держание, но и сама приведенная здесь формулировка Демокритом его принципа исономии очень близка обычному определению значения термина “случайность”. В самом деле, напомним еще раз, что под случайным обычно понимают как раз то, что может быть и не быть, что может быть таким, а может быть другим, и эта “классическая” формулировка значения термина “случайное” почти дословно совпадает с формулировкой Демокритом его принципа исономии: “не более такое, чем такое”. Стало быть, поскольку Демокрит широко пользуется принципом исономии, он тем самым убедительно демонстрирует и свое признание объективной случайности, если (в данном случае) не употреблением термина “случайность”, то по самой сути дела” [Горан 1984: 75].

**Выводы**

Из текстов свидетелей и комментаторов свидетельств можно сделать вывод, что Демокрит все существующее делит на необходимое и возможное, а с другой стороны, признает необходимость и случайность. По мнению В.П. Горана, случайное не совпадает с возможным. Такое понимание случайности кажется соответствующим обыденному пониманию случайности. К случайному относится не только равновероятное, но и второе возможное из приведенного выше свидетельства 103 Суды (существующее “в меньшей части случаев, как например..., что старея, человек не седеет”). Мы полагаем, что из свидетельств вытекает признание случайным в смысле Демокрита всего не являющегося необходимым.

Таким образом, все существующее делится Демокритом на необходимое и случайное, а последнее на возможное первое (существующее в большинстве случаев), возможное второе (существующее в меньшинстве случае) и возможное третье (существующее в половине случаев). Однако без рассмотрения учения Демокрита о возможных мирах и атомах вопрос о его понимании соотношения необходимости и случайности остается не до конца проясненным.

**Литература**


1. Богомолов А.С. Античная философия. Учебник. 2 изд. М.: Высш. Шк. 2006. - 390 с.
2. Горан В.П. Необходимость и случайность в философии Демокрита. Новосибирск, 1984.
3. Ивлев В.Ю., Ивлева М.Л. Методологическая роль категорий необходимости, случайности и возможности в научном познании. М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 103 с.
4. Ивлев В.Ю., Ивлева М.Л., Иноземцев В.А. Становление новой философско-методологической парадигмы современной науки в условиях информационного общества. - М.: ИТО СЕМРИК, 2012.
5. Лурье С.Я. Демокрит. Тексты. Перевод. Исследования. Л., 1970.
6. Лурье С.Я. Очерки по истории античной философии. Ленинград, 1947.
7. Маковельский А.О. Древнегреческие атомисты. Баку, 1946.
8. Стяжкин Н.И., Попов П.С. Развитие логических идей от античности до эпохи Возрождения. М., 1974.
9. Меськов В.С. Правдоподобные рассуждения в системах искусственного интеллекта. [В соавт.] // Логика и компьютер. М., 1990.


## ЛОГИКА И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ

# *Симплексный метод определения экстремума функции отклика при планировании эксперимента*


д.т.н. проф. Берикашвили В.Ш., к.т.н. доц. Оськин С.П.

*Университет Машиностроения,*

*8(495)683-54-75, berikashvily@yandex.ru; sv-oskin@yandex.ru*



*Аннотация.* В статье приводятся результаты внедрения в лабораторный практикум симплексного метода определения экстремума функции отклика при нахождении оптимальных условий проведения эксперимента.



*Ключевые слова*: *симплексный метод, экстремум функции, алгоритм про-*

*граммы.*

Особенность разработанного в начале шестидесятых годов метода симплексного планирования заключается в том, что экспериментальные точки задаются положением правильного симплекса [1]. Как известно, у регулярного симплекса все расстояния между вершинами равны. Примером симплекса нулевой размерности является точка. Одномерный симплекс – отрезок прямой, двумерный – треугольник, трёхмерный – тетраэдр («пирамида»). Правильный k–мерный симплекс – это правильный выпуклый многоугольник с k+1 вершинами, расположенный в k–мерном пространстве. Симплекс в k–мерном пространстве позволяет представить совокупность k, действующих на исследуемый объект или процесс независимых факторов [1].

Из любого симплекса можно получить новый симплекс, если одну из вершин переместить в точку, зеркально симметричную относительно противолежащей грани. Так, симплекс ABC преобразуется в симплекс CBA' отражением вершины A в «грани» BC (рисунок 1).

