



ОДИНЦОВ Борис Ефимович – доктор экономических наук, профессор кафедры информационной технологии Финансового университета при Правительстве РФ
Адрес: 125993, г. Москва, Ленинградский проспект, 49
e-mail: Odintsov45@list.ru

УРОВЕНЬ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС

По мере перехода от индустриальной эпохи к постиндустриальной значимость отдельных факторов производства (земля, труд, капитал) в последние десятилетия существенно изменилась. От экономики с ориентацией на традиционные ресурсы (трудовые, материальные, финансовые, ресурсы для обеспечения безопасности и т.д.) общество все больше переходит к новым основам своего функционирования. Происходит смещение предпочтений в пользу информационных ресурсов (знаний). Причиной тому является не только ограниченность в использовании традиционных ресурсов (их однородность) и неограниченность (отсутствие физической амортизации) в использовании информационных ресурсов, но и, что более важно, создание большей части добавленной стоимости за счет зафиксированных в них знаний. Поэтому доля применяемых информационных ресурсов (знаний) в высокотехнологичных отраслях в валовом внутреннем продукте развитых стран в среднем составляет 30-35%. В России этот показатель равен 11,5-12% [6]. Это значит, что часть капитала фирмы, которую составляют знания в различной форме, растет ускоренными темпами.

Новые реалии породили новое понятие, уверенно занявшее свое место в ряду понятий, касающихся информационных ресурсов. Этим понятием является «контент», требующий своего тщательного осмысления и анализа. Под контентом будем понимать содержание информационного ресурса, рассматриваемое вне форм его материального представления - аудио- и видеотексты, отдельные изображения, вербальные тексты, символы и пр. На **рис. 1** демонстрируются связи понятия «контент» с некоторыми формами и сферами его существования.

Содержание любых сообщений не может существовать вне

какой-либо формы. Являясь философскими категориями, эти понятия находятся в диалектической связи: форма отражает способы существования содержания. Содержание влияет на форму, а форма на содержание. Во взаимосвязи «форма-содержание» последнее является доминантой, так как определяет характеристики объекта. Поэтому оно активнее влияет на форму, по сравнению с обратным влиянием формы на содержание. В ходе развития объекта неизбежно возникает конфликт между ними, разрешением которого является замена старой формы, более адекватной новому содержанию. Содержание (контент) может быть различным: экономическим, правовым, техническим, научным, музыкальным и т.д. Оно может возникать или генерироваться в различных сферах человеческой деятельности и находиться либо в интернете (и тогда оно носит название Web-контента), либо генерироваться и находиться на предприятии, и тогда оно называется корпоративным контентом. Формы их существования различны: Web-контент большей частью не структурирован (вербальные тексты, аудио- и видеоматериалы и т.д.), а корпоративный, в подавляющем большинстве, сохраняется в структурированных формах (таблицы, базы данных и знаний, хранилища данных и т.д.). Исключения составляют приказы, патенты, юридические и другие документы. Задача специалистов по управлению контентом состоит в выборе или разработке формы его хранения, обеспечивающей наибольшую эффективность его применения.

Контент, воплотившийся в некоторую форму, называется информационным ресурсом. Под информационным ресурсом будет пониматься вся совокупность данных, информации и знаний, получаемых и накапливаемых в процессе развития науки и практической деятельности людей.

