

## СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ ГРАФИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ ХАУЛЕЯ–ГЕРБЕРА-ГЕРБСТА

<sup>1</sup>Онопа Е.Н., <sup>2</sup>Широких А.А., <sup>1</sup>Онопа Н.Е.

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет Минздрава РФ», Барнаул, Россия (656010, г. Барнаул, пр. Ленина, 40), e-mail: [onopa.doc@mail.ru](mailto:onopa.doc@mail.ru)

<sup>2</sup>ООО «Стоматология», Барнаул, Россия (656000, г. Барнаул, пр. Ленина, 21)

Поиск способов построения индивидуальной формы зубной дуги до настоящего времени сохраняет свою актуальность в клинической стоматологии. На настоящий момент предложены различные способы и приемы построения индивидуальной формы зубной дуги, имеющие как свои преимущества, так и недостатки. В современной стоматологической практике большую популярность для экспресс-диагностики аномалий развития и деформации формы зубной дуги верхней челюсти получила диаграмма Хаулея – Гербера – Гербста, которая основана на антропометрической зависимости величины и формы верхнего зубного ряда от поперечных размеров трех постоянных зубов - центрального и бокового резцов и клыка. Для построения диаграммы определяют сумму поперечных размеров центрального и бокового резцов и клыка зубов. Для определения отклонений в расположении зубов и зубной дуги в целом рекомендуется полученную диаграмму накладывать на зубной ряд. Авторами, принимая во внимание сложность графического воспроизведения диаграммы Хаулея-Гербера-Гербста, разработано программное обеспечение для автоматизации графического построения диаграммы Хаулея-Гербера-Гербста, основанное на собственном оригинальном тригонометрическом обосновании графического построения данной диаграммы. Для достижения поставленной в работе цели выполнены следующие задачи: разработано математическое обоснование реализации графического воспроизведения построения диаграммы Хаулея-Гербера-Гербста, сформулировано и обосновано цифровое значение всех переменных, необходимых для реализации графического воспроизведения изображения диаграммы Хаулея-Гербера-Гербста. Вычисления и построение графика производятся в интерактивном режиме. Использование данного программного обеспечения в конечном итоге позволит при экономии времени для экспресс-диагностики получать достоверную точность должного размера и формы зубной дуги верхней челюсти.

Ключевые слова: диаграмма Хаулея-Гербера-Гербста, аномалии и деформации зубной дуги.

## THE IMPLEMENTATION OF GRAPHIC CONSTRUCTION OF HAWLEY–HERBER–HERBST DIAGRAM

<sup>1</sup>Onopa E.N., <sup>2</sup>Shirokikh A.A., <sup>1</sup>Onopa N. E.

<sup>1</sup>The Altai State Medical University, Barnaul, Russia (656010, Barnaul, street Lenin, 40), e-mail: [onopa.doc@mail.ru](mailto:onopa.doc@mail.ru)

<sup>2</sup>PC “Stomatologiya” (21 Lenin Str., Barnaul 656000), Russia

The search of the way of making the individual form of dental arch is still a topical problem in clinical dentistry. Nowadays, there are a lot of different ways and modes of making the individual form of dental arch, having their advantages and disadvantages. The diagram of Hawley–Herber–Herbst based on the anthropometric dependence of the size and shape of upper dentition on the transverse dimensions of three permanent teeth – central and lateral incisors and canine is the most popular to make the express diagnostics of the maldevelopments and deformities of maxillary dental arch form in contemporary dental practice. To make the diagram it is necessary to determine the sum of the transverse dimensions of central and lateral incisors and canine. It is recommended to apply the diagram to the dentition to determine the deviation in the position of teeth and dental arch. Having considered the complexity of the graphic reconstruction of the diagram of Hawley–Herber–Herbst the authors made the software based on the personal original trigonometric substantiation of graphic reconstruction of the diagram to automate its reconstruction. To achieve the goal defined in the study the following objects were accomplished: mathematic substantiation of the implementation of graphic reconstruction of the Hawley–Herber–Herbst diagram was performed, the numerical value of all variables which were necessary to implement the image of the graphic reconstruction of the Hawley–Herber–Herbst diagram was defined and substantiated. The calculations and the construction of graph are in interactive application. The using of software will save the time for the express diagnostics and allow to have valid accuracy of the appropriate size and form of maxillary dental arch.

