

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОТИВАЦИИ НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Для принятия любых решений субъект, прежде всего, определяет цель, для достижения которой он предполагает использовать доступные ему ресурсы и учитывает известные ему ограничения. Ограничения формализуются в виде условий в некоторой оптимизационной задаче. Одними из наиболее плохо формализуемых условий являются ограничения, которые накладывают мотивационные факторы. В случае социально-экономических систем такие решения являются основополагающими, поэтому изучение влияния мотивации на принятие решений является актуальным в теории управления.

Влияние этих условий (ограничений) не может быть общим, поэтому возникает необходимость изучения принятия решения каждого ЛПР индивидуально. Мотивация принятия того или иного решения будет различной для каждого лица, принимающего решения (ЛПР) в определенной структуре. Учитывая объективные ограничения внутренней и внешней среды, мотивация порождается внутренней целью деятельности ЛПР при реализации своих функций. Существует набор ограничений, влияющих на способ достижения этой цели, среди которых могут быть:

- объективные факторы внешней среды;
- внутренние факторы;
- влияние, давление, оказываемое вышестоящими чиновниками, экономическими агентами;
- законодательные нормативные ограничения, определяющие ответственность (уголовную, административную, финансовую) за произведенные управленческие функции и регламентирующие взаимоотношения между участниками социально-экономического процесса.
- социально-нравственные обязательства и т.п.

Попытки изучить каждое отдельное решение – дело бесперспективное, поэтому всегда возникает необходимость некоторой классификации субъектов по целям, их мотивам и т.д. Прежде всего, рассмотрим, какими могут быть цели, определяющие мотивацию индивидов в социально-экономической сфере. Многими авторами выделяются две основные группы целей и, соответственно, два типа личности агентов, для которых эти цели являются доминирующими. Г.Б Клейнер [3] указывает, что "первая группа целей связана с улучшением материального *состояния* индивида, вторая – с его *положением* в обществе. Первый тип индивидов ориентирован, таким образом, на максимизацию выгоды, понимаемой им как приращение лично контролируемых материально-финансовых ценностей. Второй тип стремится к занятию более высокой позиции в структуре социальных институтов, повышению социального статуса.... Если первый тип ориентирован на приобретение экономических ресурсов – денег, товаров, средств производства, то второй – на завоевание так называемых символических ресурсов – уважения, власти, почета. Первый тип близок к хорошо известному в классической теории *homo economicus* (HE), второй тип можно было бы назвать *homo institutus* (HI)– «человек институциональный». При этом принадлежность к тому или иному типу является устойчивой чертой личности данного субъекта и может измениться только в результате помещения субъекта в необычные, экстремальные условия, например, в ситуацию, где речь идет о его выживании". Если рассматривать модельные аспекты выбора ЛПР как решения оптимизационной задачи на максимум, то для представителей *homo economicus* достижение материальной выгоды относится к критериальной части задачи, а институциональные характеристики ситуации – к условиям ограничениям, в то время как для *homo institutus*, наоборот, доступные материально-финансовые ресурсы играют роль ограничений, а личностная оценка институциональной ситуации – роль критерия.

Исходя из данной классификации, очевидно, что наиболее успешное стимулирование деятельности субъектов типа HE производится с помощью материальных средств, а субъектов типа HI – методами присвоения званий, назначению на более высокие должности и т.д. Некоторые исследователи указывают, что различие в мотивации *homo economicus* и *homo institutus* индуцируют существенные различия в других чертах личности, в том числе возникают различия в восприятии и интерпретации внешней информации и поведении индивидов. Сравним различные особенности типов, опираясь на их психологическую характеристику, предложенную Альфредом Адлером [6]: «если HE склонен к эгоистическому взгляду на мир и соответствующему поведению («берущий тип» по А. Адлеру), то HI часто демонстрирует социальную вменяемость и является «социально-полезным» типом в классификации А. Адлера. В то время как HE характеризуется более авантюристичными наклонностями, склонен к экстремальным и порой неожиданным для окружающих и для себя решениям, HI чаще представляет консервативное начало, избегает экстремальных вариантов, старается находиться внутри поля, где чувствует себя уверенно. Окружающий мир для HI представляется более дробным из-за большого количества институциональных ограничений, причем мышление HI носит более формальный характер. Напротив, для HE характерно видение мира как системы более или менее «сводимых» друг к другу (ввиду возможности денежной оценки) благ.

