



КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ СИСТЕМ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 004.8

ХОДАКОВ Виктор Егорович

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных технологий факультета кибернетики и системной инженерии Херсонского национального технического университета

Научные интересы: системный анализ, информационные технологии.

e-mail: hodakov.victor@gmail.com.

ЯЦЮК Сергей Викторович

аспирант, кафедра информационных технологий факультета кибернетики и системной инженерии Херсонского национального технического университета

Научные интересы: информационные технологии.

e-mail: sergey.shambal@gmail.com.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день как в мире в целом, так и в каждой стране в частности, сложилось неравномерное распределение доходов и вложений в экономику и развитие отдельно взятой территории. Украина не есть исключением: разница в экономическом развитии и благоустройстве регионов довольно высока даже по украинским меркам, что является следствием нескольких факторов: несовершенство системы распределения имеющихся ресурсов, неэффективное государственное управление, затянувшийся кризис в экономике страны. Результатом этого процесса есть всё более увеличивающаяся разница между развитием регионов и населённых пунктов, отток населения из менее комфортных для проживания и благоустроенных территорий к более комфортным, снижение социального и культурного уровня населения.

Для решения задач повышения эффективности развития регионов, более целесообразного распределения бюджетных средств и сокращения разрыва в комфортности проживания людей в разных регионах можно использовать экспертные системы. Экспертная система – это программное средство, использующее экспертные знания для обеспечения высокоэффективного решения неформализованных задач в узкой предмет-

ной области. Основу ЭС составляет база знаний о предметной области, которая накапливается в процессе построения и эксплуатации ЭС [1].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель работы – выработать концептуальные основы построения продукционных баз знаний и экспертных систем, реализация которых позволит повысить эффективность управления социально-экономическими системами.

Задачи работы:

- выделить факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность региона;
- создать дерево целей для продукционной базы знаний;
- продемонстрировать применение методов, снижающих нагруженность и мощность базы знаний;
- рассмотреть алгоритм работы экспертной системы на основании продукционной базы знаний.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Инвестиционная привлекательность – совокупность объективных и субъективных характеристик объекта инвестирования, обуславливающих в совокупности потенциальный платежеспособный спрос на инвестиции в данную стра-

ну, регион, отрасль, предприятие (корпорацию). В зависимости от временного горизонта анализа, управления и прогнозирования могут быть выделены текущая и перспективная инвестиционная привлекательность. Также следует различать абсолютную инвестиционную привлекательность и сравнительную инвестиционную привлекательность (последнее предполагает сопоставление с показателями инвестиционной привлекательности других объектов инвестирования) [2, 3].

Оценка инвестиционной привлекательности – одна из важных составляющих эффективного управления социально-экономическими системами. Её можно рассматривать применительно к различным уровням, начиная от государства и региона, заканчивая районом или населённым пунктом, в зависимости от целей и объекта инвестирования, а также их масштабов.

Под термином «социально-экономическая система» (СЭС) в общепринятом смысле понимается совокупность ресурсов и экономических субъектов, образующих единое целое, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой в сфере производства и потребления, обмена и распределения. Социально-экономическую систему, как и всякую другую систему, характеризует системное качество. Системой является совокупность объектов и процессов, называемых компонентами системы, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое целое, обладающее свойствами, не присущими составляющим его компонентам, взятым в отдельности [4, 5].

Показатели СЭС, которые могут оказать влияние или быть интересными при оценке инвестиционной привлекательности, представлены в таблице 1 [6]:

Таблица 1

№	Группы факторов	Показатели
1	Экономико-географическое положение	площадь, млн. кв. км
		выход к морским границам
		наличие транспортных коридоров
		наличие зон приоритетного развития, шт.
		объекты природно-заповедного фонда
2	Ресурсно-сырьевой потенциал	выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, млн. тонн
		топливо-энергетические ресурсы
		металлургические ресурсы
		строительное сырье
		водные ресурсы
		лесные ресурсы
рекреационные ресурсы		
		площади плодородных почв, тыс. га

