

На сегодняшний день не существует универсальной методики прогнозирования экономических показателей, но очевидной является эффективность использования для этих целей нейронных сетей.

Однако, из-за сложности математических моделей сетей и множества различных архитектур, применение их в управлении реальными предприятиями практически не встречается. Предложенные математические модели сетей и компьютерный программный комплекс для их оптимального подбора под конкретные показатели значительно упрощает работу менеджера в части реализации функции прогнозирования.

Литература

1. Аристов, О. В. Управление качеством: учеб. / О. В. Аристов. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 240 с.: ил.

2. Волынский, В. Ю. Анализ практики реализации методических подходов к оценке результативности систем менеджмента качества / В. Ю. Волынский, С. Ю. Абалдова // *Фундаментальные исследования*. – 2009. – №3. – С. 112 – 115.
3. Герасимова, Е. Б. Управление качеством / Е. Б. Герасимова, Б. И. Герасимов, А. Ю. Сизикин; под ред. Б. И. Герасимова. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 256с.
4. Четыркин С.М. Статистические методы прогнозирования. - М.: Статистика, 1975.
5. Статистическое моделирование и прогнозирование: Учебное пособие / Под ред. А.Г. Гранберга. - М.: Финансы и статистика, 1990.

УДК 338.45: 303.09

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ В РАМКАХ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Карякин Александр Михайлович (karyakin@economic.ispu.ru)

Березка Виталий Викторович

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им.В.И.Ленина»

Для решения задачи многокритериальной оптимизации при формировании календарных планов предлагается интерактивная процедура сужения допустимой области в пространстве переменных. На различных этапах реализации данной интерактивной процедуры лицо принимающее решение осуществляет выбор тех или иных решений, при этом нечеткость, размытость области принятия решений очевидна. В статье предложена методика обработки мнений экспертов при принятии решений в рамках формирования календарных планов инвестиционно-строительных процессов. В основе предложенной методики использован аппарат нечеткой логики.

Ключевые слова: экспертная оценка, нечеткая логика, календарный план, многокритериальная оптимизация.

Календарное планирование занимает особое место в комплексе задач планирования и управления инвестиционно-строительной деятельностью. Это связано, прежде всего, с той ролью, которую в силу специфики строительного производства играет координация по времени деятельности многочисленных участников производственного процесса.

Основная задача календарного планирования состоит в составлении такого графика выполнения работ, который удовлетворяет всем ограничениям, отражающим в технологических моделях строительства объектов взаимосвязь, сроки и интенсивность ведения работ, а также рациональный порядок использования ресурсов.

Если заранее сформулирован критерий качества календарного плана (скажем, минимальная продолжительность возведения объекта или максимальная равномерность использования бригад рабочих и строительных машин), то наилучшим считается календарный план, оптимальный по этому критерию, напри-

мер, предусматривающий наименьшую возможную длительность строительства или наиболее равномерную загрузку рабочих.

Однако следует отметить, что на практике однокритериальная постановка проблемы встречается не часто. Как правило, имеется несколько критериев, которые зачастую конфликтуют друг с другом. При этом сведение множества критериев к единственному критерию, например, аддитивному, не всегда позволяет решить поставленную задачу. Так как в этом случае, положительный вектор изменения одного из критериев ведет к отрицательному вектору изменения другого (сроки и качество, стоимость и сроки и т.п.).

Для решения задачи многокритериальной оптимизации при формировании календарных планов предлагается интерактивная процедура сужения допустимой области в пространстве переменных, основанная на элементах метода последовательных уступок и процедуры поиска удовлетворительных значений критериев STEM при заданных весах. На различных этапах ре-

лизации данной интерактивной процедуры лицо принимающее решение (ЛПР) осуществляет выбор тех или иных решений, при этом нечеткость, размытость области принятия решений очевидна. Кроме того при разработке календарных планов не исключается использование группы экспертов в качестве ЛПР, которые могут использовать суждения, которые трудно оценить количественно.

