

## ПОСТРОЕНИЕ ОРБИТАЛЬНЫХ ГРАФОВ ПРИ ФОРМАЛИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ НА ИССЛЕДУЕМЫЙ ОБЪЕКТ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

При проведении маркетинговых исследований и создании маркетинговых моделей часто оказывается весьма полезным применение графов, как метода позволяющего наглядно отобразить влияние большого количества факторов ( $f_n$ ) на исследуемый объект (ИО), а также связь этих факторов между собой. В то же время такой способ отображения информации не всегда способен дать наглядное представление о взаимном влиянии рассматриваемых факторов. Сложность, как правило, состоит в отображении как степени значимости отдельных факторов, так и влиянии конкретного фактора на другие. Так в графе, представленном на рис. 1, на исследуемый объект (ИО) оказывают непосредственное влияние факторы  $f_1 - f_4$  и косвенное влияние факторы  $f_5 - f_{10}$ .

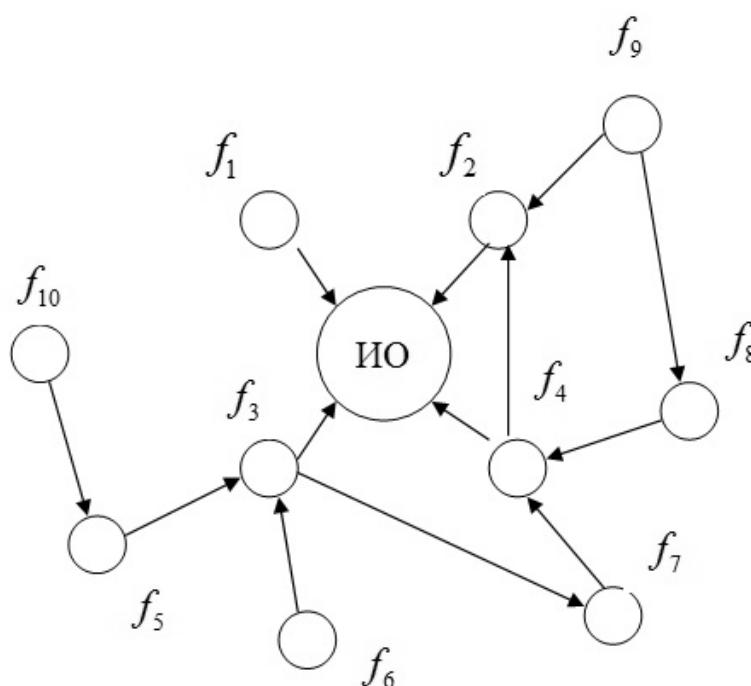


Рис. 1. Граф, соответствующий влиянию на исследуемый объект факторов

$f_1 - f_{10}$ .

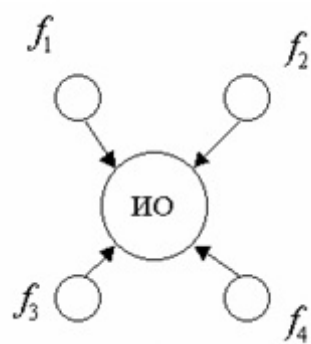
Однако факторы  $f_3$  и  $f_4$  оказывают как прямое, так и косвенное влияние, а фактор  $f_9$  оказывает косвенное влияние, воздействуя на несколько факторов. Таким образом, анализ взаимозависимостей, приведенных на рис. 1, оказывается затруднен сложностью зрительного их восприятия, и затруднена формализация данных для составления математической модели. В целях устранения или, по крайней мере, снижения такого недостатка предлагается построение орбитальных графов, содержащих в себе только линейные связи с разделением факторов по степени их влияния на изучаемый объект.