Keywords: the diagram of Hawley–Herber–Herbst, the abnormalities and deformities of dental arch.

## **Введение**

В литературе широко освещены причины возникновения и развития зубочелюстных аномалий. Поиск способов построения индивидуальной формы зубной дуги до настоящего времени сохраняет свою актуальность в клинической стоматологии. Форма зубных дуг влияет как на функциональность, так и на эстетичность окклюзии в целом. Качественная и полноценная диагностика аномалий зубочелюстной системы является одной из важнейших задач врача-стоматолога, так как она служит основанием для составления необходимого объема и плана лечения.

Для построения индивидуальной формы зубной дуги предложены различные способы и приемы, имеющие как свои преимущества, так и недостатки [1; 3; 5; 6; 8]. Недостатком этих методов исследований являются трудоемкость, так как они занимают много времени врача, невозможность сохранить результаты обследования в графическом формате с целью хранения и последующего изучения, а также высокая вероятность возникновения ошибок и погрешностей из-за неточности измерений.

В современной стоматологической практике большую популярность для экспресс-диагностики аномалий развития и деформации формы зубной дуги верхней челюсти получила диаграмма Хаулея-Гербера-Гербста, которая основана на антропометрической зависимости величины и формы верхнего зубного ряда от поперечных размеров трех постоянных зубов - центрального и бокового резцов и клыка [2-4; 7; 8]. Руководствуясь утверждениями С.А. Hawley о том, что шесть передних зубов должны лежать на дуге окружности, радиус которой равен их суммарной ширине, для построения диаграммы строят чертежи зубных дуг нормальной формы, основываясь на размерах зубов пациента, определяя сумму поперечных размеров центрального и бокового резцов и клыка зубов [10]. Для определения отклонений в расположении зубов и зубной дуги в целом рекомендуется полученную диаграмму накладывать на зубной ряд [1; 4; 6]. Для врачей-ортодонт, использующих для конструирования такой ориентир, как режущие края зубов, форма диаграммы Хаулея-Гербера-Гербста в течение многих лет была и остается наиболее согласованно применяемой в качестве начального шаблона.

В литературе изложены многократные попытки развития и совершенствования методов диагностики зубочелюстных аномалий. В частности, были предложены шаблоны для определения формы зубных дуг у пациентов. Так, Аникеенко А.А. проведено построение нормальных форм зубных дуг в зависимости от суммы мезиодистальных размеров трех зубов - центрального и бокового резца и клыка. Форма и размеры зубных рядов прогнозировались автором методом Хаулея-Гербера-Гербста. На основании вышеуказанного

построения автором разработаны трафареты для экспресс-диагностики нарушений продольных и поперечных размеров зубных рядов [1].

Некоторыми авторами была предпринята попытка создания математической модели диаграммы Хаулея-Герберера-Гербста [3]. При этом авторами предлагалось использовать зависимость параметров кривой от суммарной ширины трех фронтальных зубов, объясняя это тем, что с геометрической точки зрения под кривой нормального зубного ряда понимается кривая, построенная с помощью двух внутренне касающихся окружностей, радиусы которых удовлетворяют соотношению  $r_2 - r_1 = d$ , где  $r_1, r_2$  - радиусы внутренней и внешней окружностей,  $d$  - расстояние между центрами этих окружностей, а точка касания окружностей лежит на линии центров. Однако, как показал опыт, на практике использование данного алгоритма для автоматизации процесса построения диаграммы Хаулея – Герберера – Гербста трудно осуществимо.

Кузнецовой И.Л. с соавторами также разработана математическая модель диаграммы Хаулея-Герберера-Гербста [5]. Авторы вывели формулы, по которым вычисляют все необходимые параметры диаграммы для ее построения. При этом параллельно учитывают и вычисляют параметры диаграммы, по которым составляют модель нормы с гипсовой моделью зубных рядов.

Однако, принимая во внимание вышеперечисленные достижения исследователей в разработке методов диагностики аномалий формы зубных дуг, необходимо отметить, что в литературе крайне мало сведений о наличии автоматизированных методов экспресс-диагностики данной патологии. Так, в литературе не нашли должного отражения сведения о способах экспресс-диагностики, что сказывается на недостаточности использования автоматизированных методик исследования зубочелюстных аномалий.