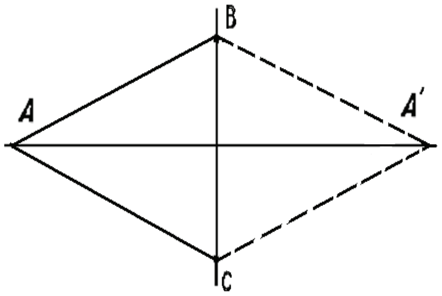



**Рисунок 1. Пример симплекса 2-го порядка**

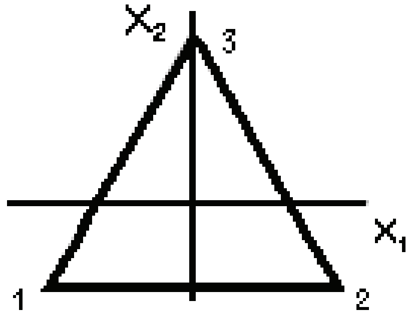



**Рисунок 2. Определение вершин симплекса 2-го порядка**

Идея применения симплексного метода базируется на последовательном преобразовании симплекса при его «движении» к экстремуму. Это свойство находит широкое применение в процедуре оптимизации и определяет особое значение метода для определения условий производства. Точка, с которой начинается процесс оптимизации, выбирается из априорных соображений, например, на основе существующих регламентирующих положений. В случае электронных или микроэлектронных, в том числе и твердотельных приборов и устройств, необходимо учитывать особенности построения и конкретные принципы их функционирования [2]. Выбранная точка служит центром начального положения симплекса.

В распространенных методах оптимизации [3] можно выделить пробные эксперименты, предназначенные для выявления направления движения, и рабочие шаги, выполняющие продвижение к экстремуму. Особенностью симплексного метода оптимизации является совмещение изучения поверхности отклика с продвижением по ней к экстремуму. Это достигается тем, что эксперименты ставятся в точках факторного пространства, соответствующим вершинам симплексов. Чтобы двигаться к экстремуму, необходимо от исходного симплекса перейти к симплексу, находящемуся в области повышенных (если ищется максимум) значений отклика. Это достигается сравнением значений отклика в вершинах треугольника.

Изначально находится вершина, в которой отклик минимален. Следующий опыт ставится в точке, зеркально симметричной этой вершине. Тем самым симплекс перемещается «подальше» от неблагоприятной точки. Для нового положения симплекса опять сравниваются значения откликов, находится минимальный, и процесс движения симплекса повторяется. Так происходит до тех пор, пока симплекс не начнёт вращаться вокруг некоторой точки, которую и следует принять за оптимальную – ту, где достигается экстремум. Вращение симплекса вокруг некоторой точки говорит о локализации области экстремума. Для уточнения координат последнего следует продолжить опыты, предварительно уменьшив шаги по независимым переменным.

Координаты вершин правильного k-мерного симплекса с центром, расположенным в начале координат, можно определить из следующей матрицы:

$$\left[\begin{array}{cc|cccc}
-r_1 & -r_2 & -r_3 & \dots & -r_{k-1} & -r_k \\
R_1 & -r_2 & -r_3 & \dots & -r_{k-1} & -r_k \\
\hline
0 & R_2 & -r_3 & \dots & -r_{k-1} & -r_k \\
\dots & & & & & \\
0 & 0 & 0 & \dots & R_{k-1} & -r_k \\
0 & 0 & 0 & \dots & 0 & R_k
\end{array}\right]$$

где: $r_i$ и $R_i$ – радиусы сфер, соответственно вписанных и описанных около i-мерного симплекса [1].

Если принять длину ребра i-мерного симплекса равной единице, то радиусы ri и Ri вычисляются по формулам:

$$r_i = \frac{1}{\sqrt{2i(i+1)}} \quad ; \quad R_i = \sqrt{\frac{i}{2(i+1)}} \quad (i = 1, 2, \dots, k) \qquad (1)$$

В приведенной выше матрице координаты вершин задаются строками матрицы. Первой вершине соответствует первая строка, второй — вторая и т.д. Отчёркнутая слева сверху часть матрицы задаёт координаты трёх вершин треугольника. Предварительно найдём:

$$r_1 = \frac{1}{2}, \quad r_2 = \frac{1}{2\sqrt{3}}, \quad R_1 = \frac{1}{2}, \quad R_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

Итак, первая вершина имеет координаты $\left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2\sqrt{3}}\right)$, вторая $\left(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2\sqrt{3}}\right)$, третья $\left(0, \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$. Справедливость полученных результатов можно проверить, исследуя симплекс, приведенный на рисунке 2.

