

**Копытов П.Д., Королёв И.Д., Кулиш О.А., Степанцов С.В.**

DOI: 10.14529/secur230110

# ПОСТРОЕНИЕ ФОРМАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ОТ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗВЕДКИ

*В статье рассматривается построение формальной модели для расчёта контрольных точек как возможных установленных технических средств разведки в двухмерном пространстве с дальнейшим переходом в трехмерное евклидово пространство и построение новой обновленной модели.*

**Ключевые слова:** *формальная модель, побочные электромагнитные излучения, средства технические разведки, эффективность защиты, теория Фибоначчи, системы координат, Платоновы тела.*

# CONSTRUCTION OF FORMAL MODELS FOR PROPAGATION OF SIDE ELECTROMAGNETIC EMISSIONS THROUGH TECHNICAL CHANNELS OF INFORMATION LEAKAGE FOR COMPUTER EQUIPMENT FROM INTELLIGENCE TECHNICAL TOOLS

*The article discusses the construction of a formal model for calculating control points as possible established technical means of reconnaissance in two-dimensional space with a further transition to three-dimensional Euclidean space and the construction of a new updated model.*

**Keywords:** *formal model, spurious electromagnetic radiation, technical intelligence means, protection efficiency, Fibonacci theory, coordinate systems, Platonic Solids.*

Одной из наиболее возможных угроз перехвата информации от объектов вычислительной техники (далее - ОВТ) считается утечка за счёт канала побочных электромагнитных излучений (далее - ПЭМИ), создаваемых техническими средствами. ПЭМИ существуют в диапазоне частот от единицы Гц до полутора ГГц и способны распространять фоновый сигнал, который возможно перехватить за счёт средств технической разведки (далее - СТР). Наиболее опасными источниками ПЭМИ являются дисплеи, проводные линии связи, накопители на магнитных дисках, видеокарты, выходные порты: HDMI, DVI, VGA, слоты PCI Express. Защита информации, обрабатываемой техническими средствами, осуществляется с применением пассивных и активных методов и средств, а также организационными мероприятиями перед вводом ОВТ в эксплуатацию.

При выявлении технических каналов утечки информации СВТ необходимо рассматривать как систему, включающую основные технические средства и системы (ОТСС), не-

посредственно участвующие в обработке конфиденциальной информации, и вспомогательные технические средства, и системы (ВТСС), не участвующие в обработке конфиденциальной информации, но находящиеся в зоне электромагнитного поля, создаваемого СВТ.

Оценка угрозы утечки информации, вызванной побочными излучениями основных технических средств, производится путём сравнения радиусов зон потенциального перехвата опасных сигналов с размерами контролируемых зон организации. Различают 2 вида зон вокруг систем вычислительной техники:

1. Зона с радиусом  $R_1$  – пространство вокруг ОТСС, в пределах которого не допускается размещение ВТСС, через которое может происходить утечка информации за пределы контролируемой зоны;

2. Зона с радиусом  $R_2$ , в пределах которой уровень сигнала, излучаемого ОТСС, превышает норматив.  $R_2 > R_1$ , так как в качестве средства перехвата используется специаль-

ный приёмник с существенно более высокими характеристиками, чем ВТСС.

Информация, содержащаяся в информационных параметрах радиосигналов, защищена вне пределов контролируемой зоны, если  $R_{32} < D_{кз}$ , а  $R_{31}$  меньше расстояния между ОТСС и ВТСС, где  $D_{кз}$  – расстояние от ОТСС до границы контролируемой зоны [21].

Выявление опасных сигналов из общей совокупности сигналов и измерение их уровня проводится при специально организованных тестовых режимах технических средств, при которых длительность и амплитуда информационных импульсов остаются теми же, что и в рабочем режиме, но используется периодическая импульсная последовательность. Данное требование связано с тем, что в принятых методиках расчёта результатов специальных исследований значения полосы суммирования частотных составляющих и тактовая частота информационных импульсов должны быть константами.

В данной статье рассматриваются формальные модели, которые будут повышать точность расчётов при определении защищенности ОБТ обеспечивая защиту информации от утечки по техническим каналам утечки информации (далее – ТКУИ) за счёт каналов ПЭМИ.

Из существующих предпосылок к возникновению утечки информации путём ПЭМИ следует рассматривать модель в больших масштабах с расширенным пространством вокруг СВТ за счёт модификации существующих моделей с переходом в область сферического трёхмерного пространства. В связи с этим необходимость создания модели, построенной на сферической поверхности с учётом слепых зон и равномерным распределением точек по данной поверхности сильно возрастает.

