

**Секція:** Інформатика та кібернетика

6. Комп'ютерні системи та компоненти. 6.4. Дослідження та розробки нових високоефективних архітектур комп'ютерних систем і мереж загального і спеціального призначення, топологічної організації розподілених систем та комунікаційних технологій в них.

**Назва пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки згідно з Законом України:** Інформаційні та комунікаційні технології

### **АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**

**за завершеною науково-дослідною роботою за 2013 - 2014 роки**

(Характер НДР: **прикладне дослідження/розробка**)

**1. Тема НДР:** Система інтерактивного візуального моделювання навколишнього простору для симуляторів технічних об'єктів та процесів на базі GPU-кластерів

**2. Керівник НДР:** д-р техн. наук, проф. Башков Євген Олександрович

**3. Номер державної реєстрації НДР:** 0113U000881

**4. Номер облікової картки заключного звіту:** 0215U006131

**5. Назва вищого навчального закладу, наукової установи:** ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

**6. Терміни виконання:** початок - 01.01.2013, закінчення - 31.12.2014

**7. Обсяг коштів, виділених на виконання НДР за весь період (згідно з запитом / фактичний):** 280 / 226,4 тис.грн.

**8. Короткий зміст запиту:**

**Предмет дослідження:** Ефективні паралельні методи, алгоритми та апаратні засоби інтерактивного візуального моделювання навколишнього простору складних технічних об'єктів і процесів у реальному часі.

**Об'єкт дослідження:** Організація обчислювального процесу і архітектури інтерактивних паралельних комп'ютерних симуляторів реального часу.

**Мета науково-дослідної роботи:** Визначення спроможності і розробка ефективних алгоритмічних і архітектурних основ для побудови апаратно - програмного комплексу інтерактивного візуального моделювання навколишнього простору для симуляторів складних технічних об'єктів і процесів на паралельних обчислювальних системах у реальному часі, розробка прототипу системи інтерактивного візуального моделювання для тренажерного комплексу відпрацювання типових та екстремальних сценаріїв поведінки на виробництві з використанням паралельних обчислювальних систем, зокрема GPU-кластерів.

**Основні завдання, задачі чи проблеми, які необхідно було вирішити для досягнення мети:** 1. Аналіз та дослідження методів побудови інтерактивних візуальних симуляторів з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності.

2. Розробка засобів та методів обробки інформації при організації безконтактної двосторонньої взаємодії між оператором та моделлю реального оточення (рух, жести, голосові команди, тактильні відчуття, тощо).

3. Аналіз та дослідження методів організації розподілених сховищ даних для зберігання та обробки просторово та структурно складних моделей реального оточення.

4. Аналіз та дослідження існуючих методів й алгоритмів обробки й пошуку цифрових зображень складних динамічних технічних та природних об'єктів і процесів.

5. Аналіз та дослідження методів, що використовуються для високоякісної традиційної і просторової візуалізації зображень навколишнього простору реальних складних технологічних, технічних і природних об'єктів, процесів та їх моделей.

6. Удосконалення методів та розробка ефективних алгоритмів реалістичної візуалізації навколишнього простору у реальному часі із використанням паралельних спеціалізованих графічних процесорів.

7. Дослідження методів організації мовного взаємодії оператора (учня) з тренажерним навчальним комплексом симулятора складних технічних об'єктів і технологічних процесів та удосконалення цих алгоритмів, дослідження та розробка методів апаратної підтримки мовного взаємодії оператора з симулятором, розробка засобів для ефективного мовної взаємодії учня з віртуальним середовищем.

**9. Опис процесу наукового дослідження:** Використані методи досліджень - теорія математичного і імітаційного моделювання, прикладна та обчислювальна математика, аналітична алгебра і обчислювальна геометрія. Перевірка отриманих результатів та аналітичних оцінок здійснювалась шляхом проведення обчислювальних експериментів на персональних комп'ютерах та спеціалізованому графічному кластері, а також шляхом симуляційного програмного моделювання алгоритмічних і структурних засобів інтерактивного візуального моделювання навколишнього оточення для симуляторів технічних об'єктів і процесів на базі спеціалізованого GPU-кластеру.

