

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем  
Кафедра радіотехніки

## Багатоканальний радіовимірювальний прилад контролю витрат газового середовища

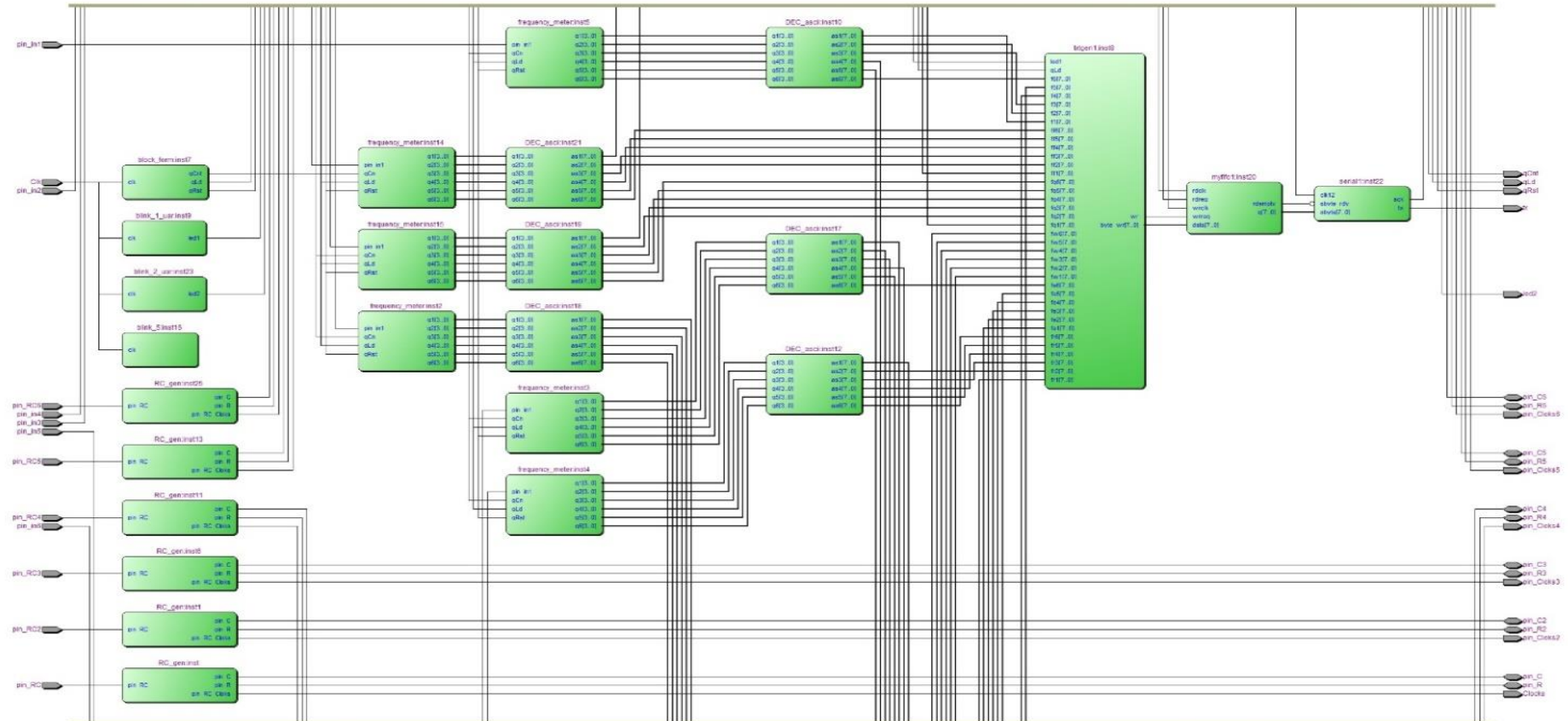
Магістерська кваліфікаційна робота за напрямом  
8.05090101– Радіотехніка

керівник – д.т.н., професор Осадчук О. В.  
Розробив студент гр. РТ-15м Коцюбинський О. С.