«Презумпция сводимости», которой часто неосознанно придерживается *HE*, позволяет ему сосредоточиться на решении тактических, краткосрочных задач, в то время как *HI*, воспринимающий мир как относительно устойчивую институциональную структуру, уделяет внимание стратегическим задачам и демонстрирует стратегический тип мышления. Представитель *HI* значительно легче воспринимает социальный аспект окружающей среды, где каждый субъект обладает собственной идентичностью, в то время как для *HE* легче воспринимается экономический аспект мира, объектами которого являются редуцируемые экономические блага».

Одной из основных проблем в современной теории и практике управления социально-экономической системы является проблема принятия решений. Это вполне естественно, так как акт принятия решения является центральным моментом любого процесса управления и присутствует во всех функциях управления. Вопросами подготовки и принятия решений занимаются многие науки. Представители каждого научного направления, исходя из специфики рассматриваемых задач и используемых методов, дают различные определения понятию «принятие решения». Нам представляется наиболее удачными определения, представленные в работе [1]. *Принятие решения* — это выбор одного курса действий, одной альтернативы из ряда имеющихся. Если нет альтернатив, то нет выбора и, следовательно, нет и решения.

Зачастую поведение того или иного субъекта изучается на основе теории рационального выбора, так как именно на базе такого подхода формируются оптимизационные модели действий (см., например, [7]). В [3] указывается, что "*рациональным* считается такое поведение субъекта, при котором он в каждой конкретной ситуации принятия решений осуществляет *наилучший выбор* из имеющихся у него *возможностей* с точки зрения достижения определенной *цели*, а впоследствии добровольно следует этому выбору. Выбор одного из вариантов действий и представляет собой решение ЛПР. Причем варианты действий направлены как на проведение определенных изменений, так и на сохранение (поддержание) существующего положения.

Большинство решений можно разбить на пять этапов [2]:

Этап 1. Состоит в накоплении (или сборе) информации, откликом на которую и должно послужить решение.

Этап 2. Заключается в обработке информации, её сортировке, определении "приоритетов внимания" - тех фактов, которым необходимо уделить наибольшее внимание, отсеечение информации, мешающим более точному восприятию основных позиций.

Этап 3. Состоит в процедуре получения ЛПР подготовленных фактов, выборе цели дальнейших мероприятий, выработке принципов оптимизации.

Этап 4. Данный этап посвящен аналитической формализации задачи. В сущности, это этап основного моделирования процессов, возможных процедур и реакции системы на эти процедуры. Ясно, что проявление возможных процедур моделируется посредством изменения параметров управляющих переменных.

Этап 5. После получения результатов моделирования ЛПР определяет оптимальный вариант. Существенным моментом является наличие обратной связи, что обеспечит получение субъектами информации о качестве выполняемой ими работы. Эффективность обратной связи зависит от целостности работы и позволит пресечь в будущем некоторые конфликты. Важность обратной связи очевидна. Люди должны знать, насколько хорошо они выполняют свою работу.