#### Математическая постановка задачи в двумерной системе отсчёта

Для описания процесса распределения точек в двумерном пространстве за единицу измерения взят единичный квадрат, подходящий под размеры помещения в здании.

Для получения равномерного распределения точек по секторам используем метод используемый при построении кубатурных формул:

Узлы – точки пересечения линии широты и долготы, разобьём на три группы по четыре узла в каждой группе. Первую группу узлов образуют точки пересечения окружности с

центром в начале. Первую группу узлов образуют точки пересечения окружности с центром в начале координат и радиусом  $a > 0$  с осями координат. Вторую группу узлов составляют точки пересечения окружности тем же центром и радиусом  $b\sqrt{2} > 0$  с диагоналями квадрата. Третья группа узлов образуется, как вторая, при этом радиус окружности берётся равным  $c\sqrt{2} > 0$ . Коэффициенты для узлов одной и той же группы считаем одинаковыми и равными соответственно А, В и С для узлов первой, второй и третьей групп. Выбор узлов каждой группы согласован с симметрией квадрата. При совмещениях квадрата с самим собой точки любой группы переходят в точки той же группы (рис. 1). [1].

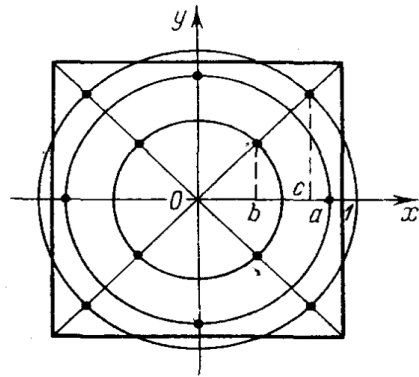


Рис. 1. Элемент равномерного разбиения 12-ти точек [1]

Область системы: прямоугольник  $[x_0, x_1] \times [y_0, y_1]$

Элемент-разбиения: квадрат  $[-1, 1] \times [-1, 1]$

Переход на мастер-элемент:  $\xi(x, y) = 2 \frac{x-x_0}{x_1-x_0} - 1$

$\eta(x, y) = 2 \frac{y-y_0}{y_1-y_0} - 1$ ;

Переход с мастер-элемента:

$x(\xi, \eta) = \frac{(x_1 - x_0)(\xi + 1)}{2} + x_0$

$y(\xi, \eta) = \frac{(y_1 - y_0)(\eta + 1)}{2} + y_0$  [12].

Исходя из рис. 2 видно, что модель построения точек разбита на 4 сектора. Распространение сигнала ПЭМИ от ОБТ расположенного в центре происходит на 360 градусов. При делении полной окружности (на количество равномерно построенных точек по формуле Гаусса получим:

$$\frac{360}{12} = 30$$

Данное значение показывает оптимальный угол в для измерения секторов направлений ПЭМИ.

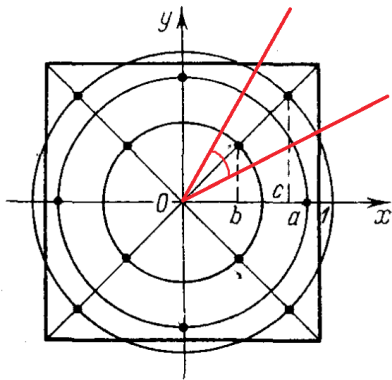


Рис. 2. Элемент с указанием угла в  $\alpha = 30^\circ$

При данном разбиении окружности в области которой распространяется сигнал в каждом секторе  $30^\circ$  для повышения эффективности защиты необходимо ввести такие обозначения как открытый и закрытый участки траектории. Данный аспект будет учитывать использование окон, дверей и других открытых участков, за пределы которых распространение значения ПЭМИ будет выше и может выйти за пределы КЗ. Экспериментально установлено, что для повышения уровня защищенности необходимо в секторе с расположением 2 контрольных точек одну из них вывести за пределы КЗ, другую же разместить на границе КЗ. Такое распределение обеспечит высокую степень защиты по всему периметру КЗ, а точка за пределами КЗ будет показателем того распространяется ли сигнал от ОВТ за допустимые границы или нет.