№	Группы факторов	Показатели
3	Трудовой потенциал	плотность населения, чел./кв. км
		численность населения, чел.
		стоимость рабочей силы, грн./час
		предложение рабочей силы, чел.
		миграционный прирост населения, чел.
4	Экономический потенциал	среднегодовая численность штатных работников, чел.
		индексы объема продукции промышленности, %
		индексы продукции сельского хозяйства, %
		оптовый товарооборот, млн. грн.
		розничный товарооборот, млн. грн.
		чистый доход, млн. грн.
		валовой региональный продукт, млн. грн.
		индекс промышленной продукции, %
		финансовый результат деятельности малых предприятий, млн. грн.
		количество активно работающих предприятий сферы услуг, шт.
		доход от реализованных услуг, млн. грн.
		количество предприятий и организаций, шт.
		оборот розничной торговли, млн. грн.
		уровень развития малого предпринимательства
		финансовый результат, млн. грн.
процент предприятий, получивших прибыль, %		
уровень рентабельности операционной деятельности, %		
		наличие рыбного хозяйства
5	Инфраструктурный потенциал	плотность дорог, км/кв. км
		наличие аэропортов
		наличие морских портов
		наличие межрегиональных транспортных узлов
		грузооборот транспорта, млн. тонн
6	Научно-технический потенциал	пассажиروоборот транспорта, млн. пасс.
		численность специалистов научной деятельности, чел.
		общая сумма затрат на инновации, млн. грн.
		количество специалистов с докторской научной степенью, чел.
		внедрение новых прогрессивных технических процессов
7	Здравоохранение	освоено производств новых видов продукции
		количество специалистов с кандидатской научной степенью, чел.
		количество научных организаций, шт.
		количество лечебных учреждений, шт.
		плановая емкость амбулаторно-клинических учреждений, кол. посещений за 1 смену
8	Инвестиционный потенциал	количество больничных коек, шт.
		объем капитальных инвестиций, млн. грн.
		объем прямых иностранных инвестиций, млн. грн.
		объем экспорта, млн. грн.
9	Инвестиционные риски	объем импорта, млн. грн.
		объем инвестиций в основной капитал, млн. грн.
		законодательные
		политические
		социальные
10	Природно-климатический потенциал	экономические
		экологические
		среднегодовые изотермы (лето), °С
		среднегодовые изотермы (зима), °С
		среднегодовой уровень осадков, мм. рт. ст.
		влажность воздуха, %
		среднегодовые показатели силы ветра, м/сек.
глубина промерзания грунта, м		
		количество солнечных дней

Для оценки инвестиционной привлекательности регионов при помощи информационных систем можно воспользоваться экспертными системами и продукционными базами знаний. В реальной экспертной системе необходимо учитывать максимально возможное количество показателей, что даёт более точный и объёмный результат, однако добавление каждого нового узла увеличивает мощность базы знаний, поэтому для лучшего восприятия связей элементов экспертной системы опустим большинство показателей и построим простую базу знаний, которая отвечает на вопрос «Привлекателен ли регион для инвестиций?» (рис. 1). Истоками базы будут являться: наличие транспортных ко-

ридоров (транспорт), количество ресурсов (ресурсы), численность населения (население), стоимость рабочей силы (стоимость), предложение рабочей силы (предложение).

Пусть истокам соответствуют значения:

- 1) Транспорт – мало, есть;
- 2) Ресурсы – мало, умеренно, много;
- 3) Население – мало, умеренно, много;
- 4) Стоимость – низкая, средняя, высокая;
- 5) Предложение – низкое, высокое.

Целевой вершиной будет являться «Инвестировать в регион» со значениями – да, нет.