Возможны вариации. Тому или иному этапу может быть уделено меньшее внимание. Так, например, в социально-экономической системе если выборам цели и принципов оптимизации было уделено недостаточное внимание, не было учтено мнение большинства, то полученные варианты мероприятий могут оцениваться по разным показателям, а не по одному, приоритетному. Тогда на последнем этапе возможно появление необходимости проведения экспертной оценки или референдума, задачей которой является выяснение значимости каждого из преобладающих в каждом из предложенных вариантов показателей в общей сумме, которую затем можно ранжировать и выбрать наилучший вариант. Или возникает ситуация, которую моделируют с помощью теории игр - задача нахождения оптимальной по Парето, равновесной по Нэшу, и т.д. стратегии.

Многое зависит от отношения ЛПР к различного рода рискам, его опыта. Это указывает на необходимость учета *существенного* влияния на принятие решения субъективных факторов. Эти факторы влияют на принципы оптимальности, на восприятие неопределенности, возникающей как источник всевозможных рисков. Разные люди (и *HE*, и *HI*) относятся по-разному к вопросу о принятии важного решения для социально-экономической системы: одни любят рисковать, другие ведут себя в подобных ситуациях более осторожно, третьи вообще отказываются предпринимать какие либо действия.

Каждое Лицо Принимающее Решение производит то или иное решение лишь в том случае, когда имеет на это соответствующие полномочия. Документально определяется ответственность и вознаграждение за произведённые действия. Успешная работа приносит субъекту увеличение оплаты его труда, профессиональное признание, необходимое, например, для карьерного роста, или удовлетворения собственных амбиций. Возможность потерять такие стимулы определяют его отношение к возникновению различных рисков. Изменить уже сложившееся отношение может либо

изменение системы стимулирования, либо обобщение личного и общественного опыта и профессиональных навыков. Поэтому попытка навязать субъекту иную манеру отношения к знакомым ему рискам без существенного изменения системы стимулирования его труда приведёт к кризису. Проявление такого кризиса будет возникать во внутреннем неприятии субъектом новых условий (отказ от выполнения своих функций, увольнение). Видимо, нет смысла навязывать субъекту иную манеру принятия решений, без изменения системы стимулирования. Если Высшим органам управления кажутся решения субъекта не вполне оптимальными - единственно правильное действие – использовать нового исполнителя для решения функций по принятию решений, неприятие рисков которого более соответствует таким требованиям оптимальности. В противном случае возможно возникновение конфликта (скрытого или явного), неблагоприятствующего эффективной деятельности социально-экономической системы.

Рассмотрим модельную задачу принятия решения субъектом, исходя из его личных мотивов и анализа последствий принятых решений. Укажем основные проблемы, определяющие возможность неадекватного анализа и то, как и в какой мере решаются эти задачи в рамках подхода, основанного на попытке привлечь элементы теории графов для описания влияния мотивации на выбор решения.

В качестве вершин графа будем рассматривать наиболее существенные элементы процесса: принятие решения, анализ последствий принятых решений и мотивы, которыми руководствуется ЛПР при принятии решения. Между элементами-вершинами графической модели существуют связи (на схеме рис. 1 – сплошные или пунктирные ребра), причем в реальности эти связи должны опосредовать те взаимовлияния мотивации, решения и анализа последствий, которые обозначены соответствующими сплошными или пунктирными ребрами. Эта связь имеет знак плюс, если воздействие является «усилением» (для удобства визуального восприятия - сплошная стрелка) и знак минус, если воздействие вызывает «торможение» (пунктирная стрелка). Таким образом, для описания процесса мы используем знаковый орграф.

Так, например, возможны следующие графические представления выбора решения ЛПР под влиянием различных мотивов (рис 1., модель - А и модель - В).

