

УДК 336.02:64.011.34

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АГРЕГИРОВАННОГО ФАКТОРА
В ОЦЕНКЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА**

*канд. экон. наук, доц. В.В. БОГАТЫРЕВА
(Полоцкий государственный университет)*

Исследуется агрегированный фактор в оценке человеческого капитала. Перечислены основные методы, применяемые для оценки человеческого капитала. Обоснована целесообразность использования теории нечетких множеств в оценке исследуемой категории. Описаны понятия, используемые при исследовании экономических процессов методами теории нечетких множеств: универсальное множество, нечеткое множество, функция принадлежности, нечеткое число, лингвистическая переменная, пяти-уровневый классификатор. Рассмотрены факторы, с помощью которых предполагается производить оценку человеческого капитала. Выбранные факторы упорядочены с учетом значимости по предпочтительности. Описаны все качественные факторы, характеризующие человеческий капитал. Определены узловые точки выбранных качественных факторов. Приведен пример определения стоимости человеческого капитала работника с использованием нечетких множеств.

Человеческий капитал – одно из главных богатств страны, во многом определяющее темпы развития государства. За последнее столетие структура национального богатства развитых стран сильно изменилась: в ней превалирует доля человеческого капитала. По данным Всемирного банка и ПРООН, в структуре национального богатства мира в целом природные ресурсы составляют 20 %, накопленные материальные блага – 16 %, а человеческий капитал – 64 %. Принимая во внимание тот факт, что человек – самый важный ресурс, способный порождать новую стоимость, развитые страны в корне пересмотрели направления своих инвестиционных потоков. Так, в начале текущего тысячелетия общий объем государственных и частных инвестиций в человеческий капитал в США и странах Западной Европы превысил все частные и государственные капитальные вложения в средства производства в четыре раза [1]. Несомненно, что в современном обществе приоритетным стратегическим ресурсом развития должны выступать не финансовые, а человеческие ресурсы.

Очевиден тот факт, что человеческий капитал мира складывается из соответствующих капиталов стран, а человеческий капитал страны определяется совокупностью капиталов, накопленных на микроуровне. В связи с чем задача оценки человеческого капитала отдельно взятого субъекта хозяйствования представляется важной и имеющей практическую значимость.

Для объективной оценки финансовой деятельности предприятий (организаций) в современных условиях недостаточно использовать простейшие способы оценки имущества собственника. Применяемые способы позволяют определить стоимость материальных активов и лишь незначительной части неосязаемых активов субъекта экономики. Следует иметь в виду, что наряду с осязаемыми ресурсами компании человеческий ресурс играет не менее важную роль. Оценивать человеческий капитал необходимо для определения реальной цены предприятия (организации), стоимости покупаемых работников, рейтинга фирмы, отрасли, страны.

Представляется, что человеческий ресурс – ресурс неподдающийся измерению в обычном понимании этого слова. Следовательно, для его оценки необходимо использование таких способов, которые могут описать действительность, даже зная, что некоторые составляющие не полностью известны.

Для оценки человеческого капитала априори применяется значительное количество различных факторов. Ведь несомненно, что для описания человека, всех его характеристик необходимо гораздо больше факторов, нежели для описания материального ресурса. Вопрос о том, какое значение каждого фактора приписать оцениваемому сотруднику, решается достаточно субъективно (по результатам собеседования, анкетирования, экспертных оценок сотрудника за определенный промежуток времени, характеристики непосредственного начальника и т.д.). Так, значения многих факторов являются *нечеткими (размытыми, не полностью известными)* множествами. В связи с этим представляется возможным использование для оценки человеческого капитала методики теории нечетких множеств. Отметим, что возможность применения теории нечетких множеств в управлении предприятием или отдельными процессами на предприятии рассматривали в своих работах такие ученые, как Л. Заде, А. Кофман, Х. Хил Алуха, А.Н. Борисов, А.О. Недосекин [3 – 6].

