

УДК 004.3

## УДОСКОНАЛЕНА КОНСТРУКЦІЯ ПАНОРАМНОЇ ГОЛОВКИ ДЛЯ ЗЙОМКИ ВІРТУАЛЬНИХ 3D ТУРІВ

**П. П. Костенко, Я. А. Пожар, С. А. Злочевський**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: [ppkostenko@gmail.com](mailto:ppkostenko@gmail.com)

Розглядається питання розробки панорамної головки для зйомки віртуальних турів.

Проведено детальний аналіз існуючих апаратних рішень. Зазначено особливості функціонального використання актуальних на ринку 3D головок та наведено їх основні переваги й недоліки. Запропоновано концепцію вдосконаленої конструкції панорамної головки. Наведено результати тривимірного моделювання структури головки для зйомки віртуальних 3D турів. Розроблено креслення та створено експериментальний зразок запропонованої конструкції. Наведено переваги використання запропонованої в роботі конструкції 3D головки та розглянуто перспективи її подальшого вдосконалення.

**Ключові слова:** 3D панорама, панорамна головка, 3D тур, нодальна точка, віртуальний тур.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПАНОРАМНОЙ ГОЛОВКИ ДЛЯ СЪЕМКИ ВИРТУАЛЬНЫХ 3D ТУРОВ

**П. П. Костенко, Я. А. Пожар, С. А. Злочевский**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: [ppkostenko@gmail.com](mailto:ppkostenko@gmail.com)

Рассматривается вопрос разработки панорамной головки для съемки виртуальных туров. Проведен детальный анализ существующих аппаратных решений. Отмечены особенности функционального использования актуальных на рынке 3D головок и приведены их основные преимущества и недостатки. Предложена концепция усовершенствованной конструкции панорамной головки. Приведены результаты трехмерного моделирования структуры головки для съемки виртуальных 3D туров. Разработаны чертежи и создан экспериментальный образец предложенной конструкции. Приведены преимущества использования предложенной в работе конструкции 3D головки и рассмотрены перспективы дальнейшего совершенствования.

**Ключевые слова:** 3D панорама, панорамная головка, 3D тур, нодальная точка, виртуальный тур.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Віртуальна панорама імітує реальне відвідування об'єкту, дозволяє роздивитись все навколо себе під будь-яким кутом. За допомогою набору фотографій того чи іншого об'єкту надається можливість отримання не просто панорами з кутом огляду 180°, а більш реальної об'ємної моделі [1].

Віртуальні 3D панорами пам'ятних місцевостей, музеїв, пейзажів, площ тощо користуються широкою популярністю. Технологія створення таких панорам уже входить у нашу дійсність, піднімаючи таким чином щабель у пізнанні нових цифрових висот [2].

3D панорама – єдиний на сьогодні можливий спосіб, який дозволяє показати весь об'єм середовища навколо спостерігача, не відвідуючи даний простір. Така інтерактивність віртуальних панорам створює ефект присутності й дозволяє більш ефективно оцінити навколишній простір, чим перегляд звичайних фото- чи відеоматеріалів [3].

Ключовим фактором зйомки 3D панорам є панорамна головка (ПГ) [4, 5]. Для зйомки панорами необхідно отримати множину кадрів зі сферичним (повним) охопленням простору навколо фотокамери (рис. 1). Якісні показники ПГ суттєво впливають на отриманий результат, адже в задачі панорамної зйомки важливим фактором є обертання фотокамери навколо оптичного

центру об'єктиву – нодальної точки (НТ). Будь-яке відхилення від НТ дає геометричні викривлення фото, що ускладнює подальшу обробку в комп'ютерних програмах [6].