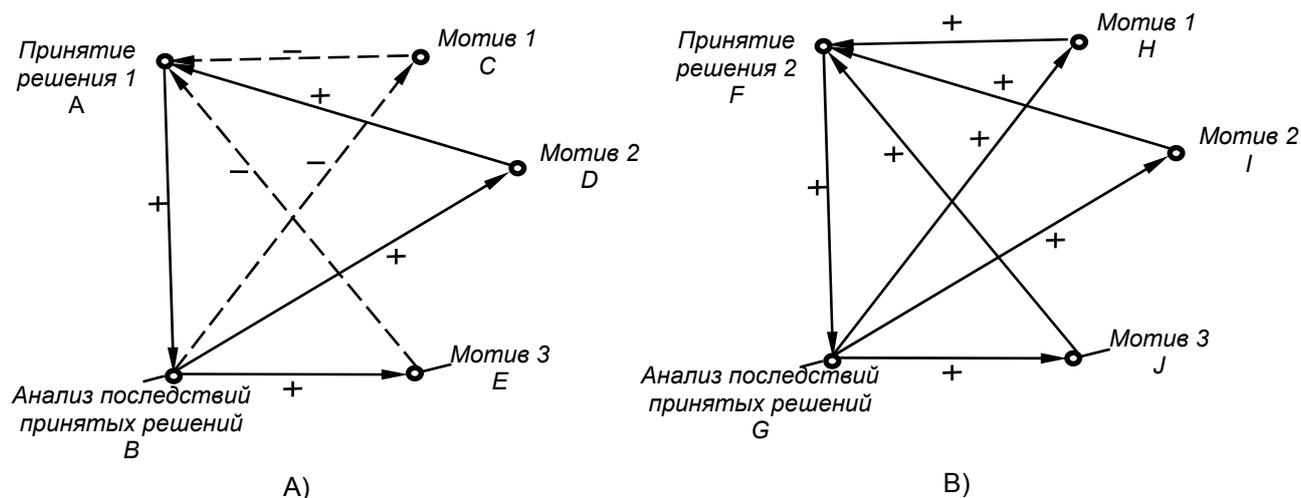


Рисунок 1. Графическое представление выбора решения для типов класса HE (A) и HI (B)

Перенумеруем (произвольно) вершины орграфа и для его анализа используем матрицу сопряженности A , размером $n \times n$, в которой элементы a_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n$) могут принимать значения 0, +1 и -1. Значение (+1) присутствуют в позициях, которые соответствуют парам вершин, соединенных ребрами с положительным воздействием, значение (-1) присутствуют в позициях, которые соответствуют парам вершин, соединенных ребрами с отрицательным воздействием, в остальных позициях всегда значение равно 0. При этом последняя строка (и столбец) матрицы соответствует фактору «время», поэтому в последней строке значения, отличные от нуля будут возникать в тех столбцах, факторы которых изменяются в позитивном (+1) или негативном (-1) направлении вне зависимости от факторов-вершин графа. Элемент в последней строке и последнем столбце при этом всегда равен 1.

Матрица необходима для исследования окончательного влияния всех взаимосвязей на процесс принятия решения во времени. Перемножая матрицу сопряженности на себя дважды, мы получаем результат взаимодействия связей, при анализе последовательностей двух вершин, трижды – трех вершин и т.д. В действительности значения весов могут быть равными не только -1, 0, 1, но и принимать другие значения.

Подавая некоторый импульс на систему путём изменения некоторых внутренних ее параметров, можно определить динамику изменения процесса принятия решения по следующей формуле:

$$P_n = P_0 \times A^n \quad (1)$$

где A^n - есть символьная процедура перемножения матрицы A с собой n – раз. Вектор начального распределения P_0 задаётся, например, следующим образом:

$$P_0 = (0, \underbrace{0, \dots, 0}_n, 1) \quad (2)$$

Появление нулей в P_0 (кроме последней единицы) означает, что никакого преимущества у любого из факторов в момент начала принятия решения нет. Вектор состояния определяет *значимость* состояния фактора (то есть чем больше значения компонент вектора P_n , тем более значимыми будут факторы).

