

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

**Інститут телекомунікаційних систем**

**Авдєєнко Г.Л., Якорнов Є.А**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання домашньої контрольної роботи з дисципліни

### **«ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ»**

для студентів напряму підготовки  
“Телекомунікації” за спеціальностями:  
«Технології та засоби телекомунікацій»  
«Телекомунікаційні системи та мережі»  
«Інформаційні мережі зв'язку»

**Київ - 2014**

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут**

**Інститут телекомунікаційних систем**

**Авдєєнко Г.Л., Якорнов Є.А**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання домашньої контрольної роботи з дисципліни

### **«ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ»**

для студентів напряму підготовки  
“Телекомунікації” за спеціальностями:  
«Технології та засоби телекомунікацій»  
«Телекомунікаційні системи та мережі»  
«Інформаційні мережі зв'язку»

Рекомендовано  
Вченою радою інститут  
Протокол № \_\_\_\_  
від \_\_\_\_\_ 2014 р

**Київ - 2014**

Методичні вказівки до виконання домашньої контрольної роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» для студентів спеціальностей «Технології та засоби телекомунікацій», «Телекомунікаційні системи та мережі», «Інформаційні мережі зв'язку» / Укл. Г.Л. Авдєєнко, Є.А. Якорнов К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 40 с.)

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ДОМАШНЬОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ»

Укладачі: *Гліб Леонідович Авдєєнко*  
*Євгеній Аркадійович Якорнов, к.т.н., проф..*

Відповідальний редактор: *М.О. Коломицев, канд. техн. наук, доц.*

Рецензенти: *В.К. Гаттуров, канд. техн. наук, доц.*  
*В.В. Максимов, канд. техн. наук, доц.*

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Тема та завдання на виконання домашньої контрольної роботи .....	6
2. Вимоги до формулювання теми магістерської роботи.....	7
3. Основні відомості про етапи наукового дослідження та науково-дослідну роботу.....	8
4. Структура запиту на науково-дослідну роботу.....	10
5. Деякі рекомендації до виконання домашньої контрольної роботи.....	12
6. Література.....	13
ДОДАТОК 1 Перелік секцій за фаховими напрямками Наукової ради МОНУ.....	15
ДОДАТОК 2 Паспорт секції за фаховим напрямом 5 «Електроніка, радіотехніка та телекомунікації» Наукової ради МОНУ.....	16
ДОДАТОК 3 Експертний висновок до запиту на виконання прикладного дослідження або розробки за рахунок видатків загального фонду державного бюджету.....	20
ДОДАТОК 4 Склад науково-дослідницьких груп ІТС.....	23
ДОДАТОК 5 Зразок бланка запиту на науково-дослідну роботу в НТУУ «КПІ».....	26
ДОДАТОК 6 Приклад оформлення запиту на науково-дослідну роботу .....	29

## **ВСТУП**

Основною метою методичних вказівок до виконання домашньої контрольної роботи є надання студентові та засвоєння ним загальної інформації щодо порядку проведення підготовки до наукового дослідження за темою магістерської роботи та відповідного оформлення супроводжувальних документів до наукових досліджень у вигляді запиту на виконання науково-дослідної роботи (НДР).

Методичні вказівки в першу чергу покликані допомогти студентам старших курсів ІТС НТУУ «КПІ» детально розібратися з вимогами та порядком оформлення основних структурних одиниць домашньої контрольної роботи (ДКР) з навчальної дисципліни «Основи наукових досліджень».

## **1. Тема та завдання на виконання домашньої контрольної роботи**

Тема ДКР та завдання до неї формулюються наступним чином:

### **ЗАВДАННЯ**

*на домашню контрольну роботу з дисципліни "Основи наукових досліджень".*

Студентові навч. гр. \_\_\_\_\_

**Тема:** «Розробка й обґрунтування запиту на науково-дослідну роботу за темою випускної магістерської роботи»

#### **Мета:**

1. Придбати практичні навички у формулюванні й обґрунтуванні основних положень запиту на виконання НДР.
2. Навчитися розробляти запит на виконання НДР відповідно до вимог нормативних документів.

#### **Основні питання для розробки:**

1. Сформулювати тему випускної магістерської роботи.
2. Сформулювати й обґрунтувати основні положення до запиту на НДР відповідно до проведених досліджень.
3. Оформити результати досліджень у вигляді запиту на виконання НДР за темою випускної магістерської роботи.

Строк захисту ДКР - до 15.05.20\_\_р

Керівник ДКР

Завдання до виконання прийняв

студент навч. гр. \_\_\_\_\_

## 2. Вимоги до формулювання теми магістерської роботи

Вибір теми роботи, вочевидь, є найвідповідальнішим етапом у діяльності науковця, бо він часом визначає майбутню діяльність людини на все життя і вирішальним чином зумовлює результат наукового дослідження. Той факт, як автор уміє обрати тему дослідження і наскільки правильно він цю тему розуміє й оцінює з точки зору своєчасності та соціальної значущості, характеризує його наукову зрілість і професійну підготовленість. Практика показує, що правильно обрати тему - наполовину забезпечити успішне її виконання.

Розрізняють три різновиди тем:

- теми як результат розвитку проблем, над якими працює даний науковий колектив;
- ініціативні теми;
- замовлені теми.

Найкраще обирати теми першої групи.

**Ініціативні теми** можуть виникати за двох взаємовиключних ситуацій: як унаслідок доброї наукової підготовки магістранта, так і недостатніх його кваліфікації і наукового кругозору. Науковий керівник мусить розібратися в ситуації, по змозі підтримати ініціативу магістранта, але ця підтримка має ґрунтуватися на реальній оцінці ситуації і не може ставити під загрозу успішне виконання роботи.

**Замовлені теми**, як правило, пов'язані з основними планами науково-дослідних робіт у галузі або об'єднанні. За актуальністю і економічною значущістю замовлені теми мають низку переваг перед іншими, тому насамперед їх потрібно аналізувати з позицій реальності виконання і можливості створення теоретичної бази.

При обранні теми основними критеріями повинні бути:

- актуальність, новизна і перспективність;
- наявність теоретичної бази;
- можливість виконання теми в даній установі;
- зв'язок її з конкретними господарськими планами і довгостроковими програмами;
- можливість отримання від впровадження результатів дослідження технічного, економічного і соціального ефекту.

Обравши тему, **магістрант має усвідомити сутність пропонованої ідеї, її новизну й актуальність, теоретичну важливість і практичну значущість**. Це значно полегшує оцінку і остаточне закріплення обраної теми.

### 3. Основні відомості про етапи наукового дослідження та науково-дослідну роботу

Наукові дослідження являють собою систему взаємопов'язаних завдань і етапів їх виконання, які забезпечують досягнення кінцевої мети і охоплюють всі стадії проведення досліджень, а саме:

- 1) складання запиту на виконання НДР з техніко-економічним обґрунтуванням доцільності проведення досліджень та визначенням мети і призначення НДР;
- 2) інформаційний аналіз, патентний пошук;
- 3) теоретичні, методичні, технологічні, проектно-конструкторські, організаційно-економічні розробки, спрямовані на вирішення завдань НДР;
- 4) постановку дослідів та експериментів;
- 5) узагальнення результатів, науково-виробнича перевірка дослідних та експериментальних даних;
- 6) впровадження результатів досліджень у наукову, господарську практику та навчальний процес.

В даних методичних вказівках більш конкретно розглянемо питання складання запиту на виконання НДР прикладного характеру.

**Науково-дослідна робота** – наукова і науково-технічна діяльність, спрямована на одержання наукового і/або науково-прикладного результату.

**Наукова діяльність** – інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання і використання нових знань. Основними її формами є фундаментальні та прикладні наукові дослідження.

**Науково-технічна діяльність** – інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання і використання нових знань у всіх галузях техніки і технологій. Її основними формами (видами) є науково-дослідні, дослідно-конструкторські, проектно-конструкторські, технологічні, пошукові та проектно-пошукові роботи, виготовлення дослідних зразків або партій науково-технічної продукції, а також інші роботи, пов'язані з доведенням наукових і науково-технічних знань до стадії практичного їх використання.

**Фундаментальні наукові дослідження** – наукова теоретична та (або) експериментальна діяльність, спрямована на одержання нових знань про закономірності розвитку природи, суспільства, людини, їх взаємозв'язку.

**Прикладні наукові дослідження** – наукова діяльність, спрямована на одержання нових знань, що можуть бути використані для практичних цілей.

Координацію, формування і супроводження тематики фундаментальних та прикладних наукових досліджень, що виконуються науково-дослідними



інститутами університету, здійснює науково-дослідна частина Департаменту науки та інноватики НТУУ «КПІ».

**Науковий результат** – нове знання, одержане в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень та зафіксоване на носіях наукової інформації у формі звіту, наукової праці, наукової доповіді, наукового повідомлення про НДР, монографічного дослідження, наукового відкриття тощо.