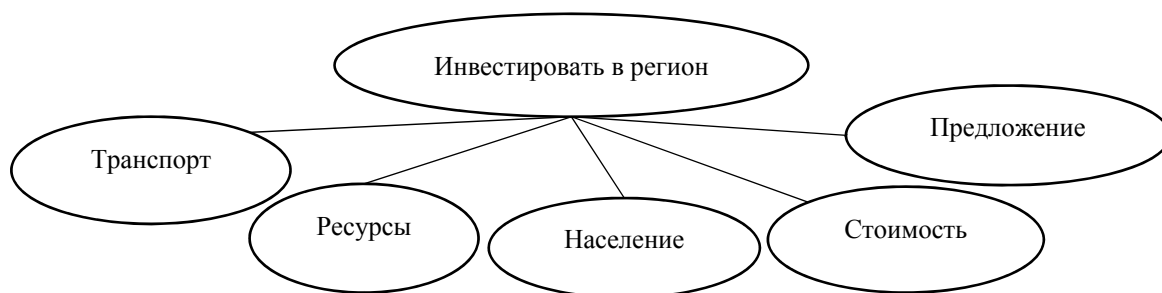


Рисунок 1 – Дерево целей для базы знаний «Инвестировать в регион»

Для структуры дерева целей, приведенного на рисунке 1, мощность считается путем перемножения количества всех возможных вариантов по каждому истоку. Для рассматриваемого примера количество вариантов по вершинам равны:

- 1) Транспорт – 2;

- 2) Ресурсы – 3;
- 3) Население – 3;
- 4) Стоимость – 3;
- 5) Предложение – 2.

Значит мощность базы знаний равна $= 2 * 3 * 3 * 3 * 2 = 108$ правил.

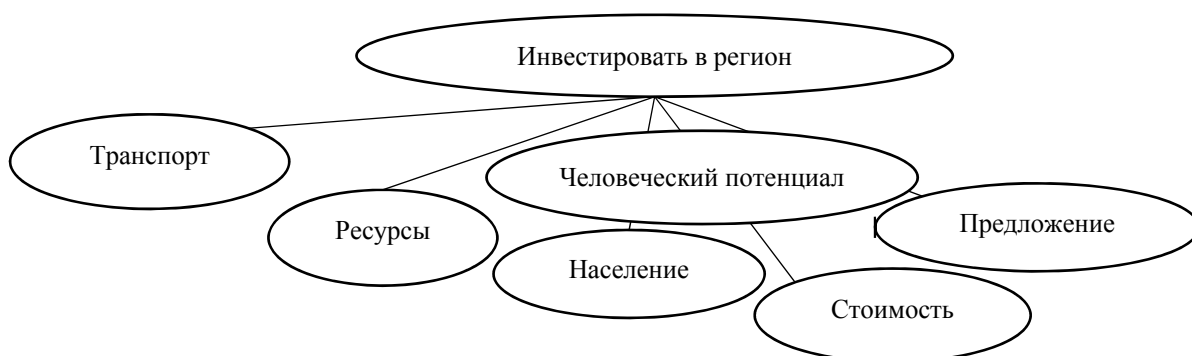


Рисунок 2 – Дерево целей с промежуточными вершинами

Если присмотреться к имеющемуся на рисунке 1 дереву целей, можно прийти к выводу, что вершины «население», «стоимость» и «предложение» логически

описывают один из аспектов вопроса «Инвестировать в регион?» (это также видно из таблицы 1, в которой все три вершины принадлежат к одной категории –

трудовой потенциал»), поэтому их можно объединить одной общей вершиной – «человеческий потенциал».

После добавления одной новой вершины дерево целей изменится (рис. 2).

Вершина «человеческий потенциал» может принимать значения: низкий, средний, высокий – 3.

Введение новой промежуточной вершины даёт возможность разбить базу знаний на две части, что позволяет снизить её мощность, тем самым снизив сложность процесса нахождения ответа. Первая объединит вершины «население», «стоимость», «предложение» и «человеческий потенциал»; вторая – «инвестировать в регион», «транспорт», «ресурсы», «человеческий потенциал». Каждая из частей представляет собой дерево, подобное изображённому на рисунке 1, и их мощности будут рассчитываться аналогично:

— Мощность первой части = $3 * 3 * 2 = 18$.

— Мощность второй части = $2 * 3 * 3 = 18$.

Общая мощность рассчитывается, как сумма мощностей, входящих в неё частей, то есть $18 + 18 = 36$.