Построение орбитального графа начинается с построения первой орбитали, в которую помещаются факторы, оказывающие непосредственное влияние на исследуемый объект (ИО). Так, при трансформации в орбитальный графа представленного на рис. 1 в эту орбиталь войдут факторы  $f_1, f_2, f_3, f_4$ . (рис. 2а). Далее строится вторая орбиталь, в которую входят факторы, оказывающие непосредственное влияние на факторы, расположенные в первой орбитали. При этом указываются все факторы, оказывающие на них влияние, независимо от того, был ли этот фактор указан ранее в предыдущей орбитали с меньшим номером. Так, например, фактор  $f_4$  уже вошедший в первую орбиталь, как оказывающий непосредственное влияние на (ИО), указывается еще раз, во второй орбитали, как оказывающий влияние на фактор  $f_2$  (рис. 2б).

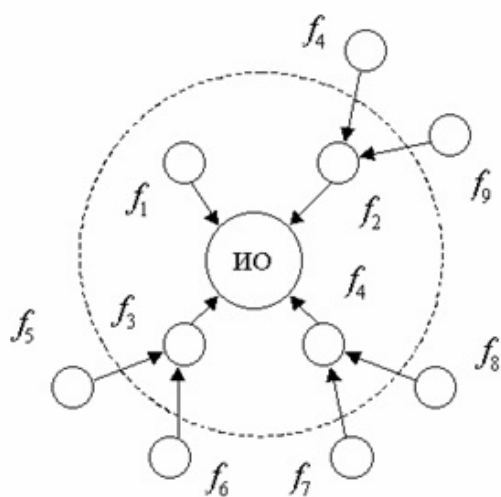
При построении третьей орбитали в нее включаются все факторы, оказывающие непосредственное влияние на факторы, находящиеся во второй орбитали, опять же вне зависимости от того, были ли какие-либо из них ранее указаны в предыдущих орбиталях. Так, факторы  $f_7, f_8$ , оказывающие влияние на фактор  $f_4$ , будут указаны как во второй, так и в третьей орбиталях (рис. 2в).

Таким образом, заполняются последовательно все возможные орбитали. Для графа, представленного на рис. 1, таких орбиталей будет шесть. При этом некоторые факторы войдут в такой граф единожды, например фактор  $f_1$ , а другие два или более раз, как например факторы  $f_3, f_5 - f_{10}$ .

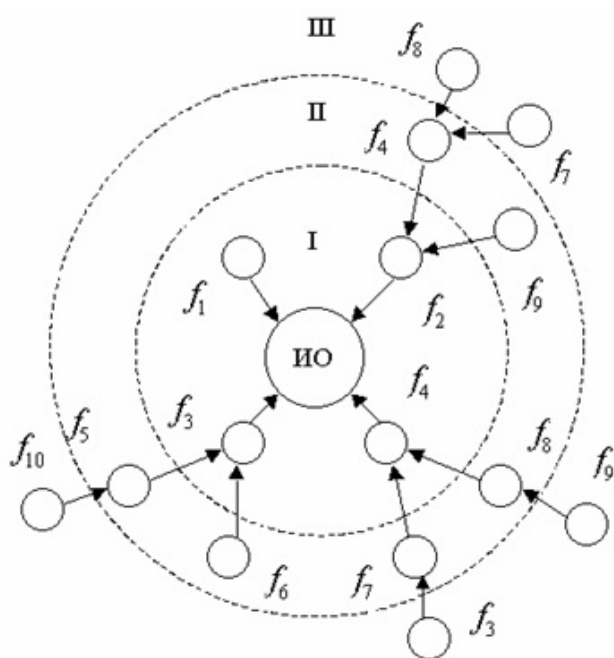
С одной стороны, это увеличивает количество графических элементов на рисунке, однако с другой стороны, схема становится более четкой и более ясной для проведения анализа, приближаясь по внешнему виду к древовидной. В ней исчезают кольцевые участки подобные  $f_2 - f_9 - f_8 - f_4$  на рис. 1.



а



б



в

Рис. 2. Построение первой (а), второй (б) и третьей (в) орбиталей.

