



# Монокулярный параллакс движения в навигации при чрескожной чреспеченочной холангиостомии

Цыганков В.Н.<sup>1,2</sup>, Гончаров А.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ "Институт хирургии им. А.В. Вишневского" Министерства здравоохранения России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ГБОУ ВПО "Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова" Министерства здравоохранения России, Москва, Россия

## Monocular Motion Parallax in Percutaneous Transhepatic Biliary Drainage

Tsygankov V.N.<sup>1,2</sup>, Goncharov A.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> A.V. Vishnevskiy Institute of Surgery, Moscow, Russia

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow state medical university, Moscow, Russia

**Цель исследования:** возможность применения монокулярного параллакса движения (МПД) в навигации при чрескожной чреспеченочной холангиостомии (ЧЧХС).

**Материал и методы.** Для изучения МПД был создан фантом, имитирующий желчные протоки. Он представляет собой две пластиковые пробирки. Верхняя пробирка маркирована рентгеноконтрастной меткой. Перпендикулярно посредине между пробирками установлена игла, ее кончик находится на линии, соединяющей срединные оси пробирок. За 3,5 года эндобилиарные вмешательства были произведены 155 больным. Дренаживание протоков левой доли было выполнено 15 (9,6%) пациентам, протоков правой доли – 84 (54,2%), протоков правой и левой долей – 56 (36,2%).

**Результаты.** Применение МПД для навигации при ЧЧХС позволило увеличить число одновременных дренирований нескольких протоков правой доли печени, в 2011 г. их было выполнено 2, а в 2013 г. – 12.

**Выводы.** МПД позволяет на разных типах рентгеновских аппаратов быстро получить представление о взаимном расположении пункционной иглы и желчных протоков, на основании чего, при необходимости, выполнить коррекцию направления пункции и тем самым сократить время и травматичность вмешательства.

**Ключевые слова:** монокулярный параллакс движения, чрескожная чреспеченочная холангиостомия, дренирование желчных протоков.

\*\*\*

**Purpose** was the evaluation of possibility of using monocular motion parallax (MTD) in navigation during percutaneous transhepatic cholangiostomy.

**Materials and Methods.** To study the MTD the phantom of bile ducts was created. It consists of two plastic tubes, upper tube marked with radiopaque marker and the needle installed between the tubes. Interventions were performed on 155 patients in 3.5 years. Drainage of left lobe ducts was performed on 15 (9.6%) patients, drainage of right lobe ducts was performed on 84 (54.2%), drainage of both right and left lobes was performed on 56 (36.2%) patients.

**Results.** Application of MTD in navigation during percutaneous transhepatic cholangiostomy allowed to increase the number of simultaneous multiple drainage ducts of both left and right hepatic lobes from 2 patients in 2011 to 12 patients in 2012.

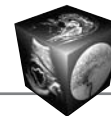
**Conclusions.** Monocular motion parallax allows quickly get an idea of needle position in bile ducts on different types of C-arms and, if necessary, make corrections of puncture direction, reduce the time and traumatism of this manipulation.

**Для корреспонденции:** Гончаров Андрей Ильич – 117997 Москва, Б. Серпуховская ул., 27, Институт хирургии им. А.В. Вишневского, отд. рентгенохирургических методов диагностики и лечения. Тел. +7-499-236-44-24. Факс +7-499-236-61-30. E-mail: goncharov@ixv.ru

**Цыганков Владимир Николаевич** – канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения Института хирургии им. А.В. Вишневского; доцент кафедры лучевой диагностики ИПО ГБОУ ВПО "Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова" МЗ РФ; **Гончаров Андрей Ильич** – канд. мед. наук, научный сотрудник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения Института хирургии им. А.В. Вишневского.

**Contact:** Goncharov Andrey Ilyich – 117997 Russia, Moscow, Bol. Serpuhovskaya str., 27, Vishnevskiy Institute of Surgery. Phone: +7-499-236-44-24. E-mail: goncharov@ixv.ru

**Tsygankov Vladimir Nikolaevich** – cand. of med. sci., head of the angiography department of A.V. Vishevskiy Institute of Surgery; Associate Professor the radiation diagnosis of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; **Goncharov Andrey Ilyich** – cand. of med. sci., research associate of the angiography department of A.V. Vishevskiy Institute of Surgery.



**Key words:** monocular motion parallax, percutaneous transhepatic cholangiostomy, drainage of the bile ducts, percutaneous transhepatic biliary drainage.