Принятие решений ЛПР при реализации интерактивной процедуры в случае привлечения нескольких экспертов, может проводиться с использованием двух методов:

1. Сведение количественных оценок экспертов к общей оценке для сравнения вариантов. Например, могут использовать различные модификации метода Дельфи, метод Черчмена-Акоффа, метод фон Неймана-Моргенштерна [1, 2].

2. Использование качественных оценок экспертов, обработка оценок с помощью аппарата нечеткой логики и оценка вариантов.

Для обработки качественных оценок экспертов в рамках многокритериальной оптимизации при календарном планировании предлагается использовать аппарат нечеткой логики при принятии решений.

Нечёткая логика (Fuzzy Logic) – математическая основа для обработки нечёткой, размытой информации и формирования правил принятия решений, описываемых человеком с помощью вербальных конструкций [3, 4]. Нечёткая логика успешно применяется для решения задач с высокой неопределённостью, размытостью целей и начальных условий и недостатком числовой информации. В качестве примеров успешного применения методов нечёткой логики в различных сферах экономики и управления, в первую очередь в рамках оценочной деятельности (оценка эффективности образовательной деятельности, оценка успешности профессиональной деятельности в атомной энергетике, оценка энергетической безопасности и др.).

В наибольшей степени аппарат нечёткой логики подходит для анализа экспертных оценок, выраженных в виде вербальных описаний, когда получение количественных значений от экспертов затруднительно. В мышлении человека, как правило, используются образы, слова, но человек в меньшей степени способен обрабатывать числовую информацию, поэтому попытки постановки задачи экспертам, когда от них требуется указать конкретные числовые значения (например, оценка качества, весовые коэффициенты, вероятность события и т.д.), обычно приводят к необоснованности, субъективности и противоречивости таких оценок. Более уверенными и объективными будут ответы экспертов, носящие нечисловой характер – например, опирающиеся на порядковые шкалы,

ранжирование и другие аналогичные виды оценок, которые могут быть вполне достаточными для принятия решений даже при отсутствии точных числовых данных о значениях каких-либо показателей. Примерами подобных нечисловых экспертных оценок могут являться такие суждения, как «качество данного варианта решения скорее выше, чем у эталона» или «стоимость изготовления опытного образца будет незначительно превышать известный эталон». Такие оценки являются вполне достаточными для определения нечётких переменных и их числовой обработки наряду с другими, более детерминированными показателями.

Основные положения теории нечётких множеств были сформулированы Л. Заде [5], который ввёл понятие функции принадлежности μ , для традиционного чёткого множества принимающей значения 0 (не принадлежит множеству) или 1 (принадлежит множеству), а для нечёткого множества – любые значения из интервала $[0;1]$, что означает частичную принадлежность к множеству. Он же сформулировал понятие лингвистической переменной, значения которой описываются вербально, и каждому из которых соответствует определённое значение функции μ . Над лингвистическими переменными можно производить математические операции, такие как пересечение, объединение, инверсия, сложение, умножение, композиция и др. путём совершения определённых действий над их функциями принадлежности. Результатом таких операций являются нечёткие множества, также описываемые некоторыми функциями принадлежности.

Решение проблемы с помощью аппарата нечёткой логики, как правило, происходит следующим образом. Первоначально задаются лингвистические переменные, и их нечёткие значения описываются функциями принадлежности. Затем исходные данные интерпретируются на языке лингвистических переменных. Нечёткие значения исходных данных могут вербально задаваться человеком либо определяться на основе точных числовых данных. К лингвистическим переменным применяются необходимые операции (например, композиция) для получения значения итогового показателя. В завершении итоговое нечёткое множество представляется в виде центроидного численного значения, соответствующего его «центру тяжести», на основе интерпретации которого и принимается решение.

Рассмотрим применение аппарата нечеткой логики на примере принятия решения по выбору оптимального варианта календарного плана инвестиционно-строительного проекта.

Пусть перед ЛПР ставится задача выбора варианта, имеющего удовлетворительные значения по всем критериям. При этом анализируются не только варианты, имеющие оптималь-

ное значение i -го критерия, но и варианты, удовлетворяющие неравенству (1).

$$q_i^*(x) < q_i(x) < q_i^*(x) + \Delta q_i(x) \quad (1)$$

$$x \in D \quad x \in D \quad x \in D$$

где $q_i(x)$ – локальный критерий;

$q_i^*(x)$ – оптимальное значение локального критерия;

Δq_i – допустимая уступка для локального критерия.