При исследовании экономических процессов методами теории нечетких множеств используются следующие понятия [6]:

- *универсальное множество*. Символом U обозначается универсальное множество, к которому относятся все результаты наблюдений. Так, для категории человеческий капитал большое значение имеет

фактор «образование». Универсальным множеством, для которого множеством является отрезок числовой оси $[a; b]$, где a – минимально возможные затраты на образование, b – максимально возможные затраты на образование;

- *нечеткое множество* A – это множество значений универсального множества U , такое, что каждому значению U сопоставлена степень принадлежности μ этого значения множеству A ; μ называют функцией принадлежности. Например, фактор «образование» можно характеризовать пятью уровнями образования от неполного среднего до высшего, каждый из которых является нечетким множеством со своей функцией принадлежности;

- *функция принадлежности* μ нечеткого множества A (полное обозначение $\mu_A(u)$, $u \in U$) – это функция с областью определения U и множеством значений $[0; 1]$. Она характеризует степень принадлежности элемента u нечеткому множеству A . Отметим, что чем больше значение $\mu_A(u)$, тем выше оценивается степень принадлежности элемента u нечеткому множеству A . Подмножество значений u , для которых $\mu_A(u) > 0$, называется носителем нечеткого множества A . Носителями уровней образования являются подмножества отрезка $[a; b]$;

- *нечеткое число* – это нечеткое подмножество универсального множества действительных чисел, имеющее *нормальную* и *выпуклую* функцию принадлежности, то есть такую, что: а) существует значение носителя, в котором функция принадлежности равна единице; б) при отступлении от своего максимума влево или вправо функция принадлежности не возрастает. На практике используются, в основном, трапециевидные и треугольные нечеткие числа. Нечетким числом для фактора «образование» будет выставленная оценка, характеризующая уровень выбранного фактора.

Трапециевидное число характеризуется набором из четырех чисел: a, b, c, d , причем $a < b < c < d$. Так, для определения значения принятого нами для рассмотрения фактора «образование» конкретного субъекта при привлечении M экспертов получено M интервалов, в которых (по предположению экспертов) лежит значение фактора: $(a_1; b_1), (a_2; b_2), \dots, (a_M; b_M)$. Обозначим

$$a = \min_{1 \leq m \leq M} \{a_m\}, \quad b = \min \left\{ \max_{1 \leq m \leq M} \{a_m\}, \min_{1 \leq m \leq M} \{b_m\} \right\}, \quad c = \max \left\{ \max_{1 \leq m \leq M} \{a_m\}, \min_{1 \leq m \leq M} \{b_m\} \right\}, \quad d = \max_{1 \leq m \leq M} \{b_m\}.$$

Таким образом, значением *выбранного фактора* является трапециевидное число (a, b, c, d) (при $b = c$ получим треугольное число);

- *лингвистическая переменная*. Согласно Л. Заде [3], лингвистическая переменная определяется следующим образом:

$$\Omega = \langle \omega, T(\omega), U, G, M \rangle,$$

где Ω – название переменной; T – терм-множество значений, т.е. совокупность ее лингвистических значений; U – универсальное множество; G – синтаксическое правило, порождающее термины множества T ; M – семантическое правило, которое каждому лингвистическому значению ω ставит в соответствие его смысл $M(\omega)$, причем $M(\omega)$ обозначает нечеткое подмножество универсального множества U .

Во многих случаях (и в данной работе) применяется пятиуровневая лингвистическая переменная под названием «УРОВЕНЬ ФАКТОРА» для некоторого показателя (фактора) X с терм-множеством значений: «ОЧЕНЬ НИЗКИЙ», «НИЗКИЙ», «СРЕДНИЙ», «ВЫСОКИЙ», «ОЧЕНЬ ВЫСОКИЙ».

Разработанные в теории нечетких множеств методы позволяют учесть разнородные по своей природе стороны деятельности индивидуума при оценке человеческого капитала. Рассмотрим один из способов комплексной (агрегированной) качественной оценки каждого индивидуума. Этот способ, называемый стандартным пятиуровневым нечетким 01-классификатором, детально разработан в [5] в двух вариантах. Такие классификаторы широко применяются для комплексной оценки уровня функционирования многофакторных систем.