\*\*\*

## Введение

Появление ультразвукового метода диагностики позволило значительно упростить выполнение пункции желчных протоков при чрескожной чреспеченочной холангиостомии (ЧЧХС). Однако дальнейшие манипуляции – проведение проводника, использование манипуляционных катетеров и собственно установка дренажа выполняются под рентгеноскопическим контролем. Также может потребоваться под рентгеноскопическим контролем выполнить дренирование еще одного протока при их разобщении или изменить место входа в желчное дерево из-за острого угла проникновения иглы в протоки, вследствие чего дальнейшие манипуляции, в частности проведение проводника к воротам печени, затруднены [1].

Однако даже при уже выполненном контрастировании протоков их пункция не всегда является успешной, что, с одной стороны, связано со значительной вариабельностью протоковой системы и ее деформацией при заболеваниях печени, а с другой – с недостатком рентгенографии и рентгеноскопии суммационным эффектом. Анатомические структуры трехмерного объекта отображаются на экране или пленке в виде суммации теней в одной проекции, получается плоскостное изображение объемного объекта, поэтому она не дает точное представление о пространственных взаимоотношениях различных структур, т.е. отсутствует восприятие глубины, или дифференциальное восприятие расстояния [2–4].

Надо отметить, что достаточно давно были предложены и продолжают патентоваться способы стереорентгенографии и стереорентгеноскопии, однако в серийно выпускаемых аппаратах этой опции нет [5–8].

Для успешной навигации во время пункции желчных протоков, особенно из наиболее часто применяемого бокового доступа, восприятие глубины имеет принципиальное значение, так как оно позволяет определить положение иглы по отношению к просвету протока и если необходимо изменить направление пункции.

Так как при рентгеноскопии получается изображение с одного воспринимающего устройства, которое соответствует зрению одним глазом, то для восприятия действительности в трех измерениях можно воспользоваться монокулярными признаками глубины, которые отображают глубину в двух измерениях. Однако, к сожалению, не всеми ими можно воспользоваться [5, 7].

Невозможно применить затенение (монокулярный признак глубины, возникающий в результате уменьшения освещенности предметов по мере их удаления от наблюдателя или источника света и чередования света и тени), так как при рентгеноскопии изображение само по себе представляет собой суммацию теней. По этой же самой причине нельзя оценить глубину, применяя окклюзию или интерпозицию (признак, который обеспечивает возникновение эффекта глубины, когда один наблюдаемый предмет частично закрывает другой).

Небольшая протяженность желчного дерева по глубине не позволяет использовать знание и восприятие размера (присутствие в перцептивном опыте представления о размере объекта, которое позволяет использовать информацию о его видимом размере для того, чтобы понять, насколько он удален от наблюдателя) и линейную перспективу (планомерное уменьшение величины удаленных предметов и расстояний между ними, создающее впечатление глубины при восприятии плоскостных изображений) [9]. Кроме того, учитывая то, что рентгеноскопия это теневое изображение, изменение размера объекта имеет обратную зависимость, чем при наблюдении в отраженном свете: чем ближе к воспринимающему устройству, тем элементы мельче, а чем ближе к рентгеновской трубке – тем крупнее. То есть на рентгенограмме и при рентгеноскопии перспектива обратная [2].

Так как игла и протоки лишены текстуры, невозможно оценить градиент текстуры (признак восприятия глубины, при наличии которого по мере удаления от наблюдателя фрагментов текстурированной поверхности образующие ее элементы начинают казаться более мелкими и уплотненными). При рентгеноскопии этот признак, как и два предыдущих, имеет обратную зависимость по отношению к наблюдению в отраженном свете [5].

Параллакс движения (греч. *parataxis* – перемена, изменения) – это монокулярный признак глубины и взаимного расположения объектов, который возникает в результате перемещения наблюдателя или наблюдаемых объектов, или зависимость величины угловых скоростей смещения объектов от их эгоцентрической удаленности при движении наблюдателя относительно этих объектов с постоянной скоростью, изменение видимого положения объекта относительно удаленного фона в зависимости от положения наблюдателя [9].