На данном этапе была рассмотрена двумерная формальная модель построения защиты информации на ОВТ от СТР. При анализе и оценки эффективности защиты, а также при нарастающем числе угроз снятия информации, сканировании местности и других способах получения закрытых данных с использованием БПЛА, была разработана методика подсчёта сферических координат КЗ. При изучении и выявлении упущений первой методики в лабораторных и специальных исследованиях были выведены не все области распространения сигнала ЭМИ. Так при 2-ух мерной модели области контроля распространения сигнала были выявлены слепые (неконтролируемые) зоны, что влечёт за собой утечку информации. Исходя из этого создаётся технический канал утечки информации на объектах без активных средств защиты, при этом возникает возможность применения БПЛА с доставкой измерительной ап-

паратуры (антенн) на крыши сооружения (здания). Расчёт защищенности ОВТ проводится в горизонтальной плоскости (на расстоянии КЗ – нормы выполняются), но в верхней области распространения возможно нахождение СТР и каналы утечки информации, которые в методике не учитываются. Первичная методика свидетельствует о том, хотя и существует устоявшийся способ проведения подсчёта контрольных точек, но вместе с тем имеются существенные особенности, которые должны быть учтены и разработаны в новой методике, которая будет учитывать 3-ех мерное распространение сигнала ЭМИ и обеспечивать более надежный уровень защищенности технических каналов утечки информации.

### Математическая постановка задачи в трехмерной системе отсчёта

Используя метод оценки защищённости (эффективности защиты) от СТР была разработана методика двумерного подсчёта контрольных точек на плоскости области контроля распространения сигнала с последующим переходом на трехмерную (сферическую) модель для повышения уровня защиты ОВТ. При построении математического аппарата воспользуемся сеткой Фибоначчи (для трехмерных систем координат) и методом неопределённых параметров (для двумерных систем координат), с последующим описанием взаимосвязи между данными моделями.

Основным опасным участком направления ПЭМИ в нашей задаче являются верхние границы сферической поверхности. Для упрощения задачи подсчёта контрольных точек за основу возьмем геометрическую фигуру – икосаэдр (геодезический купол), являющаяся ровным делением полной сферы.

Для разбиения сферы был использован вписанный в сферу икосаэдр, который был разбит на 105 (граней) равносторонних треугольников с 61 контрольной точкой (вершиной). Этот процесс разбиения можно продолжать до достижения требуемой точности. На рис. 3 показано разбиение поверхности сферы с помощью вписанного в сферу икосаэдра.

Была построена модель разбиения сферы в соответствии с рассмотренной методикой.

Рассмотрев икосаэдр (геодезический купол) внимательно, становится заметно, что структура построения геодезической сетки не является хаотичной, а представляет собой

строгую математическую модель. Эта модель берет свое начало из геометрии Платоновых тел.

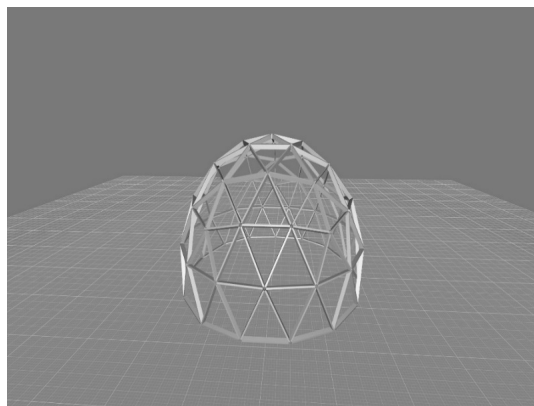


Рис. 3. Икосаэдр

#### Частота триангуляции

Для расчета геокупола требуется понимать, что такое «частота триангуляции». Это понятие подразумевает плотность разбивки купола на треугольники. Т.е. один и тот же купол можно «описать» разным количеством треугольников. Например, для менее плотной разбивки потребуется меньше треугольников, но с большей длиной ребра и форма будет более угловатой. Для более плотной разбивки потребуется большее количество треугольников с меньшей длиной ребра, но форма получится более ровной и близкой к сферической. Для определения частоты деления для множества треугольников введём обозначение частоты латинской буквой «V». Число значения частоты равняется количеству «рядов».