**Науково-прикладний результат** – нове конструктивне чи технологічне рішення, експериментальний зразок, закінчене випробування, розробка, яка впроваджена або може бути впроваджена у суспільну практику. Науково-прикладний результат може бути у формі звіту, ескізного проекту, конструкторської або технологічної документації на науково-технічну продукцію, натурального зразка тощо.

**Наукова (науково-технічна) продукція** – науковий або науково-прикладний результат науково-технічної діяльності, що має корисні властивості і призначений для застосування споживачем (наприклад, нові теорії, концепції, методи, методики, математичні моделі та інш.))

Науково-дослідні розробки, які виконуються за рахунок державного бюджету повинні відповідати пріоритетним напрямам розвитку науки і техніки України на період до 2020 року, визначеними статтею 3 Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» від 9 вересня 2010 року N 2519-VI, а саме:

1) фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави;

2) **інформаційні та комунікаційні технології;**

3) енергетика та енергоефективність;

4) раціональне природокористування;

5) науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань;

6) нові речовини і матеріали.

#### **4. Структура запиту на науково-дослідну роботу**

**Запит** – це документ (заявка), за допомогою якого виконавець подає потенційному замовнику інформацію про можливість виконання наукових досліджень фундаментального чи прикладного характеру за тематикою замовника.

Необхідно відмітити, що механізм формування замовниками тематики фундаментальних наукових досліджень, прикладних наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок, окремих їх етапів у межах визначеного замовникам для цього обсягу видатків державного бюджету та їх проведення на засадах державного замовлення здійснюється відповідно до *Постанови Кабінету Міністрів України від 25 серпня 2004 р. №1084 «Про затвердження Порядку формування і виконання замовлення на проведення фундаментальних наукових досліджень, прикладних наукових досліджень та виконання науково-технічних (експериментальних) розробок за рахунок коштів державного бюджету»*.

На основі запитів проводиться щорічний конкурсний відбір проектів наукових досліджень і розробок за участю вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації та наукових установ, що належать до сфери управління Міністерства, виконання яких розпочнеться у 2015 році за рахунок коштів державного бюджету за кодом програмної класифікації видатків 2201040.

**Структура запиту зазвичай має наступні складові:**

1. **Титульний аркуш** (обов'язково на окремому аркуші – не більше однієї сторінки) включає:

- назву секції за якою виконується проект;
- назву проекту. Назва має бути конкретна, чітко сформульована, містити не більше дванадцяти слів і відповідати проблемі, на вирішення якої спрямовано проект;
- назву організації, що виконує дослідження;
- колектив виконавців (особлива увага звертається на наукову кваліфікацію керівника та інших виконавців дослідження, зокрема наявність у колективі академіків та членів-кореспондентів НАНУ та ін.);
- рішення вченої ради (номер протоколу та дата) про доцільність виконання дослідження.

Титульний аркуш містить підписи керівника організації-виконавця та керівника проекту.

2. **Основна частина проекту** розпочинається з наступного аркушу і містить такі відомості:

- секція за якою виконується проект;
- назву проекту;

- характер дослідження (за кодами КПКВ – фундаментальна чи прикладна);

- терміни виконання (за розпорядженням Міністерства освіти і науки України фундаментальне дослідження виконується три роки, а прикладне – два роки);

- орієнтовний обсяг фінансування із загального фонду державного бюджету (окремо сума фінансування на перший рік виконання дослідження);

- коротку анотацію проекту;

- мету і основні завдання проекту. Мета та завдання проекту повинні бути лаконічними та чітко сформульовані, узагальнювати наведену в анотації інформацію про шляхи вирішення існуючої проблеми та бути пов'язаними з планом реалізації проекту;

- проблема, на вирішення якої спрямовано проект. Навести конкретну існуючу проблему, на вирішення якої спрямовано проект; показати в чому реалізація цього проекту сприятиме розв'язанню або пом'якшенню зазначеної проблеми та спроможність організації до виконання проекту (напрямки діяльності організації, що було зроблено організацією в цьому напрямку);

- ідеї та гіпотези проекту (наукова новизна та обґрунтованість запропонованих підходів, методів та засобів досліджень; порівняння проблематики проекту з існуючими світовими аналогами тощо);

- очікувані результати виконання проекту, їх відповідність світовому рівню (створення конкурентноспроможних технологій, товарів, послуг, інших суспільно корисних результатів; написання дипломних, магістерських робіт, заплановані захисти кандидатських, докторських дисертацій);

- використання результатів (обов'язкове використання результатів дослідження при підготовці фахівців; створення нових технологій, методик, засобів, послуг, можливі патенти і ліцензії їх практичне застосування та поширення результатів реалізації проекту – вказати галузі, заклади, підприємства, де можливе використання і яким чином буде впроваджено);

- доробок виконавців за тематикою проекту (вказати найбільш важливі праці за останні роки);

- етапи виконання проекту. У логічній послідовності слід зазначити окремо кожен етап проекту із визначенням його тривалості (за датами), очікуваними результатами та формою моніторингу виконання (завершення) етапу. Виходячи з мети проекту, необхідно сформулювати етапи (завдання) проекту, а також для кожного з них навести інформацію щодо:

- назви етапу;
- терміну реалізації етапу;

- опису заходів для здійснення етапу;
  - результатів здійснення етапу.
- кількість виконавців проекту (необхідною умовою виконання проекту є участь в ньому докторантів, аспірантів та студентів).

У додатку 5 наведений порожній бланк запиту, що видається науково-дослідною частиною Департаменту науки та інноватики НТУУ «КПІ» для проходження конкурсу по відбору проектів.

## **5. Деякі рекомендації до виконання домашньої контрольної роботи**

**5.1.** Всі структурні елементи запиту заповнюються відповідно до п.4 «Структура запиту на науково-дослідну роботу» та додатку 5.

**5.2.** При заповненні графи «АВТОРИ ПРОЕКТУ» та «Керівник проекту» необхідно вказати ПІБ або безпосереднього керівника теми магістерської дипломної роботи або в разі входження магістранта до складу відповідної науково-дослідницької групи ІТС (див. ДОДАТОК 4) – керівника цієї групи.

**5.3.** При заповненні графи «Виконавці проекту» необхідно безпосередньо вказати ПІБ магістранта, а також членів науково-дослідницької групи ІТС (особливо молодших курсів), якщо магістрант є членом відповідної науково-дослідницької групи, перелік яких наведено в ДОДАТКУ 4.

**5.4.** При заповненні графи «ДОРОБОК АВТОРІВ ЗА ТЕМАТИКОЮ ПРОЕКТУ» магістрант повинен посилатися на свої публікації (наукові статті та патенти), що видані у відповідних фахових виданнях, а також може посилатися на публікації членів відповідної науково-дослідницької групи ІТС близьких до теми роботи магістранта, якщо він є її членом. Допускається до даної графи додавати також і тези конференцій, які на момент складання запиту опубліковані у відповідних збірниках тез.

**5.5.** В якості додатку к ДКР обов'язково повинен прикладатися Експертний висновок відповідно до ДОДАТКУ 3, який магістрант повинен самостійно заповнити з метою оцінки наукового рівня своєї майбутньої НДР.

**5.6.** Приклад оформлення запиту на виконання НДР за рахунок видатків державного бюджету відповідно подано в ДОДАТКУ 6.

## 6. Література

1. В.И. Крутов, В.В. Попов. Основы научных исследований: Учебник для технических вузов, М.: Высшая школа, 1989. - 400 с.
2. Габович А.Г., Головань С.М., Домарев В.В. та інші. – Основы наукових досліджень / За ред. проф. В.О. Хорошка. – К.: ДУІКТ, 2006. – 163 с.
3. Цехмістрова Г.С. Основы наукових досліджень. Навчальний посібник. К.: Видавничий дім “Слово”, 2006. – 240 с.
4. Закон України Про науково-технічну інформацію ( Відомості Верховної Ради (ВВР), 1993, N 33, ст.345 ).
5. Закон України Про наукову і науково-технічну діяльність (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1992, N 12, ст.165 )
6. Лудченко А.А., Лудченко Я.А., Примак Т.А. и др. Основы научных исследований. – К., 1999. – 78с.
7. Основы технического творчества. Чус А.В., Данченко В.Н. Киев; Донецк: Высшая школа, 1983. – 184.
8. Сабитов Р.А. Основы научных исследований: Учеб. пособие / Челяб. гос. ун-т. Челябинск, 2002. 138 с.
9. Шумский А.В. Системный анализ в защите информации: Учебное пособие для студентов вузов / А.А. Шумский, А.А. Шелупанов. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 224.
10. Як підготувати і захистити дисертацію на здобуття наукового ступеня. Методичні поради / автор-упорядник Л.А. Пономаренко. – К.: Редакція “Бюлетеня Вищої атестаційної комісії України”, 1999. – 80 с.
11. Колісніченко Е.В. Основы наукових досліджень: конспект лекцій. – Суми: Сумський державний університет, 2012. – 83 с.
12. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посібник. - К.: Кондор, 2003. - 192 с.
13. Кустовська О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: курс лекцій / О.В. Кустовська. – Тернопіль: Економічна думка, 2005. – 124 с.
14. Грищенко І.М. Основы наукових досліджень: навчальний посібник / І.М. Грищенко, О.М. Григоренко, В.А. Борисейко. – К., 2001. – 185 с.
15. Ковальчук В.В. Основы наукових досліджень / В.В.Ковальчук, Л.М.Моїсєєва. - К.:Вид. Дім "Професіонал", 2004.-208с.
16. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання [Текст] : (ГОСТ 7.1—2003, ІДТ) : ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. — Чинний з 2007—07—01. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — III, III, 47 с. ; 29 см. — (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи) (Національний стандарт України).
17. Згуровський М.З. Основы системного аналізу: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова; за ред. М.З. Згуровського. — К. : Видавнича група ВНУ, 2007. — 543с.