Вінниця ВНТУ 2017

# Структурна схема пристрою

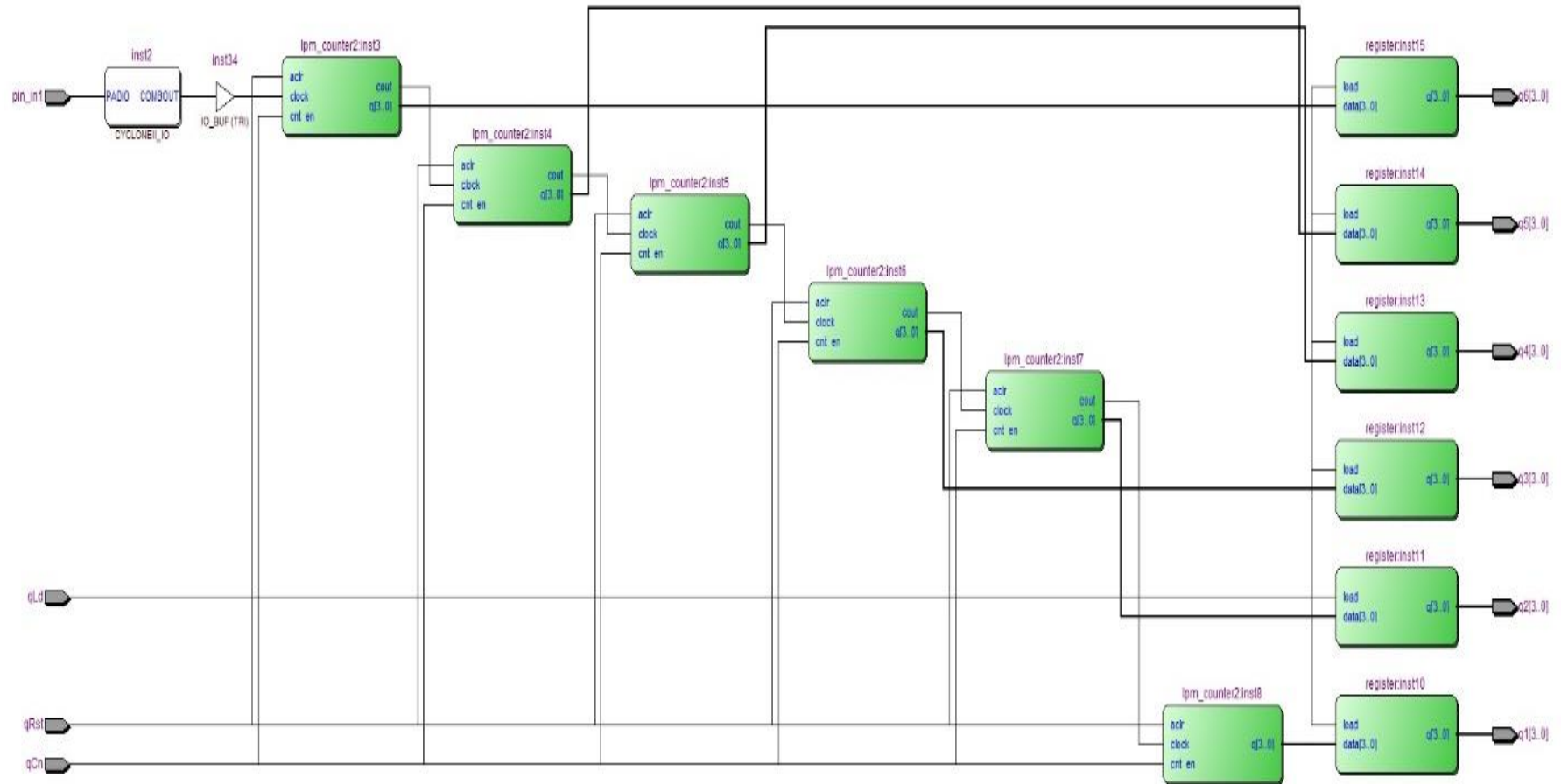
Розроблено багатоканальний радіовимірювальний прилад контролю витрат газового середовища на основі ПЛІС фірми ALTERA MAXII, який має 12 вимірювальних каналів і під'єднується до персонального комп'ютера через інтерфейс "віртуальний COM порт – USB", або "віртуальний COM порт – Bluetooth 2.0 - 4.0". .