Учитывая данные исследований последних лет, свидетельствующие о тенденции к увеличению зубочелюстных аномалий [1; 4; 6], и принимая во внимание сложность графического воспроизведения диаграммы Хаулея-Герберера-Гербста как студентами стоматологического факультета, так и практическими врачами-стоматологами, нами поставлена **цель**: разработать программное обеспечение для автоматизации графического построения диаграммы Хаулея-Герберера-Гербста, основанное на собственном оригинальном тригонометрическом обосновании графического построения данной диаграммы. В доступной нам литературе таких расчётов не обнаружено.

Очевидно, что для достижения этой цели необходимо использовать компьютерные технологии; которые в последние годы находят в стоматологии и непосредственно в ортодонтии все большее применение [4-6; 9].

Учитывая актуальность и практическую значимость данной проблемы, планируется провести настоящее исследование.

Для достижения поставленной цели и для обеспечения работоспособности будущего программного продукта необходимо выполнение следующих **задач**.

1. Разработать математическое обоснование реализации графического воспроизведения построения диаграммы Хауля-Гербера-Гербста.
2. Сформулировать и обосновать цифровое значение всех переменных, необходимых для реализации графического воспроизведения изображения диаграммы Хауля-Гербера-Гербста, в зависимости от исходных данных: суммарной ширины 3 фронтальных зубов (в расчетах приняты как  $R_1$ ).
3. На основании собственных оригинальных расчётов разработать программное обеспечение для реализации графического воспроизведения построения диаграммы Хауля-Гербера-Гербста.

#### Результаты исследования

Нами приводятся произведённые оригинальные расчёты и обоснование реализации графического воспроизведения построения диаграммы Хауля-Гербера-Гербста (рис. 1).

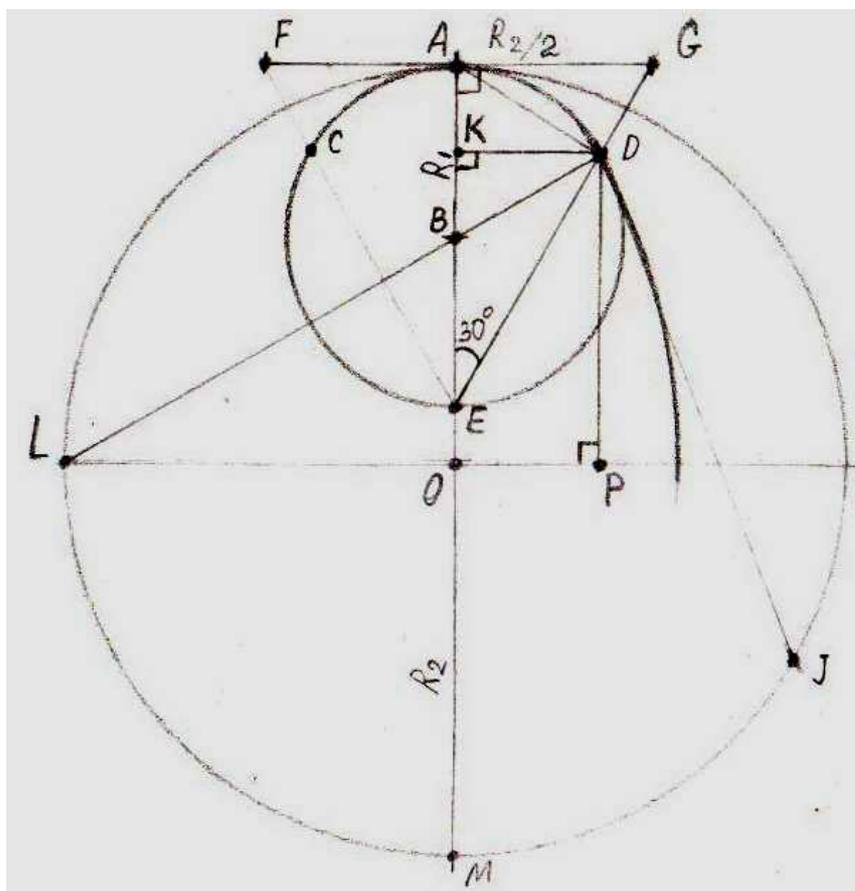


Рис. 1. Обоснование реализации графического воспроизведения диаграммы Хаулея-Герберга-Гербста.