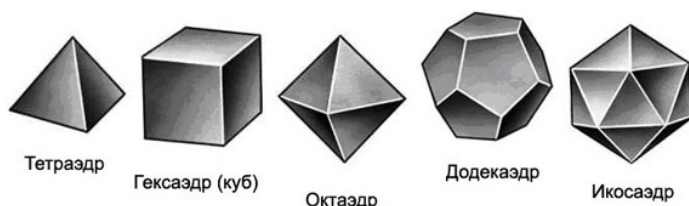


Рис. 4. Платоновы тела

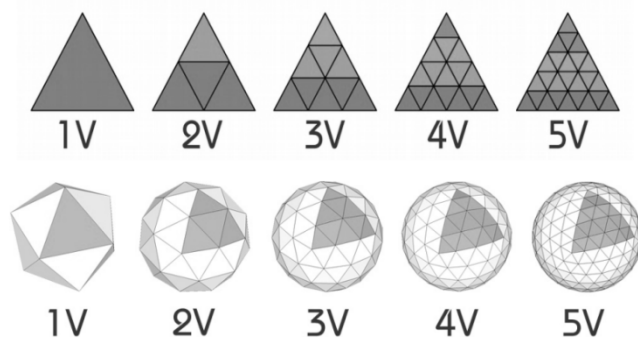


Рис. 5. Разбиение купола на треугольники

#### Сечение сферы

Следующий параметр, который следует знать при расчете геодезического купола – это значение сечения сферы. Если рассматривать сферу как целое, можно поделить её на

различное количество частей. Удобнее всего купол разбить по «рядам». У куполов с разной частотой триангуляции «V» – разное количество «рядов», поэтому сечение для них всегда индивидуальное.

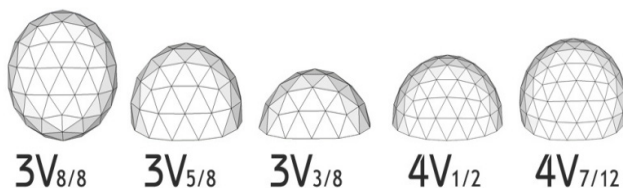


Рис. 6. Сечение сферы



Равномерное распределение точек на поверхности сферы имеет значение для большого числа математических задач.

Особый интерес к равномерному распределению точек на поверхности сферы может быть объяснен, с одной стороны, геометрическими свойствами поверхности – свойствами центральной симметрии, с другой стороны, тем, что при моделировании многих объектов в окружающем нас мире удобно использовать именно сферическую (купольную) конструкцию как геометрический объект.

В зависимости от числа точек, которые необходимо распределить на поверхности сферы, и от дополнительных ограничений и условий, могут быть рассмотрены различные подходы к решению данной частной задачи:

1. Создание генератора случайных точек, сферические координаты которых удовлетворяют заданным условиям и ограничениям. Этот подход может оказаться наиболее адекватным в случаях с достаточно большим количеством точек.

2. Использование правильных многогранников (тел Платона) и дальнейшая аппроксимация сферы на их основе. Однако необходимо сказать, что тел Платона для трехмерного пространства только пять: тетраэдр, октаэдр, гексаэдр, додекаэдр, икосаэдр;

3. Использование метода золотого сечения сетки Фибоначчи наложения на поверхность сферы равномерное распределение точек.

4. Путём трехмерного моделирования используя платформы 3D моделей.

Представим две различные модели, построенные за счёт различных методик математического описания и с использованием наложения равномерности распределения точек на поверхность сферы:

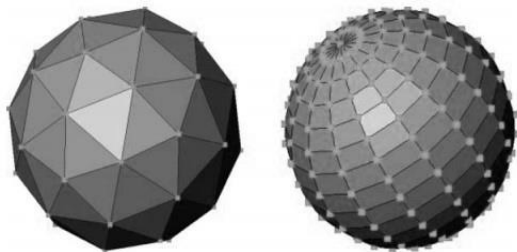


Рис. 7. Представление сферы

### Заполнение буфера вершин

Так при использовании совокупности методов возможности более оптимального распределения показал вариант сетки Фибоначчи

чи, который использует систему треугольников. Это объясняется тем, что треугольник — простейший и, следовательно, наиболее фундаментальный элемент поверхности. Каждый треугольник определяется всего лишь тремя точками — вершинами в углах треугольника.

Дуги и другие изогнутые поверхности намного сложнее. Треугольники являются фундаментальными элементами поверхности по той причине, что любую фигуру с прямыми гранями (квадрат, прямоугольник, многоугольник и др.) можно расчленить на набор треугольников. Так же данная абстракция используется в программном обеспечении любого современного графического оборудования при задачах распределения точек на сферических поверхностях.