Приведём также формулу, позволяющую вычислить координаты новой вершины симплекса, являющейся зеркальным отражением прежней вершины:

$$x_{i\,k+2} = \frac{2}{k}\sum_n x_{in} - x_i^*, \qquad (2)$$

где: $\frac{1}{k}\sum_n x_{in}$ – среднее значение координат всех точек симплекса, кроме прежней, отбрасываемой; $x_i^*$ – координата прежней вершины.

Таким образом, симплексный метод обладает рядом положительных качеств, позволяющих использовать его в производственных условиях для решения задач оптимизации. Простота, возможность включения дополнительных факторов на любом этапе исследования, автоматическое исправление грубых ошибок являются важнейшими свойствами метода.

Условия проведения опыта в отражённой точке определяются выражением (3):

$$X_{(k+2)i} = 2X_{0i} \pm X_{нi}, \qquad (3)$$

где: i = 1,2,…, k; $X_{нi}$ — i-я координата точки с наихудшими результатами; $X_{(k+2)i}$ — i-я координата новой точки, получаемой в результате зеркального отражения точки с наихудшими результатами. $X_{0i}$ — i-я координата центра противоположной грани, которая определяется по формуле (4):

$$X_{0i} = \frac{\sum_{i=1}^{i=k+1} X_i}{k}, i \neq н. \qquad (4)$$

В числителе суммируются координаты всех точек симплекса с (k+1)-й вершиной, кроме координаты точки с наихудшими результатами (i=н).

Новый k-мерный симплекс получается из оставшейся грани добавлением к ней отражённой точки. Следует подчеркнуть, что это перемещение к экстремуму происходит с каждым экспериментом.