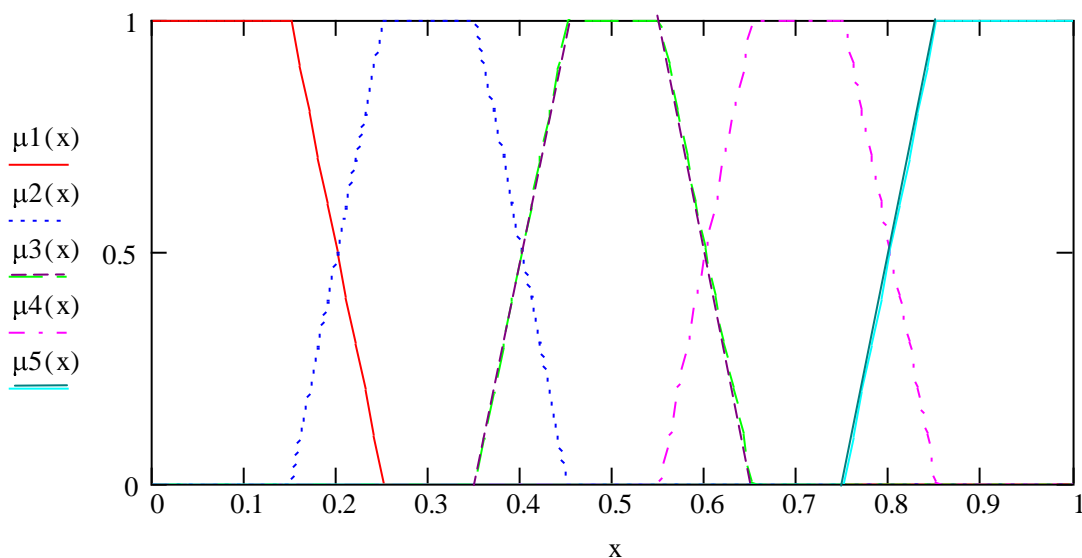
Опишем в общих чертах схему применения нечетких 01-классификаторов для качественной оценки конкретного работника. Пусть, как и выше, X_m ($m = 1, 2, \dots, M$) – факторы, по которым производится оценка. Каждому фактору поставим в соответствие свой нечеткий 01-классификатор, которые для удобства изложения будем считать пятиуровневыми с функциями принадлежности $\mu_{m,j}(x) = \mu_j(x)$:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 0,15 \\ 10(0,25 - x), & 0,15 \leq x \leq 0,25 \\ 0, & 0,25 \leq x \leq 1 \end{cases}; \quad \mu_2(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 0,15 \\ 10(x - 0,15), & 0,15 \leq x \leq 0,25 \\ 1, & 0,25 \leq x \leq 0,35 \\ 10(0,45 - x), & 0,35 \leq x \leq 0,45 \\ 0, & 0,45 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 0,35 \\ 10(x-0,35), & 0,35 \leq x \leq 0,45 \\ 1 & 0,45 \leq x \leq 0,55; \\ 10(0,65-x) & 0,55 \leq x \leq 0,65 \\ 0 & 0,65 \leq x \leq 1 \end{cases}; \mu_4(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 0,55 \\ 10(x-0,55), & 0,55 \leq x \leq 0,65 \\ 1 & 0,65 \leq x \leq 0,75; \\ 10(0,85-x) & 0,75 \leq x \leq 0,85 \\ 0 & 0,85 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_5(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 0,75 \\ 10(x-0,75), & 0,75 \leq x \leq 0,85 \\ 1, & 0,85 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

Ниже для наглядности изображены графики введенных функций принадлежности.



Тогда можно ввести агрегированный нечеткий 01-классификатор на основе лингвистической переменной E «УРОВЕНЬ РАБОТНИКА» с терм-множеством значений: «ОЧЕНЬ НИЗКИЙ», «НИЗКИЙ», «СРЕДНИЙ», «ВЫСОКИЙ», «ОЧЕНЬ ВЫСОКИЙ», и стандартными функциями принадлежности $\mu_j(x)$. Значения агрегированного фактора можно найти по формуле:

$$e = \sum_{m=1}^M p_m \sum_{j=1}^5 q_j \mu_{m,j}(x_m). \tag{1}$$

В этой формуле: q_j ($j = 1; 2; 3; 4; 5$) – узловые точки нечеткого пятиуровневого 01-классификатора [5] (в стандартном симметричном классификаторе в качестве точек q_j берется множество $\{0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9\}$); x_m – значение фактора X_m , полученное в результате экспертного заключения ($m = 1, 2, \dots, M$); p_m – вес фактора X_m . Отметим, что если факторы упорядочены по предпочтительности, то должно соблюдаться условие $p_1 \geq p_2 \geq \dots \geq p_m$. При этом веса определяются по формуле Фишберна:

$$p_m = \frac{2(M-m+1)}{M(M+1)}.$$

Если все факторы равнопредпочтительны, то $p_m = 1/M$.