*Вершина* — это объект данных, представляющий точку в трехмерном пространстве. Большинство систем трехмерной графики функционируют путем конструирования сложных поверхностей и объектов на основе многих тысяч крошечных треугольников. Каждый треугольник определен тремя точками, причем каждая точка является вершиной треугольника [3].

Так же необходимо отметить, что при классическом построении за счёт прямоугольников использование узлов координатной сетки на сфере – то есть точек пересечения линий широт и долгот не дает равномерного распределения точек на сфере. Визуальный анализ (Рис. 7) показывает, что узлы пересечения широт и долгот сгущаются при приближении к полюсам. [3], [4], [11]

Преимущество метода Фибоначчи по распределению точек на поверхности сферы в сравнении с другими методами заключается в том, что при использовании аппаратуры проверки состояния ЭМИ область распространения сигнала на сфере представляет круг, для оптимального захвата сигнала требуется идентичная геометрическая фигура, которая будет гарантировать отсутствие слепых зон на сферической поверхности. Такой фигурой является шестигранник, который в свою очередь состоит из шести равнозначных треугольников, построенных в сфере таким образом, чтобы минимизировать расстояние между всеми контрольными точками.

В литературе встречается два схожих определения множества точек сферической сетки Фибоначчи. Исходное определено строго для  $N$ , равного одному из членов ряда Фибоначчи, и хорошо изучено в теории чисел.

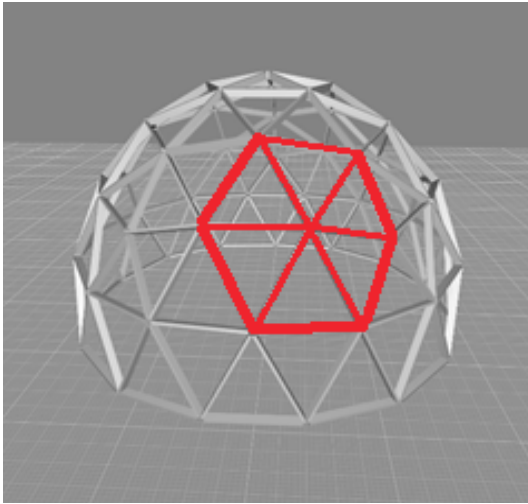


Рис. 8. Выборка необходимого элемента

$$t_i = \left( \frac{i}{F_m}, \frac{i F_m - 1}{F_m} \right) \text{ при } 0 \leq i \leq N - 1$$

Второе определение обобщает формулу до произвольного количества  $N$  и используется в вычислениях чаще:

$$t_i = \left( \frac{i}{N}, \frac{i}{\phi} \right) \text{ при } 0 \leq i \leq N$$

где

$$\phi = \frac{\sum 1\sqrt{5}}{2} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{F_{n+1}}{F_n} \right) [12].$$

Требуется создать регулярное покрытие сферы треугольниками, близкими по размеру и форме. В качестве эталона примем сетку Фибоначчи. Вначале рассмотрим алгоритм построения сетки в базовом сферическом треугольнике. Затем уделим внимание различным способам разделения сферы на базовые сферические треугольники. Наконец, представим пример создания треугольной сетки на основе икосаэдра.

По приведенным значениям определяется средняя точка, которая разделяет треугольник точного решения на четыре треугольника. На следующем этапе находятся координаты еще трех точек, которые хотя и не являются точным разбиением сферы, однако достаточно близки к нему. При дальнейшем продолжении разбиения равномерность существенно ухудшается, хотя если продолжать рекурсивную процедуру только с новым поколением точек, она остается, сравнивая с другими алгоритмами.

*Генерация сетки в сферическом треугольнике*

Процедуру создания на некоторой поверхности сетки треугольников обычно называют триангуляцией. В качестве базы для

создания сетки используем некоторый сферический треугольник, заданный координатами своих вершин.

*Метод бисекции*

Назовём бисекцией операцию деления исходного треугольника на четыре треугольника нового поколения (рис.9). Собственно, термин «бисекция» относится к делению сторон пополам.

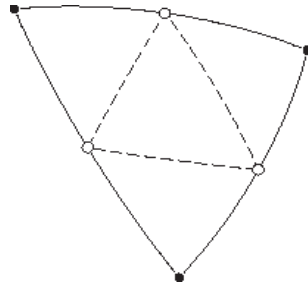


Рис. 9. Бисекция сферического треугольника

В середины рёбер вставляются новые вершины (белые точки на рисунках), которые соединяются новыми рёбрами (пунктирные линии), образуя новые треугольники. Следующее поколение получается очередной бисекцией.