Собственно монокулярный параллакс движения (МПД) – это частное проявление параллакса – видимого изменения относительных положений предметов вследствие перемещения глаза наблюдателя, который имеет большое значение в оптике



**Таблица 1.** Нозологические формы обструкции желчных протоков

Этиология	Число
Опухоль внепеченочных желчных протоков	64
Посттравматическая стриктура холедоха	18
Опухоль головки поджелудочной железы	18
Опухоль Клатскина	18
Первичный склерозирующий холангит	4
Распространенный кавернозный ангиоматоз культи левой доли печени	1
Эхинококкоз печени	1
Постнекротические кисты поджелудочной железы	13
Стриктура большого дуоденального сосочка	18

**Таблица 2.** Дренирование протоков печени

Локализация поражения	n (%)
Протоки левой доли	15 (9,6%)
Протоки правой доли	84 (54,2%)
Протоки левой и правой долей	56 (36,2%)

(фотография, оптические прицелы, зрительные трубы) и играет важную роль в астрономии [10–14].

### Цель исследования

Оценить возможность применения МПД в навигации при ЧЧХС.

### Материал и методы

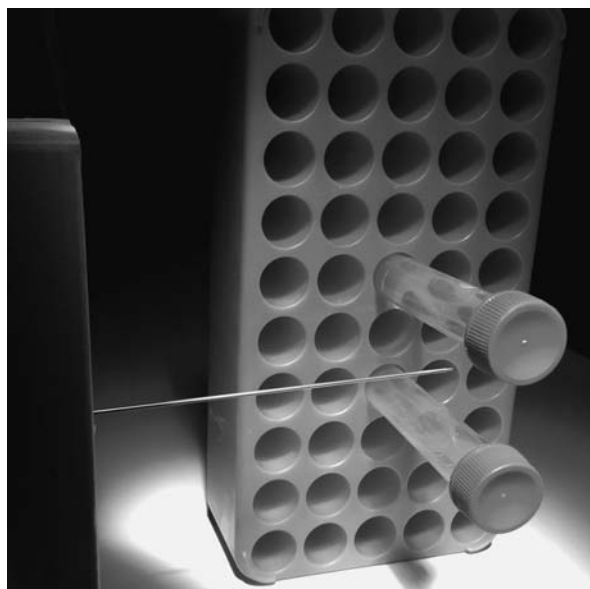
С 2011 г. по июнь 2014 г. различные эндобилиарные вмешательства были выполнены 155 больным в возрасте от 23 до 77 лет (в среднем 52,3 года), из них 81 (52,3%) женщина и 74 (47,3%) мужчины. Средний уровень билирубинемии составлял 163,5 мкмоль/л. Для диагностики механической желтухи были применены УЗИ, МСКТ и МРТ. Были использованы набор для чрескожного доступа к желчным протокам Neff (Neff Percutaneous Access Set (NPAS-100-NT) William Cook Europe, Дания), различные проводники и дренажные катетеры для наружного и наружновнутреннего желчеотведения (William Cook Europe, Дания).

По результатам проведенных исследований были диагностированы обструкции желчных протоков различной этиологии (табл. 1).

В общей сложности 155 больным были установлены эндобилиарные дренажи в следующие долевые протоки (табл. 2).

Из 140 больных, которым было выполнено дренирование правой доли, 34 (24,3%) было установлено более одного дренажа в протоки правой доли.

Для изучения МПД был создан фантом, имитирующий желчные протоки. Он представляет собой две пластиковые пробирки с наружным диамет-