При необходимости, для того чтобы показать, в который раз тот или иной фактор включен в граф, факторам можно присваивать дополнительные индексы, например,  $f_{10}^I$  – фактор f10, включенный в граф повторно,  $f_{10}^{II}$  – фактор f10, включенный в граф в третий раз, и так далее.

Орбитальный граф также возможно в достаточной степени упростить, путем объединения в блоки повторяющиеся группы символов. Так группу факторов  $f_{10}$ ,  $f_5$ ,  $f_6$ ,  $f_3$  (рис. 3) можно объединить в блок анализируемый отдельно, а на графе представленный как самостоятельный фактор F1 (рис. 4). При создании таких укрупненных факторов не имеет значение, в который раз представлены на графе входящие в него факторы. Так в блок F2 (рис. 3) входит фактор  $f_8$ , впервые появившийся на графе и  $f_9^I$ , который ранее встречался во второй орбитали. При наличии у факторов дополнительных обозначений, показывающих, в который раз данный фактор встречается на графе, они не имеют значения для включения фактора в тот или иной блок.

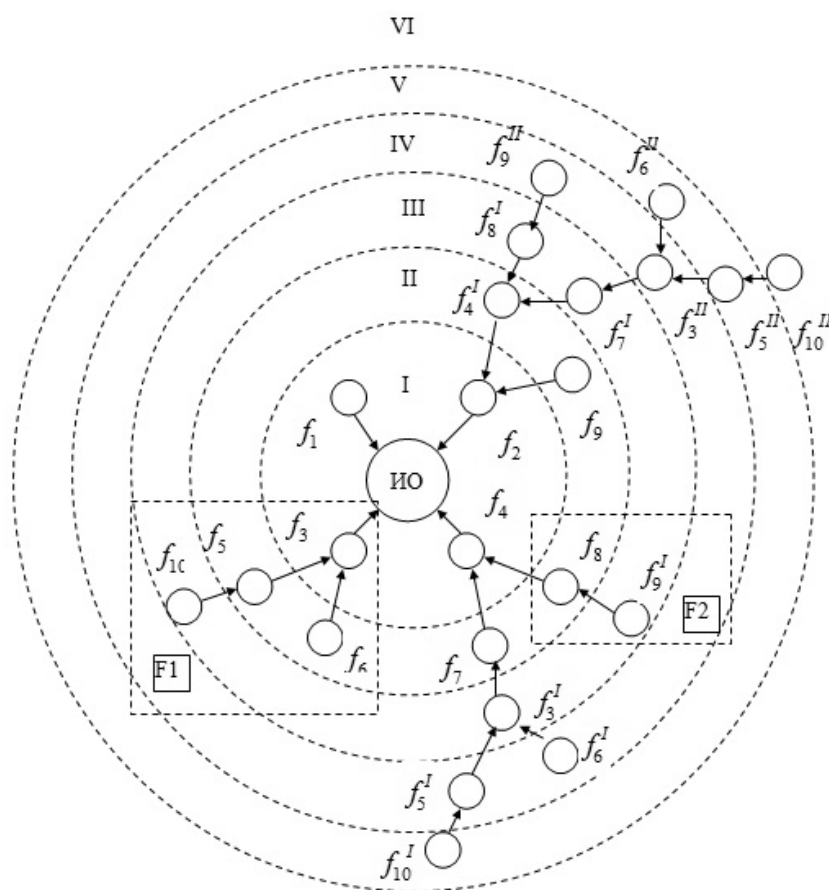


Рис. 3. Орбитальный граф

Поскольку все блоки имеют линейную структуру, их достаточно просто анализировать по отдельности, а затем полученные данные использовать при анализе всей системы целиком, представив ее в виде укрупненного графа (рис. 4).

При этом степень укрупнения может варьироваться маркетологами по своему усмотрению. Так граф, представленный на рис. 4, может быть еще более укрупнен за счет объединения  $f_4, f_7, F1$  и  $F2$  и замены их укрупненным фактором  $\Phi1$  и сведен к графу имеющему всего пять элементов.