*Метод трисекции*

Можно сразу провести разделение сферического треугольника на 9 треугольников, применяя трисекцию (рис. 10).[2].

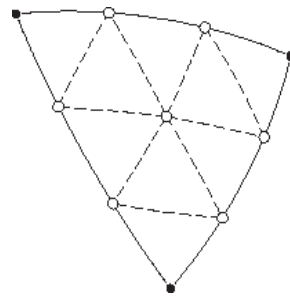


Рис. 10. Трисекция сферического треугольника

В терминах геометрии на сфере задача вставки точек в стороны треугольников решается последовательным решением обратной и прямой геодезических задач. Однако в данном случае гораздо проще использовать векторную алгебру. Пусть концы стороны заданы векторами  $a$  и  $b$ ; тогда средняя точка  $f$  вычисляется как их нормированная сумма:

$$f = \frac{a + b}{|a + b|}$$

Для получения значений координат точек следует использовать соотношения:

– Преобразования сферических координат в декартовы:

$$x = \cos\varphi \cos\lambda$$

$$y = \cos\varphi \sin\lambda$$

$$z = \sin\varphi$$

– Преобразования декартовых координат в сферические:

$$\lambda = \arctg \frac{y}{x}$$

$$\varphi = \arctg \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}} [2], [9].$$

Рассматривая исходные данные которые имеются в модели двумерного пространства и применяя к ним математический аппарат

теории Фибоначчи построим взаимосвязь с описанием перехода от двумерной системы координат в трехмерную. Исходный единичный квадрат дает возможность произвести переход решения задачи в другую плоскость для дальнейшего построения более сложной модели. Для этого используем цилиндрическую равновеликую проекцию:

$$(x, y) \rightarrow (\theta, \phi): (\cos^{-1}(2x - 1)\pi/2, 2\pi y)$$

$$(\theta, \phi) \rightarrow (x, y, z): (\cos\theta\cos\phi, \cos\theta\sin\phi, \sin\theta) [12].$$

Перенос из единичного квадрата на поверхность сферы выполняется проекцией с сохранением площади.

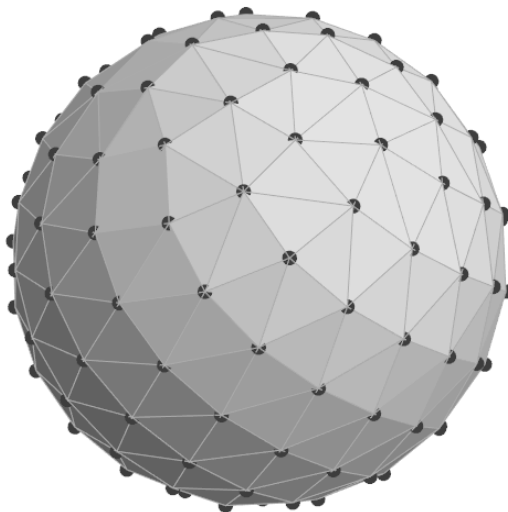


Рис. 11. Представление сетки Фибоначчи наложенной на сферу [4], [5], [6], [12]

Расположение точек в интервалах (по правилу средней точки в квадратурной формуле Гаусса)

Сферические множества Фибоначчи глобально не являются наилучшим распределением сэмплов на сфере (потому что их решения не совпадают с решениями для платоновых тел при  $(n=4,6,8,12,20)$ , однако они обладают превосходными свойствами семплирования и очень легки в построении по сравнению с другими, более сложными схемами сферического семплирования.

### Вывод

Проведя анализ уровня защищенности ОВТ на территории КЗ были выявлены технические каналы утечки информации в верхней

области распространения сигнала ПЭМИ. По данной проблеме были проведены специальные исследования, по результату которых разработаны формальные модели в двумерной и трехмерной системе отчёта. Данные модели имеют общий математический аппарат теории Фибоначчи, позволяющий построить оптимальное распространение точек в геометрической области решения задачи, а также доказать безопасность системы, опираясь на объективные доказуемые математические постулаты. Так, большее распределение контрольных точек даёт большую эффективность защиты ОВТ от СТР, и тем самым выше вероятность обнаружения возможной утечки по каналу ПЭМИ.

---

### Литература

1. Мысовских И.П. Интерполяционные кубатурные формулы // Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1981. – 336 с.