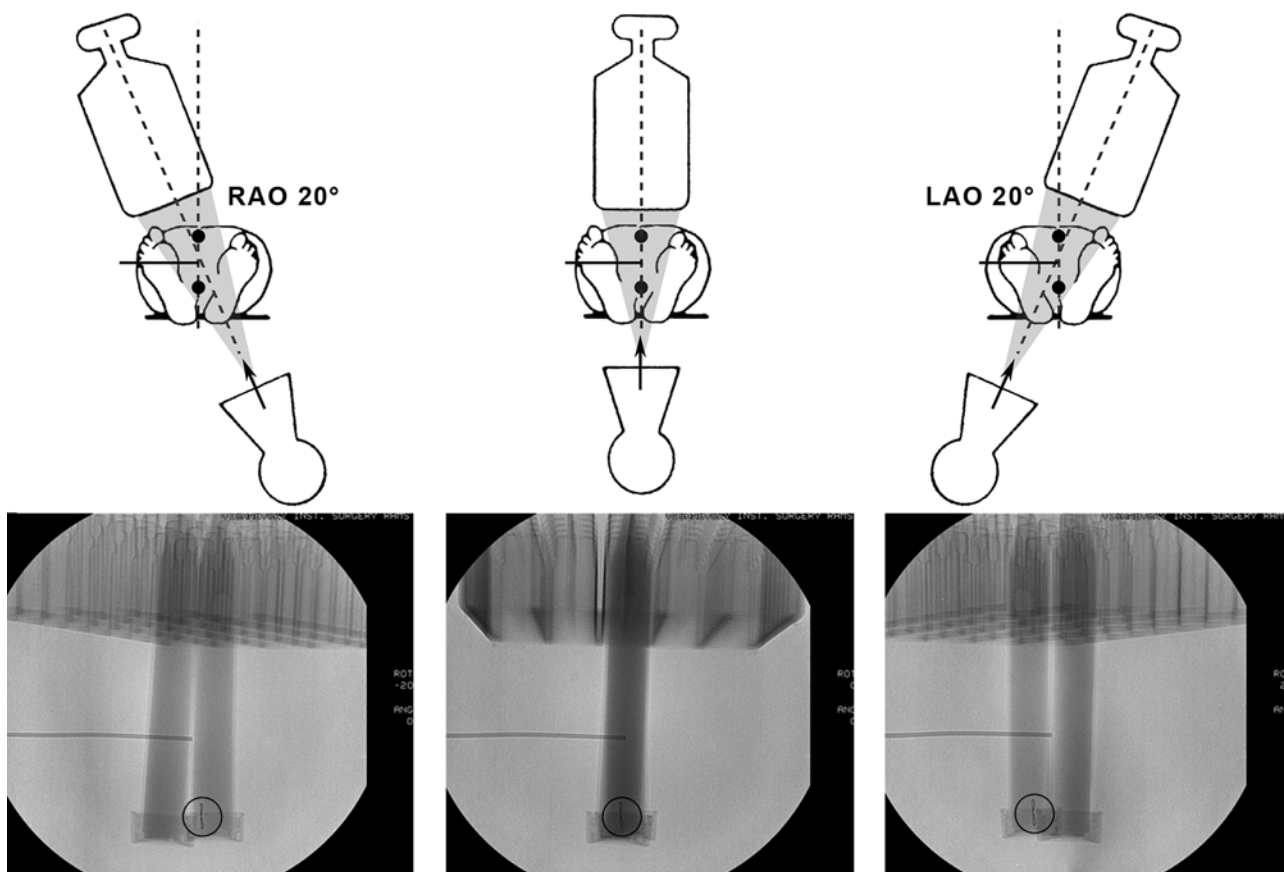
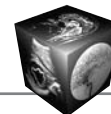


**Рис. 1.** Фантом для изучения МПД при рентгенологических исследованиях. Две пластиковые пробирки с контрастным раствором в штативе, верхняя пробирка маркирована меткой, между пробирками установлена игла.

ром 16 мм и внутренним – 14 мм, установленные горизонтально одна над другой в пластиковый штатив на расстоянии 24 мм между собой, заполненные раствором, состоящим из 1 мл раствора йопромида (содержащего 370 мг йода) и 14 мл дистиллированной воды. Верхняя пробирка маркирована рентгеноконтрастной меткой (стальная проволока). Перпендикулярно посередине между пробирками установлена игла, ее кончик находится на линии, соединяющей срединные оси пробирок (рис. 1).

### Результаты

В качестве перемещения был выбран наклон дуги в левую и правую косые проекции, так как его можно выполнить на всех стационарных ангиографических установках и передвижных аппаратах с С-дугой, а движение обычного операционного стола поперек его длинной оси часто невозможно. На рис. 2 представлены рентгенограммы фантома в прямой, правой и левой косых проекциях, а также схематическое изображение положения источника излучения и оптического преобразователя относительно фантома. Объект, расположенный ближе к воспринимающему устройству, сдвигается быстрее и на большее расстояние, чем объект, расположенный дальше. Или по отношению к объекту, расположенному посередине (игла), объект, расположенный ближе к детектору, смещается против направления движения, а расположенный дальше – по направлению смещения.



**Рис. 2.** Схема (верхний ряд) и рентгенографические изображения (нижний ряд) фантома. Слева направо: правая косая, прямая, левая косая проекции. Кругом обозначена рентгеноконтрастная метка. Изображение объекта, которое находится ближе к детектору, перемещается на большее расстояние.



**Рис. 3.** ЧЧХС с применением МПД. В прямой проекции (а) кончик иглы находится в проекции протока, при правой косой ангуляции 18° (б) изображение кончика иглы смещается медиальнее протока, что указывает на его расположение ближе к детектору.