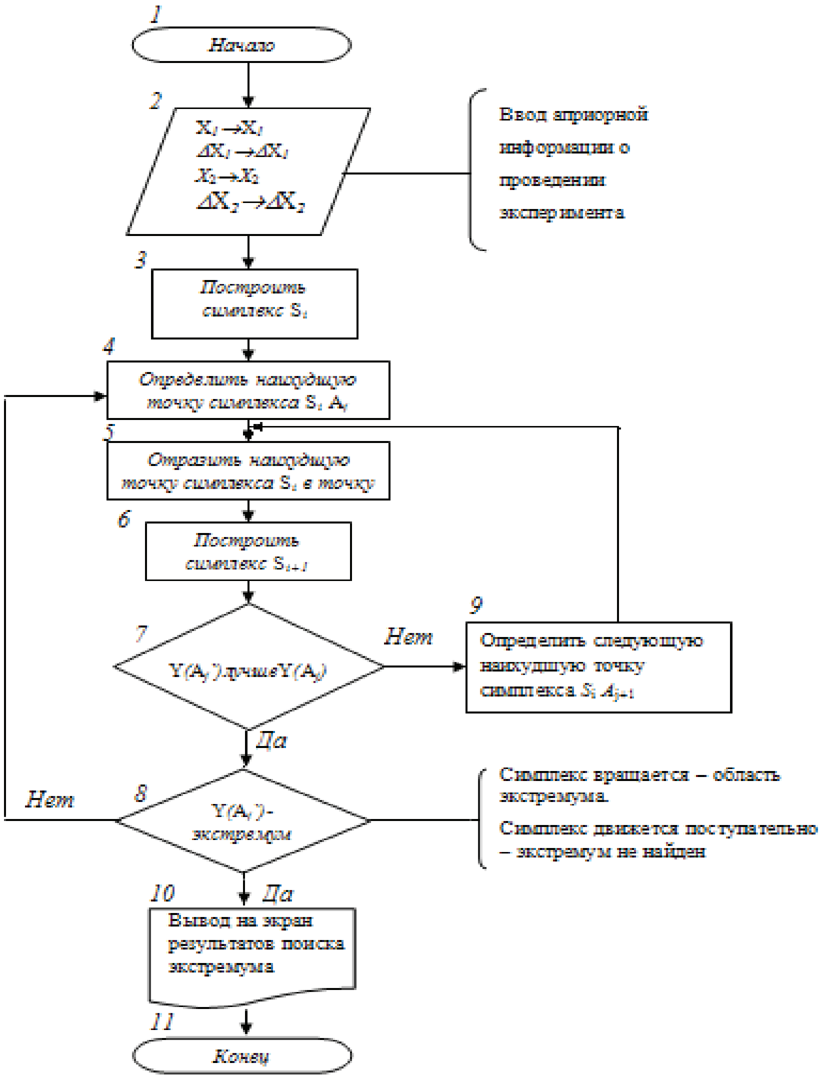



**Рисунок 3. Блок-схема алгоритма программы поиска экстремума функции отклика симплексным методом**

Показателем выхода в район экстремума служит прекращение поступательного движения симплекса и начало его вращения вокруг одной из вершин. При этом одна и та же точка последовательно встречается более чем в (k+1) симплексах. Следует отметить, что направление движения к оптимуму, определяемое с помощью симплекса, является в общем случае крутым, траектория движения в этом случае представляет собой ломаную линию, колеблющуюся вокруг линии наиболее крутого восхождения.

Интерактивный характер методического обеспечения учебного процесса при изучении данной темы предполагает возможность вариативного задания исходных данных. Данное требование успешно реализуется в разработанном с привлечением методов линейного программирования лабораторном практикуме по курсу «Планирование и организация эксперимента».

Лабораторная работа «Симплексный метод при определении экстремума функции отклика» базируется на программном обеспечении, разработанном в ходе выполнения дипломного проектирования. В практической части лабораторного занятия предлагается выполнить два задания (I) и (II), каждое из которых включает в себя расчетную часть и экспериментальную. Блок-схема алгоритма программы представлена на рисунке 3.

## Практическая часть

***I. Провести исследование математической функции отклика***

$$Z = \sqrt{225 - (X_1 - 10)^2 - (X_2 - 10)^2} + 10, \qquad (5)$$

где параметры $X_1$ и $X_2$ задаются в пределах от 1 до 23 безразмерных единиц.

*Расчетная часть*. Результат математического анализа алгебраического выражения (5) представляет собой теоретическое значение экстремума.

*Экспериментальная часть*. Для экспериментального исследования функции, заданной выражением (5), следует выбрать в разделе «Исследование функций отклика» пункт «неизвестная» (рис.4 *а*). При этом нам необходимо задать первоначальные параметры проведения исследования и шаги варьирования параметров. Нахождение экстремума (максимума или минимума) производится при выборе соответствующей кнопки в окне программы. Результаты расчётов приводятся в виде таблицы. Для просмотра результатов в графической форме следует нажать соответствующую кнопку в окне программы. В появившемся окне программы будет прорисовываться симплекс. Для повторной прорисовки симплекса следует дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по окну, где прорисовывается симплекс.

***II. Провести исследование функции, определяющей диаметр d электронного пучка при электронно–лучевом экспонировании.***

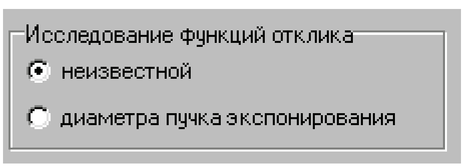
*Расчетная часть*. Теоретическая зависимость для параметра $d$ может быть представлена в виде:

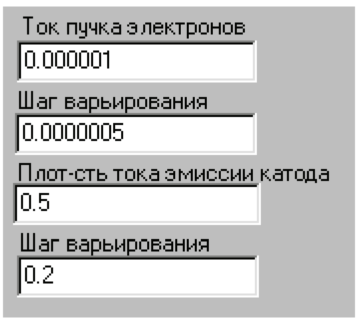
$$d = (4C)^{1/4} \cdot \left( \frac{I_n \cdot k \cdot T}{\pi \cdot J \cdot E} \right)^{3/8}, \qquad (6)$$

где: $C$ — коэффициент сферической аберрации (для различных конструкций электронно-оптической систем лежит в пределах 5—$10^2$); $I_n$ — ток пучка, *А*; $J$ — плотность тока эмиссии катода, *А/см*$^2$; $T$ — абсолютная температура катода, *К*; $E$ — энергия электрона, *эВ*; $k$ — постоянная Больцмана $1{,}3807 \cdot 10^{-23}$ *Дж/К*.