**Перелік секцій за фаховими напрямками Наукової ради МОН:**

1. Математика.
2. Інформатика та кібернетика.
3. Загальна фізика.
4. Ядерна фізика, радіофізика та астрономія.
5. Електроніка, радіотехніка та телекомунікації.
6. Фізико-технічні проблеми матеріалознавства.
7. Енергетика та енергозбереження.
8. Технології видобутку та переробки корисних копалин.
9. Охорона навколишнього середовища.
10. Механіка.
11. Машинобудування.
12. Приладобудування.
13. Аерокосмічна техніка і транспорт.
14. Технології будівництва, дизайн, архітектура
15. Біологія, біотехнології, харчування.
16. Хімія.
17. Економіка.
18. Право.
19. Педагогіка, психологія, соціологія, проблеми освіти та науки.
20. Філософія та історія.
21. Літературознавство, мовознавство та мистецтвознавство.
22. Дослідження з проблем природничих наук.

**ПАСПОРТ**  
**секції за фаховим напрямом**  
**5 «Електроніка, радіотехніка та телекомунікації»**  
**Наукової ради МОН**

**Секція розглядає проекти фундаментального і прикладного спрямування**

До фундаментальних відносять теоретичні та експериментальні дослідження, результати яких складають відкриття нових або уточнення відомих закономірностей розвитку природи і техніки і є науковим фундаментом для розвитку нових принципів, методів і засобів синтезу наукових знань у галузі електроніки, радіотехніки і телекомунікацій.

До прикладних відносять оригінальні дослідження і розробки, спрямовані на створення елементів нової техніки і технологій, призначених для досягнення конкретних практичних результатів у створенні приладів, пристроїв і систем та методів їх розробки на основі результатів фундаментальних досліджень у галузі електроніки, радіотехніки і телекомунікацій.

**Напрями наукових досліджень і розробок:**

**Д.2.1. Науково-технічні проблеми електроніки.**

**Д.2.1.1. Матеріали радіоелектроніки:**

- провідникові матеріали;
- напівпровідникові матеріали;
- діелектричні матеріали;
- надпровідні матеріали;
- радіо-поглинальні матеріали;
- радіо-відбивні матеріали.

**Д.2.1.2. Радіоелектронні прилади:**

- електромеханічні прилади;
- електровакуумні прилади;
- твердотільні прилади;
- акустoeлектронні прилади;
- оптоелектронні прилади;
- мікроелектронні прилади;

- наноелектронні прилади;
- квантові прилади;
- функційна електроніка;
- пасивні електронні компоненти

До тематичних напрямів, що розглядаються секцією також належать розробка фізичних основ, принципів, методів та систем оптичної реєстрації інформації, створення технологій довгострокового зберігання цифрової інформації, створення систем відтворення звуку та зображень, систем реєстрації інформації неруйнівними та томографічними методами, методи розрахунку та дослідження напружено-деформованого стану, у тому числі при наявності дефектів різного походження, методи оцінки технічного стану та залишкового ресурсу конструкцій тривалої експлуатації, механіка композитних матеріалів, включаючи нанокompозити; механіка взаємодії полів різного походження в матеріалах і елементах конструкцій; коливання механічних систем та хвильові процеси; закономірності взаємодії тіл з рідиною при надзвукових швидкостях руху; механіка взаємодії деформівних тіл, рідин і газу; механіка взаємодії твердого тіла з іонізованим середовищем та електромагнітним полем; механізми генерації звуку при швидкісному обтіканні перешкод потоками рідини і газу; виявлення закономірностей турбулентних течій стисливої і нестисливої рідини при наявності гідродинамічної кавітації та відриву потоку; закономірності гіперзвукових течій в'язкого газу при наявності фізико-хімічних перетворень у потоці, що набігає, та на поверхні тіл; закономірності течій та методи досліджень в молекулярній газовій динаміці; фундаментальні взаємодії та мікроскопічна будова речовини; властивості кристалів в екстремальних умовах, нелінійна та сингулярна оптика, фізика плівок, поверхонь і гетероструктур, спінтроніка; терагерцева електроніка та електроніка метаматеріалів, фізика рідких кристалів і біоколоїдів, фізика турбулентної та заповненої плазми, керамічні, композиційні монокристалічні і плівкові матеріали різного функціонального призначення; інженерія поверхні, проблеми синтезу матеріалів при екстремальних параметрах температури і тиску; функціональні матеріали для водневої енергетики; теоретичне прогнозування структури та властивостей нових неорганічних речовин та матеріалів; ядерна фізика, фізика елементарних частинок і високих енергій, фізика прискорювачів, фізика плазми та керований термоядерний синтез; радіаційна фізика, фізика радіаційних явищ і радіаційних технологій; сучасні біотехнології та нанотехнології; молекулярно-біологічні, клітинні основи функціонування живих систем; розробка математичних моделей та аналітико-числових методів



дослідження і оптимізації механічної поведінки тіл з урахуванням впливу полів різної фізичної природи та дефектів структури матеріалів.

## **Д.2.2. Науково-технічні проблеми радіотехніки**

### **Д.2.2.1. Теорія кіл, сигналів та процесів у радіотехніці і електроніці:**

- теорія зосереджених електромагнітних кіл;
- теорія розподілених електромагнітних кіл;
- технічна електродинаміка;
- прилади та пристрої надвисоких частот;
- квантово-молекулярні пристрої;
- поширення і поглинання електромагнітних хвиль;
- поширення і поглинання акустичних хвиль;

### **Д.2.2.2. Схемотехніка радіоелектронних пристроїв:**

- пристрої аналогового оброблення сигналів;
- пристрої цифрового оброблення сигналів;
- пристрої квантового оброблення сигналів;
- одноелектронна і одноквантова радіотехніка;
- радіопередавальні пристрої;
- радіоприймальні пристрої;
- пристрої записування і відтворення інформації;
- пристрої електроживлення,
- радіоавтоматика і радіотехнічні системи.
- радіовимірювання,
- конструювання радіоелектронних засобів.

До тематичних напрямів, що розглядаються секцією також належать розробка математичних методів та систем моделювання об'єктів та процесів, розробка числових, числово-аналітичних методів та алгоритмів обчислювальної математики, розробка обчислювальних алгоритмів і процедур з метою вирішення практичних задач радіотехніки, вивчення комп'ютерних аспектів обчислювальних алгоритмів, розробка теорії похибок, визначення складності, збіжності, стійкості, створення теорії обчислювального експерименту; розробка перспективних засобів обробки інформації та кібернетичних систем. Розробка програмно-алгоритмічних комплексів та систем для моделювання процесів керування, пошуку та перехоплення рухомих цілей; розробка та обґрунтування експоненційно збіжних методів для розв'язання абстрактних квазілінійних диференціальних рівнянь, числових методів розв'язування нелінійних інтегральних рівнянь та багатовимірних спектральних задач; застосування групових, диференціально-геометричних та

алгебраїчних методів до задач теорії диференціальних рівнянь та математичної фізики; дослідження логіко-алгебраїчних, автоматних, комбінаторних, еволюційних та числових методів розпізнавання, аналізу, синтезу, моделювання ідентифікації керуючих систем; розробка математичних методів керування нелінійними динамічними процесами, створення систем керування процесами в умовах невизначеності, розв'язання ігрових задач динаміки; інтелектуальних відеоприладів та систем реального часу, високопродуктивних пристроїв та комплексів цифрової обробки сигналів; розробка фізичних основ, принципів, методів та систем оптичної реєстрації інформації, вивчення і публікація пам'яток вітчизняної історико-культурної, наукової та науково-технічної спадщини; теоретичні проблеми охорони та збереження історико-культурної спадщини, розвитку пам'яткоохоронної, музейної та заповідної справи в галузі електроніки, радіотехніки і телекомунікацій; вивчення біографій науковців, історії наукових та науково-технічних шкіл в галузі електроніки, електротехніки, радіотехніки та телекомунікацій.