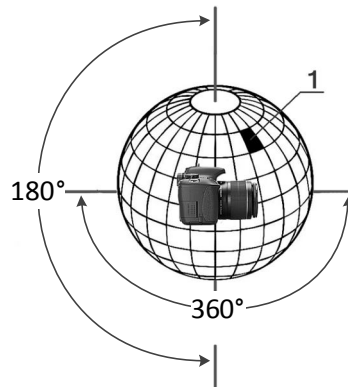


Рисунок 1 – Схема сферичного охоплення: 1 – один кадр із множини

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Загальна конструкція ПГ, яка набула широкого розповсюдження та використовується багатьма виробниками, приведена на рис. 2.



Рисунок 2 – Загальна конструкція панорамної головки: 1 – фіксуючі гвинти; 2 – платформа для встановлення камери; 3 – верхня направляюча; 4 – вертикальна стійка; 5 – нижня направляюча; 6 – ротатор; 7 – бульбашковий рівень

Важливими показниками ПГ є її вага, максимально допустима вага навантаження та матеріал, з якого вона виготовлена. Досить зручним є спеціальний бульбашковий рівень для чіткого позиціонування ПГ у просторі.

На теперішній час на ринку фототехніки присутній широкий спектр виробників ПГ. Для прикладу деякі з них приведені в табл. 1. Якість майбутньої панорами повністю залежить від характеристик панорамної головки. Саме тому можемо спостерігати значну дисперсію цінкових показників ПГ. Середня дзеркальна фотокамера має вагу ~500–700 г. До цієї ваги слід додати вагу об'єктиву та іншого приладдя. Таким чином, ПГ повинні бути міцними, як наслідок матеріал, з якого їх виробляють, це алюміній або сплав алюмінію, сталь, міцні полімери. Незалежно від моделі та особливостей конструкції ПГ, одним із найактуальніших показників є максимально допустима вага, яку здатна витримувати головка.

Зйомка панорами є множиною кадрів, які зняті з певним статичним кроком. Тому для зручності в деякі ПГ встановлюють так звані «стопорні кільця», вони дозволяють чітко контролювати крок повороту рухомих частин ПГ шляхом кроків із рівним кутом.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика існуючих ПГ

Виробник	Nodal Ninja	Panosaurus	Manfrotto	Сфера – 69	Kingpano	360 Precision Adjuste
Модель	Nodal Ninja 3mk II	Panosaurus 2.0	Manfrotto 303SPH	Сфера – 1М економ	Kingpano	360 Precision Adjuste
Ціна	~199,95 \$	~99,95 \$	~650 \$	~76 \$	~150 \$	~990 \$
Вага	0,457 кг	0,9 кг	2,43 кг	0,34 кг	0,7 кг	1,1 кг
Максимально допустима вага	3,2 кг	4,5 кг	4 кг	2 кг	1,5 кг	10 кг
Бульбашковий рівень	Так	Ні	Ні	Так	Ні	Так
Матеріал	Алюмінієвий сплав	Нержавіюча сталь, полікарбонат, алюміній	Алюміній, сталь	Алюмінієвий сплав, полімери	Акрил	Алюмінієвий сплав

Найважливішими з показників використання ПГ вважається її сумісність та компактність. Кожна ПГ розрахована на чітко визначений максимальний розмір, тому для окремих видів фотокамер та об'єктивів вони можуть бути несумісними.

Деякі ПГ мають можливість складатися й займають менше місця, але, як наслідок, їх конструкція стає більш нестійкою, що може призводити до зміщення нодальної точки під час зйомки.

Окремі виробники надають ПГ, які розраховані під окремі види фотокамер та об'єктивів. Перевагами подібних ПГ можна вважати низьку ціну та невеликі розміри, проте при зміні фотоапарату та об'єктиву використання існуючої ПГ ускладнюється чи взагалі стає неможливим.