Для створення ефективних комплексів інтерактивного високоякісного віртуального візуального моделювання навколишнього простору для симуляторів складних технічних об'єктів і процесів використано методи взаємодії з оператором, що базуються на безконтактній фіксації та розпізнаванні рухів, жестів, а для забезпечення зворотного зв'язку і візуалізації - засобів доповненої реальності та систем просторової візуалізації на базі контролерів Microsoft Kinect та 3D-дисплею. Для забезпечення реалістичної візуалізації реальних складних технічних і природних об'єктів та процесів розроблено удосконалення алгоритмів, що використовуються для традиційної високоякісної візуалізації зображень та їх моделей, та виконана їх адаптація для організації процесу стерео 3D-візуалізації. Розроблено нові алгоритми синтезу просторових зображень на базі «швидкої» генерації воксельних 3D-примитивів. Для забезпечення обробки, аналізу та пошуку зображень, відстеженню змін в зображеннях та інших характеристиках технічних об'єктів і процесів в реальному часі модифіковано відомі алгоритми з метою зменшення часової складності, розроблено внутрішні ефективні структури даних для опису їх стану, а також алгоритми порівняння таких описів. Для вирішення завдання мовного взаємодії учня з тренажерним навчальним комплексом використано нейромережевий розпізнавач фонем української (російської) мови на мультипроцесорній графічній системі. Для забезпечення задач інтерактивного моделювання, обробки даних, аналізу, мовної взаємодії і візуалізації навколишнього простору складних динамічних технічних і природних об'єктів та процесів у реальному часі адаптовано розроблені алгоритми до реалізації на сучасних паралельних архітектурах обчислювальних систем - GPU-кластерах та технології CUDA.

**Таблиця 1.**

**Результати етапів (відповідно до технічного завдання)**

№ з/п	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати етапу	Отримані результати етапу
1	Аналіз та дослідження принципів побудови інтерактивних симуляторів і тренажерних комплексів з використанням технологій віртуальної реальності. Дослідження технічних засобів та методів обробки даних	Методи обробки даних для організації двосторонньої взаємодії між симулятором та оператором. Методи та структури даних, що використовуються для опису та зберігання віртуальних моделей реального оточення та сценаріїв поведінки. Методи і алгоритми подання, обробки і аналізу й візуалізації	Запропоновано й удосконалений метод злиття віртуальної й доповненої реальностей на основі ітераційного алгоритму найближчих крапок. Прискорення роботи паралельного алгоритму зростає прямо пропорційно при збільшенні кількості крапок, і поліпшує час роботи алгоритму у

