka.

Статті у виданнях, індексованими у наукометричній базі Scopus, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank:

9. **Prymushko A.**, Puchko I., Yaroshynskyi M., Sinko D., Kravtsov H., and Artemchuk V. Efficient State Synchronization in Distributed Electrical Grid Systems Using Conflict-Free Replicated Data Types. IoT. 2025. Vol. 6, no. 1, p. 6, DOI: 10.3390/iot6010006. **Scopus Q1**.

Особистий внесок – запропонував загальну структуру для розподілених електроенергетичних систем, що базується на

безконфліктних реплікованих типах даних. Обґрунтував використання моделі конвергентних реплікованих типів даних з поширенням дельти-станів для оптимізації комунікації в системі. Брав участь у розробці фреймворку “Vigilant Hawk” на базі моделі акторів та інструментарію Akka для симуляції асинхронної природи DEGS. Спланував серію експериментів для дослідження впливу мережових умов на ефективність синхронізації стану.

10. Sirotkin O., **Prymushko A.**, Puchko I., Kravtsov H., Yaroshynskyi , and Artemchuk V. Parallel Simulation Using Reactive Streams: Graph-Based Approach for Dynamic Modeling and Optimization. *Computation*. 2025. Vol. 13, no. 5, p. 103, DOI: 10.3390/computation13050103. **Scopus Q2**.

Особистий внесок – брав участь в розробці математичної моделі для динамічного моделювання і оптимізації симуляції на основі графів та реактивних потоків з урахуванням попередньо визначених функцій переходу. Приймав участь у формалізації процесу переходу між станами системи на основі визначеної множини підстанів та ймовірностей переходу між ними.

11. Yaroshynskyi M., Puchko I., **Prymushko A.**, Kravtsov H., and Artemchuk V. Investigating the Evolution of Resilient Microservice Architectures: A Compatibility-Driven Version Orchestration Approach. *Digital*. 2025. Vol. 5, no. 3, p. 27, DOI: 10.3390/digital5030027. **Scopus Q2**.

Особистий внесок – брав участь в аналізі існуючих стратегій управління еволюцією API. Запропонував високорівневу концепцію зворотної сумісності мікросервісів за допомогою версіонування в контексті хеш функцій.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

12. **Примушко А.М.** Конкурентне укладання та виконання умов смарт контрактів представлених у вигляді високорівневих функцій переходу між станами контракту за допомогою детонаційної семантики, ХЛІ науково-технічна конференція молодих вчених Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2023, с. 69–72, Київ, Україна.
13. **Prymushko A.M.** The use of artificial intelligence methods for analyzing risk factors in the formation of smart contracts, Матеріали круглого столу ‘Meaningful Artificial Intelligence’ Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2024, с. 4–6, Київ, Україна.
14. Пучко І.В., **Примушко А.М.**, Ярошинський М.С., Кравцов Г.О. Підвищення резильєнтності динамічних систем при синхронізації станів за допомогою CRDT, Матеріали науково-практичної конференції ‘Резильєнтність динамічних систем, 2024, с. 50–52, Київ, Україна.

15. **Prymushko A.**, Yaroshynskyi M., and Puchko I. Representation and synchronization of states of distributed electrical grid systems based on conflict free replicated data types, in 2024 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece: IEEE, Oct. 2024, pp. 1–5. DOI: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122143. **Scopus**.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Примушка Арсентія Миколайовича «Модель синтаксично-семантичного узгодження інформації про стани вузлів електроенергетичних мереж на основі теорії інтелектуальних систем та безконфліктних реплікованих типів даних», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України «Комп'ютерні науки» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Модель синтаксично-семантичного узгодження інформації про стани вузлів електроенергетичних мереж на основі теорії інтелектуальних систем та безконфліктних реплікованих типів даних», подану Примушком Арсентієм Миколайовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

д.т.н., проф., Чемерис Олександр Анатолійович, заступник директора з наукової роботи Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України.

Члени:

Рецензенти:

д.т.н., старший дослідник, Гончар Сергій Феодосійович, заступник директора з науково-технічної роботи Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України;

д.т.н., проф., Ковальчук Людмила Василівна, провідний науковий співробітник відділу математичного та комп'ютерного моделювання Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України.

Опоненти:

д.т.н., проф., Мусієнко Андрій Петрович, професор кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського",

д.т.н., с.н.с., Зайцев Євген Олександрович, завідувач відділу теоретичної електротехніки Інституту електродинаміки Національної академії наук України.

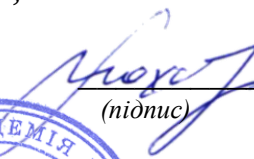
Головуючий на засіданні,
провідний науковий співробітник
відділу математичного та
комп'ютерного моделювання
ІМПЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
д.т.н., доц.



(підпис)

Вадим ШКАРУПИЛО
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Гарант освітньо-наукової програми,
член-кореспондент НАН України,
д.т.н., проф.



(підпис)

Володимир МОХОР
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

В.о вченого секретаря
ІМПЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
д.т.н., с.н.с.



(підпис)

Володимир АРТЕМЧУК
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)