Для дерева целей, изображённого на рисунке 2, дерево решений примет следующий вид (рис. 3 и 4). Если посмотреть на получившееся дерево решений (рис. 3) с точки зрения логики, можно прийти к следующим заключениям:

— Инвестировать в регион не стоит, когда человеческий потенциал низкий либо средний при остальных низких параметрах.

— Инвестировать в регион стоит, если человеческий потенциал высокий либо средний, но при этом присутствуют положительные остальные показатели.

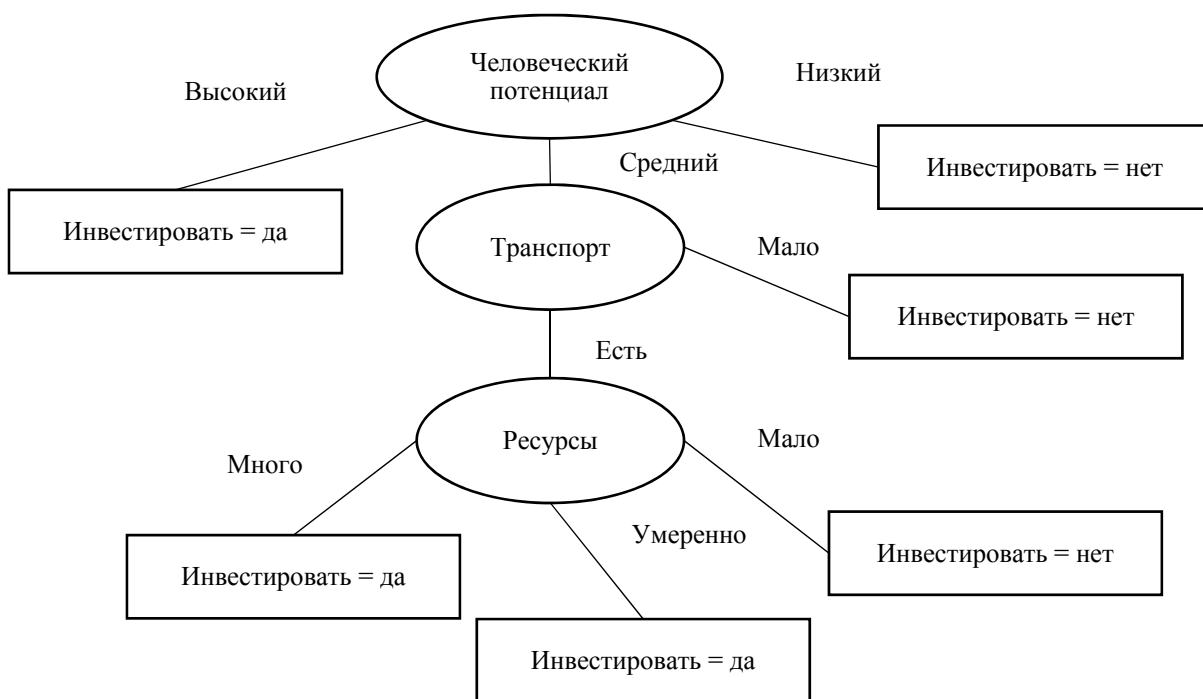


Рисунок 3 – Дерево решений для целевой вершины

Аналогичные выводы можно сделать, проанализировав дерево решений, изображённое на рис. 4:

- Человеческий потенциал является низким, если:
- 1) мало населения;
 - 2) умеренное количество населения, однако высокая стоимость труда;

3) средняя или высокая стоимость труда при низком предложении и умеренном количестве населения.

— Человеческий потенциал является средним, если:

- 1) умеренное количество населения, высокое предложение рабочей силы, однако средняя её стоимость;

2) умеренное количество населения, низкое предложение, при этом низкая стоимость труда;

3) большое количество населения, низкое предложение с высокой или средней стоимостью рабочей силы.

— Человеческий потенциал является высоким, если:

1) умеренное количество населения, высокое предложение рабочей силы и низкая её стоимость;

2) большое количество населения, высокое предложение рабочей силы либо низкое, но при этом с низкой стоимостью оплаты труда.