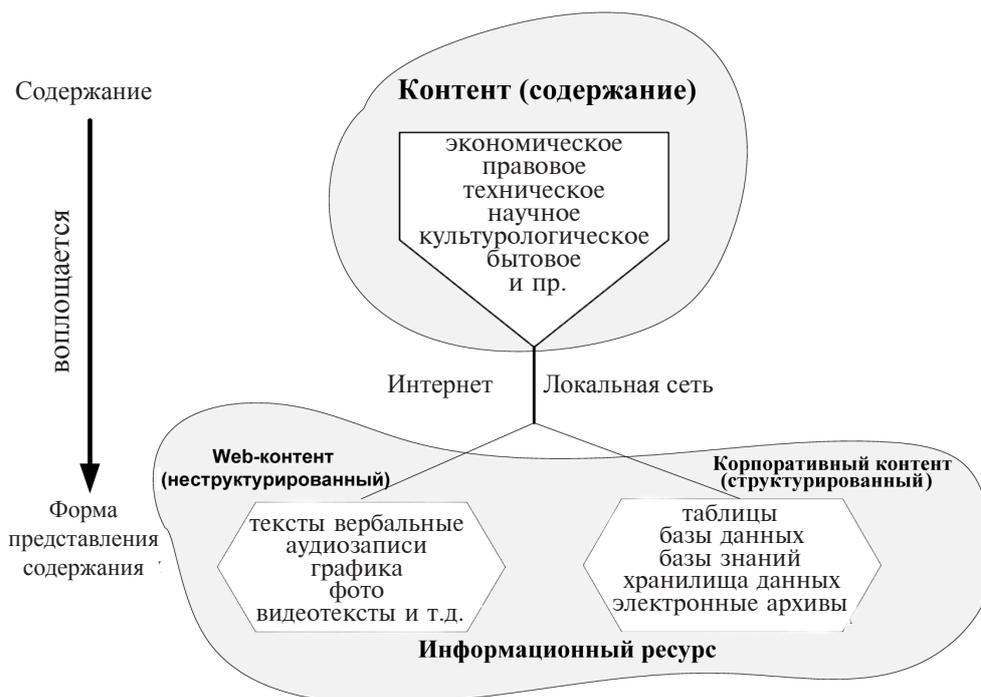


Рис. 1. Связь понятий контента и информационных ресурсов (содержания и формы)

Однако информационный ресурс, появляющийся в результате восприятия человеком окружающей его (большой частью плохо определяемой или вообще неопределяемой) среды, в силу объективных обстоятельств, с точки зрения решения проблем управления, является часто недостоверным, неактуальным, ложным, несопоставимым, противоречивым, неопределенным и т.д. Это обстоятельство означает, что перечисленные отрицательные свойства информационных ресурсов совместно с их положительными свойствами следует рассматривать как неизбежные, что требует тщательного изучения и анализа.

Из всех перечисленных негативных характеристик выделим неопределенность, тесно связанную с полезностью, так как только информационные ресурсы, обладающие минимальной степенью неопределенности, позволяют принимать наиболее эффективные решения. Учет свойств информационной неопределенности и понимание последствий их в управлении позволит минимизировать, ли-

бо нивелировать негативные последствия от принятых решений.

Обычно неопределенность связывается с определенностью (информацией). В статистическом (вероятностном) методе измерения информации, разработанном К. Шенноном в 1948 году, количество информации рассматривается как мера неопределенности состояния системы, снимаемой в результате получения информации. Неопределенность, называемая энтропией, используется непосредственно для ее расчета. Взаимосвязь информации и энтропии можно понимать следующим образом: получение информации (ее увеличение) одновременно означает уменьшение незначения или информационной неопределенности (энтропии), что демонстрируется на рис. 2. Особенно сильно энтропии является то, что она измеряется с помощью вероятности, что ставит под сомнение, является ли она неопределенностью. Ф. Найт в работе [2], различая измеримую и неизмеримую неопределенность, считает, что измеримая означает «некое количество, доступное измерению». Для нас

важной является следующая мысль, изложенная в упомянутом источнике: «Оказывается, измеримая неопределенность, или собственно «риск», настолько отличается от неизмеримой, что по существу вообще не является неопределенностью» [стр. 30]. Если природа измеримой неопределенности вероятностная, так как анализируемые факторы статистически устойчивы, то неизмеримая, по Е.С. Вентцель, является «дурной неопределенностью» [4], ибо ни о какой устойчивости речи быть не может. Энтропия, характеризующаяся вероятностями

нахождения системы в различных состояниях, по Ф. Найту, вообще не является неопределенностью. В дальнейшем будем считать, также и отметим, что ни измеримая, ни «дурная неопределенность» нас не интересует.