2. Милосердов Е.П. Разбиение сферы на равномерные участки // Журнал естественнонаучных исследований Том 5, № 4, 2021 – 59 с.

3. [https://professorweb.ru/my/Silverlight/base/level6/6\\_1.php](https://professorweb.ru/my/Silverlight/base/level6/6_1.php) Основы трёхмерного моделирования.

4. Johann S. Brauchart a, b, 1, 2, Peter J. Grabner b,3 Distributing many points on spheres: minimal energy and designs.

5. D.P. Hardin, T. Michaels and E.B. Saff Comparison of Popular Point Configurationson .

6. Копытов Н.П. Равномерное распределение точек на поверхностях и его применение в исследованиях структурнонеоднородных сред. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

7. Paul Leopardi. Distributing points on the sphere: Partitions, separation, quadrature and energy. The University of New South Wales School of Mathematics and Statistics Department of Applied Mathematics.

8. E.B. Saff and A.B.J Kuijlaars Distributing Many Points on a Sphere.

9. А.В. Скворцов Триангуляция Делоне и её применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.

10. Василенко С.Л. Золотые купола в задаче конусной упаковки евклидового пространства.

11. Степанов Н.Н. Сферическая тригонометрия. Государственное издательство технико-теоретической литературы. – Ленинград, 1948 г., Москва.

12. <https://habr.com/ru/post/460643/> Равномерное распределение точек на сфере.

13. Баранова, Е.К. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. – М.: Риор, 2018. – 400 с.

14. Мельников, В.П. Защита информации: Учебник / В.П. Мельников. – М.: Академия, 2019. – 320 с.

15. Малюк, А.А. Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации / А.А. Малюк. – М.: ГЛТ, 2016. – 280 с.

16. Чипига, А.Ф. Информационная безопасность автоматизированных систем / А.Ф. Чипига. – М.: Гелиос АРВ, 2017. – 336 с.

17. Шаньгин, В.Ф. Информационная безопасность и защита информации / В.Ф. Шаньгин. – М.: ДМК, 2017. – 702 с.

18. Хорев, П.Б. Программно-аппаратная защита информации: учебное пособие / П.Б. Хорев. – М.: Форум, 2018. – 352 с.

19. Ярочкин, В.И. Информационная безопасность: учебник для вузов / В.И. Ярочкин. – М.: Акад. Проект, 2018. – 544 с.

20. Марков С.В., Барагузина В.В., Бердников С.М., Степанцов С.В., Способ выявления и обнаружения несущей частоты информативного сигнала при сканировании объектов разной яркости и контрастности // Труды XXIV Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. В 7-ми томах. 01-04 апреля 2021, Санкт-Петербург, 2021, Том 4, С. 347–352.

21. Д.В. Кислицын, Разработка измерительного комплекса для оценки защищённости технических средств от утечки информации по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок. Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, Букирева, 15.

## References

1. Mysovskikh I.P. Interpolyatsionnyye kubaturnyye formuly // Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury izdatel'stva "Nauka", 1981. – 336 с.

2. Miloserdov Ye.P. Razbiveniye sfery na ravnomernyye uchastki // Zhurnal yestestvennonauchnykh issledovaniy Tom 5, № 4, 2021 – 59 с.

3. [https://professorweb.ru/my/Silverlight/base/level6/6\\_1.php](https://professorweb.ru/my/Silverlight/base/level6/6_1.php) Osnovy trokhmernogo modelirovaniya.

4. Johann S. Brauchart a, b, 1, 2, Peter J. Grabner b,3 Distributing many points on spheres: minimal energy and designs.

5. D.P. Hardin, T. Michaels and E.B. Saff Comparison of Popular Point Configurationson .

6. Kopytov N.P. Ravnomernoye raspredeleniye tochek na poverkhnostyakh i yego primeneniye v issledovaniyakh strukturneodnorodnykh sred. Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata fiziko-matematicheskikh nauk.

7. Paul Leopardi. Distributing points on the sphere: Partitions, separation, quadrature and energy. The University of New South Wales School of Mathematics and Statistics Department of Applied Mathematics.

8. E.B. Saff and A.B.J Kuijlaars Distributing Many Points on a Sphere.

9. А.В. Скворцов Триангуляция Делоне и её применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.