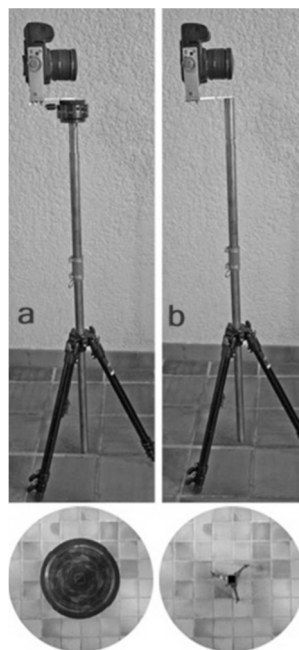


Рисунок 3 – Слім-ротатор: а) звичайна ПГ; б) ПГ, запропонована Мішелем Тобі

Окрім стандартних конфігурацій ПГ існують альтернативні варіанти, зокрема в роботі Мішеля Тобі (Michel Thoby) [7] запропоновано панорамну головку слім-ротатор (slim rotator) (рис. 3,b), що в перекладі означає «тонкий поворотний пристрій». Його варіант дає змогу зменшити обробку кадру з надиром панорами. Надир – точка небесної сфери, що знаходиться під горизонтом, протилежна zenіту. В основі лежить та ж схема панорамної головки, описана вище (рис. 2), але обертання відбувається на тонкому довгому валу, внаслідок чого слід від штативу мінімальний і при обробці вимагає менше часових витрат.

Аналіз (табл. 1) показав залежність вартості панорамної головки від матеріалу виготовлення, якості збору конструкції та наявності високої ймовірності похибок під час зйомки. Висока ціна надає більш широкі можливості, такі як широкий діапазон сумісності фотокамер та об'єктивів, максимально допустима вага навантаження та інші зручності під час зйомки 3D турів.

Виходячи з вищесказаного, існує проблема наявності панорамних головок із прийнятною вартістю та надійністю функціональних елементів, тому розробка ПГ з легких та міцних матеріалів, що дозволять підвищити надійність фіксації фотоапарату та функціонування всієї конструкції, прискорити процес отримання набору початкових знімків, при цьому зберігаючи мінімальну вартість виготовлення ПГ, є актуальним та невирішеним на даних момент завданням.

На основі проведеного аналізу було прийнято рішення про розробку власної моделі панорамної головки. Розроблювана модель повинна відповідати наступним вимогам:

- виготовлення з міцного матеріалу для підвищення максимально допустимої ваги навантаження;
- надійність конструкції для усунення люфтів;
- мінімальна вартість.

За основу було покладено зовнішній вигляд ПГ «Сфера–69» [8] (рис. 4), оскільки дана модель має просту, але в той же час міцну конструкцію, в якій використовується матеріал полівінілхлорид (ПВХ). Для підвищення надійності було вирішено як матеріал використати алюміній та дещо збільшити товщину основних деталей. Зажимні гвинти було збільшено у діаметрі, збільшили та укріпили ребра жорсткості, а також зробили більшими самі розміри ПГ, що дало змогу розширити розмірний діапазон камер та об'єктивів, які можна буде встановити на неї [9].



Рисунок 4 – Панорамна головка «Сфера–69»

Розробка відбувалась у декілька етапів.

*Перший етап:* розробка 3D моделі ПГ для попереднього візуального огляду та можливих поправок у конструкції. Три основні частини моделі наведено на рис. 5. Загальний вигляд 3D моделі зображений на рис. 6.

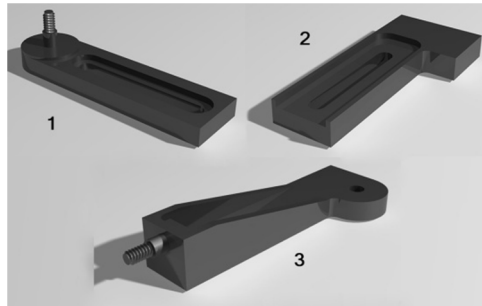


Рисунок 5 – 3D модель деталей: 1 – верхня направляюча; 2 – нижня направляюча; 3 – вертикальна стійка