### **Д.2.3. Науково-технічні проблеми телекомунікацій**

#### **Д.2.3.1. Теоретичні основи передавання і обробки інформації:**

- теорія і техніка передавання інформації;
- теорія і техніка приймання інформації;
- завадостійкість і радіопротидія;
- широкосмугові сигнали;
- статистичний аналіз інформаційних систем;
- автоматизація розпізнавання повідомлень;
- квантова інформатика;
- безпека інформаційних і комунікаційних систем;
- системи технічного захисту інформації

#### **Д.2.3.2. Системи і мережі:**

- телекомунікаційні системи та мережі;
- квантові телекомунікаційні системи;
- гідро- та сейсмоакустичні системи;
- оптоволоконні телекомунікаційні системи;
- автоматизація проектування телекомунікаційних систем

#### **Д.2.3.3. Міждисциплінарні проблеми:**

- радіоекологія;
- історія електроніки, радіотехніки і телекомунікацій;

- проблеми освіти в галузі

До тематичних напрямів, що розглядаються секцією також належать створення технологій переходу телекомунікаційних систем на IP-основу і до мереж NGN; науково-технічне забезпечення процесів конвергенції в телекомунікаціях, поширенню ідеології мережних технологій на бездротовий доступ, розвиток стільникових систем ширококутового радіодоступу; створення засобів обміну даними між суперкомп'ютерами, розробка інфраструктури суперкомп'ютерних обчислень, розробка та створення розподільних обчислювально-комунікаційних мереж – GRID-мереж, розв'язання проблем програмування у семантичних веб-середовищах Інтернет, дослідження та розробка методів захисту інформації в комп'ютерних системах і мережах, створення систем відтворення звуку та зображень з раритетних носіїв інформації, систем реєстрації інформації неруйнівними та томографічними методами, розробка методів та інформаційних технологій розв'язання задач комп'ютерної криптографії та стенографії, розробка методів підвищення продуктивності систем асиметричної криптографії, розробка ефективних криптографічних протоколів, розробка нових інформаційних технологій на основі вимірювань електричних, магнітних і оптичних сигналів та їх просторово-часовий аналіз, розробка засобів та систем екстрадіагностики стану біологічних об'єктів, розробка базових компонент та комплексів керування складними системами; прогнозування та моделювання розвитку технологічних інноваційних процесів, вивчення пам'яток вітчизняної наукової спадщини, історія вітчизняної і світової філософської думки, взаємодія природничо-наукового та соціогуманітарного пізнання, проблеми якості освіти, змісту форми і технологій вищої освіти, інтеграція соціогуманітарних природничих і технічних наук, проблеми наукової інформації, розвиток словниково-енциклопедичної справи в галузі електроніки, радіотехніки і телекомунікацій, формування електронних наукових та освітніх інформаційних ресурсів; вивчення і публікація пам'яток вітчизняної історико-культурної, наукової та науково-технічної спадщини; теоретичні проблеми охорони та збереження історико-культурної спадщини, розвитку пам'яткоохоронної, музейної та заповідної справи в галузі електроніки, радіотехніки і телекомунікацій; вивчення біографій науковців, історії наукових та науково-технічних шкіл в галузі електроніки, електротехніки, радіотехніки та телекомунікацій.

**Голова секції «Електроніка, радіотехніка  
та телекомунікації»,  
академік НАН України**

**М.Ю.Ільченко**

Секція \_\_\_\_\_

**Експертний висновок**  
**до запиту на виконання прикладного дослідження або розробки**  
**за рахунок видатків загального фонду державного бюджету**  
 (Характер НДР: *прикладні дослідження і розробки*)

(назва НДР)

Критерії оцінювання наукового проекту	Варіанти відповідей	Оцінка експерта
<b>Загальні критерії оцінювання запиту (максимальна кількість балів )</b>		
Актуальність, наукова обґрунтованість та перспективність проекту, зв'язок з пріоритетними напрямами розвитку наук і техніки в Україні	проект не направлений на розв'язання важливої прикладної задачі	<b>0</b>
	проект належить до прикладних досліджень в окремій галузі та може бути поширений на суміжні галузі науки	<b>4</b>
	проект належить до прикладних досліджень і за своїми результатами може бути актуальним для декількох суміжних галузей науки	<b>8</b>
Наукова новизна проекту, оригінальність та значимість ідей, концепцій, що пропонуються	наукова новизна відсутня або визначена незадовільно	<b>0</b>
	наукова новизна базується на використанні нових методів розв'язання прикладної задачі через застосування відомих ідей, концепцій	<b>6</b>
	наукова новизна роботи базується на використанні нових методів розв'язання прикладної задачі через застосування нових оригінальних ідей та концепцій	<b>10</b>
Відповідність очікуваних наукових результатів світовому рівню	нижче світового рівня	<b>0</b>
	відповідає світовому рівню	<b>6</b>
	вище світового рівня	<b>12</b>
Наявність документів, що підтверджують необхідність проведення дослідження	Документи, що підтверджують важливість роботи, відсутні	<b>0</b>
	є листи-підтримки від підприємства, асоціації, міністерства	<b>6</b>
	є листи-підтримки, що підтверджують можливість використання результатів роботи на підприємствах галузі	<b>9</b>
Очікувана прикладна значимість результатів, що будуть отримані	результати не плануються до практичного використання;	<b>0</b>
	очікувані результати будуть мати певну соціально-економічну значимість	<b>1</b>
	очікувані результати будуть мати суттєву соціально-економічну значимість	<b>2</b>
	планується новий підхід до вирішення поставлених завдань, результати дослідження знайдуть використання у подальших дослідженнях та суміжних галузях	<b>3</b>
	планується отримати принципово нові результати, принципово новий спосіб вирішення складної наукової, науково-технічної проблеми, що сприятиме розвитку відповідної наукової галузі та споріднених галузей, результати мають інвестиційну привабливість	<b>6</b>
<b>Кількісні показники наукового доробку авторів проекту (максимальна кількість балів )</b>		
Наявність і рівень попередніх публікацій колективу виконавців роботи (за попередні 3 роки)	публікації виконавців у журналах з переліку ВАК України відсутні	<b>0</b>
	понад 5 публікацій, тез доповідей у виданнях не з переліку ВАК України	<b>1</b>
	публікації в журналах з переліку ВАК України: <b>до</b>	<b>1</b>
	<b>понад</b>	<b>2</b>
	публікація в журналі, що входить до наукометричних БД (Scopus та інші)	<b>3</b>
	публікація в журналі з імпаکت-фактором	<b>4</b>
	опубліковано монографію у видавництвах: <b>закордонних</b>	<b>5</b>
	<b>вітчизняних академічних</b>	<b>4</b>
	<b>інших</b>	<b>2</b>
Наявність підготовлених захищених кандидатських	опубліковано підручник, навчальний посібник з грифом МОНУ	<b>2</b>
	відомості щодо підготовлених і захищених кваліфікаційних робіт відсутні	<b>0</b>

	і докторських дисертацій (за попередні 3 роки)	за тематикою роботи захищено кандидатську дисертацію	2
		за тематикою роботи захищено докторську дисертацію	6
<b>Очікувані кількісні показники результатів виконання проекту (максимальна кількість балів)</b>			
	Очікувана кількість і рівень публікацій колективу виконавців роботи	планується опублікувати до 5 статей і тези доповідей у виданнях з переліку ВАК	0
		планується опублікувати понад 5 статей у виданнях не з переліку ВАК	1
		планується опублікувати доповіді на міжнародних конференціях	1
		планується опублікувати статті в журналах з переліку ВАК України, отримати охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності:	
		до	1
		понад	2
		планується публікація в журналі, що входить до наукометричних БД (Scopus та інші)	3
		планується публікація в журналі з імпаکت-фактором	4
		планується опублікування монографії у видавництвах :	
		закордонн	5
вітчизняних академічн	4		
інш	3		
	Очікуване використання результатів роботи в навчальному процесі (стосується лише ВНЗ)	результати роботи не планується використати в навчальному процесі	0
		результати роботи планується частково використовувати в лекційній або лабораторних курсів	1
		буде розроблено і впроваджено новий цикл лабораторних робіт	1
		буде розроблено і впроваджено новий лекційний курс	2
		буде опубліковано підручник, навчальний посібник, словник	2
		буде опубліковано підручник, навчальний посібник з грифом МОН України	3
	Підготовка наукових кадрів	захист кандидатських і докторських дисертацій не планується	0
		за матеріалами роботи планується захист кандидатської дисертації	2
		за матеріалами роботи планується захист докторської дисертації	5
	Участь студентів, аспірантів, молодих учених (з оплатою в межах запиту) (стосується лише ВНЗ)	не планується участь студентів, аспірантів, молодих учених	0
		до виконання роботи планується залучення студентів, аспірант молодих учених	1
		планується підготувати дипломну роботу спеціаліста (магістра)	1
		планується залучити до роботи понад 3 студентів, аспірант молодих учених	2
		планується залучення до роботи 3-х студентів з захистом дипломної роботи спеціаліста (магістра) та наявність у них наукових публікацій та ОПІВ	2
<b>Охорона і використання інноваційних результатів (максимальна кількість балів )</b>			
	Охорона і використання результатів, перспективи просування на ринок	результати не використано	0
		буде отримано патент на винахід, патент на корисну модель, свідоцтво на авторське право	1
		буде отримано патент інших країн	2
		буде використовуватися патент при виконанні інноваційного проекту або випуску інноваційної продукції	3
		результати роботи будуть використані у виробничій чи суспільній сфері	2
		результати роботи будуть представлені на виставках	1
		буде розроблено проект нормативного документу в установленому порядку	2
		за результатами наукових досліджень буде продана ліцензія	4
<b>Організаційно-технічні показники виконання проекту (максимальна кількість балів)</b>			
	Наявність матеріально-технічної бази для виконання проекту	організація-виконавець не має дослідницької бази для виконання проекту	0
		в організації-виконавця є в наявності необхідна для виконання проекту дослідницька база	2
	Наявність у організації-виконавця сучасного електронного доступу до світових інформаційних ресурсів	не має доступу (в т.ч. через мережу "УРАН" до світових інформаційних ресурсів (Scopus та ін.))	0
		має доступ	3
<b>Разом -</b>			