№ з/п	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати етапу	Отримані результати етапу
	<p>для організації двосторонньої взаємодії між тренажером та оператором.</p> <p>Аналіз, дослідження, удосконалення та розробка алгоритмів та структур даних, що використовуються для опису та зберігання віртуальних моделей реального оточення та сценаріїв поведінки у симуляторах та організації двосторонньої взаємодії між оператором та тренажером.</p> <p>Створення програмних засобів для відстежування рухів, жестів та забезпечення зворотного зв'язку між тренажерним комплексом та оператором.</p> <p>Створення прототипу моделі реального оточення.</p> <p>Аналіз, дослідження і удосконалення методів оцінки навчання та взаємодії оператора з віртуальним тренажером.</p> <p>Аналіз, дослідження, удосконалення та розробка алгоритмів пошуку, обробки й аналізу цифрових зображень складних технічних і природних об'єктів і процесів у реальному часі.</p> <p>Аналіз, дослідження і удосконалення алгоритмів, що</p>	<p>цифрових зображень складних технічних і природних об'єктів і процесів та їх моделей.</p> <p>Методи мовної взаємодії учня з тренажерним комплексом, методи оцінок ступеня оптимальності маршрутів операторів у віртуальному навколишньому просторі.</p> <p>Характеристики цих методів, критерії ефективності й оцінки особливостей їх використання.</p> <p>Вдосконалені розроблені методи і алгоритми, що використовуються у системі, кількісні оцінки їх тимчасової й алгоритмічної складності, математичні і програмні реалізації запропонованих алгоритмів і методів, пропозиції щодо їх імплементації на паралельних архітектурах обчислювальних систем.</p> <p>3 магістерські роботи, 2 дипломних проекти, 4 публікації, 2 доповіді.</p>	<p>відсотковому відношенні до послідовної реалізації (у середньому на 40%).</p> <p>Розроблені нові методи для ефективної реалізації методів об'ємної просторової візуалізації й синтезу 3D- зображень на основі геометрично правильної й «швидкої» генерації воксельних 3D-примітивів, а також синтезу реалістичних стереоскопічних зображень сцен методом трасування променів, що можуть бути розпаралелені у часі й добре відображений на архітектуру CUDA.</p> <p>Запропоновані засоби дозволяють більш ніж в 3 рази зменшити час генерації.</p> <p>Розроблено модифіковані алгоритми пошуку, обробки й аналізу цифрових зображень складних технічних і природних об'єктів і процесів, що задовольняють типові вимоги вчасного виконання.</p> <p>Розроблено статистичний ієрархічний агломеративний метод для виділення регіонів зображень по колірній подібності пікселів, на основі якого створена система контекстного пошуку зображень.</p> <p>Виконано експерименти по оцінці показника точності контекстного пошуку як зображень, так і модифікованих зображень.</p> <p>Результати експериментів показали перевагу змістовного пошуку, заснованого на розробленому методі.</p> <p>Запропоновано структуру двохканальної сегментно-</p>

№ з/п	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати етапу	Отримані результати етапу
	<p>використовуються для традиційної і просторової реалістичної візуалізації зображень складних технічних і природних об'єктів і процесів.</p> <p>Аналіз, дослідження і удосконалення методів і алгоритмів послівного та пофонемного розпізнавання усного мовлення.</p> <p>Дослідження можливості зменшення часових характеристик розроблених алгоритмів шляхом їх реалізації на паралельних архітектурах спеціалізованих обчислювальних систем.</p>		<p>целостної системи розпізнавання мови, що відбиває фізіологічні особливості сприйняття мови людиною. Це дозволяє організувати паралельну обробку мовного сигналу, що дає можливість вирішувати задачу автоматичного розпізнавання мови в реальному часі. Розроблено алгоритм нечіткого зіставлення образів з оптимальним тимчасовим вирівнюванням для реалізації цілісного каналу системи, що розпізнає.</p> <p>Отримано оцінку роботи цього каналу розпізнавання мови як в однокорторному, так і в багатокорторному режимах. Розроблено структуру сегментного каналу, представленого у вигляді багаторівневої системи автоматичного розпізнавання мови на основі нейронних мереж. Розроблено метод ковзного фонетичного аналізу мовного сигналу.</p> <p>Запропоновані нейромережеві обчислювальні структури для оцінки фонем, що надають можливість гнучкого настроювання на довільний фонетичний склад словника мовних команд. Застосування цих методів дозволило врахувати колективну думку каналів розпізнавання як незалежних експертів і прийняти більше точне рішення про розпізнаване слово.</p> <p>Захищено 4 магістерські роботи, Зроблено:</p>