Для оценки вариантов с применением нечёткой логики предлагается методика, включающая в себя следующие этапы.

1. Определяется состав экспертной группы, включающей N экспертов, обладающих необходимым уровнем компетентности для решения поставленной задачи. Оптимальная численность группы будет определяться спецификой конкретного инвестиционно-строительного проекта, однако рекомендуемое количество экспертов – около 7 человек. По мнению Э.А. Уткина, наиболее точные решения принимаются группой в 5-11 человек. С.И. Самыгин и Л.Д. Столяренко в качестве оптимальной численности группы указывают 7 ± 2 человека. Эталонный количественный состав эффективной малой группы рассматривается в работах А.М. Карякина, Э.М. Короткова, В.Н. Машкова, А.Н. Силина и др. [6-10].

2. Выбирается вариант решения, который будет рассматриваться в качестве эталона для сравнения.

3. В соответствии со спецификой предметной области экспертным путем задаются предельные значения оценки варианта O_e , определяющие максимально допустимую степень расхождения оценки варианта от проекта-эталона – как в сторону увеличения ($O_{e, \max}$), так и в сторону уменьшения ($O_{e, \min}$).

Для приведения дальнейших расчётов к линейному виду в целях сокращения их вычислительной трудоёмкости преобразуем значения O_e в логарифмическую шкалу $O_{e, \log}$. Тогда $O_{e, \max, \log} = \lg(O_{e, \max})$, $O_{e, \min, \log} = \lg(O_{e, \min})$. Обозначим выбранную логарифмическую шкалу X , таким образом, значения на ней будут лежать в интервале $x \in [O_{e, \min, \log}; O_{e, \max, \log}]$.

Пусть проекты не могут считаться эталонами при различии в уровне сложности более чем

$$O_{e, \log, i} = \{ (x, \mu(x)) \mid x \in X, \mu(x) \in [0; 1] \}, \quad i = 1, \dots, N, \quad (4)$$

где x – дискретные значения на логарифмической шкале X , $x \in [O_{e, \min, \log}; O_{e, \max, \log}]$ с шагом s ;

$\mu(x)$ – значения функции принадлежности нечёткого множества $O_{e, i}$ на шкале X , выбираемые из соответствующей строки табл. 1.

в 10 раз, тогда предельными значениями будут являться $O_{e, \max} = 10$ и $O_{e, \min} = 0, 1$. Следовательно:

$$O_{e, \max, \log} = \lg(10) = 1 \quad (2)$$

$$O_{e, \min, \log} = \lg(0, 1) = -1 \quad (3)$$

$$x \in [-1; 1].$$

Пусть логарифмическая шкала X является дискретной с некоторым небольшим шагом s (например, $s = 0, 1$). Допущение дискретности шкалы существенно упрощает вычисления, необходимые для выполнения последующих операций с нечёткими множествами, при сохранении достаточной точности результатов.

4. Задаётся множество возможных лингвистических значений оценки варианта. Каждое значение описывается с помощью функции принадлежности $\mu \in [0; 1]$, дискретно определённой на шкале X : $x \in [O_{e, \min, \log}; O_{e, \max, \log}]$ с выбранным шагом s и может быть представлено, например, в табличной форме (табл. 1).

Лингвистические значения могут содержать в себе невысокую или высокую степень размытости утверждений. Невысокой размытости утверждений, как правило, соответствует треугольное нечеткое число, высокая степень размытости может описываться нечеткими числами с более сложной формой функции принадлежности.

Возможные лингвистические значения $O_{e, \log}$ представлены в таблице 1 [11, 12], а примеры соответствующих функций принадлежности – на рисунках 1 и 2.

Полный перечень возможных лингвистических значений $K_{e, \log}$ и соответствующих им значений μ должны быть подобраны и скорректированы в процессе апробации алгоритма, реализующего настоящую методику.