Часто возникает ситуация, в которой на какой либо из факторов (вершин) системы оказывается дополнительное внешнее воздействие. Например, влияние некоторого мотива усиливается ввиду наложения на процесс принятия решений дополнительных условий. Изменение матрицы сопряженности не приводит к нужному результату: данное воздействие предопределено внешними условиями, а не внутренней системой принятия решения. В этом случае начальный вектор P_0 должен представляться не последовательностью n нулей и одной единицей, а иметь на позиции, соответствующей подвергаемому воздействию фактору отличное от нуля число, отвечающее за силу воздействия.

В рассматриваемой модели (рис.1) особое внимание уделяется различным сочетаниям циклов. Цикл называется *сбалансированным*, если произведение весов на ребрах цикла равно 1, и *не сбалансированным* в противном случае. При общих равных условиях приниматься будет то решение, для которого число сбалансированных циклов максимально.

В действительности значимость мотива не всегда можно интерпретировать весом, равным плюс или минус единицей. Учет реальной значимости воздействия, выражаемый иным числовым значением, будет более адекватным реальному положению дел. В этом случае в качестве силы связи рассматриваются особенности принадлежности индивида к классам HE , HI по Адлеру.

Особое внимание сбалансированным циклам уделяется потому, что всякое воздействие, реализуемое в таком цикле, является «постоянно усиливающим» либо отрицательное направление воздействия, либо положительное. В работе [4] авторами указано, что несбалансированный цикл приводит к циклическим колебаниям характеристик факторов, характеризующих вершины. Примером подобного эффекта может служить ситуация, описывающая известную модель «хищник-жертва». Увеличение числа жертв, влечет увеличение числа хищников, увеличение числа хищников влечет уменьшение числа жертв. Как известно, при некоторых ограничениях верна модель Лотка – Вольтерра, в которой численности популяций хищников и жертв являются периодическими функциями времени. Принятие решения при наличии существенного присутствия несбалансированных циклов невозможно.

Стоит отметить, что наличие положительной или отрицательной связи в модели не подразумевает степень мотивированности субъекта (положительной или отрицательной), поскольку возможна комбинация связей.

Возможны следующие варианты событий: у HI , например, сила связи ($G - H$ сплошная линия, рис. 1 - В) может быть сильной, в то время как у HE мотивация (например, С рис. 1 – А) слабая, поэтому будут приниматься разные решения. В результате выбор того или иного решения предопределяется для HI , например, наличием сильной связи ($G - H$) с положительным воздействием, а у HE наличием отрицательного воздействия ($B - C$ пунктирная линия, рис. 1 - А). Очевидно, что величина воздействия определяется принадлежностью ЛПР к определённому классу HI и HE .

Классификация HI , HE позволяет определить:

- 1) Наличие связи
- 2) Силу связи

В качестве примера рассмотрим ситуацию, в которой руководителю торгового предприятия необходимо принять решение об увеличении объема продаж. Альтернативой является оставление объема продаж без изменения – отказ от заключения новых контрактов, не изменяя объемы реализаций (т.е. сохранение их на прежнем уровне)¹.

Рассмотрим граф влияния представителей различных классов (HI и HE рис.2-3) на процесс принятия решений.

¹ На самом деле данная альтернатива должна оцениваться таким же образом (с помощью графов) и результаты анализа должны сравниваться.

