

УДК 005.83:510.22

А.А. Мицель, Я.Н. Фикатдинова

Мониторинг долгосрочных целевых программ на основе теории нечетких множеств в управлении социальными проектами

Предложен метод оценки эффективности реализации долгосрочных целевых программ на основе теории нечетких множеств. В модели оценки выполнения показателей эффективности в качестве функции принадлежности используется функция Гаусса. Для оценки эффективности выполнения долгосрочной целевой программы предлагается использовать интегральный показатель.

Ключевые слова: управление проектами, мониторинг целевых программ, нечеткие множества, функция принадлежности, экспертные оценки, интегральный показатель.

Управление проектами является одним из бурно развивающихся разделов теории управления социально-экономическими системами. Выделяют несколько различных направлений в управлении проектами: 1) модели календарно-сетевое планирования и управления [1], с появлением которого и зародилось управление проектами; 2) качественные модели управления проектами [2]; 3) модели принятия управленческих решений [3]. Кроме того, для оперативного управления проектами необходим мониторинг проектов и модели оценки эффективности их реализации.

В данной работе в качестве проекта рассматривается целевая программа.

Целевая программа – это документ, в котором увязаны объемы финансирования мероприятий и результаты, которых надо достичь. Причем результаты могут быть рассчитаны на несколько лет вперед [4].

Наряду с этим есть еще так называемые долгосрочные целевые программы. Они могут быть рассчитаны на длительный срок (до семи лет) и, как правило, носят межведомственный характер, т.е. в них участвуют сразу несколько отраслей-исполнителей [4, 5].

Целевые программы нужны, в первую очередь, для социальных целей: повышение уровня жизни, сокращение смертности, улучшение жизни и т.д. А во вторую очередь – это планирование и

рациональное распределение бюджета всех уровней. Понятно, что невозможно решить все проблемы и сразу стоит ограничить себя в количестве целей. Поэтому в целевых программах существуют индикаторы, которые оценивают приближение к назначенной цели. Какие-то целевые показатели могут оказаться малодостижимыми. Тогда за целевой показатель берут динамику приближения. Но делают это очень условно. Поскольку и так понятно, что нельзя, к примеру, достичь того, чтобы никто не болел или не умирал в данном регионе. Но с увеличением рождаемости и при помощи управляемых миграционных процессов можно обеспечить нужный темп прироста численности населения.

Когда целевых программ не существовало, бюджет формировался исходя из его исполнения за предыдущий год и новых предложений, при этом последовательности действий не прослеживалось вообще никакой. Можно сказать, что чиновники полагались на интуицию или на везение.

При подготовке долгосрочных целевых программ интуиция тоже важна, но при этом существует процедура, которая заставляет более детально оценить всю деятельность той или иной отрасли, четко расставить приоритеты и определить достижимые цели.

В частности, в Томской области ежегодно утверждаются сотни долгосрочных областных целевых программ [4, 5]. Немалая часть бюджета тратится на их реализацию. Поэтому возникает необходимость контроля за тем, куда и на что тратятся средства федерального, областного и местных бюджетов. Обязанность мониторинга реализации долгосрочных областных целевых программ (ОЦП) лежит на Департаменте экономики администрации Томской области. Курировать одновременно большое количество целевых программ достаточно сложно. Объем информации очень большой, отследить и объективно оценить ход выполнения программы крайне сложно, именно поэтому проблема встает особенно остро. Поэтому необходимы механизм анализа целевых программ, контроля за ними и соответственно его компьютерная реализация.

В работе предложен метод оценки эффективности реализации долгосрочных целевых программ на основе теории нечетких множеств. В модели оценки выполнения показателей эффективности в качестве функции принадлежности используется функция Гаусса. Для оценки эффективности выполнения долгосрочной целевой программы в целом предлагается использовать интегральный показатель.

1. Модель оценки эффективности реализации долгосрочных целевых программ

1.1. Описание модели

Во многих случаях для оценки эффективности реализации долгосрочных целевых программ достаточно весьма приближенное описание набора данных, поскольку описание многих показателей не требует высокой точности. Для построения функций принадлежности таких понятий можно использовать прямые методы, основанные на непосредственном назначении экспертом степени принадлежности или функции, позволяющей вычислять ее значение [6,7].

Для описания функции принадлежности используем функцию плотности нормального

распределения непрерывной случайной величины (кривая Гаусса) [8]:

где a – математическое ожидание случайной величины; σ – среднеквадратическое отклонение.