При исследовании функции диаметра $d$ пучка электронов в случае электронно-лучевого экспонирования изменяются два параметра: ток пучка электронов ($I_n$, ось $X$) и плотность тока эмиссии катода ($J$, ось $Y$). Ток пучка электронов задается в пределах $1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-6}$ *А* с шагом варьирования в пределах $0{,}5 \cdot 10^{-7} \div 0{,}5 \cdot 10^{-6}$. Параметр «плотность тока эмиссии катода» задаётся в пределах $0{,}5 \div 1$ *А/см*$^2$ при шаге 0,2 *А/см*$^2$ .

Для исследования функции «диаметр пучка электронов» следует задать первоначальные значения параметров проведения исследования и шаги варьирования параметров (рисунок 4 *б*).




**а) б)**

**Рисунок 4. Исследование функций отклика (а), первоначальные значения параметров (б)**

Данная функция исследуется только на минимум, поэтому, нажав кнопку окна программы, следует выбрать «Поиск минимума». Результаты расчётов приводятся в таблице. Для просмотра результатов в графической форме следует нажать кнопку в окне программы. В появившемся окне программы будет прорисовываться симплекс. Для повторной прорисовки симплекса следует дважды щелкнуть левой кнопкой «мыши» по окну, где прорисовывался симплекс.

На рисунке 5 приводится графическое отображение интерфейса пользователя при выполнении одного из вариантов работы. Результаты вычислительных операций при построении симплекса приводятся в виде таблицы. Наглядность представления результатов расчетов обеспечивается отображением на плоскости последовательного перемещения экспериментальных точек, соответствующих вершинам симплекса.

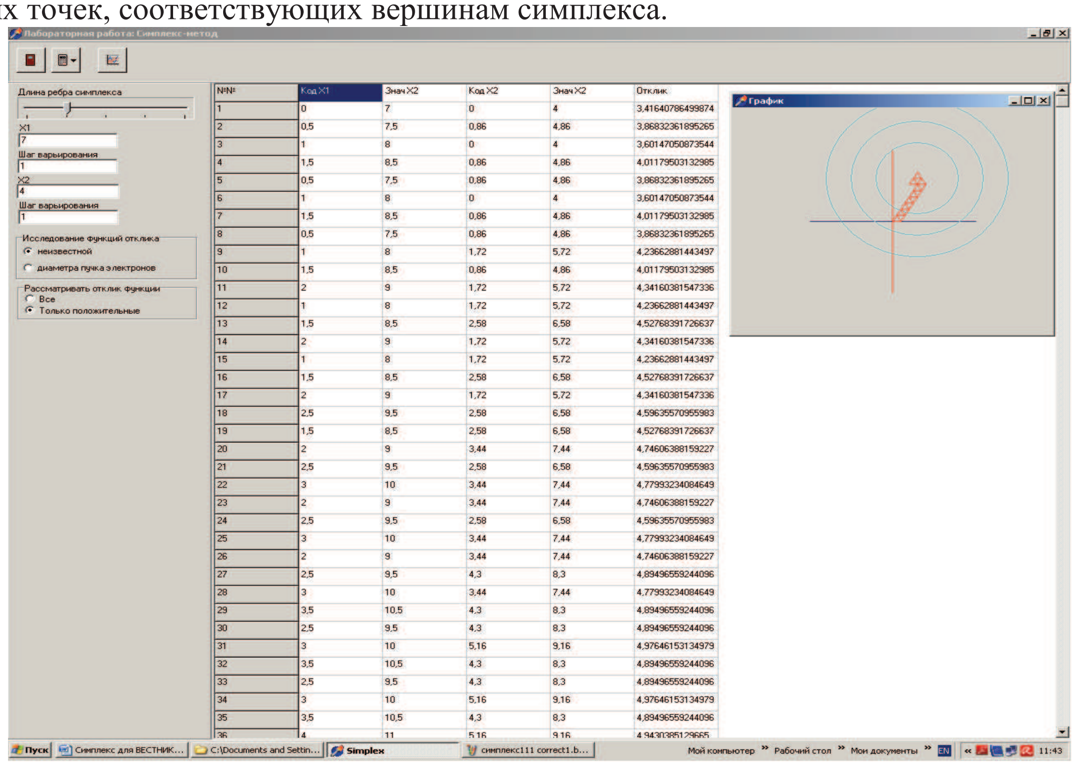


**Рисунок 4. Пример успешной реализации задания при построении симплекса**

Следует отметить, что симплексный метод планирования позволяет локализовать лишь область экстремума. Определение непосредственной точки экстремума требует привлечения иных методов, широко представленных в литературе [1, 3]. Одним из возможных направлений решения задачи является продолжение исследований при последовательном уменьшении шага варьирования переменных.