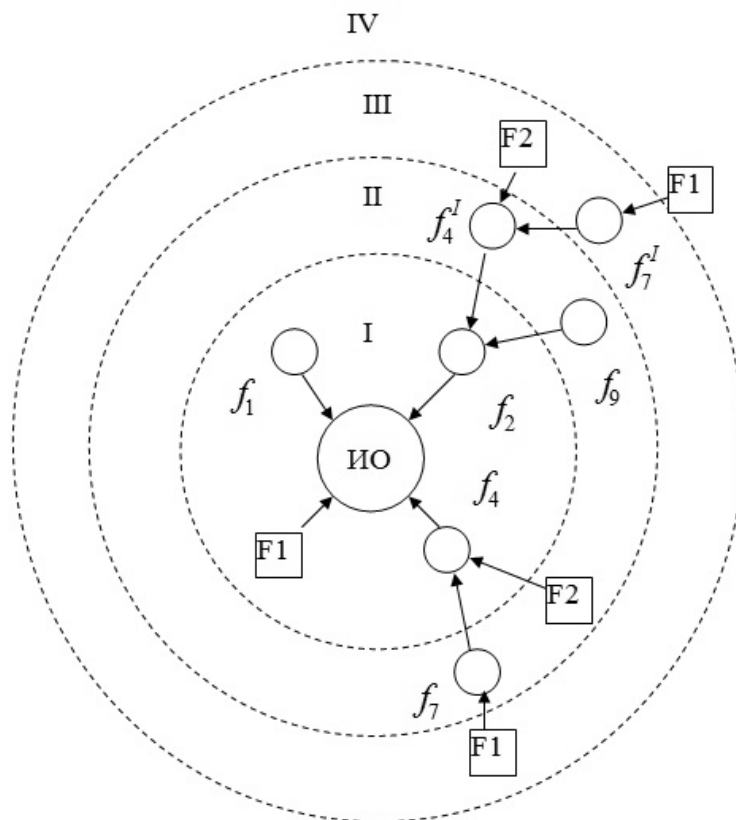


Рис. 4. Укрупненный орбитальный граф

К недостатку такого графа можно было бы отнести большую трудоемкость при его создании, однако более четкое представление связей между факторам, возможность проведения анализа по отдельным ветвям, позволяет избежать ошибок при анализе информации.

Особо следует отметить, что построение орбитального графа в некоторых случаях оказывается невозможным, что, по мнению автора, не снижает его достоинств, а, наоборот, позволяет обратить, при проведении анализа, более пристальное внимание на важные участки обычного графа, которые иначе могут быть не замечены.

В данном случае имеются в виду кольцевые участки. На рис. 5 показан обычный граф с кольцевым, в отличие от представленного на рис. 1, влиянием факторов  $f_2 - f_4 - f_8 - f_9$ .