Прилад складається з 12 незалежних вимірювальних каналів, які працюють в реальному масштабі часу. Кожен канал складається з радіовимірювального оптичного витратоміра на основі транзисторної структури з від'ємним опором, формувача вхідного сигналу, 32 розрядного частотоміра, буфера, формувача-перетворювача бінарного коду в ASCII код. Всі 12 каналів під'єднані до регістра формувача передачі даних по шині UART з швидкістю 115200 біт/с і блок передачі даних "віртуальний COM порт – USB".

# Структурна схема частотоміра

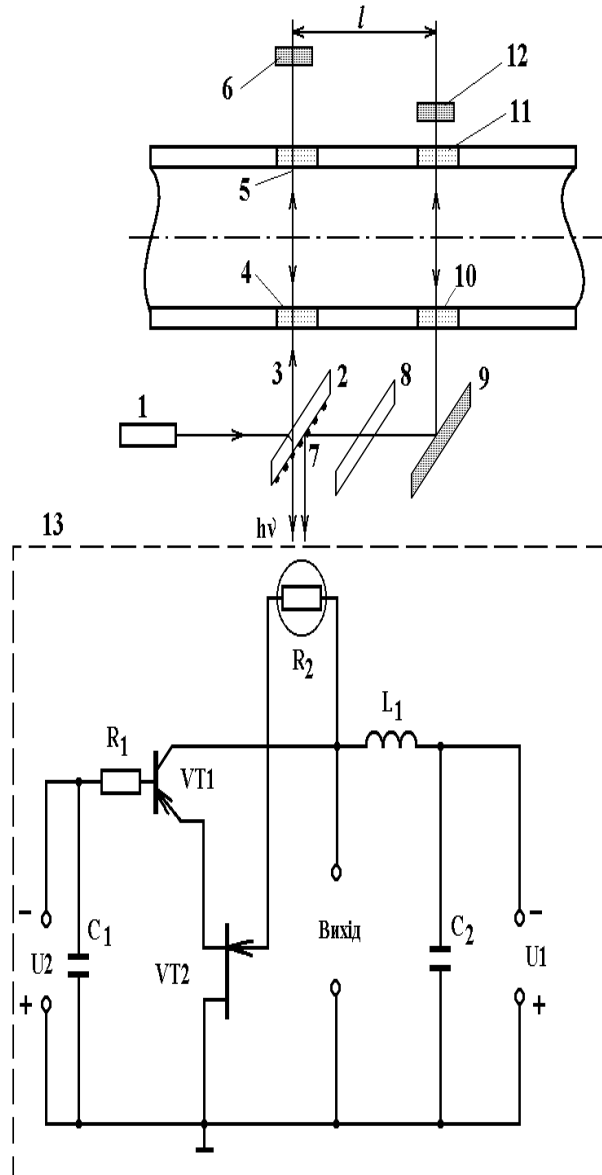
Принцип дії електронних лічильників базується на підрахунку кількості імпульсів, сформованих з періодичного сигналу прямокутної форми, за визначений час. Цей проміжок часу також задається підрахунком імпульсів внутрішнього кварцового генератора або зовнішнього (в нашому випадку 10 мс).



Таким чином електронний лічильник є приладом порівняння, точність виміру якого залежить від точності еталонної частоти.

# Електрична схема частотного вимірювача витрат газу з фоточутливим елементом на основі фоторезистора

Пристрій працює таким чином. Пучок світла від джерела світлового випромінювання 1 падає на напівпрозору пластину 2, одна половина впавшого світлового потоку 3 відбивається напівпрозорою пластинною 2 у напрямку дзеркала 6, друга половина 7 проходить через напівпрозору пластину 8 та розповсюджується в напрямку додаткового дзеркала 9. Пучок 3 проходить через оптичні скляні пластини 4 і 5, відбивається від дзеркала 6 повертається до напівпрозорої пластини 2, двічі проходячи через обсяг газу, що характеризується тиском  $p_1$ , коефіцієнтом переломлення  $n_1$ . Потім пучок 3 повертається і, проходячи крізь напівпрозору пластину 2, поширюється в напрямку вузла вимірювання оптичної різниці ходу променів (частотний перетворювач на основі транзисторної структури з від'ємним опором) 13. Пучок 7 відбивається від додаткового дзеркала 9, проходить через оптичні скляні