Рис. 2. Взаимосвязь определенности и неопределенности

В последние десятилетия активно исследуется промежуточный контент, формой представления которого являются нечеткие множества Л. Заде [1]. Эта форма, с одной стороны, не имеет отношения к статистически устойчивым факторам, а, с другой, позволяет отмежеваться от «дурной неопределенности» за счет использования

нечетких субъективных знаний человека об окружающей его среде и преследуемых им целях. Среда и цели не измеримы в смысле риска, но их характеристики могут быть приблизительно сравнимы на основе субъективных знаний о них человеком, а, значит, отнесены к тому или иному классу знаний. В экономике, как правило, они связываются с такими свойствами, как расплывчатость, нечеткость, неоднозначность и т. д. Такого рода контент, представленный нечеткими множествами, позволяет ввести меру их неопределенности, которая в настоящей работе послужила инструментом для анализа качества нечеткого информационного ресурса как такового.

Несмотря на полувековую историю исследования проблем, связанных с нечеткостью, осталась до конца не решенной проблема ее учета в процессе корректировки формируемых управленческих решений. Уже на стадии определения данного понятия существу-

ет достаточно точек зрения [10]. Как правило, они формулируются с частных позиций (менеджера, производителя, потребителя и т. д.). При этом крайне мало обращается внимания на их полезность в технологиях управления. Конечная же цель определения каких-либо понятий состоит в их влиянии на решения, касающиеся плохо определяемых процессов или объектов.

Неопределенность сама по себе не является злом, так как может иметь и конструктивные, и деструктивные последствия, в зависимости от того, как к ней относиться. Отсюда возникает вопрос: **Может ли выступать в качестве информационного ресурса мера, отражающая его уровень или степень неопределенности? Если да, то какова технология использования такого информационного ресурса в практике управления?**

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы показать место неопределенности в общей классификации информационных ресур-

сов предприятия (на рис. 3 выделено черным), а также в раскрытии ее контента, формы представления и метода применения. Общий контент корпоративных информационных ресурсов, представленных на рис. 3, раскрыт в [5], поэтому в дальнейшем акцентируем внимание лишь на блоке, выделенном черным. Забегая вперед, отметим, что формой существования такого контента может быть множество заданных в аналитической форме функций принадлежности, каждая из которых характеризуется таблицей, вид которой представлен на рис. 5а.

Каким образом уровень неопределенности выступает в качестве информационного ресурса, рассмотрим с помощью важнейшей характеристики нечеткого понятия, которым служит его функция принадлежности. Снижение уровня принадлежности свидетельствует об ухудшении качества принимаемого решения, а повышение - об его улучшении. Но так



Рис. 3. Место информационного ресурса «неопределенность» в общей структуре информационных ресурсов корпорации

как данные функции используются в процессе нечеткого вывода, где применяются операции объединения и пересечения нечетких множеств, поэтому, исходя из сформулированной ранее цели анализа соответствующего контента, должен быть получен ответ на следующий вопрос: как применить динамику уровня неопределенности в технологии формирования или корректировки управленческого решения.

Изменение знака или природы функции принадлежности, возникающее в результате нечеткого вывода, должно анализироваться и в случае повышения уровня его неопределенности соответствующим образом корректироваться. Цель корректировки заключается в воспрепятствовании повышению уровня неопределенности результатов нечеткого вывода и если не в полном нивелировании данного уровня (что затруднительно), то, по крайней мере, его сокращения. Именно в этом заключается использование уровня неопределенности в качестве информационного ресурса.

Как известно, управлять - значит измерять и изменять [8]. Для того чтобы управлять плохо определяемыми процессами или объектами, необходимо уметь измерять уровень их неопределенности. Сегодня существует несколько методов его расчета для такого типа неопределенности, как нечеткое множество. Воспользуемся методом, изложенным в [9, стр. 39], основная идея которого состоит в сравнении анализируемого нечеткого множества A с некоторой базой.