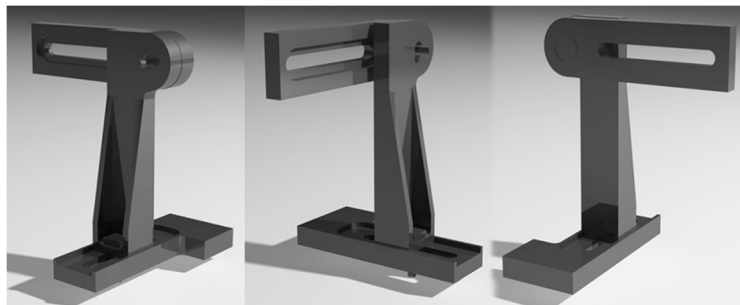


Рисунок 6 – Загальна 3D модель ПГ у зборі

*Другий етап:* на основі 3D моделі створено проєкції складових ПГ, встановлено фізичні розміри деталей. Створено креслення моделі для безпосереднього виготовлення експериментального зразка. Креслення верхньої та нижньої направляючих зображено на рис. 7. У табл. 2 надано варіювання показників базової та вдосконаленої конструкції. Діапазон довжин верхньої направляючої збільшено на 20 мм, діапазон довжин нижньої направляючої збільшено на 16 мм, максимально допустиму вагу навантаження підвищено на 2 кг. Зазначені зміни дозволяють використовувати розроблену ПГ із більшим діапазоном фотокамер та об'єктивів.

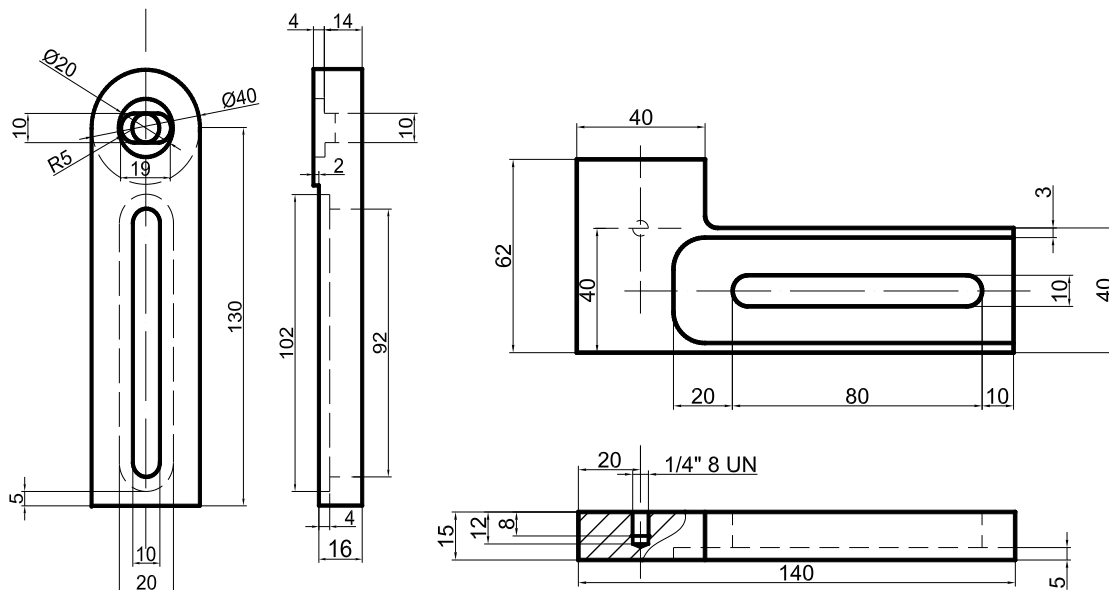


Рисунок 7 – Верхня направляюча (зліва), нижня направляюча (справа)