С точки зрения практического применения пятиуровневого классификатора заметим, что множество значений $[a; b]$ любого фактора X линейным преобразованием можно привести к отрезку $[0; 1]$. Если обозначить через x_0 выставленное экспертное значение фактора X , то по формуле $\frac{x_0 - a}{b - a}$ вычисленное значение будет лежать на отрезке $[0; 1]$. Отсюда следует, что значение агрегированного фактора E , вычисленное по формуле (1), существенным образом будет зависеть только от узловых точек, выбранных для каждого фактора. Обычно в формуле (1) предполагается, что с ростом значений каждого фактора уменьшается его значимость. Если это не так, то от некоторых факторов следует перейти к сопряженным. Для этого в формуле (1) некоторые из экспертных значений x_m следует заменить на $(1 - x_m)$.

Отметим, что большинство из рассматриваемых ниже факторов, определяющих величину человеческого капитала, являются качественными. Единственным количественным фактором, по нашему мнению, является лишь «образование», так как его стоимость можно определить достаточно достоверно. В связи с этим группу качественных факторов будем рассматривать отдельно. Фактор «образование» будем оценивать в денежных единицах, а группа качественных факторов даст оценку в других единицах – баллах. Тогда общая оценка человеческого капитала будет иметь вид: $S + e$, где S – стоимость образования в денежном выражении; e – качественная характеристика в баллах. Знак «+» не следует понимать в строгом математическом смысле.

Рассмотрим все факторы, с помощью которых предполагается производить оценку человеческого капитала. В основу оценки человеческого капитала, можно положить (как доказано в предыдущих работах автора) содержание матрицы деятельности в сфере человеческого капитала, разработанной Фитц-енцем [7]. Факторы, определяющие человеческий капитал выбираем исходя из следующих стадий его формирования: приобретение, содержание, развитие, сохранение. Представляется, что с учетом значимости качественные факторы можно упорядочить по предпочтительности следующим образом: производительность труда, творческий подход при выполнении задания, своевременность выполнения задания, точность выполнения задания, стаж работы в рассматриваемой отрасли, повышение уровня профессиональной подготовки, применение полученных знаний на практике, желание обучаться, желание обучать, стаж работы всего, возраст, рекомендации.

Как было отмечено выше, фактор «образование» мы рассматриваем отдельно. Прежде всего необходимо отметить, что в современных условиях развития экономики и общества фактор «образование» является определяющим и, что немаловажно, ему можно придать конкретное численное значение, равное затратам на получение образования. В предлагаемой методике фактор «образование» является основой накопления стоимости человеческого капитала. Обозначим этот фактор через X_0 и припишем ему следующие 5 уровней: $X_{0,1}$ – 8 – 9 классов; $X_{0,2}$ – общее среднее образование; $X_{0,3}$ – среднее профессиональное (профтехучилище); $X_{0,4}$ – среднее специальное (колледж); $X_{0,5}$ – высшее. Возможными являются и некоторые дополнительные уровни, например, работник, имеющий среднее специальное образование, учится заочно в вузе.

Все другие (качественные) факторы будут некоторым образом изменять изначальную стоимость конкретного человеческого ресурса (уменьшать, увеличивать, либо оставлять без изменения). Для удобства, все факторы будем считать пятиуровневыми. С точки зрения применения формулы (1) для каждого фактора следует указать узловые точки, выраженные в одних и тех же единицах (баллах). Ниже приводится описание указанных выше качественных факторов.