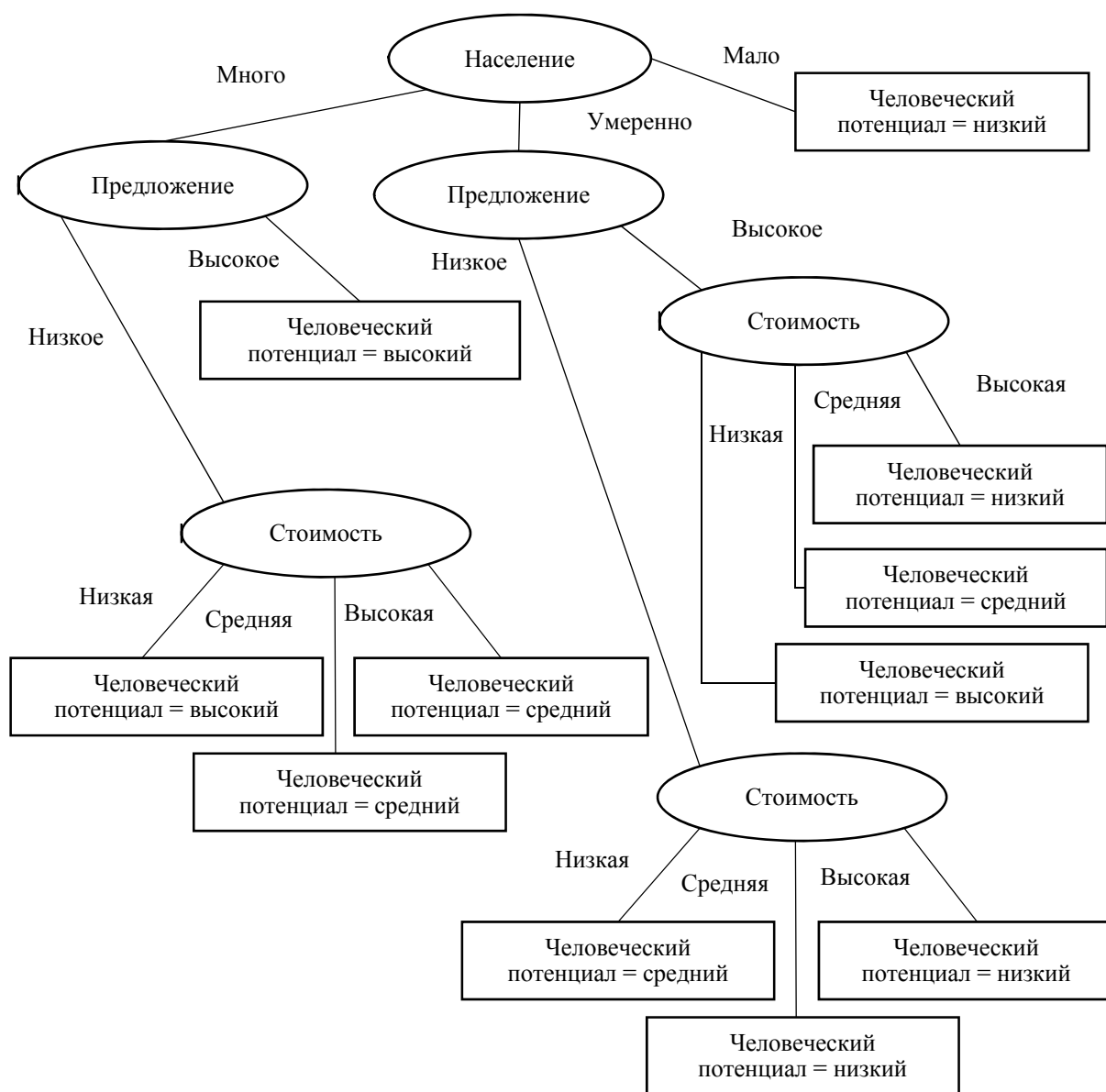


Рисунок 4 – Дерево решений для промежуточной вершины «Человеческий потенциал»

В результате, количество правил вместо $18 + 18 = 36$ получится $6 + 11 = 17$.