Функция принадлежности $\mu(x)$ принимает значения в интервале $[0,1]$. Нормализуем функцию распределения, найдем ее максимум. Максимальное значение функция плотности нормального распределения принимает при $x=a$, при этом . Следовательно:

(1)

Параметр a – это такое значение x , которое идеально соответствует, по мнению эксперта, описываемому термом понятию.

Параметр σ (а именно множитель σ^2) характеризует широту области определения функции принадлежности, или степень нечеткости $\mu(x)$.

Параметр a – это доминирующий элемент нечеткого множества. Эксперту предлагается выбрать из области определения лингвистической переменной такое значение, которое является «идеальным» при описании нужного понятия. Параметр a определяется экспертом для каждого базового значения лингвистической переменной.

Так как каждому значению x из области определения лингвистической переменной должно соответствовать хотя бы одно понятие (базовое значение лингвистической переменной), то функции принадлежности нечетких переменных, описывающих соседние базовые значения лингвистической переменной, должны пересекаться. Поэтому эксперт может задать такое значение x , при котором функции принадлежности соседних терм-множеств имеют одинаковые значения. То есть эксперт задает такое значение x , при котором, по его мнению, уже сложно однозначно определить, к какому из соседних значений лингвистической переменной оно относится. Также эксперт может определить степень принадлежности данного значения x нечетким множествам соседних терм-множеств [9].

Остается определить параметр σ , который не может быть прямо задан экспертным путем, поскольку человеку трудно представить себе меру рассеяния признака относительно его среднего значения.

Параметр σ можно выразить из формулы (1):

где x – значение x , при котором функции принадлежности соседних терм-множеств имеют одинаковые значения; $\mu(x)$ – степень принадлежности значения x нечетким множествам соседних терм-множеств.

Таким образом, все параметры функции могут быть определены или прямо экспертом, или на основании сведений, полученных от него [10].

Функции принадлежности термов лингвистической переменной задаются следующими формулами [11]:

$$\dots \quad (2)$$

где $\mu_i(x)$ – функция принадлежности i -го терма лингвистической переменной; i – номер терма лингвистической переменной, термы нумеруются слева направо; a_i – доминирующий элемент нечеткого множества i -го терма.

где x_j – значение x при котором функции принадлежности соседних термов имеют одинаковые значения; j – номер значения, нумеруются слева направо; α – степень принадлежности значения нечетким множествам соседних термов.

Таким образом, для построения термов лингвистической переменной эксперт должен задать n значений a_i , $n - 1$ значений x_j и α .

Так как функции принадлежности должны иметь конечную область определения, а экспоненциальные функции бесконечны, в качестве области определения нечетких переменных, определяющих базовые значения лингвистической переменной, принимаем множества α -уровня при $\alpha = 0,05$.

Данный метод упрощает процедуру построения функций принадлежности, а также задачу хранения этих функций в памяти ЭВМ, при этом обеспечивается выполнение требований, предъявляемых к функциям принадлежности термов лингвистических переменных. Кроме того, эксперт достаточно быстро может изменить функции принадлежности, область определения лингвистической переменной. Достоинством является также то, что функция принадлежности определяется на непрерывном носителе, что позволяет вычислить ее значение при любых значениях переменной.

1.2. Применение модели

Оценка эффективности реализации долгосрочных целевых программ осуществляется согласно постановлению соответствующего департамента на основании критериев оценки эффективности, приведенных в табл. 1.

Критерии оценки эффективности долгосрочных целевых программ

Таблица 1

Доклады ТУСУРа, № 2 (24), часть 3, декабрь 2011

Обозначение критерия (X)	Весовой коэффициент (Y)	Формулировка критерия	Градации	Балльная оценка (B)
1	2	3	4	5
X1	$Y1 = 0,25$	Достижение целевых	1. Все целевые показатели соответствуют или выше предусмотренных долгосрочной ОЦП	10
			2. Более 80% целевых показателей соответствуют или выше предусмотренных долгосрочной ОЦП	6
			3. От 50 до 80% целевых показателей соответствуют или выше предусмотренных долгосрочной ОЦП	3
			4. Менее 50% целевых показателей соответствуют или выше предусмотренных долгосрочной ОЦП	0