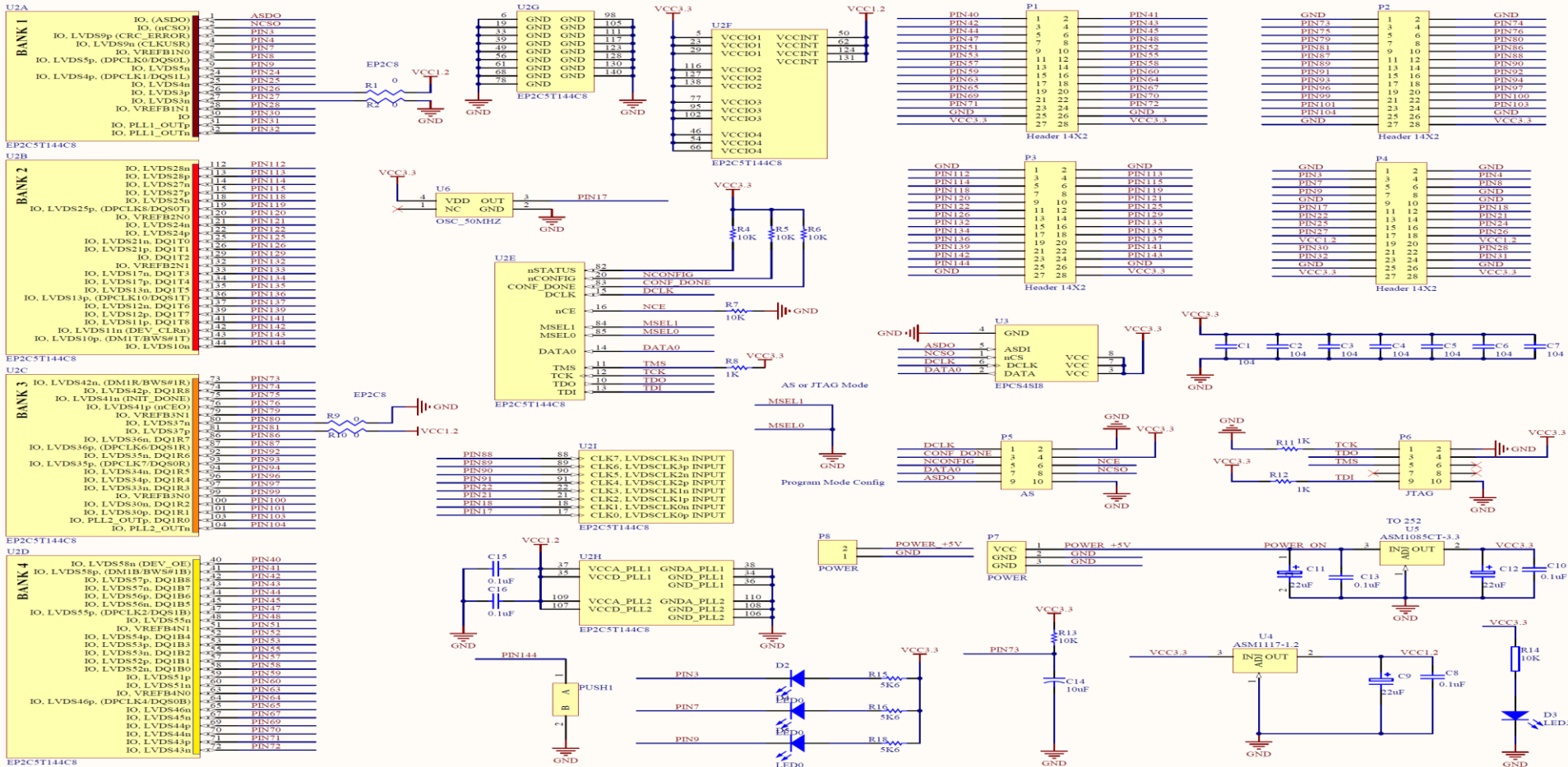


пластини 10 і 11, відбивається від дзеркала 12, двічі проходячи через об'єм газу, що характеризується тиском  $p_2$ , коефіцієнтом заломлення  $n_2$ , відбивається від додаткового дзеркала 9 і повертається до напівпрозорої пластини 2. Пучок 7, що відбився від напівпрозорої пластини 2, розповсюджується в напрямку вузла виміру оптичної різниці ходу променів (частотний перетворювач на основі транзисторної структури з від'ємним опором) 13. При дотриманні умов когерентності пучки 3 і 7 будуть інтерферуватись. Результат інтерференції залежить від оптичної різниці ходу променів від напівпрозорої пластини 2 до дзеркал 6 і 12 і назад. Тому що промінь 3 проходить товщу напівпрозорої пластини 2 тричі, а промінь 7 - тільки один раз, то в конструкцію витратоміра вводять додаткову напівпрозору пластину 8, щоб компенсувати виникаючу оптичну різницю ходу.