Построим дерево правил, которое предназначено для изображения всех правил базы знаний. Если для

базы знаний было выполнено сокращение дерева решений (отсечены ветви), то в дереве правил появятся правила (кружки), к которым линиями присоединены не все истоки (квадраты слева).

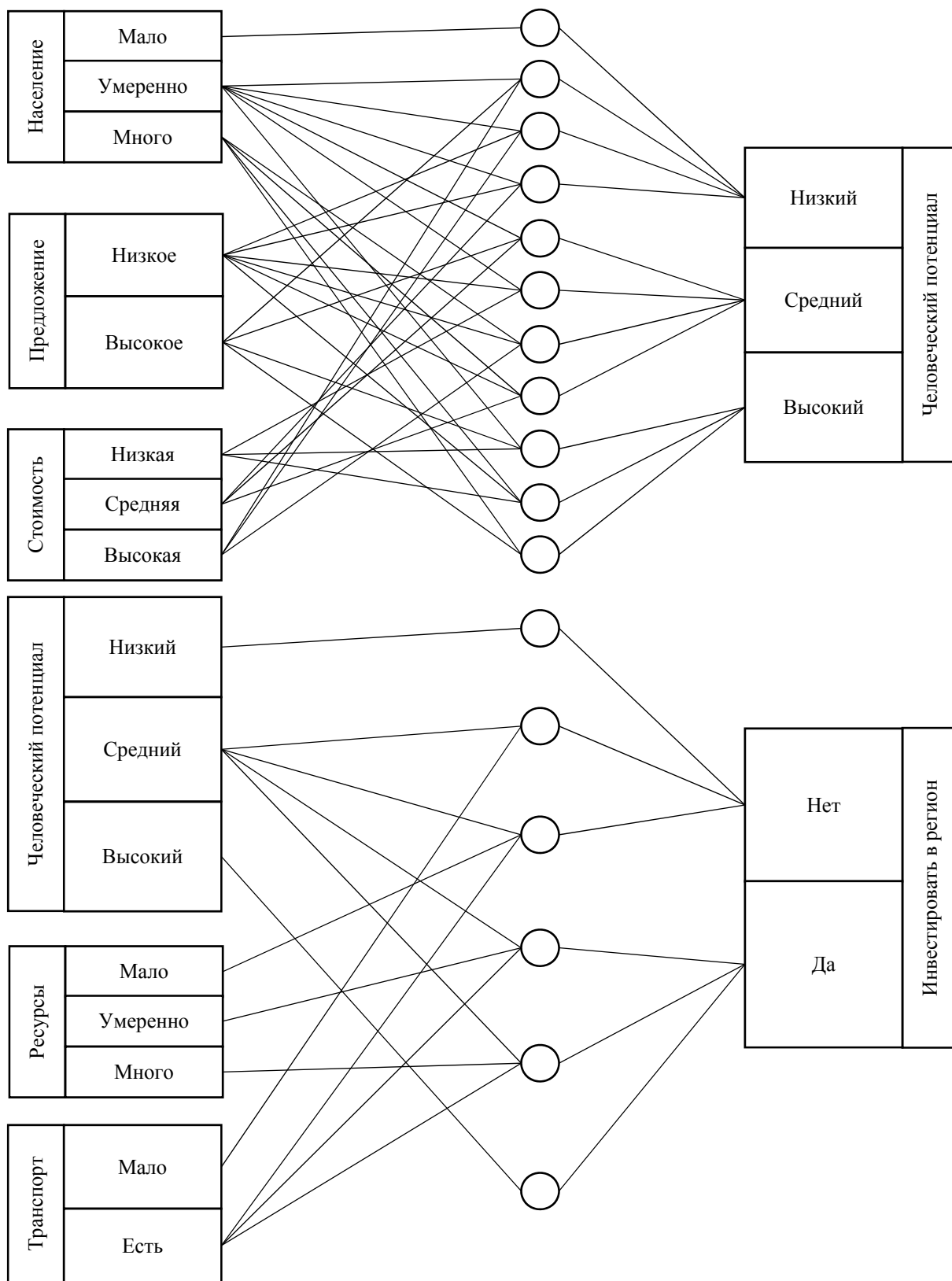


Рисунок 5 – Дерево правил



Рассмотрим последовательность действий системы на конкретном примере. Пусть для региона будут актуальны следующие параметры: Население – Много, Предложение – Низкое, Стоимость – Средняя, Транспорт – Есть, Ресурсы – Умеренно. На первом этапе система определяет, что переменная «Население» имеет значение «Много», отбрасывая остальные ветки правил. Согласно диаграммам на рисунках 3 и 4, если «Население» равно «Много», следует проверить «Предложение». «Предложение» определено, как «Низкое». В случае «Высокое», можно было бы задать «Человеческий потенциал» и перейти к определению основного вопроса, но для «Низкое» необходимо рассмотреть «Стоимость». В данной ветке правил для «Стоимость» равна «Средняя» определяется «Человеческий потенциал» как «Средний». Имея «Человеческий потенциал» равным «Высокий» или «Низкий», можно сразу выдать ответ на основной вопрос. Однако в нашем случае следует продолжить углубление в дерево правил и посмотреть значение переменной «Транспорт». Поскольку «Транспорт» равен «Есть», то снова ответ не может быть выдан. Остаётся углубиться на последний уровень и рассмотреть оставшуюся переменную «Ресурсы». Для данной ветки при значении «Ресурсы» равно «Умерен-

но» выполняется набор минимально необходимых условий для выдачи положительного ответа. Результат: для выбранных исходных данных ответом на вопрос «Инвестировать в регион?» является значение «Да».

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В работе представлены концептуальные основы построения продукционных баз знаний и экспертных систем: выделены факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность региона, созданы деревья целей для продукционной базы знаний; продемонстрировано