

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАНИОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ

Целью работы было создание устройства, позволяющего получить краниометрические параметры и краниограммы (обводы черепа) в различных проекциях бесконтактным способом. Устройство содержит механизм автоматического поворота объекта, выполненный в виде опорного диска со сменными винтовыми упорами, имеющими возможность коррекции их высоты и положения относительно оси вращения, приводимый во вращение шаговым двигателем, блок управления шаговым двигателем, обеспечивающий автоматическую подачу предварительно установленного количества импульсов соответствующего угловому шагу поворота объекта, лазерный дальномер, обеспечивающий измерение расстояния до поверхности объекта, механизм вертикального и горизонтального перемещения лазерного дальномера. Механизм поворота и ориентации с опорным диском и винтовыми упорами позволяет зафиксировать объект в необходимом положении. Механизм вертикального и горизонтального перемещения лазерного дальномера дает возможность послойного сканирования поверхности объекта с заданным интервалом, а также проведение измерений в отдельных точках. Устройство позволяет получить размерные характеристики недоступных для механических приборов участков черепа: глазницы, крыловидно-небной ямки, наружного слухового прохода, а также получить размерные характеристики внутреннего основания черепа. Была разработана авторская программа построения обводов черепа в системе полярных координат. Объемная модель черепа строится по аппроксимированным сериям обводов.

Введение

Задача сведения к минимуму субъективных погрешностей при снятии краниометрических параметров стоит перед каждым исследователем с самого начала разработки метода и по настоящее время не потеряла своего значения. Наиболее простое рекомендуемое решение — найти среднее значение нескольких повторно проведенных измерений — вполне достаточно при антропологических исследованиях значительных количеств объектов. Однако в случае, когда требуется большая индивидуализация краниометрического «паспорта» в медицинских или криминалистических целях, стандартного набора краниометрических параметров недостаточно. В разное время разрабатывались новые устройства, позволяющие получить более детальные размерные характеристики анатомических образований черепа в связи с задачами исследований медицинского профиля [Сперанский и др. 1971; Алешкина 2007; Колесников и др. 2009]. Все разработанные устройства существуют в единичных авторских экземплярах, имеют свои преимущества и нашли применение в медицинской краниологии [Алешкина 2007; Колесников и др. 2009]. Получение размерных величин производится механическим путем с достаточно жесткой фиксацией черепа. При необходимости исследования фрагментарного и плохо сохранившегося материала механический контакт с поверхностью повреждает объект.

В связи с этим целью нашей работы было создание устройства, позволяющего получить краниометрические параметры максимально щадящим способом и дающего возможность последующей трехмерной визуализации исследуемых объектов.

Материал и методы

В качестве прообраза был взят известный краниометр И.И.Гохмана [1962]. Разработанное нами устройство содержит блок фиксации объекта (черепа), оснащенный механизмом автоматического поворота, выполненным в виде опорного диска со сменными винтовыми упорами, с возмож-

ностью коррекции их высоты и положения относительно оси вращения. Опорный диск приводится во вращение шаговым двигателем, оснащенный блоком управления, обеспечивающий автоматическую подачу предварительно установленного количества импульсов соответствующего угловому шагу поворота объекта. Измерение расстояния до поверхности объекта производится лазерным дальномером, расположенным на механизме вертикального и горизонтального перемещения (рис. 1).