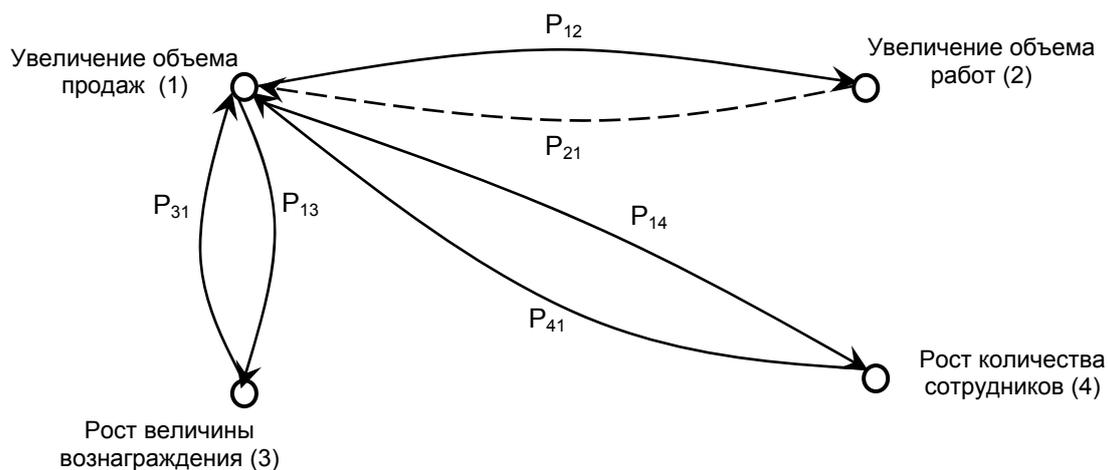


Рисунок 2. Граф влияния субъектов класса *NI* на принятие решения

В качестве вершин орграфа используем следующие параметры: V_1 – увеличение объема продаж, V_2 – увеличение объема работ, производимых ЛПР; уменьшение объема личного времени, V_3 – рост величины вознаграждения ЛПР, V_4 – рост количества сотрудников, подчиненных ЛПР; увеличение статуса руководителя, V_5 – вершина «время».

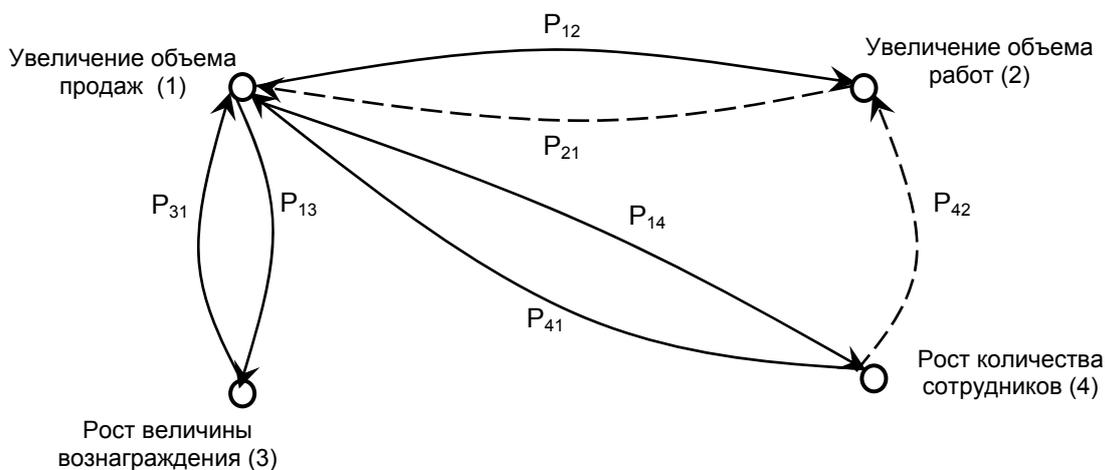


Рисунок 3. Граф влияния субъектов класса *HE* на принятие решения

Матрицы сопряженности для каждого класса *NI* и *HE* определим как:

$$A_{NI} = \begin{pmatrix} 0 & 1.2 & 0.9 & 0.5 & 0 \\ -1.2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad A_{HE} = \begin{pmatrix} 0 & 1.2 & 0.9 & 0.5 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1.2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

В качестве весов в матрице сопряженности графических моделей (рис.2-3) выбраны величины, являющиеся результатом следующей оптимизационной задачи.

Пусть $f_i(t)$ - функция, построенная по наблюдениям экспертов за i -ым показателем ($i = 1, 2, \dots, n$, где n - количество вершин в графе). Значения показателей рассматриваются в моменты времени $t = 1, 2, \dots, T$ (где T - максимальный момент времени, до которого должно быть выполнено некоторое решение).