применение методов, снижающих мощность базы знаний; рассмотрен алгоритм работы экспертной системы на основании продукционной базы знаний. Данную последовательность действий можно использовать для реализации реальных экспертных систем, которые позволят повысить эффективность управления социально-экономическими системами, а в частности: определить территориальные и отраслевые направления денежных и других ресурсных инвестиций, рациональнее распределять бюджетные средства, выявлять и использовать преимущества и недостатки каждого региона.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.habarov.spb.ru/> — Информационный портал Санкт-Петербургской инженерной академии. Автор – к.т.н., доцент Хабаров С. П.
2. <http://ru.science.wikia.com/wiki/> — Научный wiki-portal.
3. Filimonov V.S. Poniatie investitsionnoy privlekatelnosti predpriyatiya v sovremennykh rynochnykh usloviyakh // V sbornike "Aktualnye problemy nauki, ekonomiki i obrazovaniya XXI veka". – 2012 – s. 212 – 216.
4. Lapygin Yu.N. Teoriya organizatsii. M.: Infra-M. – 311s., 2007.
5. S.V. Silkin. Razvitie sotsialno-ekonomicheskikh sistem v sovremennykh usloviyakh na primere krupnogo goroda. Nauchnie zapiski Novosibirsk State University of Economics and Management. – 2009/4.
6. Prirodno-klimaticheskie faktory i sotsialno-ekonomicheskie sistemy: monografiya / V.E. Hodakov, N.A. Sokolova – Herson: HGMA, 2016. – 604s.
7. Abdikeev N.M. Proektirovanie intellektualnykh sistem v ekonomike: uchebник / Pod red. N.P. Tihomirova. – M.J Izdatelstvo "Ekzamen", 2004.
8. Gavrilova T.A., Horoshevskiy T.F. Bazy znaniy intellektualnykh sistem. – SPb.: Piter, 2001.
9. Telnov Yu.F. Intellektualnye informatsionnye sistemy v ekonomike. Uchebnoe posobie. Izdanie 3, rasshirennoe i dorabotannoe. – M.: SINTEG, 2002.
10. Yarushkina N.G. Osnovy teorii nechetkiy i gibridnykh sistem: Ucheb. posobie. – M.: Finansy i statistika, 2004.

*Рецензент: д.т.н., проф. В.А. Доровской
Профессор кафедры информатики и
социально-гуманитарных дисциплин
Криворожского филиала ЧВУЗ
«Европейский университет»*