При оценке работника фактор «производительность труда» (X_2) следует считать самым главным. Производительность труда – количественное отношение объема полученного продукта к труду, затраченному на изготовление. Выражается количеством продукции, производимой в единицу времени, или затратами времени на единицу продукции [8]. При анализе фактора X_2 необходимо помнить, что все категории работников трудятся для общей цели – получение дохода. Поэтому оценивая вклад каждой категории и (или) отдельно взятого работника, прежде всего необходимо разработать систему объективной оценки производительности труда каждого. С этой целью предлагается разделить всех работников как минимум на три категории: работники, участвующие непосредственно в изготовлении продукта; работники, реализующие изготовленный продукт; работники-руководители среднего и высшего звена, участвующие как в процессе производства, так и в процессе реализации. Методика объективной оценки вклада в заработанный доход каждой категории работников и распределение полученного дохода будет представлена отдельной публикацией.

С точки зрения нечетких множеств, для работников, непосредственно участвующих в процессе производства продукта, фактор X_2 будем считать пятиуровневым. Например: $X_{2,1}$ – не более 50 %; $X_{2,2}$ – от 50 до 100 %; $X_{2,3}$ – 100 ± 1 %; $X_{2,4}$ – от 100 до 200 %; $X_{2,5}$ – не менее 200 %. Представляется, что оценивать фактор «производительность труда» целесообразно по истечении отчетного периода (например год), взяв среднее его значение. Затем, придав этому значению вес в соответствии с экспертной оценкой, увеличивать или уменьшать изначальную стоимость оцениваемого работника. Так, в случае невыполнения плана производства целесообразно уменьшить стоимость капитала работника на величину, соответствующую количеству процентов невыполнения плана, и наоборот.

Значения факторов «своевременность выполнения задания», «точность выполнения задания», «творческий подход при выполнении задания», «желание обучаться», «применение полученных знаний на практике» будут оцениваться экспертами по пяти уровням, с целью соблюсти единообразие в оценке. Универсальным множеством для этих факторов целесообразно взять отрезок $[-0,5; +0,5]$, так как такой отрезок позволит учитывать как рост капитала, так и его уменьшение.

Фактор возраста в задачах оценки персонала достаточно полно рассмотрен в работах Л. Заде и А. Недосекина. По нашему мнению, этот фактор следует считать качественным. Как и по вышеописанным факторам, определяем пять уровней принадлежности работника. Например, если возраст работников составляет [18; 70] лет, то подмножества имеющегося нечеткого множества могут быть следующими: [18; 35], [36; 45], [46; 55], [56; 60], [61; 70], упорядоченными в порядке убывания значимости.

Факторы «стаж работы всего» и «в рассматриваемой отрасли» предлагаем оценивать по следующим уровням: стаж работы до 5-ти лет; стаж работы от 5 до 10-ти лет; стаж работы от 10 до 15-ти лет; стаж работы от 15 до 20-ти лет; стаж работы от 20 до 25-ти лет; стаж работы более 25-ти лет. В отличие от предыдущего, рассматриваемые факторы представлены в порядке возрастания значимости.

Оставшиеся факторы «повышение уровня профессиональной подготовки», «желание обучать», «рекомендации» также являются качественными. Универсальным множеством для этих факторов целесообразно взять отрезок [0; 1], так как отсутствие факторов не должно уменьшать имеющийся накопленный капитал работника, а вот их наличие несомненно приводит к увеличению человеческого капитала отдельного индивида.

Как было указано выше, значение агрегированного фактора E , вычисленное по формуле (1), существенным образом будет зависеть только от узловых точек, выбранных для каждого фактора. Поэтому сгруппируем все качественные факторы в таблицу, приписав каждому из них узловые точки исходя из оценок экспертов. Выбор узловых точек зависит от степени влияния каждого качественного фактора на величину агрегированного фактора. Например, фактор «производительность труда» оказывает наибольшее влияние на агрегированный фактор и его значение может быть описано универсальным множеством из отрезка $[-0,5; +0,5]$. Этим и обусловлен выбор узловых точек: $-1000; -500; 0; 500; 1000$.

Узловые точки исследуемых качественных факторов представлены в таблице.