# Схема програмованої логічної інтегральної схеми пристрою

Наведена схема відлагодочної плати EPM570 програмованої логічної інтегральної схеми пристрою. Quartus II (QII) - це система проектування на ПЛІС Altera, яка підходить для усіх випущених сімейств мікросхем Altera. Ця система

включає весь необхідний набір утиліт, підпрограм і налаштувань для повного створення проекту.



Всі підпрограми і утиліти QII можна розділити на групи відповідно до етапів виконання проекту на ПЛІС, які виглядають наступним чином: 1. Створення файлу проекту. 2. Аналіз і синтез проекту. 3. Трасування зв'язків і розміщення проекту. 4. Часовий аналіз за допомогою утиліти Time Quest. 5. Програмування конфігураційної пам'яті ПЛІС.

# Відладочна плата EPM570

Ємність пам'яті користувача (User Flash Memory – UFM), вперше реалізованої в ПЛІС, становить 8 Кбіт. Пам'ять користувача забезпечує програмовані з'єднання портів з логічною матрицею для зчитування та запису даних. До переваг мікросхем нового сімейства відноситься також мала споживана потужність, яка на порядок менше, ніж у попередніх сімейств. Струм в режимі простою складає 2 мА. Напруга живлення мікросхем сімейства 1,8-3,3 В. Завдяки багатовольтному інтерфейсу мікросхеми MAX II можуть взаємодіяти з системами на напругу 1,5; 1,8; 2,5 і 3,3 В. На підставі вище сказаного для розробки багатоканального радіовимірювального приладу контролю витрат газового середовища вибрана плата EPM570 на основі CPLD MAX II фірми ALTERA



# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В результаті виконання було розглянуто такі питання охорони праці, як аналіз шкідливих та небезпечних виробничих чинників у виробничому приміщенні (описання і класифікація потенційно небезпечних та шкідливих чинників, визначення можливих причини виникнення цих чинників і короткий опис їхньої дії на організм працівника); карта умов праці; рекомендації стосовно поліпшення умов праці, здійснено розрахунок звукоізоляції для приміщення, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Також в даному розділі було досліджено вплив іонізуючого випромінювання за результатами якого можна зробити висновок, що робота багатоканального радіовимірювального приладу в цих умовах буде стійкою, тому що граничне значення експозиційної дози  $D_{гр}=10^3(P)$  рівне значенню можливої дози опромінення  $D_m=316,48(P)$ . Тому можна вважати, що прилад стійкий до дії іонізуючих випромінювань. З дослідження впливу електромагнітного імпульсу на стійкість роботи можна сказати, що прилад є нестійким в роботі. Застосування екранування блоків багатоканального радіовимірювального приладу суттєво підвищує його стійкість в умовах впливу електромагнітного імпульсу.

В результаті застосування екранів блоків приладу буде працювати стійко, аж до значення напруженості вертикальної складової (9,35 кВ/м) Ще одним варіантом підвищення роботи стійкості апаратури до дії імпульсу є зменшення довжин струмопровідних частин шляхом вдосконалення схемокомпоновки блоків і зменшення довжини струмопровідних.

Крім цього необхідно екранувати кабелі живлення, а також застосувати конструкції вбудованих зенерівських діодів.

## ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі було оцінено економічний потенціал розробки радіовимірювального приладу, який виявився вище середнього.

Було спрогнозовано орієнтовану величину витрат по кожній з статей витрат. Ця величина складає орієнтовно 19457,45 грн. Загальна ж величина витрат на виконання та впровадження результатів даної НДР буде складати 38914,9 грн. Проводилась оцінка рівня якості інноваційного продукту. Було визначено абсолютний та відносний рівні якості. Згідно останнього, інноваційний товар на 80% кращий базового. Було оцінено конкурентоспроможність товару. Відповідно до проведеного розрахунку, інноваційний продукт на 130% конкурентоспроможніший базового товару.

Період окупності складає близько одного року.