№ з/п	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати етапу	Отримані результати етапу
			5 публікацій, 4 доповіді.
2	<p>Розробка, дослідження та аналіз архітектури обчислювальної системи для розв'язання задач розробленими алгоритмічними засобами із використанням паралельних спеціалізованих процесорів в реальному часі. Програмна реалізація запропонованих алгоритмів, створення експериментального зразка комплексу інтерактивного високоякісного візуального моделювання навколишнього простору для симуляторів складних технічних об'єктів та технологічних процесів. Оцінка результатів, формулювання способів і галузей застосування опрацьованих апаратно-програмних засобів.</p>	<p>Архітектура спеціалізованої обчислювальної системи реального часу. Експериментальний зразок апаратно-програмного комплексу інтерактивного високоякісного візуального моделювання навколишнього простору для симуляторів складних технічних об'єктів та технологічних процесів для підприємства гірничо-видобувної галузі.</p> <p>Висновки. Звіт. 1 докторська дисертація, 2 кандидатські дисертації, 3 магістерські роботи, 2 дипломних проекти, 1 монографія, 3 публікації, 2 доповіді.</p>	<p>Розроблено та досліджено архітектуру обчислювальної системи інтерактивного візуального моделювання навколишнього простору для симуляторів технічних об'єктів та процесів на базі GPU-кластерів на базі розроблених алгоритмічних засобів.</p> <p>Запропонований метод злиття віртуальної й доповненої реальностей на основі ітераційного алгоритму найближчих крапок відображений на архітектуру CUDA. Виграш у часі хмар крапок становить у середньому 40% за рахунок розпаралелювання обчислень матриці квантерінов Хорна. Виконано реалізацію підтримки розроблених засобів 3D- просторової та стерео-візуалізації на паралельній архітектурі GPU CUDA, досліджено характеристики процесів. При збільшенні обчислювальної складності сцени час для її обробки теж збільшується майже лінійно, рішення тестової задачі на обчислювальної CUDA- мережі розміру (4:1) скорочує час обчислень на 20-25% стосовно мережі розміру (2:1), при використанні однієї відеокарти з GP GPU, процеси розрахунку сцени й візуалізації фактично відбуваються послідовно, що в підсумку сповільнює весь процес; важливим є правильне завдання структури обчислювальної мережі Генерація послідовності</p>

№ з/п	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати етапу	Отримані результати етапу
			<p>одиначних воксельних відрізків прямої не дозволяє виконувати обчислення швидше, ніж на CPU для кожного із запропонованих методів. При «одночасному» виконанні операцій воксельного розкладання множини відрізків істотно підвищується завантаження обчислювальних ресурсів графічного процесора до 100%. Найбільш продуктивністю при реалізації на архітектурі CUDA має параметричний метод. Модифіковані методи при їхній реалізації на архітектурі CUDA не мають переваг у порівнянні з базовими.</p> <p>Розроблено реалізацію запропонованих методів пошуку, обробки й аналізу цифрових зображень на архітектурі CUDA.</p> <p>Розпаралелювання обчислень при контекстно-залежному масштабуванні за рахунок можливостей графічних процесорів дає можливість скоротити тимчасові витрати до 1,5 разів.</p> <p>Розроблено програмну модель мовного каналу керування тренажерним комплексом «Віртуальна шахта», що дозволяє оцінювати якість розпізнавання мовних команд у багатодикторному режимі. Паралельна реалізація нейрообчислень на GP GPU дозволяє прискорити роботу ансамблю нейросетевих аппроксиматоров фонем у декілька разів як у режимі навчання, так і в режимі розпізнавання.</p>

№ з/п	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати етапу	Отримані результати етапу
			<p>Розроблено прототип системи «віртуальна шахта» для підприємства гірничодобувної промисловості на основі аналізу й створення повного й всебічного опису сценаріїв роботи системи й розробки проектних рішень математичних і просторових моделей навколишнього реального середовища шахтного простору, розробки програмного забезпечення й 3D-моделювання віртуального простору. У результаті аналізу процесу моделювання було виявлено кілька принципових позицій, яких варто дотримуватися для підвищення продуктивності роботи проекту. Розробляється 1 докторська дисертація (1 рік навч.), 1 кандидатська дисертація. Захищено 4 магістерські роботи</p> <p>Видано: 2 монографії, 4 публікації, зроблено 2 доповіді.</p>