**Рівень роботи:**

1. **Незадовільна**, якщо сумарна оцінка за всіма пунктами становить не більше **40 балів**.
2. **Середня**, якщо сумарна оцінка за всіма пунктами становить **41-90 балів**.
3. **Висока**, якщо сумарна оцінка за всіма пунктами становить **91-140 балів**.

=====

=

**Коментар обов'язковий** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Експерт** \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

## УКРАЇНА

## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

## НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

## РОЗПОРЯДЖЕННЯ № 3/4020

м. Київ

«07» березня 2012 р.

**Про формування науково-дослідницьких груп.**

З метою координації дій і оптимального використання кадрово-ресурсного потенціалу викладачів, науковців, аспірантів і студентів ІТС на вирішення актуальних завдань науково-технічного розвитку сфери телекомунікацій, створення умов для якісної та ефективної підготовки науковців, магістрів і спеціалістів сформувати такі науково-дослідницькі групи (НДГ) та їхніх керівників, назву та тематику.

**1. По кафедрі Телекомунікацій:**

1.1. д.т.н., проф. С.Г. Бунін, НДГ «Перспективні радіомережі та сигнали» за напрямком «Перспективні системи зв'язку».

1.2. к.т.н., М.О. Коломицев, НДГ «Супутникові телекомунікації» за напрямком «Моделювання та оптимізація систем та мереж».

1.3. д.т.н., проф. С.О. Кравчук, НДГ «Широкосмуговий радіодоступ» за напрямком «Теоретичні основи створення та функціонування безпроводових телекомунікаційних систем».

1.4. д.т.н., проф. О.І. Лисенко, НДГ «Сенсорні телекомунікаційні мережі» за напрямком «Методи, математичні моделі, алгоритми аналізу і синтезу та структурно-параметричної адаптації»;

1.5. д.т.н., проф. О.І. Романов, НДГ «Управління мережами» за напрямком «Побудова перспективних транспортних мереж і управління ними»;

1.6. к.т.н., проф. Є.А. Якорнов, НДГ «Безпроводовий зв'язок та цифрове телебачення» за напрямком «Просторово-часова обробка радіосигналів для телекомунікаційних мереж та систем цифрового телебачення»;

1.7. к.т.н., проф. Т.М. Наритник, НДГ «Терагерцовий радіоканал» за напрямком «Дослідження та використання терагерцового частотного діапазону в галузі телекомунікацій»;

1.8. к.т.н., с.н.с. М.Л. Бірюков, НДГ «Частотно-часове забезпечення» за напрямком «Синхронізація та розповсюдження точного часу»;

1.9. к.т.н., проф. О.А. Баранов, НДГ «Стандарти і закони» за напрямком «Узгодження і розробка стандартів і законів по телекомунікаціям».

### **По кафедрі Інформаційно-телекомунікаційних мереж:**

2.1. д.т.н., проф. Л.С. Глоба, НДГ «Інформаційні технології надання послуг зв'язку» за напрямками «Моделювання процесів обробки інформаційних потоків в телекомунікаційних системах і мережах» та «Інженерія розподілених систем»;

2.2. д.т.н., проф. К.С. Сундучков, НДГ «Мобільний зв'язок» за напрямком „Моделювання та оптимізація систем і мереж”;

2.3. к.т.н., доц. М.О. Алексєєв, НДГ «Високонавантажені розподілені інформаційно-обчислювальні системи» за напрямком «Інформаційні технології»;

2.4. д.ф.-м.н., проф. А.Ю. Пилипенко, НДГ «Математичні методи в телекомунікаціях» за напрямками «Білінгові системи» та «Оцінювання параметрів якості роботи телекомунікаційних систем»;

2.5. к.т.н., доц., М.Ю. Терновой, НДГ «Обробка інформації» за напрямком «Інформаційні системи обробки інформації та підтримки прийняття рішень в розподіленому телекомунікаційному середовищі».

### **По кафедрі Телекомунікаційних систем:**

3.1. д.т.н., проф. Л.О. Уривський, НДГ «Прикладна теорія інформації» за напрямком «Дослідження інформаційних можливостей каналів з багатопозиційними сигналами в перспективних технологіях безпроводного зв'язку»;

3.2. д.т.н., проф. О.О.Трубін, НДГ «Діелектроніка» за напрямками «Нанотехнології, мікроелектроніка, інформаційні технології, телекомунікації»;

3.3. к.т.н, доцент В.В. Максимов, НДГ «NGN мережі» за напрямком «Дослідження властивостей NGN мереж»;

3.4. к.т.н., ст. викладач А.В. Мошинська, НДГ «Магістральний зв'язок» за напрямком «Сучасні технології волоконно-оптичного та супутникового зв'язку і перспективи їх реалізації в Україні».

## **2. Склади і тематику досліджень зазначених груп схвалити (додаються).**

### **3. Основними науковими та організаційними задачами груп вважати:**

1. Розробку теоретичних основ побудови телекомунікаційних та інформаційних систем і мереж, їх математичне та програмне забезпечення за напрямками роботи груп;
2. Впровадження наукових результатів роботи груп в навчальний процес у вигляді нових лекцій і лабораторних робіт по відповідним дисциплінам;
3. Участь у підготовці бакалаврів, магістрів, кандидатів і докторів наук, а також:
  - виконання госпдоговірних і держбюджетних замовлень;
  - виконання ініціативних проектів, зареєстрованих в установленому порядку;
  - оформлення патентних заявок;
  - організацію наукових семінарів і конференцій і власної участі в них, в тому числі щорічних конференцій «ПТ»;



- публікацію наукових досягнень в наукових журналах, в тому числі в закордонних виданнях, а також міжнародному журналі «TS» за напрямком роботи групи;
- взаємодію з вченими та установами НАН України, Міністерства оборони України, Національним Антарктичним Центром Даних України, Дрезденським технічним Університетом по програмі «ТЕМПУС» та іншими фахівцями та організаціями;
- представлення інформаційних матеріалів на відповідних сайтах в Інтернеті;
- участь в конкурсах наукових робіт студентів;
- участь у виставках;
- пошук замовників інвесторів і організація виконання спільних розробок;
- пошук і формування міжнародних проектів і грантів.

4. Керівникам груп щоквартально надавати до Науково-технічної ради НДІ інформацію про результати роботи, уточненню завдань та складів груп.

5. Контроль за виконанням цього розпорядження та організацію роботи груп покласти на заст. директора К.С. Сундучкова.

Директор НДІ телекомунікацій

М.Ю.Ільченко

## Зразок бланка запиту на науково-дослідну роботу в НТУУ «КПІ»

**Секція 5.** (Вказати номер Секції МОНу та її назву згідно ДОДАТКУ 1 )

**Назва наукового напрямку у паспорті:** (Згідно ДОДАТКУ 2 вказати назву наукового напрямку у паспорті, а також номер підпункту в цьому напрямку)

**Організація** \_\_\_\_\_ **виконавець:**

**Адреса:**

**Назва наукового проекту:**

**АВТОРИ ПРОЕКТУ:**

**Керівник проекту** – \_\_\_\_\_

**Науковий ступень** \_\_\_\_\_ **учене звання** \_\_\_\_\_

**Місце основної роботи** \_\_\_\_\_

**Посада:** \_\_\_\_\_

робоч. тел.: \_\_\_\_\_ дом. тел.: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

**Виконавці проекту:**

*Вказати прізвище, ім'я та по-батькові виконавців, їхні наукові ступені та вчені звання (при їх відсутності - посади)*

.....

Запит розглянуто й погоджено рішенням Вченої ради НТУУ «КПІ»

від «        » 2014р., протокол №

**Керівник проекту**

**Проректор з наукової роботи**

«        » 2014р.

«        » 2014р.