На рис. 3 показано применение МПД в навигации при ЧЧХС. На холангиограмме в прямой проекции (см. рис. 3, а) кончик пункционной иглы визуализируется в проекции желчного протока. При изменении угла наклона С-дуги на правую косую проекцию 18° (см. рис. 3, б) кончик иглы визуализируется медиальнее протока, т.е. игла находится ближе к детектору и кпереди от желчного про-

тока, для попадания в проток необходимо отклонить иглу кзади.

После начала применения МПД для навигации при ЧЧХС число больных, которым было установлено более одного дренажа в протоки правой доли печени, значительно возросло (табл. 3). Это связано с тем, что упростилось выполнение пункции нескольких протоков правой доли печени,





**Таблица 3.** Число дренирований правой доли печени по годам (общее число больных – 34)

Год	Дренирование более одного протока правой доли печени, n (%)
2011	3 (8,8)
2012	8 (23,5)
2013	12 (35,2)
2014 (за 6 мес)	11 (32,5)

сократилось время операции, уменьшилась дозовая нагрузка на пациента и персонал, врач, выполняющий вмешательство, стал более уверенным в своих действиях.

Таким образом, можно сделать вывод об эффективности и целесообразности применения МПД при ЧЧХС, особенно при установке дренажей в правые протоки печени.

### Обсуждение

При выполнении рентгеноэндovasкулярных вмешательств важным для хирурга является восприятие глубины. Однако при рентгеноскопии отсутствуют бинокулярные признаки глубины пространства. Тем не менее дифференциальное восприятие расстояния возможно и при монокулярном зрении, причем очень эффективное, ведь в природе существуют единичные животные, обладающие бинокулярным зрением (среди птиц, например, это только сова) [15]. Одним из основных монокулярных признаков глубины является параллакс движения.

В научной литературе по рентгенологии существуют единичные сообщения, посвященные параллаксу. В зарубежной литературе в большинстве случаев описываются вредные эффекты, связанные с параллаксом, и их преодоление (несовпадение изображений на серии последовательных снимков) [16, 17]. Однако есть ряд работ, посвященных применению МПД для определения расстояния и местоположения исследуемого объекта относительно костных структур [18–20].

На примере чрескожных эндобилиарных вмешательств мы убедились в эффективности применения МПД для навигации. Это увеличило уверенность оперирующего хирурга в успехе вмешательства, позволило более широко применять множественное дренирование желчных путей с меньшей затратой времени. Определение взаимного расположения объектов с использованием МПД для навигации возможно при реканализации сосудов, эндопротезировании аорты во время установки котралатеральной ножки и т.д. Получение МПД является простым приемом, рас-

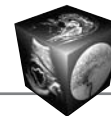
ширяющим возможности навигации даже с использованием простого оборудования.

### Заключение

МПД позволяет на разных типах рентгеновских аппаратов быстро получить представление о взаимном расположении пункционной иглы и желчных протоков, на основании чего, при необходимости, выполнить коррекцию направления пункции и тем самым сократить время и травматичность вмешательства.

### Список литературы

1. Лучевая диагностика и малоинвазивное лечение механической желтухи (руководство); Под ред. Кокова Л.С., Черной Н.Р., Кулезневой Ю.В. М.: Радиология-пресс, 2010. 288 с.
2. Hallert B. X-ray photogrammetry. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1970. 402 p.
3. Соколов В.М. Выбор оптимальных физико-технических условий рентгенографии (практическое руководство). Л.: Медицина, 1979. 272 с.
4. Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии). М.: Медицина, 2000. 672 с.
5. Colson Z.W. A Modified Technique for the stereoscopic examination of the skull by X-ray. N. Engl. J. Med. 1935; 213: 1067–1069.
6. Bellman S. Stereo-microradiography. In: Microangiography. Acta. Radiol. 1953; 102: 37–44.
7. Adams I.P. X-ray stereo photometry locating the precise, three-dimensional position of image points. Med. Biol. Eng. Comput. 1981; 19: 569–578.
8. Buckle C.E., Udawatta V., Straus C.M. Now you see it, now you don't: visual illusions in radiology. Radiographics. 2013; 33 (7): 2087–2102.
9. Фрит К. Мозг и душа. М.: Corpus, 2010. 288 с.
10. Паренаго П.П. Курс звездной астрономии. 3-е изд. М.-Л., 1954. 230 с.
11. Величковский Б.М., Зинченко В.П., Лурия А.Р. Психология восприятия. М.: Изд-во Московского университета, 1973. 180 с.
12. Canter D. Psychology for Architects. London: Applied Science, 1974. 300 p.
13. Шиффман Х. Ощущение и восприятие. СПб.: Питер, 2003. 900 с.
14. Потапов А.И. Искусство снайпера. М.: Фаир, 2009. 539 с.
15. Randall D.J., Burggren W., French K. Eckert Animal Physiology. New York: W.H. Freeman & comp, 2001. 120 p.
16. Wang L., Traub J., Weiderts S. et al. Parallax-free intraoperative X-ray image stitching. Med. Image Anal. 2010; 14 (5): 674–686.
17. Семенов В.М., Кузьминых И.Г. Критерии оценки характеристик рентгеновских снимков. Радиология-практика. 2010; 1: 69–76.
18. Hoflinger W. Digital stereophogrammetric solutions for orthodontics. Intern. Arch. Photogramm and Remote Sens. 1996; 21: 237–252.