10. Vasilenko S.L. Zolotyye kupola v zadache konusnoy upakovki yevklidovogo prostranstva.
11. Stepanov N.N. Sfericheskaya trigonometriya. Gosudarstvennoye izdatel'stvo tekhniko-teoreticheskoy literatury. – Leningrad, 1948g., Moskva.
12. <https://habr.com/ru/post/460643/> Ravnomernoye raspredeleniye tochek na sfere.
13. Baranova, Ye.K. Informatsionnaya bezopasnost' i zashchita informatsii: Uchebnoye posobiye / Ye.K. Baranova, A.V. Babash. – M.: Rior, 2018. – 400 c. 14. Mel'nikov, V.P. Zashchita informatsii: Uchebnik / V.P. Mel'nikov. – M.: Akademiya, 2019. – 320 c.
15. Malyuk, A.A. Informatsionnaya bezopasnost': kontseptual'nyye i metodologicheskiye osnovy zashchity informatsii / A.A. Malyuk. – M.: GLT, 2016. – 280 c.
16. Chipiga, A.F. Informatsionnaya bezopasnost' avtomatizirovannykh sistem / A.F. Chipiga. – M.: Gelios ARV, 2017. – 336 c.
17. Shan'gin, V.F. Informatsionnaya bezopasnost' i zashchita informatsii / V.F. Shan'gin. – M.: DMK, 2017. – 702 c.
18. Khorev, P.B. Programmno-apparatnaya zashchita informatsii: Uchebnoye posobiye / P.B. Khorev. – M.: Forum, 2018. – 352 c.
19. Yarochkin, V.I. Informatsionnaya bezopasnost': Uchebnik dlya vuzov / V.I. Yarochkin. – M.: Akad. Proyekt, 2018. – 544 c.
20. Markov S.V., Baraguzina V.V., Berdnikov S.M., Stepantsov S.V., sposob vyyavleniya i obnaruzheniya nesushchey chastoty informativnogo signala pri skanirovaniy ob'yektov raznoy yarkosti i kontrastnosti // Trudy XXIV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii RARAN. V 7-mi tomakh.01-04 aprelya 2021, Sankt-Peterburg, 2021, Tom 4, S. 347–352.
21. D.V. Kislitsyn, Razrabotka izmeritel'nogo kompleksa dlya otsenki zashchishchonnosti tekhnicheskikh sredstv ot utechki informatsii po kanalu pobochnykh elektromagnitnykh izlucheniyy i navodok. Permskiy gosudarstvennyy natsional'nyy issledovatel'skiy universitet, 614990, Perm', Bukireva, 15.

---

**КОПЫТОВ Павел Дмитриевич**, инженер, 4-й государственный центральный межвидовой полигон МО РФ. Россия, 416540, г. Знаменск, ул. Ленина, дом 11. E-mail: zaharov0896@gmail.com

**КОРОЛЁВ Игорь Дмитриевич**, доктор технических наук, профессор, Краснодарское высшее военное училище имени генерала армии С. М. Штеменко. Россия, 350005 г. Краснодар, ул. Грибоедова, 18, микрорайон 9-й километр. E-mail: pi\_korolev@mail.ru

**КУЛИШ Ольга Александровна**, кандидат физико-математических наук, доцент, Краснодарское высшее военное училище имени генерала армии С. М. Штеменко. Россия, 350005 г. Краснодар, ул. Грибоедова, 18, микрорайон 9-й километр. E-mail: culish\_olga@mail.ru

**СТЕПАНЦОВ Сергей Валерьевич**, преподаватель кафедры МиИ, Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева. Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а. E-mail: stepantsov.sergey@asu.edu.ru

**КОПУТОВ Pavel Dmitrievich**, engineer, 4th State Central Interspecific landfill of the Ministry of Defense of the Russian Federation. 416540, Znamensk, Lenin St., house 11. E-mail: zaharov0896@gmail.com

**KOROLEV Igor Dmitrievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Krasnodar Higher Military School named after Army General S. M. Shtemenko. 350005 g. Krasnodar, Griboyedov str., 18, microdistrict 9th kilometer. E-mail: pi\_korolev@mail.ru

**KULISH Olga Aleksandrovna**, Associate Professor Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Krasnodar Higher Military School named after General of the Army S. M. Shtemenko. 350005 g. Krasnodar, Griboyedov str., 18, microdistrict 9th kilometer. E-mail: culish\_olga@mail.ru

**STEPANTSOV Sergey Valeryevich**, lecturer of the Department of MI, Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev. 414056, Astrakhan, Tatishcheva str., 20a. E-mail: stepantsov.sergey@asu.edu.ru