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
X2	$Y2 = 0,2$	Привлечение средств из	1. Привлечено более 90% предусмотренных долгосрочной ОЦП средств	10
			2. Привлечено от 60 до 90% предусмотренных долгосрочной ОЦП средств	6
			3. Привлечено от 40 до 59% предусмотренных долгосрочной ОЦП средств	3
			4. Привлечено менее 40% предусмотренных долгосрочной ОЦП средств	0
X3	$Y3 = 0,1$	Выполнение мероприятий	1. Выполнено 100% предусмотренных в долгосрочной ОЦП мероприятий	10
			2. Выполнено от 85 до 99% предусмотренных в долгосрочной ОЦП мероприятий	6
			3. Выполнено от 65 до 84% предусмотренных в долгосрочной ОЦП мероприятий	3
			4. Выполнено менее 65% предусмотренных в долгосрочной ОЦП мероприятий	0
X4	$Y4 = 0,15$	Освоение средств областного	1. Средства освоены на 100%	10

		бюджета (кроме экономии от проведения торгов и запросов котировок)		
			2. Средства освоены от 75 до 99%	6
			3. Средства освоены менее чем на 75%	0
X5	Y5 = 0,15	Достижение показателей эффективности (в зависимости от специфики долгосрочной ОЦП)	1. Достигнуто 100% показателей эффективности	10
			2. Достигнуто от 85 до 99% показателей эффективности	6
			3. Достигнуто от 50 до 84% показателей эффективности	3
			4. Представлены показатели эффективности, не установленные в утвержденной долгосрочной ОЦП	3
			5. Достигнуто менее 50% показателей эффективности либо показатели эффективности не представлены	0
X6	Y6 = 0,15	Соответствие установленным показателям результатов мероприятий долгосрочной ОЦП	1. 100% показателей результатов мероприятий соответствуют утвержденной долгосрочной ОЦП	10
			2. От 85 до 99% показателей результатов мероприятий соответствуют утвержденной долгосрочной ОЦП	6
			3. Представлены показатели результатов мероприятий, не установленные в утвержденной долгосрочной ОЦП	3
			4. Менее 85% показателей результатов мероприятий соответствует утвержденной долгосрочной ОЦП либо показатели не представлены	0

Покажем действие модели на примере критерия 1 (табл. 2).

Таблица 2

Критерий 1 оценки целевых программ

Весовой коэффициент (Y)	Формулировка критерия	Градации	Балльная оценка (B)
Y1 = 0,25	Достижение целевых	1. Все целевые показатели соответствуют или выше предусмотренных долгосрочной ОЦП	10
		2. Более 80% целевых показателей соответствуют или выше предусмотренных долгосрочной ОЦП	6
		3. От 50 до 80% целевых показателей соответствуют или выше предусмотренных долгосрочной ОЦП	3
		4. Менее 50% целевых показателей соответствуют или выше предусмотренных долгосрочной ОЦП	0

Примем, что «Балльная оценка» (B) – это экспертная оценка параметра, выраженная в конкретной форме.

Построим терм-множества лингвистической переменной \mathbb{P}_Y - достижение целевых показателей с областью определения $Y = [0;100]$ и множеством базовых значений $T_Y = \{\text{высокое, нормальное, среднее, низкое}\} = \{\}$.

Экспертные оценки параметров, необходимых для построения функций принадлежности переменной \mathbb{P}_Y представлены в табл. 3.

Таблица 3

Экспертные оценки для Критерия 1

Базовые значения	Доминирующее значение у нечеткого множества, описывающего терм, a_i	Пограничные значения соседних термов	Степень принадлежности пограничных значений (степень разделения),
– низкое	0		
– среднее	65		

– нормальное	90		
– высокое	100		

Обработаем полученные экспертные данные.

1. Вычисляем значения:

; ;
; ;
; ;

2. Вычисляем значения , при которых , по формулам:

; ;
; ;
; ;

=103,85; = 33,81; =96,18; =69,23; =110,76; =100.

3. Определяем функции принадлежности по формулам:

Подставляя значения, получаем:

Графики функций принадлежности приведены на рис. 1.