В качестве последней выступает четкое множество A^* , уровень нечеткости которого равен нулю.

Если найти расстояние между A и A^* , то результат можно интерпретировать как уровень неопределенности нечеткого множества A . Чем

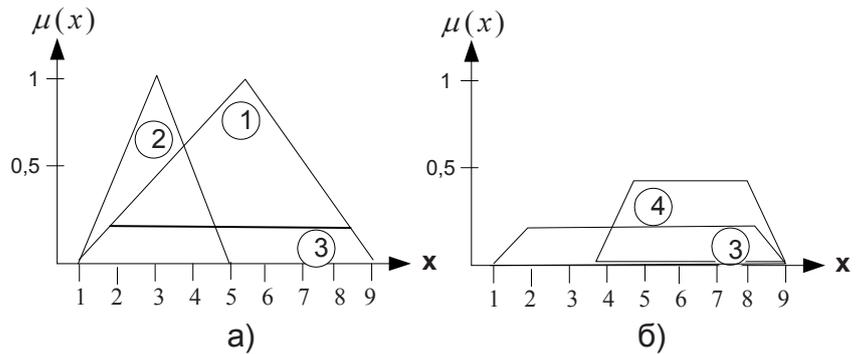


Рис. 4. Иллюстрация к сравнительному анализу уровней неопределенности

больше расстояние оцениваемого множества от ближайшего к нему четкого, тем выше его уровень неопределенности. Для того чтобы результат измерения был в диапазоне от 0 до 1, в работе [9] предлагается следующая формула:

$$\rho(A, A^*) = \frac{2}{n} d(A, A^*),$$

где $\rho(A, A^*)$ - уровень неопределенности нечеткого множества A в сравнении с четким множеством A^* ;

$d(A, A^*)$ - линейное расстояние Хемминга между множествами A и A^* , измеряемое по формуле: $d(A, A^*) = \sum_{i=1}^n |\mu_A(x_i) - \mu_{A^*}(x_i)|$, где $d(A, A^*)$ - линейное расстояние Хемминга;

$\mu_A(x_i), \mu_{A^*}(x_i)$ - функции принадлежности множеств A и A^* ;

n - количество сравниваемых элементов в множествах.

Обратимся к рис. 4а, где три фигуры 1, 2 и 3 отражают треугольные и трапециевидные функции принадлежности. В таблице 1 приведены их дискретные значения.

Для фигуры 1, согласно дан-

ным таблицы 1, расстояние Хемминга будет равно: $d(A, A^*) = 0 + 0,25 + 0,5 + 0,25 + 0 + 0,25 + 0,5 + 0,25 + 0 = 2,0$, что и определяет соответствующий уровень неопределенности, равный $\rho_1(A) = 0,44$. Для фигуры 2, в свою очередь, это расстояние равно: $d(A, A^*) = 0 + 0,5 + 0 + 0,5 + 0 + 0 + 0 + 0 = 1,0$, а уровень неопределенности $\rho_2(A) = 0,22$. Те же характеристики для следующей трапециевидной фигуры 3 равны: $d(A, A^*) = 0 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0 = 1,4$, $\rho_3(A) = 0,31$. Для последней, объединенной фигуры, представленной на рис. 4б, те же характеристики равны: $d(A, A^*) = 0 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,25 + 0,25 + 0 = 1,5$, $\rho_{3,4}(A) = 0,33$.