**10. Наукова новизна та значимість отриманих наукових результатів:** Наукова новизна роботи обумовлена: створенням нового методу злиття віртуальної й доповненої реальності на основі ітераційного алгоритму найближчих крапок з покращеними часовими характеристиками, нових ефективних методів об'ємної просторової візуалізації й синтезу 3D- зображень на основі геометрично правильної й «швидкої» генерації воксельних 3D- примітивів, та синтезу реалістичних стереоскопічних зображень сцен методом трасування променів, створенням нових алгоритмів пошуку, обробки й аналізу цифрових зображень, які відрізняються від існуючих кращими результатами і мають задовільні часові характеристики, нової структури двохканальної сегментно-целостної системи розпізнавання мови, що відбиває фізіологічні особливості сприйняття мови людиною та дозволяє організувати паралельну обробку мовного сигналу, та нового алгоритму нечіткого зіставлення образів з оптимальним тимчасовим вирівнюванням для реалізації цілісного каналу системи, що розпізнає, а також паралельних реалізацій запропонованих засобів на спеціалізованих архітектурах кластерів GPU CUDA.

**11. Відмінні риси і перевага отриманих результатів (продукції) над**

**вітчизняними або зарубіжними аналогами чи прототипами:** На момент виконання досліджень у відкритому доступі не було знайдено жодних масивно - паралельних реалізацій досліджених методів рішення вказаних задач, аналоги, побудовані на відкритих технологіях, невідомі, можливе існування закритих реалізацій аналогічних задач.

**12. Практична цінність результатів та продукції:** Результати досліджень можуть бути використані фахівцями в області побудови систем віртуальної й розширеної реальності, багатоцільових комп'ютерних симуляторів і імітаторів, систем ідентифікації, моніторингу й візуального тривимірного комп'ютерного моделювання в різноманітних областях, систем комп'ютерної графіки, синтезу, обробки й аналізу зображень, пошукових систем у графічних базах даних, побудови прогресивних методик і засобів в області комп'ютерних ігор. Запропоновані засоби є конкурентоспроможними.

Впровадження відсутнє у зв'язку з тим, що компанії, які надавали підтримку, перенесли свою діяльність у інші регіони України. Для просування результатів роботи на ринок необхідна розробка комерційних програмних і програмно-апаратних комплексів, орієнтованих на потреби конкретної цільової аудиторії (теоретична й алгоритмічна база для реалізації запропонованих засобів є розробленою), впровадження можливо після доопрацювання в конкретних умовах заказчика. Промислове впровадження потребує не менш як 500-600 тис. грн.

**13. Використання результатів у навчальному процесі:** Впроваджено в навчальний процес кафедри ПМІ ДонНТУ:

- на основі результатів НДР оновлені лекції з курсів «Комп'ютерний синтез та обробка зображень», «Системи віртуальної реальності», «Паралельне програмування» та «Комп'ютерна графіка»,
- захищено магістерських дисертацій - 8.

**14. Результативність виконання науково-дослідної роботи**

**Таблиця 2.**

№ з/п	Критерії	Заплановано (відповідно до запиту)	Виконано (за результатами НДР)	% виконання
1	<b>Публікації колективу виконавців НДР:</b>			
	1.1. Статті у журналах, що входять до наукометричних баз даних	1	4	400
	1.2. Публікації в матеріалах конференцій, що входять до наукометричних баз даних	0	0	0
	1.3. Статті у журналах, що включені до переліку наукових фахових видань України	10	5	50
	1.4. Публікації у матеріалах конференцій, тезах доповідей та виданнях, що не включені до переліку наукових фахових видань України	4	6	150
	1.5. Монографії, опубліковані за рішенням Вченої ради ВНЗ (наукової установи)	1	2	200



Продовження табл. 2.