5. Каждому из N экспертов предлагается высказать своё суждение относительно оценки варианта по отношению к проекту-эталону путём выбора одного из предложенных лингвистических значений, перечень которых сформирован на этапе 3 (табл. 1).

На основе суждения, выбранного i -м экспертом, значение коэффициента сложности $O_{e, \log, i}$ представляется в виде нечёткого множества:

Таблица 1

Лингвистические значения коэффициента сложности

Лингвистические значения оценки варианта	Значения функции принадлежности μ при данных значениях по шкале X																				
	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Невысокая степень размытости утверждений																					
Множественно хуже эталона	0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Существенно хуже эталона	0	0	0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Умеренно хуже эталона	0	0	0	0	0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Незначительно ниже эталона	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Почти не отличается от эталона	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Незначительно лучше эталона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0
Умеренно лучше эталона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0
Существенно лучше эталона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0	0	0	0
Множественно лучше эталона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0	0
Высокая степень размытости утверждений																					
Умеренно или существенно хуже эталона	0	0	0,2	0,5	0,8	1	1	1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Умеренно или существенно лучше эталона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,6	1	1	1	0,8	0,5	0,2	0	0	0
Скорее хуже, чем лучше эталона	0	0	0	0,2	0,5	0,8	1	1	1	1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Скорее лучше, чем хуже эталона	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,6	1	1	1	1	1	0,8	0,5	0,2	0	0	0	0
Обязательно хуже эталона, но неизвестно, насколько	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Обязательно лучше эталона, но неизвестно, насколько	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

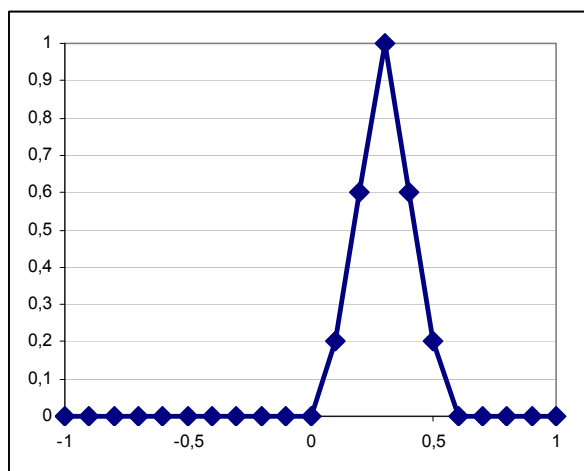


Рисунок 1. Функция принадлежности лингвистического значения нечеткой величины «Умеренно лучше эталона»

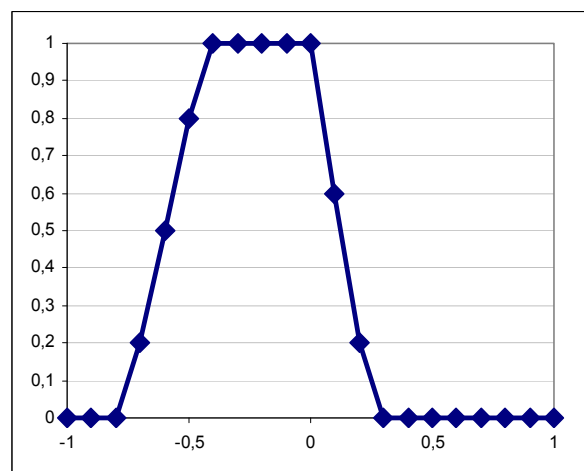


Рисунок 2. Функция принадлежности лингвистического значения нечеткой величины «Скорее хуже, чем лучше эталона»

6. Для нахождения интегральной экспертной оценки значения коэффициента $O_{\text{влог}}$ в виде нечёткого множества применяется максиминное правило композиции нечётких множеств:

$$O_{\text{влог.1}} \circ \dots \circ O_{\text{влог.N}} = \left\{ \left(x, \mu(x) = \max_{x \in X} \left\{ \min_{i=1, \dots, N} \left(\mu_i(x_i) \right) \right\} \mid x \in X \right) \mid \forall x_1, \dots, \forall x_n \right\}, \quad (5)$$