Таблиця 2 – Порівняння вдосконаленої та базової конструкції ПГ

Параметр	Запропонована конструкція	Сфера-69
Діапазон довжин верхньої направляючої	30–120 мм	40–110 мм
Діапазон довжин нижньої направляючої	5–71 мм	15–65 мм
Максимально допустима вага навантаження	3–3,5 кг	1–1,5 кг

У результаті проведених досліджень було розроблено експериментальний зразок (прототип) конструкції панорамної головки (рис. 8). Перевірено функціональні властивості вдосконаленої структури ПГ [9]. У ході перевірки функціонування головки було зазначено підвищення швидкості набору фотознімків, проте відсутність фіксатору положення верхньої направляючої викликало незначні труднощі в процесі налаштування базового положення камери відносно локації.



Рисунок 8 – Фото експериментального зразка вдосконаленої конструкції панорамної головки

**ВИСНОВКИ.** Внаслідок удосконалення конструкції панорамної головки було підвищено швидкість отримання набору фотознімків для створення 3D панорами. Нова конструкція сприяла більшій стійкості, значно підвищилась максимальна вага навантаження, що надає можливості для встановлення більш важких камер та об'єктивів. Збільшено розміри ПГ, що сприяє розширенню кількості камер та об'єктивів, які можливо встановити на ПГ. Недоліком є відсутність фіксаторів верхньої направляючої. У подальшому планується вдосконалення конструкції для підвищення максимальної ваги навантаження, встановлення додаткових фіксаторів, збільшення загальних розмірів конструкції, покращення плавності переміщення рухомих частин ПГ.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Назаров А. Что такое панорама [Электронный ресурс] // Фотожурнал. – 2006. – Режим доступа: <http://art.photo-element.ru/ps/panoramic/panoramic.html>.
2. Катков Д. Съёмка панорамных пейзажей [Электронный ресурс] // Фотожурнал. – 2004. – Режим доступа: <http://photo-element.ru/ps/panorama/panorama.html>.
3. Пиндора Я. Сферические 3D панорамы и виртуальные туры. [Электронный ресурс] // Сайт компании 3D Pano. – Режим доступа: <http://3dpano.pindora.com/>
4. Абрамов О. Штативная головка для панорамной фотосъёмки [Электронный ресурс] // Журнал «САМ». – 2013. – № 10. – Режим доступа: <http://master-sam.ru/full/publikacii/SHTATIVNAYA-GOLOVKA-DLYA-PANORAMNOJ-FOTOSYOMKI/>
5. Костенко П.П., Пожар Я.А. Проектування пристрою для фотозйомки 3D панорам // Наука. Техника. Інновації. – Сборник статей Международной научно-технической конференции (25–27 марта 2014 г., г. Брянск) / Под общей редакцией А.Л. Сафонова. – Брянск: НДМ, 2014. – С. 373–376.

6. Бушнев Д. Искажения при фотосъемке [Электронный ресурс] // Сайт компании «Два Пилота». – Режим доступа: [www.colorpilot.ru/perspective\\_distortion.html](http://www.colorpilot.ru/perspective_distortion.html)
7. Thoby M. Slim Rotator [Электронный ресурс] // Блог фотографа М. Thoby. – Режим доступа: [http://michel.thoby.free.fr/Nadir/Slim/Slim\\_rotator.html](http://michel.thoby.free.fr/Nadir/Slim/Slim_rotator.html)
8. Panoramic head "Sfera-69" [Электронный ресурс] // Сайт Панорамная головка «Сфера-69». – Режим доступа: <http://panohad.narod.ru/index/0-10>
9. Пожар Я.А. Розробка моделі панорамної головки зйомки 3D панорам засобами 3D Max // Збірник тез VII Міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерні системи та мережні технології» (CSNT-2014), м. Київ, 17–19 квітня 2014 р. – К.: Національний авіаційний університет, 2014. – С. 126.