1. Вычисление значения  $R_2$ . ( $FG=AO=R_2$ )

$\Delta ABD$  – равносторонний  $\Rightarrow \Delta BDO$  – равнобедренный и угол  $OBD = 120^\circ$ ,  
следовательно, угол  $BOD$  равен углу  $BDO$  и равен  $30^\circ$ . ( $(180^\circ - 120^\circ)/2=30^\circ$ ).

$\Delta FGE$  симметричен по построению (т.е.  $FE=GE$ ), и угол  $FEG = 60^\circ$ , следовательно,  
доказано, что  $\Delta FGE$  равносторонний (т.е.  $FE=GE=FG$ )

$$AB=R_1 \quad AE=2R_1 \quad EG = \frac{AE}{\cos 30^\circ} = \frac{2AE}{\sqrt{3}} = \frac{4R_1}{\sqrt{3}} = R_2.$$

2. Вычисление значения  $R_3$

$$R_3 = LD$$

Рассчитать значение  $LD$  будет легко, если знать величину катетов  $LP$  и  $PD$  треугольника  $LDP$ .

$$LP=LO+KD. \quad \text{Вычислим } KD: \quad ED=\sqrt{3} \cdot R_1 \Rightarrow KD=\sqrt{3} R_1 \cdot \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}R_1}{2}$$

$$\text{Зная } KD, \text{ вычисляем } LP: \quad LO=R_2 \quad OP=KD \Rightarrow LP= R_2 + \frac{\sqrt{3}R_1}{2}$$

Вычисляем  $PD$ :  $PD=AO-AK \quad AK=KB$

$$KB^2 = BD^2 - KD^2 = R_1^2 - \left(\frac{\sqrt{3}R_1}{2}\right)^2 = \frac{R_1^2}{4}$$

$$KB = \frac{R_1}{2} \Rightarrow AK = \frac{R_1}{2}$$

$$PD = AO - AK = R_2 - \frac{R_1}{2}$$

$$R_3 = LD$$

$$\begin{aligned} R_3^2 &= LP^2 + PD^2 = \left(R_2 + \frac{\sqrt{3}R_1}{2}\right)^2 + \left(R_2 - \frac{R_1}{2}\right)^2 = \left(\frac{4R_2}{\sqrt{3}} + \frac{\sqrt{3}R_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{4R_2}{\sqrt{3}} - \frac{R_1}{2}\right)^2 = \left(\frac{11\sqrt{3}R_1}{6}\right)^2 + \left(\frac{R_1(8\sqrt{3}-3)}{6}\right)^2 = \\ &= \frac{363 + (8\sqrt{3}-3)^2}{36} R_1^2 = \frac{363 + 192 - 48\sqrt{3} + 9}{36} R_1^2 = \frac{564 - 48\sqrt{3}}{36} R_1^2 = \frac{94 - 8\sqrt{3}}{6} R_1^2 \Rightarrow R_3 = \sqrt{\frac{94 - 8\sqrt{3}}{6}} R_1 \end{aligned}$$

На основании вышеприведенных расчетов нами разработано программное обеспечение для реализации графического воспроизведения диаграммы Хаулея-Герберга-Гербста.

Предлагаемое нами программное обеспечение «Диаграмма Хаулея-Герберга-Гербста» предназначено для автоматизации построения кривой нормального верхнего зубного ряда по размерам трех верхних зубов (резцов (центрального, бокового) и клыка).

Программное обеспечение написано на языке Java версии 7 с использованием фреймворка общего назначения Rich Client Platform (RCP). Для написания программного обеспечения использовались следующие плагины:

org.eclipse.core.runtime, org.eclipse.core.expressions, org.eclipse.osgi,

org.eclipse.equinox.common, org.eclipse.core.jobs, org.eclipse.equinox.registry,

org.eclipse.equinox.preferences, org.eclipse.core.contenttype, org.eclipse.equinox.app,  
org.eclipse.swt, org.eclipse.core.commands,  
org.eclipse.jface, org.eclipse.core.databinding.observable, org.eclipse.core.databinding.property,  
org.eclipse.core.databinding, org.eclipse.ui.workbench, org.eclipse.help,  
org.eclipse.jface.databinding,

Вычисления и построение графика производятся в интерактивном режиме. Реализована возможность печати построенной дуги с соблюдением масштаба и данных исследования (медицинское учреждение, Ф.И.О. врача, Ф.И.О и год рождения пациента, дата исследования). Печать с сохранением масштаба поддержана для любого типа принтеров. После печати данные о медицинском учреждении и Ф.И.О. врача сохраняются и будут использоваться при следующем запуске программного обеспечения.