где $O_{\text{влог.1}} \circ \dots \circ O_{\text{влог.N}}$ – композиция нечётких множеств, определённых на логарифмической шкале X ;

x_1, \dots, x_n – дискретные значения на логарифмической шкале X , которым соответствуют значения функций принадлежности множеств $O_{\text{влог.1}}, \dots, O_{\text{влог.N}}$, соответствующие значениям x_1, \dots, x_n ;

$\mu_1(x_1), \dots, \mu_N(x_N)$ – значения функций принадлежности множеств $O_{\text{влог.1}}, \dots, O_{\text{влог.N}}$, соответствующие значениям x_1, \dots, x_n .

В связи с дискретным характером шкалы X значения x , получаемые в ходе расчёта по формуле (5), будут округляться до ближайшего шага s .

Таким образом, интегральная экспертная оценка значения коэффициента $O_{\text{влог}}$ также будет представлять собой нечёткое множество, описанное с помощью функции принадлежности $\mu \in [0; 1]$, дискретно определённой на шкале X : $x \in [O_{\text{вмин.лог}}, O_{\text{вмакс.лог}}]$ с выбранным шагом s .

7. Искомое значение оценки варианта $O_{\text{влог}}$ определяется как центроидное численное значение полученного нечёткого множества:

$$O_{\text{влог.числ}} = \frac{\sum_{i=1}^M x_i \cdot \mu_i}{\sum_{i=1}^M \mu_i}, \quad (6)$$

где M – число дискретных значений на множестве X .

Для перехода от логарифмической шкалы к исходной полученное значение необходимо использовать в качестве показателя степени:

$$O_{\sigma} = 10^{O_{\text{влог.числ}}} \quad (7)$$

8. Значение O_{σ} , полученное на этапе 6, представляет собой искомое значение оценки, которое может быть использовано при выборе варианта. Однако при принятии решений необходимо учитывать уровень неопределённости, возникающий в процессе определения значения оценки, и соответствующие погрешности этого значения. Для оценки таких погрешностей необходимо определить степень размытости нечёткого множества, соответствующего значению коэффициента $O_{\text{влог.числ}}$, по следующей формуле:

$$\sigma_{\text{лог}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M x_i^2 \cdot \mu_i}{\sum_{i=1}^M \mu_i} - \left(\frac{\sum_{i=1}^M x_i \cdot \mu_i}{\sum_{i=1}^M \mu_i} \right)^2} \quad (8)$$

Для перехода от логарифмической шкалы к исходной полученное значение необходимо использовать в качестве показателя степени:

$$\sigma = 10^{\sigma_{\text{лог}}} \quad (9)$$

Достаточным практическим приближением полученной экспертной оценки значения оценки будет являться случайная величина, имеющая нормальное распределение и описываемая математическим ожиданием $O_{\text{влог.числ}}$ и стандартным отклонением $\sigma_{\text{лог}}$, где значения $O_{\text{влог.числ}}$ и $\sigma_{\text{лог}}$ рассчитываются по формулам (6) и (8).

Из свойств нормального распределения следует предположение, что прогнозируемое значение оценки варианта не будет выходить за пределы $O_{\text{влог.числ}} \pm 3\sigma_{\text{лог}}$ с вероятностью 99,73%, $O_{\text{влог.числ}} \pm 2\sigma_{\text{лог}}$ с вероятностью 95,45%, $O_{\text{влог.числ}} \pm \sigma_{\text{лог}}$ с вероятностью 68,27%.

Для перехода от логарифмической шкалы к исходной следует использовать формулы (7) и (9).

Рассмотренная методика может быть реализована с помощью алгоритма, являющегося компонентом системы поддержки принятия решений при составлении календарных планов.

Перед началом практического применения системы поддержки принятия решений расчётный алгоритм должен пройти этап апробации. Апробация алгоритма производится на известных прецедентах путём предъявления системе ряда инвестиционно-строительных проектов, для которых известны отличия вариантов (входные факторы) и выходной параметр (например, стоимость выполнения проекта). В процессе апробации подбираются лингвистические значения оценки варианта и соответствующие им функции принадлежности таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений прогнозируемых коэффициентов сложности от фактических была минимальной. Кроме того может быть увеличена согласованность экспертов посредством расчета коэффициента конкордации и дальнейшей корректировки состава экспертов и процедур экспертных измерений.