### IMPROVED DESIGN OF A PANORAMIC HEAD FOR SHOOTING VIRTUAL 3D TOURS

**P. Kostenko, Ya. Pozhar, S. Zlochevskyi**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: [ppkostenko@gmail.ru](mailto:ppkostenko@gmail.ru)

Development of a tripod for recording 3D panoramas is considered. A detailed analysis of existing hardware solutions is conducted. Noted features of a functional use of topical market 3D heads and shows their main advantages and disadvantages. The concept of advanced design panoramic head is proposed. The paper presents the results of three-dimensional modeling of the structure of the head to capture 3D panoramas. Drawings developed and created an experimental model of the proposed design. The advantages of using the proposed structure in the 3D head and the prospects for further improvement.

**Key words:** 3D panorama, panoramic head, 3D tour, nodal point, virtual 3D tours.

#### REFERENCES

1. Nazarov A. What is the panorama [Online resource] // «Photo Magazine». – 2006. – Available at: <http://art.photo-element.ru/ps/panoramic/panoramic.html> [in Russian].
2. Katkov D. Shooting panoramic landscapes [Online resource] // «Photo Magazine». – 2004. – Available at: <http://photo-element.ru/ps/panorama/panorama.html> [in Russian].
3. Pindora Y. 3D spherical panoramas and virtual tours. [Online resource] // Official site of 3D Pano. – Available at: <http://3dpano.pindora.com/> [in Russian]
4. Abramov O. Tripod head for panoramic photography [Online resource] // Journal-guide «SAM». – 2013. – № 10. – Available at: <http://master-sam.ru/full/publikacii/SHTATIVNAYA-GOLOVKA-DLYA-PANORAMNOJ-FOTOSYOMKI/> [in Russian]
5. Kostenko P., Pozhar Y. Designing the device for photo-shooting of 3D panorams // «Science. Technology. Innovation». – Collected papers of the International Scientific Conference (25–27 March 2014, Bryansk) / Edited by A. Safonov. – Bryansk: NDM, 2014. – PP. 373–376. [in Ukrainian]
6. Bychnev D. Distortion when photographing [Online resource] // Official site of "Two Pilots" – Available at: [www.colorpilot.ru/perspective\\_distortion.html](http://www.colorpilot.ru/perspective_distortion.html) [in Russian]
7. Thoby M. Slim Rotator [Online resource] // Official blog of M. Thoby. – Available at: [http://michel.thoby.free.fr/Nadir/Slim/Slim\\_rotator.html](http://michel.thoby.free.fr/Nadir/Slim/Slim_rotator.html) [in Russian]
8. Panoramic head "Sfera-69" [Online resource] // Official site of Panoramic head "Sfera-69". – Available at: <http://panohad.narod.ru/index/0-10> [in Russian]
9. Pozhar Y. Developing a model of panoramic head shoot 3D panoramas means 3D Max // Abstracts of VII International Scientific and Technical Conference "Computer Systems and Network Technology» (CSNT-2014), Kyiv, 17–19 April 2014. – Kyiv: National Aviation University, 2014. – P. 126. [in Ukrainian]



Костенко Павло Павлович,  
к.техн.н., ст. викл. кафедри «Комп'ютерні та інформаційні системи» КрНУ,  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна,  
Тел. (050) 958-15-39,  
E-mail: [ppkostenko@gmail.com](mailto:ppkostenko@gmail.com)



Пожар Ярослав Андрійович,  
студент кафедри «Комп'ютерні та інформаційні системи» КрНУ,  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна,  
Тел. (098) 360-25-69,  
E-mail: [grinboro@mail.ru](mailto:grinboro@mail.ru)



Злочевський Сергій Андрійович,  
студент кафедри «Комп'ютерні та інформаційні системи» КрНУ,  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна,  
Тел. (097) 400-56-11,  
E-mail: [grinboro@mail.ru](mailto:grinboro@mail.ru)

Стаття надійшла 15.02.2014  
Рекомендовано до друку  
к.техн.н., доц. Перекрест А. Л.