19. Kim J.D., Lee Ch. Y., You Ch. H. The radiographic localization of unerupted maxillary incisors and supernumeraries. Korean J. Oral an Maxillofacial Rad. 2003; 33: 217–221.
20. Nagpal A., Pai K.M., Sette S. et al. Localization of impacted maxillary canines using panoramic radiography. J. Oral Science. 2005; 51: 37–45.

## References

1. Radiology and minimally invasive surgery of jaundice. Eds Kokov L.S., Chernaya N.R., Kulesneva Yu. V. M.: Radiologiya-press, 2010. 288 p. (In Russian)
2. Hallert B. X-ray photogrammetry. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1970. 402 p.
3. Sokolov V.M. Selection of optimal physical and technical options of radiography. L.: Medicina, 1979. 272 p. (In Russian)
4. Lindenbraten L.D., Koroluk I.P. Medical radiology (basis of diagnostics and treatment). M.: Medicina, 2000; 672 p. (In Russian)
5. Colson Z.W. A Modified Technique for the stereoscopic examination of the skull by X-ray. N. Engl. J. Med. 1935; 213: 1067–1069.
6. Bellman S. Stereo-microradiography. In: Microangiography. Acta. Radiol. 1953; 102: 37–44.
7. Adams I.P. X-ray stereo photometry locating the precise, three-dimensional position of image points. Med. Biol. Eng. Comput. 1981; 19: 569–578.
8. Buckle C.E., Udawatta V., Straus C.M. Now you see it, now you don't: visual illusions in radiology. Radiographics. 2013; 33 (7): 2087–2102.
9. Frit K. Brain and soul. M.: Corpus, 2010. 288 p. (In Russian)
10. Parenago P.P. Course of stellar astronomy. 3 rd ed. M.-L., 1954. 230 p. (In Russian)
11. Velichkovskiy B.M., Zinchenko V.P., Luria A.P. The psychology of perception. M: Izdatelstvo moskovskogo universiteta, 1973. 180 p. (In Russian)
12. Canter D. Psychology for Architects. London: Applied Science, 1974. 300 p.
13. Shiffman H. Sensing and perception. SPb.: Piter, 2003. 900 p. (In Russian)
14. Potapov A.I. Sniper's skills. M.: Fair, 2009. 539 p. (In Russian)
15. Randall D.J., Burggren W., French K. Eckert Animal Physiology. New York: W.H. Freeman & comp, 2001. 120 p.
16. Wang L., Traub J., Weiderts S. et al. Parallax-free intra-operative X-ray image stitching. Med. Image Anal. 2010; 14 (5): 674–686.
17. Semenov V.M., Kuzminyh I.G. Criteria for estimation of radiographs characteristics. Radiologiya-praktika. 2010; 1: 69–76. (In Russian)
18. Hoflinger W. Digital stereophogrammetric solutions for orthodontics. Intern. Arch. Photogramm and Remote Sens. 1996; 21: 237–252.
19. Kim J.D., Lee Ch. Y., You Ch. H. The radiographic localization of unerupted maxillary incisors and supernumeraries. Korean J. Oral an Maxillofacial Rad. 2003; 33: 217–221.
20. Nagpal A., Pai K.M., Sette S. et al. Localization of impacted maxillary canines using panoramic radiography. J. Oral Science. 2005; 51: 37–45.