Литература

1. Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении / В.С.Анфилатов, А.А.Емельянов, А.А.Кукушкин. – М.: Финансы и статистика, 2003. – С.123-127.
2. Ерошкин, С.Ю. Анализ подходов к оценке экспертной информации при прогнозировании инновационных решений / С.Ю.Ерошкин, В.В.Поляков // В кн. Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – М.: МАКС Пресс, 2005. – С.150-169.
3. Zadeh L.A. FuzzySets // Information and Control. – 1965. – №8. – P. 338-353.
4. Zimmermann H.J., Zysno P. Decision Analysis and Evaluations by Hierarchical Aggregation of Information // Fuzzy Sets and Systems. – 1983. – Vol. 10. - P. 243-266.
5. Заде, Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию проблемных решений. – М.: Мир, 1976.
6. Карякин, А.М. Организационное поведение. – Иваново: ИГЭУ, 2005;
7. Уткин, Э.А. Управление фирмой / Э.А.Уткин, А.И. Кочеткова.– М.: АКАЛИС, 1996.
8. Самыгин, С.И. Психология управления / С.И. Самыгин, Л.Д. Столяренко. – Ростов н/Д.: Феникс, 1997
9. Машков, В.Н. Психология управления. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2000;
10. Организационное поведение / Под ред. Э.М.Короткова и А.Н.Силина. – Тюмень: Вектор Бук, 1998.
11. Грубов, Е.О. Разработка системы поддержки принятия решений в вузе на основе теории нечетких множеств: дисс. ... канд. экон. наук / Е.О. Грубов / Иван. гос. энергет. ун-т. – Иваново, 2001
12. Карякин, А.М. Система поддержки принятия решений в вузе с использованием методов нечёткой логики / Е.О. Грубов, А.М. Карякин. – Деп. в ВИНТИ, №2455-В99 / Иван. гос. энергет. ун-т. – Иваново, 1999.

УДК 338.431.7

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ СФЕРЫ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Стовба Евгений Владимирович (stovba2005@rambler.ru)

Бирский филиал ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Абдрашитова Альфира Тимерьяновна

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии

В статье обосновывается необходимость использования методов оптимизационного моделирования при разработке прогнозов развития агропродовольственной сферы сельских территорий. Приведены результаты оптимизации производственной отраслевой структуры агроорганизаций на примере типичной сельской территории Республики Башкортостан. Предложен прогнозный сценарий развития агропродовольственной сферы на уровне сельской территории.

Ключевые слова: прогнозирование, моделирование, оптимизация, производственная отраслевая структура, агропродовольственная сфера, сельские территории.

В настоящее время разработка эффективной стратегии развития агропродовольственной сферы сельских территорий является одним из важных направлений исследований отечественных ученых-экономистов. Актуальность данной проблематики обусловлена тем, что в краткосрочной и среднесрочной перспективе уменьшение объемов продукции растениеводства и животноводства, производимой отечественными производителями, может в негативном плане воздействовать на уровень и качество жизни населения, и, в частности, на показатели, выражающие самообеспеченность населения продуктами питания.

Ограниченность внутренних ресурсов производства сельскохозяйственной продукции и резкое увеличение объемов импортных поставок продуктов питания определяет принятие антикризисных мер, при разработке которых

лучше всего основываться на модельных решениях. Разработка и реализация модельных решений будет способствовать сокращению непроизводительных затрат при одновременных положительных сдвигах в производственной структуре прибыльных отраслей агроформирований и позволит отечественным сельским товаропроизводителям значительно увеличить прибыль от ведения производственной деятельности.

Зарубежный опыт применения аппарата экономико-математического моделирования свидетельствует, что модели распределения производственных ресурсов на уровне сельских территорий, связанные с учетом факторов риска и неопределенности, получают все большее распространение [9]. В экономически развитых странах разрабатываемые модели служат задачами стабилизации внутреннего рынка аграр-