Фактор	Наименование фактора	Узловые точки фактора				
		q_1	q_2	q_3	q_4	q_5
X_1	«Производительность труда»	-1000	-500	0	500	1000
X_2	«Своевременность выполнения задания»	-500	-250	0	250	500
X_3	«Точность выполнения задания»	-500	-250	0	250	500
X_4	«Творческий подход при выполнении задания»	0	100	200	400	500
X_5	«Стаж работы в рассматриваемой отрасли»	0	100	200	300	400
X_6	«Повышение уровня профессиональной подготовки»	0	100	200	300	400
X_7	«Применение полученных знаний на практике»	0	100	200	300	400
X_8	«Желание обучаться»	0	80	160	240	320
X_9	«Желание обучать»	0	80	160	240	320
X_{10}	«Стаж работы всего»	0	50	100	150	200
X_{11}	«Возраст»	0	50	100	150	200
X_{12}	«Рекомендации»	0	50	100	150	200

С помощью указанных оценок можно вычислить агрегированное значение по совокупности качественных факторов. Наиболее удобно вычисления провести в среде Mathcad. Экспертные оценки зададим сразу приведенными к $[0; 1]$ -носителю.

Пример. Вектор экспертных оценок $X = (X_1, X_2, \dots, X_{12})$ для конкретного работника принял значение

$$X = (0,6; 0,7; 0,7; 0,3; 0,5; 0,1; 0,1; 0,6; 0,5; 0,5; 0,5; 0,4).$$

$$E = 0,183;$$

$$Q := 1000 + 500 + 500 + 500 + 400 + 400 + 400 + 320 + 320 + 200 + 200 + 200;$$

$$Q = 4940;$$

$$Q \cdot (1 - E) = 3034,333.$$

Вычисленное значение агрегированного фактора $e = 824,332$ балла. Тогда, общая величина человеческого капитала анализируемого работника будет равна стоимости его образования на данный момент времени, увеличенной на рассчитанное количество баллов, переведенное в стоимостное выражение.

В следующих работах будет описана методика пересчета качественных факторов в количественное выражение.

Таким образом, оценку человеческого капитала можно осуществить, применив основы теории нечетких множеств, предоставляющей возможность оценить факторы, значения которых не являются точными и однозначно измеряемыми. Оценку каждого индивидуума можно представить в виде $S_1 + S_2$, где S_1 – стоимость образования; S_2 – можно получить с помощью рассмотренной выше пятиуровневой лингвистической переменной.

Объективная оценка человеческого капитала субъекта экономики позволит сочетать как материальную заинтересованность работника в результате труда, так и нематериальную. Что в результате приведет к росту эффективности деятельности предприятия (организации) в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Популярная экономическая энциклопедия / ред. А.Д. Некипелов. – М.: Большая Рос. энцикл., 2001. – 302 с.
2. Человеческий потенциал Республики Беларусь / С. Ю. Солодовников [и др.]; науч. ред. П.Г. Никитенко; Ин-т экономики НАН Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 716 с.
3. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976.
4. Борисов, А.Н. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н. Борисов. – Рига: Зинате, 1982.
5. Недосекин, А.О. Нечетко-множественный анализ рисков фондовых инвестиций / А.О. Недосекин. – СПб.: Тип. «Сезам», 2002.
6. Кофман, А. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А. Кофман, Х. Алуха Хил. – Минск: Выш. шк., 1992.
7. Фитц-енц, Я. Рентабельность инвестиций в персонал: измерение экономической ценности персонала / Я. Фитц-енц. – М.: Вершина, 2006. – 320 с.
8. Золотогоров, В.Г. Экономика: энциклопедический словарь / В.Г. Золотогоров. – 2-е изд., стереотип. – Минск: Книжный дом, 2004. – 720 с.

Поступила 28.03.2010

SUBSTANTIATION OF APPLICATION OF AGGREGATED FACTOR IN HUMAN CAPITAL ESTIMATION

V. BOGATIROVA

The basic methods applied to human capital estimation are listed. Tsele-conformity of use of the indistinct sets theory in an estimation of an investigated category is proved. The concepts that used at research of economic processes are described by methods of the indistinct sets theory: universal set, indistinct set, accessory function, indistinct number, a creative approach at task performance, timeliness of task performance, accuracy of task performance, the work experience in considered sphere, professional standard increase, application of the received knowledge in practice, desire to be trained, desire to train, the work experience of everything, age, recommendations. The chosen factors are ordered taking into account the importance on preference. All qualitative factors characterising a human capital are described. Central points of the chosen qualitative factors are defined. The example of definition of the worker`s human capital costs with use of indistinct sets is resulted.