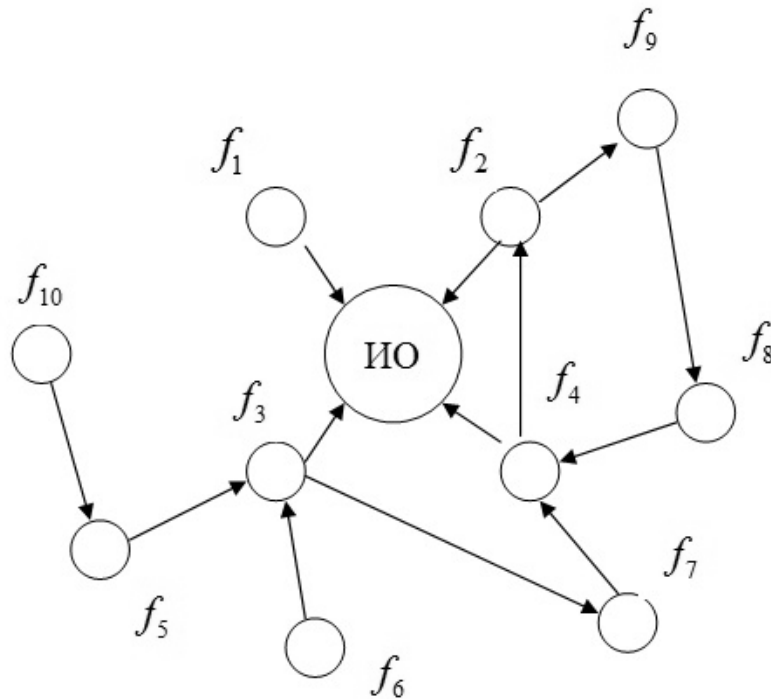


Рис. 5. Граф, соответствующий влиянию на исследуемый объект факторов  $f_1 - f_{10}$  с обратной связью в цепочке факторов  $f_2 - f_4 - f_8 - f_9$ .

Построение орбитального графа в этом случае оказывается невозможным, так как образуется ветка с бесконечно повторяющимся участком  $f_2 - f_4 - f_8 - f_9 - f_2 - \dots$ .

В принципе такая замкнутая цепочка – это классический случай обратной связи, которая, как известно, может быть как положительной, так и отрицательной.

В том случае, если наблюдается отрицательная обратная связь, то некоторое изменение одного фактора, допустим увеличение фактора  $f_2$ , приведет к таким изменениям факторов  $f_4 - f_8 - f_9$ , которые вызовут обратное изменение, в частности уменьшение, фактора  $f_2$ . Таким образом, кольцевой участок с отрицательной обратной связью стремится сохранить стабильность, может оказать стабилизирующее влияние во всю систему и вполне оправданно может, при создании орбитального графа, быть заменен на блок факторов  $F_x$ , рассматриваемый в дальнейшем как самостоятельный фактор. Проведение такой замены дает возможность построения и орбитального графа.

Значительно сложнее, когда обнаруживается наличие кольцевого участка с положительной обратной связью. В этом случае некоторое изменение одного фактора, допустим увеличение фактора  $f_2$ , приведет к таким изменениям факторов  $f_4 - f_8 - f_9$ , которые вызовут еще большее изменение в том же направлении, то есть увеличении, фактора  $f_2$ . Возникает эффект, называемый в радиотехнике «самовозбуждение», который приводит к неконтролируемо-

му увеличению фактора  $f_2$  до предельно допустимых (или более) его значений и выходу системы из строя.

Наличие такой цепи с положительной обратной связью является, таким образом, дестабилизирующим фактором для всей системы. Соответственно возникает вопрос о правомочности наличия такой цепочки на графе. Возможны два варианта.

Во-первых, ошибка маркетолога при построении графа, заключающаяся в том, что при построении схемы не учтено существование некоторых факторов, либо неверно указано направления влияния одних факторов на другие. Появление кольцевых цепочек вынуждает обратить особое внимание на такой участок графа, повторно проверить исходные данные и, в случае обнаружения ошибки, ее устранить.

Во-вторых, возможно, что такая замкнутая цепочка с положительной обратной связью действительно существует. В этом случае оказывается выявленным такое взаимообусловленное влияние факторов, которое способно дестабилизировать или разрушить всю систему целиком. В этом случае построение орбитального графа возможно, с использованием блок факторов  $F_x$ , как в это показано выше, но, скорее всего, не нужно, поскольку выявленный источник дестабилизации системы до его устранения/ограничения делает нецелесообразным какие-либо дальнейшие анализы других факторов.

Таким образом, построение орбитального графа может существенно помочь в анализе влияния различных факторов на исследуемый объект, либо, в случае кольцевых цепей с положительной обратной связью, выявить группы факторов, способных оказать критическое дестабилизирующее влияние на всю систему.