№ з/п	Критерії	Заплановано (відповідно до запиту)	Виконано (за результатами НДР)	% виконання
	1.6. Підручники, навчальні посібники з грифом МОНмолодьспорт України (МОН України)	0	0	0
	1.7. Навчальні посібники без грифу МОНмолодьспорт України (МОН України)	0	0	0
	1.8. Словники, довідники	0	0	0
2	<b>Підготовка наукових кадрів:</b>			
	2.1. Захищено докторських дисертацій за тематикою НДР	0	0	0
	2.2. Подано до розгляду у спеціалізовану вчену раду докторських дисертацій за тематикою НДР	1	1	100
	2.3. Захищено кандидатських дисертацій за тематикою НДР	0	0	0
	2.4. Подано до розгляду у спеціалізовану вчену раду кандидатських дисертацій за тематикою НДР	1	1	100
	2.5. Захищено магістерських робіт за тематикою НДР	9	8	88
3	<b>Охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності, які створено за тематикою НДР:</b>			
	3.1. Отримано патентів (свідоцтв авторського права) України	0	0	0
	3.2. Подано заявок на отримання патенту України	0	0	0
	3.3. Отримано патентів (свідоцтв авторського права) інших держав	0	0	0
	3.4. Подано заявок на отримання патенту інших держав	0	0	0
4	Участь з оплатою у виконанні НДР:			
	4.1. Студентів	4	4	100
	4.2. Молодих учених та аспірантів	2	1	50

**15. Бібліографічний перелік монографій, підручників, посібників, словників, довідників, наукових статей, інших публікацій; подані заявки та отримані патенти; теми захищених та поданих до розгляду у спеціалізовану вчену раду дисертацій** (за матеріалами досліджень за період виконання НДР):

1. Реалистическая пространственная визуализация с использованием технологий объемного отображения: Монография / Е.А. Башков, С.А. Зори. - Донецк, ГВУЗ "ДонНТУ", 2014. - 150 с.
2. Башков Е.А. Поиск изображений по содержанию в графических базах данных: Монография / Е.А. Башков, О.Л. Вовк, Н.С. Костюкова. - Донецк, ГВУЗ «ДонНТУ»,

2014. – 120 с. ISBN 978-966-377-183-0

3. Babkov V., Al-Oraiqat A., Bashkov E., Titarenko C., FUSION OF MULTISPECTRAL SATELLITE IMAGERY USING A CLUSTER OF GRAPHICS PROCESSING UNIT

//International Geoinformatics Research and Development Journal, Volume 4, Issue 2 – June 2013. 7 p.

4. Бондаренко И.Ю., Федяев О.И. Нейросетевой алгоритм дикторонезависимого распознавания фонем устной речи // Управляющие системы и машины. – 2013. – No 4. – С. 40-49.

5. Башков Евгений Александрович, Зори Сергей Анатольевич Использование вычислительных возможностей графических систем для организации визуализации трехмерных сцен с использованием технологий объемного отображения // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. №4 (153). С.15-21.

6. Е.А. Башков, С.А. Зори Исследование эффективности реализации синтеза изображений рельефов алгоритмом ROAM на параллельных вычислительных системах / Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск "Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении", №5 (142) - 2013 г., изд-во Технологический институт Южного федерального университета в г. Таганроге, с. 46-50

7. Башков Е.А., Бабков В.С. Средства интерактивного взаимодействия реального и виртуального пространств на основе трехмерного сканирования объектов с использованием платформы Microsoft Kinect. Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск: «Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении». - Таганрог, Изд-во ЮФУ, 2013, №5 (142).- с. 51-56

8. С.А. Зори 3D-визуализация сцен методом трассировки лучей на параллельном графическом процессоре // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер.: Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка, 2014, №1, с. 32-37

9. С.А. Зори, В.В. Лисеенко Синтез изображений рельефов и ландшафтов методом ROAM на кластерной и CUDA- архитектурах вычислительных систем /Наукові праці Донецького національного технічного університету, Серія "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка", № 1(17), 2013.- с. 57-61.