Приведенные расчеты позволяют сделать следующие выводы:

Вывод 1. Уровень неопределенности зависит от пространства неопределенности: чем больше это пространство, тем выше ее уровень. Сравним площади фигур 1, 2 и 3 с уровнями их неопределенностей: $S_1 = 4 > S_2 = 2$ при

Таблица 1

Номер фигуры	Функция принадлежности	Базовая функция принадлежности
1	$\mu_A(x) = \frac{0}{1}; \frac{0,25}{2}; \frac{0,5}{3}; \frac{0,75}{4}; \frac{1}{5}; \frac{0,75}{6}; \frac{0,5}{7}; \frac{0,25}{8}; \frac{0}{9}$	$\mu_{A^*}(x) = \frac{0}{1}; \frac{0}{2}; \frac{1}{3}; \frac{1}{4}; \frac{1}{5}; \frac{1}{6}; \frac{1}{7}; \frac{1}{8}; \frac{0}{9}$
2	$\mu_A(x) = \frac{0}{1}; \frac{0,5}{2}; \frac{1}{3}; \frac{0,5}{4}; \frac{0}{5}; \frac{0}{6}; \frac{0}{7}; \frac{0}{8}; \frac{0}{9}$	$\mu_{A^*}(x) = \frac{0}{1}; \frac{1}{2}; \frac{1}{3}; \frac{1}{4}; \frac{0}{5}; \frac{0}{6}; \frac{0}{7}; \frac{0}{8}; \frac{0}{9}$
3	$\mu_A(x) = \frac{0}{1}; \frac{0,2}{2}; \frac{0,2}{3}; \frac{0,2}{4}; \frac{0,2}{5}; \frac{0,2}{6}; \frac{0,2}{7}; \frac{0,2}{8}; \frac{0}{9}$	$\mu_{A^*}(x) = \frac{0}{1}; \frac{0}{2}; \frac{0}{3}; \frac{0}{4}; \frac{0}{5}; \frac{0}{6}; \frac{0}{7}; \frac{0}{8}; \frac{0}{9}$
4	$\mu_A(x) = \frac{0}{1}; \frac{0,2}{2}; \frac{0,2}{3}; \frac{0,2}{4}; \frac{0,2}{5}; \frac{0,2}{6}; \frac{0,75}{7}; \frac{0,75}{8}; \frac{0}{9}$	$\mu_{A^*}(x) = \frac{0}{1}; \frac{0}{2}; \frac{0}{3}; \frac{0}{4}; \frac{0}{5}; \frac{0}{6}; \frac{1}{7}; \frac{1}{8}; \frac{0}{9}$

этом $\rho_1(A)=0,44 > \rho_2(A)=0,22$, где: S_1, S_2 - площади треугольников 1 и 2, а $\rho_1(A)$ и $\rho_2(A)$ - уровни неопределенности, соответственно. Как видим, при уменьшении площади треугольника в два раза уровень неопределенности также сократился в два раза. Очевидно, площадь фигуры 3 (трапеция) меньше площади фигуры 1 в 1,33 раза, поэтому отражаемый ею уровень неопределенности снизился до 0,31 (в 1,4 раза). А так как в результате выполнения правил нечеткого вывода на первых порах происходит усечение площадей, очерчиваемых выходными функциями принадлежности, поэтому сделаем следующий вывод: **в результате выполнения операции пересечения двух исходных нечетких множеств неопределенность выходного (результатирующего) нечеткого множества снижается.**

Подтверждается также и предположение, высказанное в [7], заключающееся в следующем: наблюдается зависимость уровня неопределенности от крутизны функции принадлежности: чем круче график функции принадлежности нечеткого множества, тем ниже уровень ее неопределенности. Это укладывается в наше наблюдение, касающееся усеченных пространств (площадей). На рис. 4а фигура 1 более покатая по сравнению с фигурой 2, ограничиваемая ее площадь больше, а, значит, уровень неопределенности выше. Как видим, данное предположение подтверждается [7].