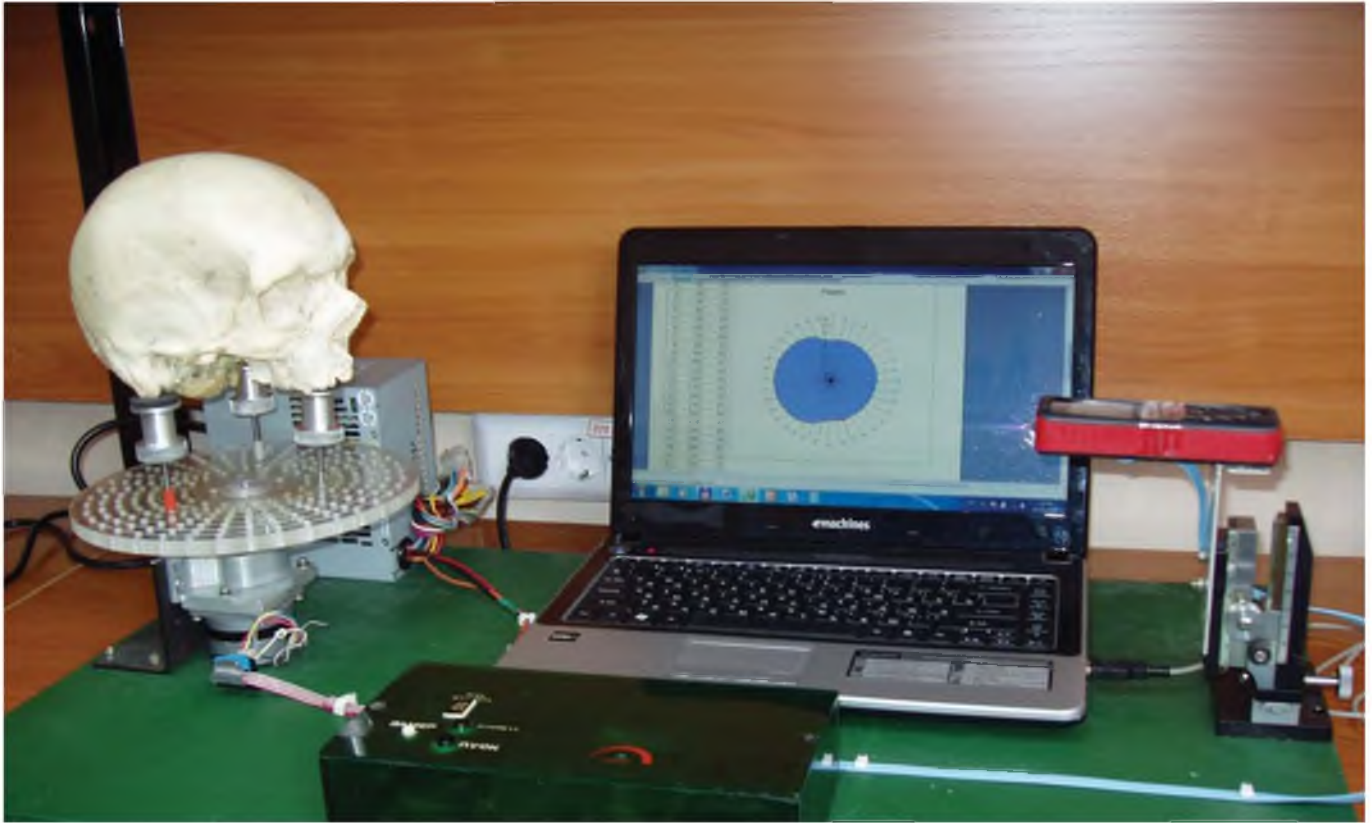


Рис. 1. Внешний вид краниометрического комплекса

Механизм поворота с опорным диском и винтовыми упорами позволяет зафиксировать объект в необходимом положении, шаговый двигатель обеспечивает автоматический поворот объекта вокруг оси на 360° с угловым шагом от 0.9° (400 точек измерения) до 13.5° (27 точек измерения), что исключает субъективные ошибки при угловом позиционировании объекта.

Применение лазерного дальномера позволяет проводить измерения щадящим способом, исключая механические контакты с объектом, что особенно важно при исследовании объектов плохой сохранности. Механизм вертикального и горизонтального перемещения лазерного дальномера дает возможность послойного сканирования поверхности объекта с заданным интервалом, а также проведение измерений отдельных точек. Данные измерений вносятся в электронные таблицы компьютера, где производятся вычисления геометрических параметров объекта путем вычитания из результата каждого измерения величины расстояния от базы отсчета лазерного дальномера до оси вращения объекта (константа для данного краниометра).