## Секція

---

### З А П И Т

на виконання прикладного дослідження або розробки за рахунок видатків загального фонду державного бюджету

**Назва проекту:** \_\_\_\_\_  
(не більше 15 слів)

---

**Код КПКВ 2201040** - «Прикладні дослідження і розробки за напрямками науково-технічної діяльності вищих навчальних закладів та наукових установ»

**Строки виконання (2 роки):** з \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_

**Обсяг фінансування:** \_\_\_\_\_ тис. грн., зокрема на 2014 рік: \_\_\_\_\_.

**1. АНОТАЦІЯ** (до 15 рядків)

**2. ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕННЯ (РОЗРОБКИ)** (до 30 рядків):

- об'єкт дослідження (розробки);
- предмет дослідження (розробки);
- проблема, що вирішується

**3. МЕТА І ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУ** (до 30 рядків)

- мета;
- практичні задачі, на вирішення яких спрямовано проект;
- значимість проекту для розв'язання економічних і соціальних проблем

**4. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ** (до 30 рядків)

- напрацювання вітчизняних та зарубіжних учених із зазначеної проблеми;
- результати попередніх досліджень та розробок, які покладено в основу проекту

**5. МЕТОДИ, ЗАСОБИ, ПІДХОДИ, ІДЕЇ, РОБОЧІ ГІПОТЕЗИ, ЯКІ ПРОПОНУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПРОЕКТУ** (до 30 рядків)

**6. ОЧІКУВАНА НАУКОВА ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ПРОДУКЦІЯ** (до 40 рядків):

- отримання нових або покращених існуючих технологій;
- створення макетних або експериментальних зразків;
- програмних продуктів;

- методик і методичних рекомендацій;
- проектів нормативних документів, технічної або технологічної документації;
- підручників, навчальних посібників тощо;
- матеріалів, сортів рослин, порід тварин тощо;
- відповідність наукової та науково-технічної продукції світовому рівню

#### **7. ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ( до 30 рядків):**

- при підготовці фахівців, створенні новітніх технологій, матеріалів, засобів виробництва, товарів, послуг;
- матеріалів, сортів рослин, порід тварин тощо;
- можливі патенти, ліцензії, охоронні документи, тощо;
- вітчизняні та зарубіжні організації, що підтверджують зацікавленість у результатах роботи;
- аналіз перспектив впровадження наукової та науково-технічної продукції, можливий економічний ефект

#### **8. ДОРОБОК АВТОРІВ ЗА ТЕМАТИКОЮ ПРОЕКТУ:**

- наявність монографій за тематикою проекту;
- наявні публікації у вітчизняних фахових виданнях (із переліку ВАК) та наукометричних базах за останні 3 роки;
- технічні рішення (офіційно затверджені);
- наявні патенти, ліцензії та інші документи за тематикою досліджень і розробок

#### **9. ЕТАПИ РОБОТИ:**

- назва та зміст етапу;
- очікувані результати та звітна документація

#### **10. КІЛЬКІСТЬ ВИКОНАВЦІВ ПРОЕКТУ (з оплатою в межах запиту):**

- доктори наук \_\_\_\_\_; кандидати наук \_\_\_\_\_;
- молоді вчені до 35 років \_\_\_\_\_, з них кандидатів \_\_\_\_\_, докторів \_\_\_\_\_;
- наукові працівники без ступеня \_\_\_\_\_;
- інженерно-технічні кадри: \_\_\_\_\_, допоміжний персонал \_\_\_\_\_, студенти \_\_\_\_\_.

Р а з о м :

#### **11. НАЯВНІСТЬ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ.**

- назва наукового (науково-навчального підрозділу), на базі якого виконуватиметься дослідження;
- назва обладнання, термін його сертифікації та метрологічної повірки.

**Приклад оформлення запиту на науково-дослідну роботу**

**Секція 5.** «Електроніка, радіотехніка та телекомунікації»

**Назва наукового напрямку у паспорті:** 3. Науково-технічні проблеми телекомунікацій: 3.2. Системи та мережі.

**Організація – виконавець:** Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ»

**Адреса:** 03056, м. Київ, проспект Перемоги, 37

**Назва наукового проекту:** «Підвищення ефективності функціонування бездротової мережі зв'язку шляхом використання просторово-часової обробки радіосигналів в розподілених антенних системах»

**АВТОРИ ПРОЕКТУ:** к.т.н., професор Якорнов Є. А.

**Керівник проекту –** Якорнов Євгеній Аркадійович.

**Науковий ступень** кандидат технічних наук **учене звання** професор

**Місце основної роботи** кафедра телекомунікацій НТУУ «КПІ»

**Посада:** професор кафедри телекомунікацій НТУУ «КПІ»

робоч. тел.: 2364014

дом. тел.: 5690501

E-mail: yakornov@its.kpi.ua

**Виконавці проекту:**

Міроненко Павло Олександрович, кандидат технічних наук, доцент;  
доцент Академії Збр. Сил України;

Карпенко Борис Олексійович, кандидат технічних наук, доцент;  
доцент ВІКНУ;

Коломицев Максим Олександрович, кандидат технічних наук,  
доцент каф.ТК НТУУ «КПІ»;

Авдеєнко Гліб Леонідович, асистент каф. ТК НТУУ «КПІ»;

Веселова Анастасія Петрівна, здобувач каф. ТК НТУУ «КПІ»;

Ліпчевська Інна Леонідовна, аспірант каф. ТК НТУУ «КПІ»;

Мазуренко Олександр Вікторович, аспірант каф. ТК НТУУ «КПІ»;

Гелесев Вадим Олександрович, здобувач каф. ТК НТУУ «КПІ»;

Потапенко Володимир Володимирович, студент каф. ТК НТУУ «КПІ»;

Манюгіна Дарія В`ячеславівна, студент каф. ТК НТУУ «КПІ»;

Запит розглянуто й погоджено рішенням Вченої ради НТУУ «КПІ»  
від «      »      2010р., протокол №

**Керівник проекту**

Є.Якорнов

«      »      2010р.

**Проректор з наукової роботи**

М. Ільченко

«      »      2010р.

## **Секція 5. «Електроніка, радіотехніка та телекомунікації»**

### **ЗАПИТ**

на виконання прикладного дослідження за рахунок видатків загального фонду державного бюджету

**Назва наукового проекту:** «Підвищення ефективності функціонування бездротової мережі зв'язку шляхом використання просторово-часової обробки радіосигналів в розподілених антенних системах»

**код КПКВ – 2201040** – «Прикладні дослідження та розробки за напрямками науково-технічної діяльності вищих навчальних закладів та наукових установ».

**Строки виконання: (2 роки):** з 1 січня 2011 по 31 грудня 2012 року.

**Обсяг фінансування:** 250 тис. грн., зокрема на 2011 рік – 124 тис. грн.

### **1. АНОТАЦІЯ**

У роботі пропонується провести детальне дослідження способів (методів) використання адаптивних антенних решіток (ААР або Smart-антен) в якості елементів розподіленої антенної системи (РАС), що використовує технології SIMO, MISO та MIMO з просторово-часовим кодуванням для підвищення ефективності функціонування систем бездротового зв'язку (СБДЗ) в умовах обмеженості радіочастотного ресурсу, багатопроменевого розповсюдження радіохвиль та наявності перешкод з розкриттям їх переваг та недоліків, на основі яких будуть запропоновані нові більш ефективні методи їх сумісного застосування та алгоритми керування розподілом бездротової передачі інформації для надійного забезпечення абонентам СБДЗ доступу до сучасних високошвидкісних телекомунікаційних послуг.

### **2. ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕННЯ:**

**Об'єктом дослідження** є системи бездротового зв'язку з РАС.

**Предметом дослідження** є способи (методи) використання адаптивних антенних решіток в елементах РАС СБДЗ, їх структури та алгоритми функціонування у процесі передачі даних та розподілу каналної ємності.

**Проблема, що вирішується** - забезпечення абонентам СБДЗ сучасного набору високошвидкісних телекомунікаційних послуг в умовах використання обмеженого радіочастотного ресурсу та в умовах багатопроменевого поширення радіосигналу.

### 3. МЕТА І ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУ

**Мета** - підвищення ефективності функціонування СБДЗ для надійного забезпечення сучасного та майбутнього набору високошвидкісних телекомунікаційних послуг шляхом оптимізованого використання ААР в елементах її РАС

**Практичні задачі, на вирішення яких спрямовано проект:**

- детальний аналіз ефективності роботи РАС зі Smart-антенами;
- розробка нової структурної та алгоритмічної бази сукупного використання РАС з Smart-антенами у СБДЗ;
- дослідження ефективності використання Smart-антен в РАС та порівняльний аналіз з попередніми варіантами для забезпечення техніко-економічного обґрунтування проекту.

**Значимість проекту для розв'язання економічних і соціальних проблем**

– підвищення ефективності роботи систем бездротового радіозв'язку державних, військових та комерційних структур, а також систем диспетчеризації наземних транспортних засобів в умовах їх використання у місцях з густою забудовою і на місцевості зі складним рельєфом.