Вывод 2. Обратимся к рис. 4б, где представлена фигура, иллюстрирующая результат объединения нечетких множеств 3 и 4. Уровень ее неопределенности равен $\rho_{3,4}(A)=0,33$, что выше, чем у фигур 3 и 4, рассматриваемых порознь. Все это указывает на следующее: **в результате выполнения операции объединения двух исходных нечетких множеств неопределенность выходного (результатирующего) множества повышается.**

Так как функция принадлежности характеризует процесс нечеткого вывода в динамике, важной информацией является знак ее прироста. Если обозначить начальное значение нечеткого показателя как x_0 , а расчетное как x_1 , то на рис. 5б можно задать графически гауссову функцию принадлежности нечеткого понятия x . Слева в таблице (см. рис. 5а) представлены возможные знаки ее приростов, зависящие от полученных в результате приростов переменной (нечеткого понятия x).

Затемненными полями представлены шесть типовых ситуаций, которые могут возникнуть в результате формирования управленческого решения. Как указано в таблице (рис. 5а), эти ситуации зависят от знака искомого прироста аргумента и знака соответствующего ему прироста функции принадлежности.

Перечислим ситуации, указанные цифрами на рис. 5а и затемненными полями на рис. 5б. Рассмотрим их.

Ситуация 1: положительный

прирост аргумента ($\Delta x > 0$) сопровождается положительным приростом функции принадлежности ($\Delta \mu(x) > 0$). Данная ситуация не требует корректировки аргумента x , так как ухудшения уровня принадлежности данного понятия к нечеткому множеству не произошло.

Ситуация 2: положительный прирост аргумента ($\Delta x > 0$) сопровождается отрицательным приростом функции принадлежности ($\Delta \mu(x) < 0$). Данная ситуация требует корректировки прироста аргумента x , так как произошло ухудшение его уровня принадлежности нечеткому множеству.

Ситуация 3: отрицательный прирост аргумента ($\Delta x < 0$) сопровождается положительным приростом функции принадлежности ($\Delta \mu(x) > 0$). Данная ситуация не требует корректировки аргумента x , так как ухудшения его уровня принадлежности к нечеткому множеству не произошло.

Ситуация 4: отрицательный прирост аргумента ($\Delta x < 0$) сопровождается отрицательным приростом функции принадлежности ($\Delta \mu(x) < 0$). Данная ситуация требует корректировки аргумента x , так как произошло ухудшение уровня принадлежности данного понятия к нечеткому множеству.

Ситуации 5 и 6: приросты аргументов не изменили значений приростов функции принадлежности ($\Delta \mu(x) = 0$), поэтому корректировка не требуется. Такие ситуации возникают при сигмовидной, трапецевидной, колоколообразной и др. функциях.

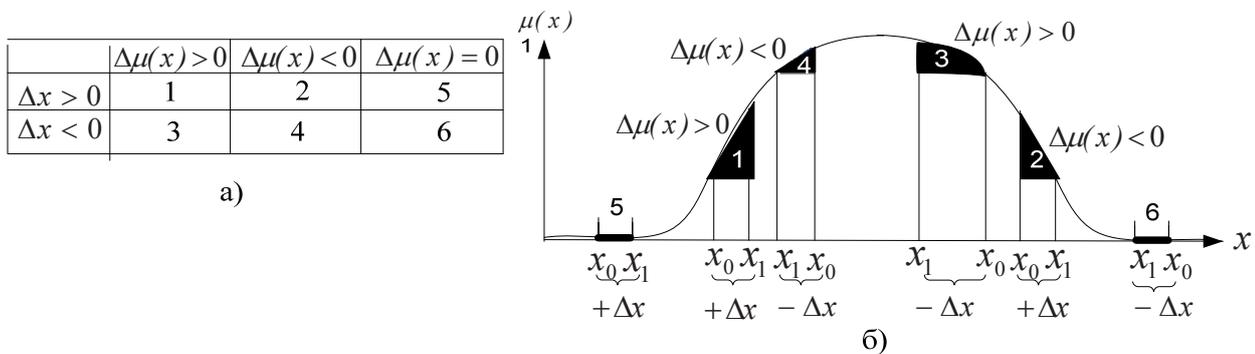


Рис. 5. Ситуации с функциями принадлежности нечетких понятий

Во всяком решении должно быть заложено стремление менеджера в получении минимального уровня определенности вновь полученных нечетких значений показателей. Очевидно, что к таким значениям невозможно привести все показатели, но вполне возможно приведение одних к приемлемому состоянию за счет незначительного ухудшения других.