10. Башков Е.А., Непочатая С.А. Алгоритм вокселизации сферического треугольника. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія "Інформатика, кібернетика і обчислювальна техніка". Випуск 1 (19) – Донецьк: ДонНТУ. – 2014.- С.27-31

11. Костюкова Н.С., Сисоева Д.О. Поиск изображений, что містять текст, з використанням гістограмних ознак // Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія: "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка". – 2014. - №1 (19) - с.38-45

12. Запорожченко И.А., Григорьев М.А., Зори С.А. Анализ методов уменьшения вычислительной сложности алгоритма трассировки лучей и способов их параллельной реализации /Моделювання та комп'ютерна графіка : Матеріали 5-ї міжнародної науково - технічної конференції , м Донецьк , 24-27 вересня 2013 р. — Донецьк, ДонНТУ, Міністерство освіти та науки України , 2013. — С1.09, 3 с.

13. Зори С.А., Запорожченко И.А., Григорьев М.А. Анализ методов уменьшения вычислительной сложности алгоритма трассировки лучей и способов их параллельной реализации /Моделювання та комп'ютерна графіка : Матеріали 5-ї міжнародної науково - технічної конференції , м Донецьк , 24-27 вересня 2013 р. — Донецьк, ДонНТУ, Міністерство освіти та науки України , 2013. — С1.09, 3 с.

14. Савкова Д.Г., Федяев О.И. Разработка речевого интерфейса для интеллектуализации ввода исходного кода программ // Сборник материалов 5-й международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика» - Донецк, ДонНТУ - 2013,.. - 423 с.

15. Савкова Д.Г., Федяев О.И. Акустико-лингвистическая модель распознавания речи // Сборник материалов 4-й Всеукраинской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Информационные управляющие системы и

компьютерный мониторинг» ИУС КМ-2013 – Донецк, ДонНТУ – 2013, – В 2 тт. - Т.1. с. 442-445.

16. Организация реалистичной стерео визуализации сцен 3D-графики / Порфиоров П. А., Звягинцев И. А., Зори С. А. // Материалы V всеукраинской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг» ИУС КМ-2014. — Донецк, ДонНТУ — 2014. – 6 с.

17. Зори С.А., Запорожченко И.А., Григорьев М.А. Анализ алгоритмов трассировки лучей для реалистичной визуализации трехмерных сцен и способов уменьшения их вычислительной сложности. Інформаційні управляючі системи та комп'ютерний моніторинг 2013 (ІУСКМ -2013): IV Міжнародна науково-технічна конференція студентів та молодих вчених/ 24-25 квітня 2013р. м. Донецьк : зб. доп./ Донец. націонал. техн. ун-т; редкол. В.А. Світлична. – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – в 2 тт, - Т.1. – с. 353-357.

**16. Використання результатів НДР в промисловості (інших галузях): -**

проведено промислові випробування – немає;

- виготовлено експериментальний зразок - розроблено прототип системи «віртуальна шахта» для підприємства гірничодобувної промисловості;

- впроваджено результати (укладено госпдоговорів або продано ліцензію – вказати обсяг договору, замовника, терміни виконання) – немає.

**17. Кількість персоналу, що брав участь у виконанні НДР:**

Кількість штатних співробітників: 1, кількість сумісників (окрім студентів): 5, кількість молодих учених з оплатою: 2, кількість студентів з оплатою: 2. Всього: 8.

**18. Рішення вченої (наукової, науково-технічної) ради від 11.12.2014 протокол №1 про закінчення роботи.**

**Керівник роботи:**

\_\_\_\_\_ Є.О. Башков  
підпис

**В.о. ректора**

\_\_\_\_\_ Я.О. Ляшок  
підпис

**МП**