**Выводы.** Таким образом, нами разработано и внедрено в практику программное обеспечение для определения нормальной формы зубных рядов, диагностики аномалии формы зубных дуг. Данное программное обеспечение для реализации графического метода экспресс-диагностики, позволяющего определять нормальные размеры зубных дуг с учетом всех зубов, находящихся в зубном ряду, способствует совершенствованию коррекции состояния здоровья пациента, последовательному решению одной из сложных проблем стоматологии.

Использование данного программного обеспечения дает возможность автоматизировать воспроизведение графического построения диаграммы Хаулея-Герберера-Гербста. Предлагаемое нами программное обеспечение разработано для применения врачами-ортодонтами в ортодонтических кабинетах и отделениях с целью построения оптимальной индивидуальной формы зубных дуг и анализа наличия места для зубов в зубной дуге. Данное программное обеспечение в конечном итоге позволит получать достоверную точность должного размера и формы зубной дуги верхней челюсти при существенной экономии времени для экспресс-диагностики аномалий зубных дуг. Применение графического экспресс-метода определения нормальных размеров зубных дуг позволит избежать ошибок и погрешностей, возникающих при сопоставлении фактических размеров с их статистической нормой, что в свою очередь позволит правильно определить необходимый объем реабилитационных мероприятий при лечении пациентов с аномалиями зубных рядов. Применение данного программного обеспечения в ряде случаев заменяет исследования, при которых требуется использование дорогостоящей аппаратуры и специально обученного персонала. Таким образом, снижается стоимость проведения диагностики. Внедрение в клиническую практику разработанного нами программного обеспечения позволит повысить

качество диагностики и планирования лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями на основании анализа гипсовых моделей зубных рядов, повысить точность измерений и расчетов, а также в будущем создавать базы данных для хранения и обработки результатов исследования.

### Список литературы

1. Аникиенко А.А. Трафареты для экспресс-диагностики нарушений продольных и поперечных размеров зубных рядов // Ортодент-Инфо. – 1998. - № 4. – С. 5-7.
2. Аникиенко А.А., Персин Л.С. Форма и размеры зубных рядов в норме // Новое в стоматологии. – 1994. - № 3. – С. 26-27.
3. Ващенко Г.В., Манашев Г.Г. Алгоритм построения диаграммы Хаулея-Герберга-Гербста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/15\\_DNI\\_2008/Medesine/32794.com.htm](http://www.rusnauka.com/15_DNI_2008/Medesine/32794.com.htm) (дата обращения: 06.10.13).
4. Дьячкова Я.Ю. Диагностика аномалий зубов и зубных рядов с использованием компьютерных технологий // Ортодент-Инфо. - 2001. - № 2. – С. 29-32.
5. Кузнецова И.Л., Саблина Г.И., Шлафман В.В. Математическое описание графической формы зубных рядов // Ортодент-Инфо. – 1998. - № 4. – С. 2-4.
6. Персин Л.С., Кузнецова Г.В., Попова И.В. Совершенствование методов диагностики зубочелюстных аномалий // Стоматология. – 1999. - № 1. – С. 50-53.
7. Токаревич И.В., Корхова Н.В., Ламбин Л.Н. Исследование формы зубных дуг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bsmu.by/files/publikacii/ortodontiya/issled.pdf> (дата обращения: 05.11.13).
8. Щербаков А.А., Гаврилов Е.И. Ортопедическая стоматология. – СПб. : ИКФ «Фолиант», 1997. – 565 с.
9. Alexander R.G. The Alexander discipline. – СПб. : АОЗТ «Дентал-комплекс», 1997. – 138 с.
10. Hawley C.A. Determination of normal arch and its application to orthodontia // Dental Cosmos. – 1935. – V. 47. – P. 541-552.

### Рецензенты:

Токмакова С.И., д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапевтической стоматологии ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет», г. Барнаул.

Струев И.В., д.м.н., доцент, главный врач инновационного центра СтАР, стоматологической клиники «Корона-Дентал», г. Краснодар.