Лазерный дальномер марки DISTO D3 установлен на узле вертикального и горизонтального перемещения и позволяет измерять расстояние от заданной базы до объекта исследования по команде схемы управления. Положение лазерного дальномера по вертикали и горизонтали можно изменять с помощью винтов вертикального и горизонтального перемещения с дискретностью 0.1 мм, согласно нониусным шкалам. Режимы работы лазерного дальномера программируются согласно инструкции, прилагаемой к нему изготовителем. Для локальных измерений (малых фрагментов объекта измерения) удобнее пользоваться режимом непрерывных измерений и, перемещая дальномер винтами горизонтального и вертикального перемещения, производить необходимые измерения, заносая их в таблицу.

Компьютер может быть любым, с соответствующим решаемым задачам программным обеспечением.

Все узлы и элементы комплекса смонтированы на основании. Все электронные узлы, кроме источника питания и лазерного дальномера, расположены в корпусе. На внешнюю панель корпуса также выведен индикатор.

Расчет параметров черепа и построение контуров обводов производится автоматически в таблицах Excel, согласно введенным исследователем формулам и выбранным диаграммам построения графиков зависимостей.

Пример такого расчета по измерениям и построение диаграммы представлены в табл. и на рис. 2.

Угол поворота между измерениями составляет 9° (10 импульсов).

Таблица

Расчет параметров для построения контурного обвода черепа*

№	Угол	Измерение	Радиус	№	Угол	Измерение	Радиус
1	0	555	60	21	180	545	70
2	9	552	63	22	189	544	71
3	18	548	67	23	198	541	74
4	27	543	72	24	207	539	76
5	36	539	76	25	216	537	78
6	45	534	81	26	225	535	80
7	54	531	84	27	234	535	80
8	63	530	85	28	243	535	80
9	72	529	86	29	252	533	82
10	81	531	84	30	261	533	82
11	90	530	85	31	270	534	81
12	99	531	84	32	279	537	78
13	108	533	82	33	288	539	76
14	117	539	76	34	297	542	73
15	126	544	71	35	306	546	69
16	135	548	67	36	315	550	65
17	144	549	66	37	324	554	61
18	153	549	66	38	333	556	59
19	162	549	66	39	342	557	58
20	171	547	68	40	351	557	58

* № — номер точки измерения, «Угол» — угол поворота в градусах, «Измерение» — расстояние от поверхности измеряемого черепа до базы, «Радиус» — расстояние от поверхности черепа до оси его вращения. Все значения измерений приведены в мм.

Предлагаемое устройство позволяет выполнять краниометрические исследования черепов любой сохранности бесконтактно, с фиксацией объекта максимально щадящим способом, получить обводные краниограммы в любой плоскости с возможностью сравнения полученных результатов с результатами исследований, проведенных с использованием традиционного механического оборудования. Кроме того, исключается погрешность, связанная с субъективным определением точек измерения при механическом способе снятия краниометрических параметров [Калмин, Калмина, Филиппов, Пыльнов 2012].

Результаты и их обсуждение

Техническим результатом применения данной методики является получение краниограмм в любой интересующей проекции объектов любой сохранности с возможностью сравнения полученных данных с результатами исследований, проведенных с использованием традиционного механического оборудования.