Рассмотрим функции:

$$\overrightarrow{y}(t, A) = (y_1(t, A), y_2(t, A), \dots, y_n(t, A)) \quad (4)$$

как результат перемножения вектора начального распределения на матрицу A^t

$$\overrightarrow{y}(t, A) = P_0 \times A^t \quad (5)$$

Ненулевые компоненты матрицы A находятся из условия:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^T (f_i(t_k) - y_i(t_k, A))^2 \rightarrow \min \quad (6)$$

Данная оптимизационная задача является одним из приемов для получения значений матриц сопряженности. В нашем случае приведенные значения (3) были использованы для иллюстрации.

Возвращаясь к примеру о принятии решения об увеличении объема продаж, опишем результат анализа значимости факторов в рассматриваемых ситуациях (рис.2-3) в терминах значимости состояний V_1 (рис. 4).

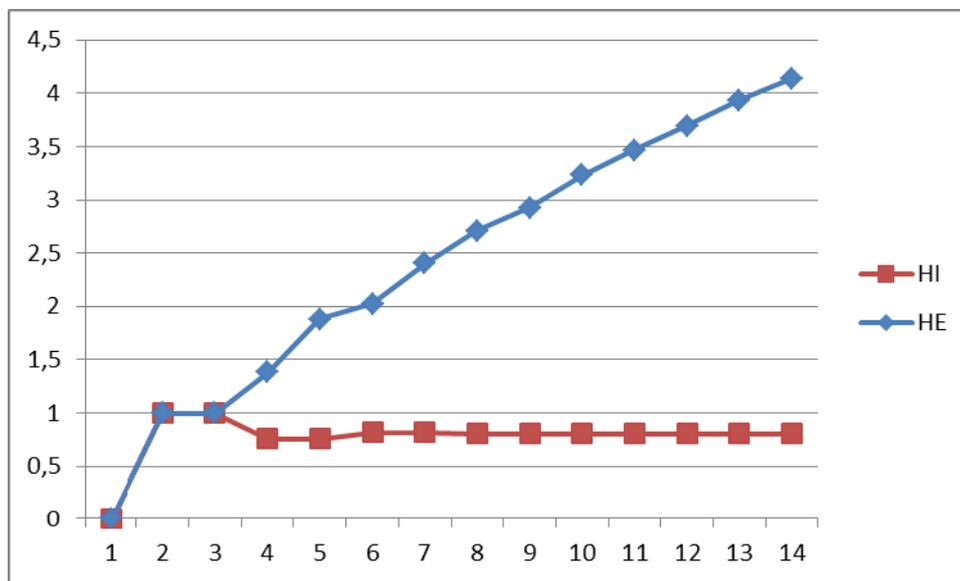


Рисунок 4. Анализ значимости принятого решения для субъектов класса *HI* и *HE*

Можно утверждать, что в рассмотренной ситуации при указанных весах (матрицы сопряженности (3)) принятие решения об увеличении объема продаж руководителем типа *HE* более очевидно. В действительности предлагаемый подход является некоторым обоснованием для использования в подобных ситуациях аппарата теории нейронных сетей: нами указан механизм использования подхода реализуемого в линейных нейронных сетях. Различием является оригинальная процедура нахождения элементов матрицы, отличная от процедуры, реализуемой в линейных нейронных сетях как процесс обучения.

Таким образом, использование элементов теории графов в модели принятия решений позволяет смоделировать и проанализировать выбор того или иного решения субъекта с учетом его мотивации и принадлежности к определенному классу *HI* и *HE*. Подобный механизм можно использовать не только для анализа процесса принятия решений, но и для описания взаимодействия различных факторов в социально-экономических системах, что объясняет различные колебания показателей модели, которые в классических линейных моделях необъяснимы.