### 4. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

У наш час виділяють два роди методів розділення каналів передачі даних в СБДЗ:

1) методи, що базуються на використанні принципів просторового, кодового та часового рознесення елементів сигналу (receive diversity, transmit diversity (OLTD, CLTD));

2) методи, що базуються на формуванні променів характеристики спрямованості (ХС) в напрямку абонента (beamforming).

До методів без зворотного зв'язку (OLTD) відносяться: ортогональне рознесення на передачу, просторово-часове розширення спектру, просторово-часове рознесення на передачу та рознесення на передачу завдяки просторово-часовому кодуванню (ПЧК).

До методів з зворотним зв'язком CLTD відносяться: метод передавальної антенної решітки, формування фіксованих ХС, формування власних променів.

Використання методів (OLTD) дозволяє збільшити відношення сигнал/шум+перешкода (ВСПШ) на вході приймача мобільної станції (МС), але ці методи мають недоліки: вони не можуть бути застосовані для більшої кількості антенних елементів без суттєвих технічних ускладнень, позбавлені спрямованого випромінювання, що веде до збільшення рівня перешкод на вході МС інших абонентів, не використовуються інформацію про стан радіоканалу. Основним недоліком методів CLTD є необхідність проведення



досить складних математичних операцій в МС, які протирічать ряду технічних вимог, що пред'являються до МС, наприклад, мінімізація споживаної потужності та масо-габаритних показників.

До другої групи методів відносяться: керування променями ХС ААР, керування нулями ХС, адаптивне формування променів, формування набору фіксованих променів. Суть цих методів полягає в формуванні вузького променя ХС Smart-антени в кутовому напрямку потрібного абонента, який або відомий апіорі або пеленгується, що значно підвищує енергетику каналу та знижує рівень перешкод іншим абонентам. Однак, в міських умовах розповсюдження радіохвиль пряма видимість між базовою станцією (БС) та МС часто відсутня й компоненти багатопроменевого сигналу МС можуть надходити до БС з різних кутових напрямків з різною інтенсивністю та часом затримки, що невідомі. У цьому випадку отримання інформації про розташування МС відносно БС з використанням відомих алгоритмів пеленгації стає складним внаслідок обмежень до цих алгоритмів.

Все вищесказане свідчить, що для подальшого розвитку СБДЗ необхідно проведення досліджень для ліквідації недоліків різних груп методів розділення каналів передачі даних, у тому числі шляхом їх гібридизації.

## **5. МЕТОДИ, ЗАСОБИ, ПІДХОДИ, ІДЕЇ, РОБОЧІ ГІПОТЕЗИ, ЯКІ ПРОПОНУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПРОЕКТУ**

Відомо, що багатопроменеве розповсюдження радіохвиль призводить до швидких завмирань сигналу як на БС, так й на МС. Характер прояву цих завмирань залежить від наявності відбиваючих та розсіюючих електромагнітні хвилі місцевих предметів, їхнього взаємного розташування в просторі, швидкості переміщення абоненту.

Тому для покращення результатів просторово-часової обробки сигналів (ПЧОС) в умовах наявності некорельованих у часі компонент багатопроменевого сигналу в зворотньому каналі зв'язку розроблено технічні рішення щодо поєднання приймальної Smart-антени та спеціальних пристроїв обробки (rake-приймачів) в одну систему. При цьому забезпечується формування променів ХС Smart-антени у кутових напрямках некорельованих компонент з їх подальшим вирівнюванням за затримкою у часі та складанням, що дає додатковий вигравш у ВСПШ. Практична реалізація потребує вирішення задачі пошуку нових способів оцінки напрямків приходу некорельованих компонент корисного сигналу з подальшою ПЧОС для забезпечення максимізації ВСПШ на вході приймача абонентів.

З іншої сторони зі збільшенням кількості абонентів, що потребують сучасного набору високошвидкісних телекомунікаційних послуг в умовах використання обмеженого радіочастотного ресурсу (РЧР) та багатопроменевого поширення радіохвиль, що призводить до появи внутрішньосистемних завад, виникає проблема підвищення ефективності

функціонування СБДЗ з метою надійного й якісного надання цих послуг абонентам .

Сьогодні дана проблема може бути вирішена за рахунок використанням РАС з ПЧК. Структурна та алгоритмічна база даного підходу дозволяє зменшити шлях розповсюдження сигналу безпосередньо між абонентом та системою антен СБДЗ, що зменшує ймовірність появи некорельованих багатопроменевих компонент, та розподіляє РЧР в часі так, що він не накладається в різних каналах передачі даних. Проте для розширення ємнісних та швидкісних можливостей даних систем необхідна спрямована передача сигналу між БС та МС, шляхом впровадження Smart-антен з керуванням променем в елементах РАС.

Таким чином, для досягнення поставленої мети необхідно визначити ситуації коли групи методів розділення каналів, що забезпечуються РАС та Smart-антенами, використовуючись поодиноці знаходяться на межі своїх можливостей при обслуговуванні необхідної кількості абонентів, та дослідити гібридне використання даних підходів в цих ситуаціях з наступним проведенням оптимізації структур та алгоритмів роботи РАС для забезпечення максимізації ВСПШ в кожному каналі зв'язку СБДЗ.

## **6. ОЧІКУВАНА НАУКОВА ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ПРОДУКЦІЯ**

### **1) Нові методики і методичні рекомендації які дозволять:**

- визначати і пред'являти науково обґрунтовані технічні завдання (ТЗ) до РАС та Smart-антен , що розробляються, у реальних умовах їх функціонування;

- оцінювати на етапі проектування реальні технічні характеристики (ТХ) Smart-антен що створюються, з урахуванням можливих флуктуацій параметрів й умов їх функціонування на етапі проектування;

- визначати і пред'являти науково обґрунтовані вимоги до трактів і елементів РАС і Smart-антени, яка виконує ПЧОС, що дозволить правильно пред'являти вимоги до параметрів елементів і блоків, що виготовляються, та забезпечити економічну доцільність коштів, які вкладаються;

- розраховувати внутрісистемні завади в бездротових мережах;

### **2) Нові алгоритми ПЧОС для передавального тракту БС в умовах апріорної невизначеності місцеположення абонентських приймачів;**

### **3) Покращення існуючих технологій за рахунок:**

- створення перспективних технологій розробки вузлів РАС і Smart-антен, які дозволять реалізувати принципово нові архітектури побудови, які зможуть забезпечити завадостійкість абонентських приймачів;

- виходу на новий рівень розробок РАС і Smart-антен, які відповідають розрахунковим даним і дозволяють об'єктивно оцінювати ефективність технічних засобів, що створюються, на стадії проектування.

**4) Рекомендації для створення нових систем широкосмугового доступу.** Наприклад підвищення ефективності використання радіоспектру за рахунок:

- нових методів ПЧОС в Rake приймачах;
- підвищення ЕМС радіоелектронних засобів в середині мережі.

### **Очікувані результати світового рівня:**

- 1) математичні моделі електромагнітних полів корисного сигналу й перешкод на вході абонентських приймачів при ПЧОС в передавальному тракту Smart-антени БС (з використанням теорій кронекерівського та торцового добутку матриць);
- 2) аналітичні методи синтезу оптимальних та субоптимальних алгоритмів ПЧОС передавального тракту Smart-антени БС;
- 3) ефективні алгоритми ПЧОС в передавальному тракту Smart-антени БС, що забезпечують абонентів просторово-часовий доступ до ресурсів системи в реальних умовах функціонування (з урахуванням випадкових просторово-часових флуктуацій параметрів сигналу й Smart-антени);
- 4) методи аналізу ефективності використання ПЧОС в передавальному тракту Smart-антени БС;
- 5) методики експериментальних досліджень, що підтверджують вірогідність розроблених теоретичних моделей та методів;
- 6) математичні моделі та результати моделювання розподілу потужності сигналу в просторі і часі зони обслуговування СБДЗ, що забезпечується РАС з ААР;
- 7) методики формування структур РАС СБДЗ з ААР з математичним моделюванням їх показників функціонування;
- 8) методики формування ефективних алгоритмів функціонування РАС СБДЗ з ААР для досягнення високошвидкісної передачі даних великій кількості абонентів одночасно;
- 9) методи аналізу ефективності структур та алгоритмів РАС СБДЗ з ААР в різних умовах функціонування.