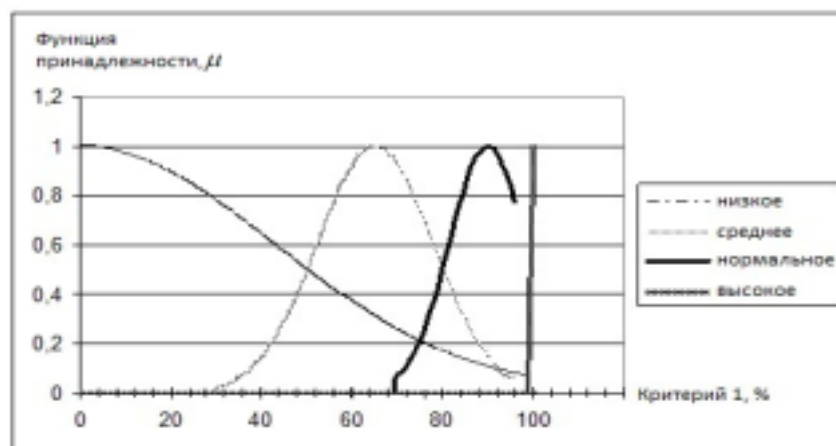


Рис. 1. Функция принадлежности для Критерия 1

2. Модель интегральной оценки эффективности долгосрочной целевой программы

2.1. Система целевых показателей долгосрочных программ

Одним из этапов стратегического управления долгосрочных целевых программ является мониторинг эффективности реализации программы, исходя из значений целевых показателей. Необходимо отметить, что набор показателей индивидуален для каждой целевой программы.

Так, например, показатели долгосрочной целевой программы «Развитие инновационной деятельности в Томской области на 2011–2014 годы» следующие:

– обеспечить ежегодный рост затрат на технологические инновации на 10–20% к предыдущему году;

– обеспечить к 2011–2014 гг. опережающий рост заработной платы в инновационном секторе экономики Томской области относительно сектора обрабатывающих производств;

– обеспечить рост уровня электронного взаимодействия участников инновационной системы Томской области на 10–20% к предыдущему году (количество участников, использующих созданные сервисы).

По каждому показателю определяются их желательные изменения по годам (кварталам) и целевое значение к моменту окончания программы.

Как видно, целевые показатели имеют различные единицы измерения, многоплановый характер, направление и интенсивность изменения. Соответственно установление какой-либо однозначной зависимости между ними достаточно проблематично и в некоторых случаях невозможно.

К тому же вся информация, на которой основывается процесс анализа и исследования, получена от эксперта, что предполагает наличие качественных оценок и субъективных данных. Так, при оценке мероприятий эксперты могут использовать такие качественные оценки как «низкий уровень жизни», «большая степень риска», «недостаточно хорошая степень обеспеченности оборудованием» и т.д.

Таким образом, можно сформулировать основные требования к модели интегральной оценки эффективности долгосрочной целевой программы:

1. Агрегирование многих критериев, имеющих различную размерность и направленность изменений.

2. Универсальная форма агрегации критериев, т.е. должна быть возможность использования модели интегральной оценки для разноплановых целевых программ.

3. Учет весов критериев, т.е. их важности в интегральной оценке.

4. Привязка интегрального показателя к целевым ориентирам программы.

2.2. *Интегральный показатель эффективности реализации долгосрочных целевых программ*

Предлагается использовать аппарат теории нечетких множеств в модели интегральной оценки.

Каждый целевой показатель (критерий интегральной оценки) можно рассматривать как нечеткую переменную, где – наименование нечеткой переменной; – область ее определения (базовое множество); – нечеткое подмножество множества X , описывающее ограничения на возможные значения переменной [12].

Экспертным путем строятся функции принадлежности критериев. По сути функции принадлежности критериев будут отражать степень соответствия фактического значения критерия запланированному значению.

Оценка критерия на определенный момент времени задается как степень принадлежности фактического значения критерия нечеткому множеству [9].

Если имеется n критериев, то интегральная оценка IS определяется по формуле

Операции пересечения нечетких множеств соответствует операция \min , выполняемая над их функциями принадлежности [12]:

Чем больше значение функции принадлежности, тем выше значение интегрального показателя, тем более реализация программы соответствует ее целевым ориентирам.

В случае если критерии имеют различную важность, каждому из них приписывается число (чем

важнее критерий, тем больше). Тогда интегральная оценка определяется по формуле [7, 12]

Функция принадлежности определяется по формуле

При определении области определения нечетких переменных предлагается использовать следующие правила:

1. В области определения выделить интервал запланированных значений показателя. При этом в качестве «нижней» контрольной точки x_1 можно, например, использовать значение показателя за год, предшествующий началу реализации программы, или пороговое значение показателя.

2. В качестве «верхней» контрольной точки x_2 использовать значение, которое можно достигнуть при выполнении запланированных изменений показателя (целевого ориентира).