Здесь решающую роль играют используемые коэффициенты приоритетности целей и используемые виды функций принадлежности.

Например, сгладить негативный эффект, полученный в результате жестких детерминированных вычислений, можно за счет увеличения приростов показателей с положительным приростом функций принадлежности и одновременным сокращением тех приростов показателей, которые имеют отрицательный прирост таких функций [12].

Здесь мы приходим к следующим вариантам использования уровня неопределенности в качестве показателя информационно-го ресурса:

а) запретить корректировку того нечеткого показателя, прирост которого ведет к снижению значения функции принадлежности. Этот вариант можно реализовать за счет придания данному показателю статуса константы;

б) частично разрешить корректировку того нечеткого показателя, прирост которого ведет к снижению значения функции принадлежности, заранее указав пределы такого изменения;

в) разрешить корректировку приростов показателей, снижающих уровень их принадлежности к нечеткому множеству, за счет иных, повышающих данный уровень.

Вариант а) может использоваться лишь в исключительных случаях, так как перевод любого показателя в статус константы существенно влияет на весь ход вычисления показателей.

Вариант б) может реализовываться на основе жестко заданных допустимых пределов снижения значения функции принадлежности. Каким образом можно реализовать данный вариант, рассмотрено нами в [11].

Вариант в) наиболее перспективен, так как корректирующий прирост нечеткого показателя, имеющего отрицательный прирост функции принадлежности, сокращается за счет других, имеющих положительный прирост данной функции.

Мы понимаем, что, даже обладая превосходным инструментом обработки древесины, невозможно создать хорошую мебель из плохого материала. Но если другого нет и не предвидится, то вполне возможно допустить, что с помощью этого же инструмента можно выявить небольшие фрагменты древесины, годные для создания хотя бы части мебели.

Неопределенность - это плохой материал, но она относится к неустраняемому качеству внешней и внутренней среды предприятия, ибо на него оказывает одновременное воздействие множество факторов различной природы и направленности. Она будет всегда, поэтому нами было обращено внимание на информационный ресурс, контент которого может влиять на качество принимаемого управленческого решения.

Литература:

1. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение в принятии приближенных решений. - М.: Мир, 1976. - 165 с.
2. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль. - М.: Дело, 2003. - 359 с.
3. Одинцов Б.Е. Обратные вычисления в формировании экономических решений. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 192 с.
4. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. - М.: Наука, 1988. - 208 с.
5. Информационные ресурсы и технологии в экономике: Учебн. пособие / Под ред. Одинцова Б.Е., Романова А.Н. - М.:

Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2013. - 462 с.

6. Мильнер Б.З. Управление знаниями в современной экономике. - М.: Институт экономики РАН, 2008. - 76 с.
7. Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и ее приложений. - М.: Диалог-МГУ, 2003. - 81 с.
8. Измерять - значит управлять: Полный курс по ССП (А.Герцуни), 2010 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://balanced-scorecard.ru/books/bsc2/140>.
9. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. - М.: Радио и связь, 1982.
10. Кулагин О. Понятие риска и неопределенности в моделях принятия решений // Принятие решений в организаци-

ях. - СПб, издательский дом «Сентябрь», 2001 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.management-service.ru/article_08.php.

11. *Primenenie obratnyh vychislenij v nechetkih vyvodah - Combining of fuzzy logic and inverse calculations in decision support tasks / Borys Yefimovich Odintsov, Andrzej AUGUSTYNEK // W: Selected economic and technological aspects of management. - Kraków: AGH University of Science and Technology Press, 2013. - S. 124-135.*

12. Одинцов Б.Е. Формирование управляющих предписаний в экономике / Методы / Нечеткие воздействия, 2013 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://obe45.ru>.