Возможное расхождение теоретических оценок от практических результатов даже при минимальном значении шага может являться следствием погрешностей при задании переменных и измерении отклика. Непосредственное определение условий экстремума в опыте дает возможность найти правильное решение при использовании искаженных исходных данных или при неполной или неточной информации об объекте. Это необходимо учитывать в производственной деятельности, где цена ошибки может быть особенно велика.

Использование в учебном процессе лабораторной работы «Симплексный метод при определении экстремума функции отклика» позволяет студентам приобрести практические навыки проведения экспериментальных исследований с использованием самых передовых научных технологий и открывает перед ними, как молодыми специалистами, еще более широкие возможности в деле их творческой реализации.

## Литература

1. Берикашвили В.Ш., Оськин С.П. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и математическое описание случайных процессов. – М.: Изд-во МГОУ, 2013 – 196с.
2. Берикашвили В.Ш., Оськин С.П. Твердотельные приборы и микроэлектроника. Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальности 210105-Электронные приборы и устройства. – М.: Изд-во МГОУ, 2011.

3. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. – М.: Высшая школа, 1988 – 224с.

## *Дедуктивная логика в решении проблемы компьютерной репрезентации знания*

к.ф.н. доц. Иноземцев В.А.
*Университет машиностроения*
*inozem_63@mail.ru*

*Аннотация.* В статье осуществляется разработка концепции компьютерной репрезентологии, в рамках которой проводится философско-методологический анализ дедуктивных моделей репрезентации знания, представляющих собой одну из разновидностей логических моделей репрезентации знания. Эти последние вместе с логическими языками репрезентации знания образуют важнейшую концепцию компьютерной репрезентации знания – логическую. Под концепциями компьютерной репрезентации знания понимаются совокупности компьютерных моделей репрезентации знания о предметных областях действительности и соответствующие этим моделям языковые средства, которые разрабатываются в ИИ. Эти концепции представляют собой различные способы решения проблемы компьютерной репрезентации знания.

*Ключевые слова:* *искусственный интеллект (ИИ), компьютерная репрезентология, компьютерные знания, проблема компьютерной репрезентации знания, концепции компьютерной репрезентации знания, логическая концепция компьютерной репрезентации знания, модели компьютерной репрезентации знания.*

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках проекта проведения научных исследований («Логический инструментарий и философские основания современной науки»), проект № 14-23-01005.

Сущность проблемы компьютерной репрезентации знания заключается в фиксации, кодификации, формализации и запечатлении в характерных для ИИ знаковых системах разнообразных компьютерных знаний с целью их хранения, трансляции, трансформации и последующего применения. В качестве таких знаковых систем в ИИ применяются модели, языки и компьютерные программы, в совокупности составляющие концепции компьютерной репрезентации знания (логическую, сетевую, фреймовую), являющиеся различными способами решения проблемы компьютерной репрезентации знания. Под термином «компьютерные знания» в ИИ понимают вводимую с помощью специальных процедур в базы и банки знаний систем ИИ информацию о закономерностях структуры и функционирования определённым образом выделенных и описанных фрагментов действительности, называемых предметными областями. Формирование проблемы компьютерной репрезентации знания относится к началу последней трети XX века и является следствием стремительного развития и совершенствования интеллектуальных информационных технологий.

Логические модели компьютерной репрезентации знания включают следующие разновидности: 1) дедуктивные модели репрезентации знания; 2) индуктивные модели; 3) продукционные модели репрезентации знания. В данной статье будет рассмотрен только первый класс логических моделей. В качестве специфики логических моделей отмечают «единственность теоретического обоснования и возможность реализации системы формально точных определений и выводов» [Представление и использование знаний, с. 17].

Логические модели компьютерной репрезентации знания состоят из высказываний, выраженных с помощью правильно построенных формул соответствующих исчислений (исчисления высказываний, исчисления предикатов первого и более высоких порядков, многозначных, индуктивных логик и т.д.). Для формулировки компьютерных знаний в этих моде-