3. Область определения не должна ограничиваться нижней и верхней контрольными точками, так как реальное значение показателя может оказаться как выше, так и ниже базового и планового значений. Предлагается область определения задавать следующим интервалом:

Выбор знака «+» или «-» зависит от желательного направления изменения показателя. Например, для показателя «Смертность», x_1 будет находиться правее x_2 , следовательно, в формуле нужно использовать нижний знак.

Таким образом, область определения нечеткой переменной, описывающей целевой показатель, условно можно разделить на три области. Соответственно функцию принадлежности также условно нужно разбить на три интервала, значения функции принадлежности представлены в табл. 4.

Таблица 4

Области изменения функции принадлежности

Область X	Характеристика	
$X_{пл}$	Область планового изменения критерия	[0,25; 0,75]
$X_{отр}$	Область ухудшения нижнего значения критерия	[0; 0,25]
$X_{пол}$	Область превышения верхнего значения критерия	[0,75; 1]

Так как , то и значение интегрального показателя эффективности реализации долгосрочных целевых

программ находится в интервале $[0; 1]$, интерпретация значений представлена в табл. 5.

Таблица 5

Интерпретация значений интегрального показателя

	Характеристика
$[0,25; 0,75]$	Все целевые показатели не ниже нижних контрольных значений, причем чем ближе к 0,75, тем ближе текущее положение к комплексному целевому значению целевой программы
$[0; 0,25]$	Значения одного или нескольких критериев ухудшились по сравнению с контрольными значениями
$[0,75; 1]$	Значения всех критериев достигли или превысили запланированные значения

Заключение

Предлагаемая модель интегральной оценки эффективности долгосрочной целевой программы позволяет отслеживать все изменения в показателях программы, проводить сравнение интегральных оценок по годам развития, а также осуществлять мониторинг эффективности реализации долгосрочной целевой программы.

Оценка показателей эффективности с применением метода нечетких множеств имеет более высокую точность, что не всегда может быть достигнуто при использовании других методов.

Литература

1. Сетевые модели и задачи управления / В.Н. Бурков, Б.Д. Ланда, С.Е. Ловецкий и др. – М.: Сов. радио, 1967. – 144 с.
2. Либерзон В.И. Основы управления проектами. – М.: Нефтяник, 1997. – 150 с.
3. Баркалов С.А. Минимизация упущенной выгоды в задачах управления проектами / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 56 с.
4. О долгосрочных областных целевых программах: постановление администрации Томской области от 27 ноября 2007 г. № 186а // Рос. газ. – 2007 (28 нояб.).
5. Развитие инновационной деятельности» на 2009–2010 годы: закон Томской области от 17.05.2007

5. Развитие инновационной деятельности» на 2009–2010 годы: закон Томской области от 17.05.2007 № 92-ОЗ // Рос. газ. – 2007 (17 мая).
6. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А.Н. Аверкин, И.З. Батыршин, А.Ф. Блишун и др.; под ред. А.Д. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
7. Системный анализ в управлении: учеб. пособие для вузов / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
8. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. – 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 479 с.
9. Захарова А.А. Нечеткие модели оценки факторов социально-экономического развития города / А.А. Захарова, А.А. Мицель // Доклады ТУСУРа. 2005. – №4(12). – С. 20–26.
10. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
11. Жирабок А.Н. Нечеткие множества и их использование для принятия решений // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – № 2. – С. 109–115.
12. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.

Мицель Артур Александрович

Д-р техн. наук, профессор каф. автоматизированных систем управления ТУСУРа
Тел.: (382-2) 70-15-36
Эл. почта: maa@asu.tusur.ru

Фикатдинова Яна Наилевна

Аспирант каф. автоматизированных систем управления ТУСУРа
Тел.: (382-2) 70-15-36

Эл. почта: yanka-gala@mail.ru

Mitsel A.A., Fikatdinova Ya.N.

Monitoring of long-term target programs on the basis of fuzzy-set theory in the management of social projects

In the paper we offer a method for efficiency estimation of implementation of long-term target programs on the basis of fuzzy-set theory. The Gaussian function is used in the model of estimation of performance of efficiency indicators as membership function. We offer to use an integrated indicator for efficiency estimation of the performance of long-term target program.

Keywords: management of projects, monitoring of target programs, fuzzy sets, membership function, expert estimations, integrated indicator.