Сечение 1

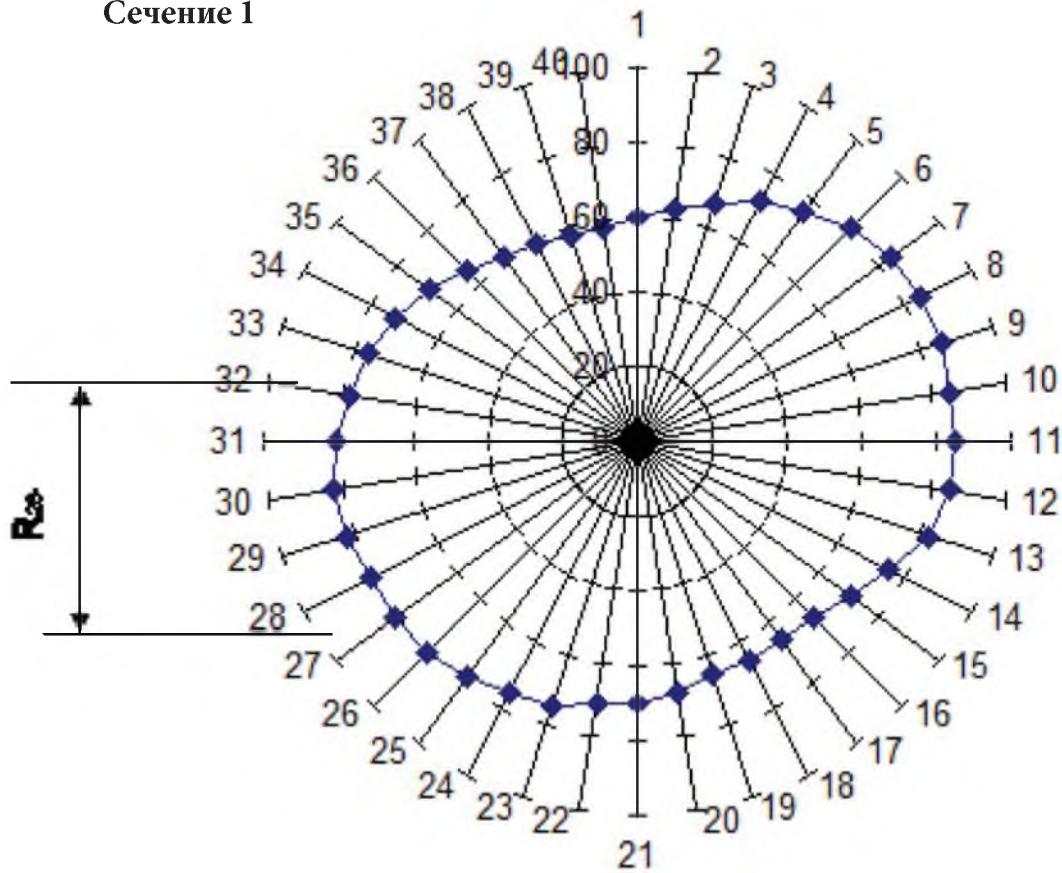


Рис. 2. Контурный обвод свода черепа

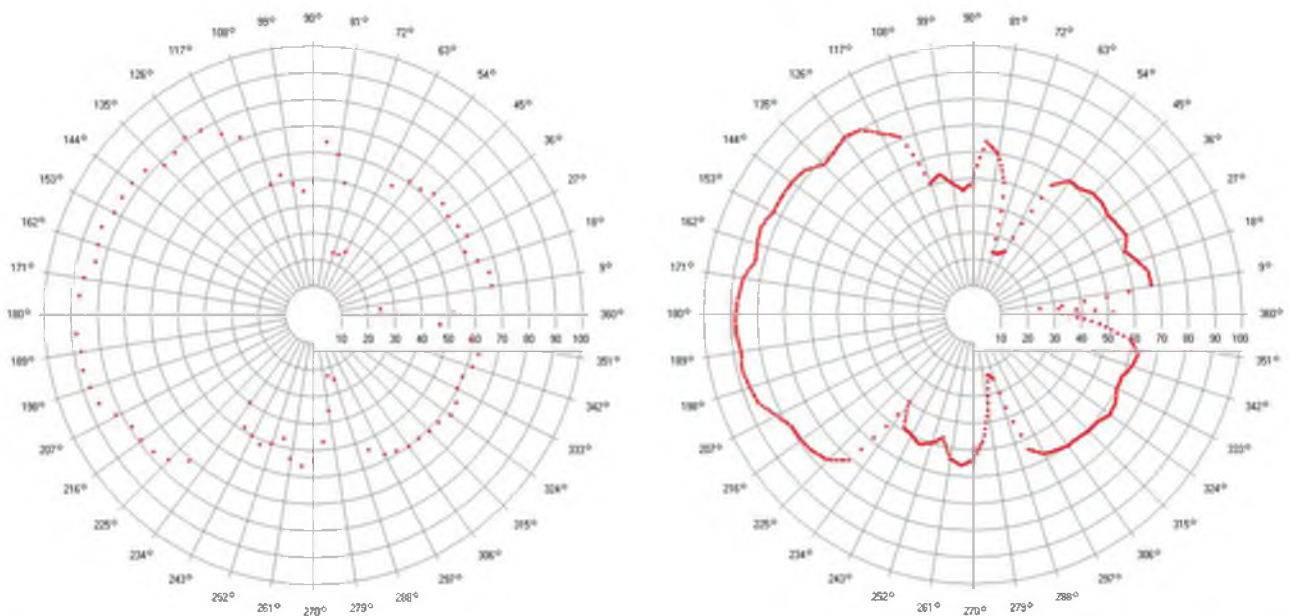


Рис. 3. Графическое представление обвода основания черепа

Устройство позволяет получить размерные характеристики недоступных для механических приборов участков черепа: глазницы, крыловидно-небной ямки, наружного слухового прохода, а также получить размерные характеристики внутреннего основания черепа.

Достаточно подробные результаты измерений могут быть сведены в общую базу данных, позволяющую получить трехмерное изображение при соответствующем программном обеспечении.

Получение контурного обвода в области свода черепа не вызвало затруднений. Однако, при получении контура наружного основания черепа мы столкнулись с очевидной проблемой скольжения пятна лазерного дальномера и трудностью визуального контроля точки измерения.

Полученные цифровые данные требовали математической аппроксимации с целью адекватного отображения рельефа поверхности. Была разработана авторская программа построения обводов черепа в системе полярных координат. Для представления объемной модели исследуемого объекта использовалась серия обводов, причем, независимо от шага измерения, построение объемной модели производится с учетом минимального шага измерения в 0.9° . Это позволяет отойти от строгого соблюдения шага измерения во всех точках, и варьировать его с учетом задач исследования.

По аппроксимированным сериям обводов строится объемная модель исследуемого черепа (рис. 4).