## **7. ОЧІКУВАНЕ ВИКОРИСТАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

Розроблені ефективні методи ПЧОС для РАС можуть бути використані:

- при підготовці **6** магістрів;
- при підготовці **3** кандидатів наук;
- при підготовці **6** публікацій у виданнях з Переліку ВАК України;
- при оформленні **5** охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності;
- при розробці та впроваджені **2** нових лабораторних робіт;
- при розробці та впроваджені **2** нових лекцій тощо в навчальному процесі:
  - а) навчання нових принципів та раціональних технічних шляхів побудови просторово-часових трактів обробки інформації в Rake -приймачах СБДЗ;
  - б) оцінка реальної і потенційної ефективності ПЧОС СБДЗ з урахуванням реальних умов функціонування абонентських приймачів в умовах багатопроменевого поширення радіохвиль й наявності завад;
  - в) навчання нових принципів та раціональних технічних шляхів застосування ААР в РАС СБДЗ;
- при створенні конкурентоспроможних методик для:
  - а) оцінки реальної потенційної ефективності ПЧОС в трактах РАС з ААР для забезпечення потрібних якісних показників (ВСПШ, швидкість передачі, кількість каналів тощо) каналів передачі даних СБДЗ;
  - б) удосконалення існуючих алгоритмів ПЧОС в РАС з ААР з урахуванням реальних умов функціонування абонентських приймачів в умовах багатопроменевого поширення радіохвиль й наявності перешкод;
  - в) оцінки перешкодостійкості абонентських приймачів за рахунок ПЧОС в РАС з ААР на підставі експериментальних даних про характер багатопроменевого поширення радіохвиль й наявності перешкод;
- при перспективних впровадженнях на підприємствах:
  - а) розробки нових принципів та раціональних технічних шляхів побудови РАС з ААР, що забезпечують ПЧОС (з урахуванням реальних випадкових просторово-часових флуктуацій);
  - б) науково-обґрунтовані технічні вимоги до зразків Smart-антен та в РАС з ААР, що створюються з урахуванням реальних характеристик електромагнітних полів сигналів й перешкод, а також стану радіоканалу;
  - в) пред'явлення науково-обґрунтованих вимог до параметрів елементів в РАС з ААР, що дозволяє забезпечити задані технічні вимоги;
  - г) підвищити внутрішню ЕМС СБДЗ.
  - д) підвищити ефективність використання радіоспектру.

## **8. ДОРОБОК АВТОРІВ ЗА ТЕМАТИКОЮ ПРОЕКТУ:**

1. Авдеенко Г.Л., Федоров В.И., Якорнов Е.А. Определение местоположения источника излучения по кривизне фронта электромагнитной волны. Известия ВУЗов – Радиоэлектроника, 2008 г. №3,4. с.3-11.
2. Авдеенко Г.Л., Мазуренко А.В. Якорнов Е.А. Измерение разности разностей фаз СВЧ диапазона в системах с пространственной обработкой сигналов. Научно-технический журнал «Техника и приборы СВЧ», 2008, № 1, с.42-45.
3. Карпенко Б.О., Гелесев А.И., Авдеенко Г.Л., Мазуренко О.В., Якорнов Є.А. Розробка оптимальних методі просторо-часової обробки сигналів радіоелектронних засобів на основі використання чотиримірних матриць. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.- Вип. № 14- К.: ВІКНУ, 2008, с.61-73.
4. Карпенко Б.О., Авдеенко Г.Л., Войтко Ю.М. Мазуренко О.В., Якорнов Є.А. Підвищення точності виміру подвійної різниці фаз у малобазових фазових системах із просторовою обробкою сигналів. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.- Вип. № 16- К.: ВІКНУ, 2008, с.36-41.
5. Карпенко Б.О., Авдеенко Г.Л., Якорнов Є.А. Синтез алгоритмів просторово-часової обробки сигналів для просторової режекції перешкод в антенних системах з широкою характеристикою спрямованості Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.- Вип. № 19- К.: ВІКНУ, 2009, с.34-44.
6. Карпенко Б.О., Авдеенко Г.Л., Федоров В.І., Якорнов Є.А. Визначення координат точкового джерела радіовипромінювання по кривизні його хвильового фронту Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Військово спеціальні науки, 2009 № 21 с.74—79.
7. Карпенко Б.О., Заруднев Д. І., Гелесев В.О., Якорнов Є.А. Модифікація узагальненого методу якнайменших квадратів за рахунок переходу від використання кореляційних зв'язків до дисперсійних зв'язків. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.- Вип. № 20 - К. ВІКНУ, 2009, с.51-56.
8. Карпенко Б.О., Ліпчевська І.Л., Мазуренко О.В., Якорнов Є.А. Кероване розділення радіосигналів за відстанню в зоні Френеля на основі дискретних антенних систем. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.- Вип. № 22 - К.: ВІКНУ, 2009, с.35-42.
9. Деклараційний патент на винахід № 40138 (Україна) Система для супроводження рухомих об'єктів з використанням сигналів глобальної супутникової системи радіонавігації, кл. G 01S 5/14 // Ільченко М.Ю., Авдеенко Г.Л., Веселова А.П., Мазуренко О.В., Якорнов Є.А. Пром. власність», 2009, №6.
10. Деклараційний патент на корисну модель № 43982 (Україна). Система супроводження рухомих об'єктів з використанням сигналів глобальної супутникової системи радіонавігації, кл. G01S5/14 // Авдеенко Г.Л., Веселова

## 9. Етапи роботи

<i>Етап та його зміст</i>	Термін виконання (по кварталах)	Результат та форма його подання
1. Розробка, оформлення, узгодження та затвердження технічного завдання на роботу. Вибір напрямку досліджень. Аналітичний огляд інформаційних матеріалів.	01.01.2011 – 31.03.2011	Технічне завдання на роботу. Звіт про патентні дослідження
2. Огляд результатів попередніх досліджень світового рівня в галузі використання Smart-антенн в якості елементів РАС та технологій MIMO, MISO, SIMO просторово-часовим кодуванням сигналів.	01.04.2011 – 30.06.2011	Робочі матеріали інформаційного огляду Розділ звіту.
3. Удосконалення існуючих та розробка нових способів використання Smart-антенн в якості елементів РАС для підвищення надійності функціонування СБДЗ у умовах обмеженого радіочастотного ресурсу, багатопроменевого поширення радіохвиль та наявності перешкод	01.07.2011 – 30.09.2011	Нові способи використання Smart-антенн у РАС та математичні моделі сигналів та перешкод на їх основі застосуванням кронекеровського та/або торцового добутку матриць для відомих критеріїв ПЧОС. Розділ звіту.
4. Розробка методів оцінки електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів СБДЗ, які б враховували застосування Smart-антенн в якості елементів РАС та особливості методів ПЧОС в передавальних трактах	01.10.2011 – 31.12.2011	Нові критерії оцінки електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів СБДЗ, які використовують Smart-антенни в якості елементів РАС

Smart-антен.		
5. Розробка (синтез ефективних алгоритмів ПЧОС передавальної тракту Smart-антени, що входить до складу РАС для забезпечення абонентів надійного доступу до сучасних високошвидкісних телекомунікаційних послуг СБДЗ 3G-4G поколінь та вирішування проблем електромагнітної сумісності.	01.01.2012 – 31.03.2012	Алгоритми ПЧОС для формування за допомогою Smart-антени спрямованих випромінювань напрямку багатопроменевих компонент сигналів абоненту. Результат моделювання діаграми спрямованості антени. Розділ звіту.
6. Оцінка реальної потенційної ефективності використання в СБДЗ удосконалених та розроблених методів застосування Smart-антен як елементів РАС в умовах обмеженості радіочастотного ресурсу багатопроменевого поширення радіохвиль та наявності перешкод	01.04.2012 – 30.06.2012	Результати моделювання. Схеми реалізації Smart-антен орієнтуванням максимумів характеристики спрямованості у кутових напрямках найбільш інтенсивних багатопроменевих компонент сигналів абоненту та РАС на їх основі. Заявки на патенти. Розділ звіту.
7. Розробка методик та рекомендацій щодо практичного застосування розроблених методів використання Smart-антен як елементів РАС та синтезованих алгоритмів ПЧОС для передавальної тракту Smart-антени базової станції СБДЗ.	01.07.2012 – 30.09.2012	Розділ звіту.
8. Обробка результатів досліджень, формування пропозицій щодо впровадження та подальшого використання. Оформлення звітів	01.10.2012 – 31.12.2012	Звіт про НДІ матеріали дисертаційних робіт.

**10. КІЛЬКІСТЬ ВИКОНАВЦІВ ПРОЕКТУ**(з оплатою в межах запиту):

- доктори технічних наук – ; кандидати технічних наук – 4;
- молоді вчені до 35 років \_\_\_4\_\_\_\_\_, з них кандидатів на захист дисертації \_\_\_3\_\_\_
- наукові працівники без ступеня \_\_\_\_\_;
- інженерно-технічні кадри: \_\_\_1\_\_\_, допоміжний персонал \_\_\_2\_\_\_, студенти \_\_\_3\_\_\_.

Р а з о м : 14

**11. НАЯВНІСТЬ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ**

1. Комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням.
2. Експериментальний блок обробки сигналів РАС з внутрішнім генератором імпульсних широкосмугових сигналів для визначення кореляційних властивостей сигналів в РАС;
3. Засоби створення та дослідження експериментальних блоків обробки сигналів РАС та ААР.