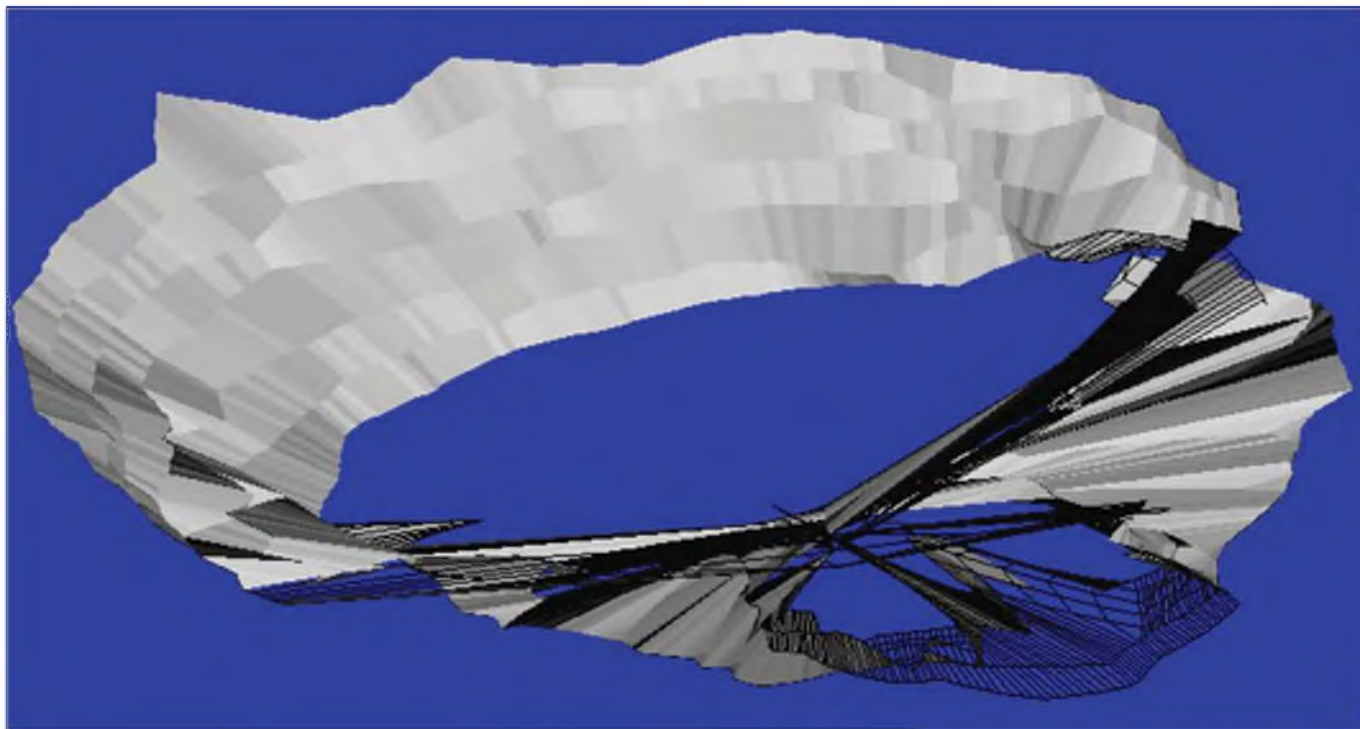


Рис. 4. Объемная модель основания черепа, полученная в результате аппроксимации горизонтальных обводов

Заключение

Уже на данном этапе разработки краниометрического комплекса прибор позволяет решать множество задач:

1. Позволяет проводить локальные и угловые измерения.
2. Позволяет получать профильные обводы поверхности черепа.
3. Дает возможность идентифицировать личность по результатам сравнения рентгенограмм или томограмм черепа с полученной краниограммой.
4. Позволяет исследовать фрагментированный краниологический материал.
5. Дает возможность строить объемные модели изучаемого черепа по серии срезов.

Очевидным недостатком комплекса является трудоемкость получения данных, отсутствие возможности автоматического ввода данных в компьютер для последующей обработки. Несовершенство опытного образца требует технического решения на новом уровне. Возможности дальнейшего развития устройства в настоящее время прорабатываются.

Библиография

- Алешкина О.Ю. Базикраниальная типология конструкции черепа человека: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Волгоград, 2007.
- Гохман И.И. Новая методика вычисления средних контуров краниологических серий // Советская этнография. 1962. № 2. С. 125–130.
- Калмин О.В., Калмина О.А., Филиппов Е.А., Пыльнов В.Н. Устройство для измерения черепа. Патент на изобретение № RU 2456915 С1. 27.07. 2012. Бюлл. № 21.

Колесников Л.Л., Труфанов И.Н., Цыбульский А.Г., Харибова Е.А., Рахимов А.А., Горбов М.М., Байрашева Л.Ш., Баратова И.Г., Киреева Е.М., Лаптева О.О., Макеева Е.А. Стереокраниобазиометр. Патент на изобретение № 2362506. 27.08.2009. <http://bankpatentov.ru/node/3761>.

Сперанский В.С., Артемьева В.И., Осипова В.А., Родионова В.А. Краниометр для изучения черепа в системе пространственных координат // Вестник антропологии. 1971. Вып. 38. С. 161–164.

*O.V. Kalmin, O.A. Kalmina, V.A. Peskov
Penza State University*

Use of the craniometric complex for 3D visualization of objects

The main purpose of the study was to present the results of use of original 3D device designed to provide an efficient way to get the craniometrical parameters and craniogrammes (contours of the skull) in different projections without contact. The device comprises an automatic rotation mechanism of the object performed as a support disc with removable screw stoppers. It has the possibility of adjustment by height and positioning relatively to the axis of rotation driven by a stepper motor, control stepper motor for automatic feed-extending preset the number of pulses corresponding to the angular pitch rotation of the object, a laser rangefinder, providing guide-distance measurement to the surface of the object, the mechanism of the vertical and of the horizontal movement of the laser range finder. The mechanism of rotation and orientation with the platter and screw gives possibility to fix an object in necessary position. The mechanism of the vertical and horizontal movement of the laser range finder allows scanning the surface of the object layer by layer with a given interval, as well as measurements at individual points. The device allows obtaining the dimensional characteristics which are out of reach of mechanical devices such as orbit, pterygopalatine fossa, the external auditory canal, and get the dimensional characteristics of the internal base of the skull. The authoring program of constructing contours of the skull in the polar coordinate system has been developed.