

УДК 303.732.4

UDC 303.732.4

**НЕЧЕТКИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
ОБОСНОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ
ОБЪЕМА КРЕДИТОВАНИЯ МАЛЫХ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ¹**

**INDISTINCT MATHEMATICAL MODELS
SUBSTANTIATION AND PLAN VOLUME OF
CREDITING OF SMALL AGRICULTURAL
BUSINESS**

Барановская Татьяна Петровна
д. э. н., профессор

Baranovskaya Tatyana Petrovna
Dr.Sci.Econ., professor

Ефанова Наталья Владимировна
к.э.н., доцент

Efanova Natalya Vladimirovna
Cand.Econ.Sci., assistant professor

Симонян Р.Г.
ст. преподаватель
*Кубанский Государственный Аграрный
Университет, Краснодар, Россия*

Simonyan R.G.
Senior lecturer
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье приведены результаты экономико-математического моделирования процессов, протекающих в производственных цепях малых сельскохозяйственных предприятий с использованием теории нечетких множеств. Разработаны нечеткие математические модели обоснования эффективности использования кредитных средств

In this article outcomes of economic-mathematical modeling of the processes, which are flowing past in manufacturing chains of the small agricultural business, are resulted. The structure of a developed complex of models of planning and production management in farms is featured. The Indistinct mathematical models substantiation efficiency use of credit funds is developed

Ключевые слова: МОДЕЛЬ, ПРОИЗВОДСТВО, СИСТЕМА, МАЛОЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПОТОКОВАЯ СХЕМА, ИНТЕРВАЛ ДОСТОВЕРНОСТИ, ТРЕУГОЛЬНОЕ НЕЧЕТКОЕ ЧИСЛО

Keywords: MODEL, PRODUCTION, SYSTEM, SMALL AGRICULTURAL BUSINESS, COST EFFICIENCY, DATA-FLOW PLAN, INTERVAL OF RELIABILITY, TRIANGULAR INDISTINCT NUMBERS

Основу любого бизнеса составляет собственный капитал, но в сельскохозяйственных предприятиях объем используемых заемных финансовых средств значительно превосходит объем собственного капитала. Поэтому привлечение и использование заемных финансовых средств является важнейшим аспектом финансовой деятельности сельскохозяйственных предприятий, направленной на достижение высоких конечных результатов хозяйствования.

В рамках государственного регулирования согласно Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и

¹ Выполнено при поддержке РГНФ (проект № 10-02-00174а)

продовольствия на 2008-2012 годы утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2007г. № 446 (далее Программа) планируется повышение финансовой устойчивости сельского хозяйства. Согласно Программе финансовая неустойчивость отрасли, обусловленная нестабильностью рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, накопленной декапитализацией, недостаточным притоком частных инвестиций на развитие отрасли, слабым развитием страхования при производстве сельскохозяйственной продукции.

Для достижения финансовой устойчивости сельскохозяйственных предприятий, согласно Программе, необходимо повышение финансовой устойчивости сельского хозяйства за счет мер по расширению доступа сельскохозяйственных товаропроизводителей к кредитным ресурсам на льготных условиях и повышению удельного веса застрахованных площадей посевов в общей площади до 40 процентов.

Для организаций выдающих кредит необходимо оценить эффективность сельскохозяйственного производства для принятия решения о выдаче кредита. Так, например, ОАО «Россельхозбанк» предоставляет кредиты на проведение сезонных работ под залог продукции будущего урожая сельскохозяйственным товаропроизводителям (юридическим лицам или физическим лицам, имеющим статус индивидуального предпринимателя) либо иным субъектам хозяйственной деятельности, осуществляющим производство продукции растениеводства. Для получения кредита заемщику необходимо предоставить информацию об эффективности производства.

Сельскохозяйственному предприятию также необходимо запланировать эффективность производства и рассчитать объем денежных средств на компенсацию затрат сельскохозяйственного производства включающих как собственные так и заемные средства.

В данной статье представлены нечеткие математические модели оценки и планирования эффективности и расчета объема денежных затрат для производства сельскохозяйственной продукции.

При прогнозировании часто используют приближенные значения показателей. Такой инструмент теории нечетких множеств как нечеткие числа позволяет учесть неопределенность не только значения показателя, но и мнения экспертов. В связи с этим задача построения нечетких чисел для различных экономических показателей представляется актуальной.

К наиболее распространенным типам нечетких чисел относятся треугольные нечеткие числа (ТНЧ) [1]. Общий вид функции принадлежности ТНЧ представлен на рисунке 1.

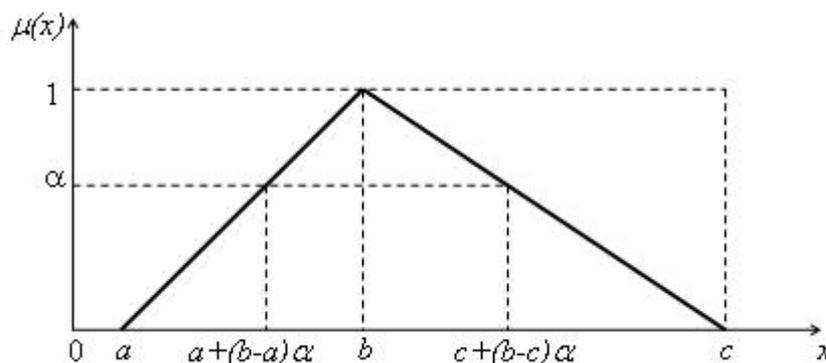


Рисунок 1 – Функция принадлежности треугольного нечеткого числа

$$f_{\Delta}(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (1)$$

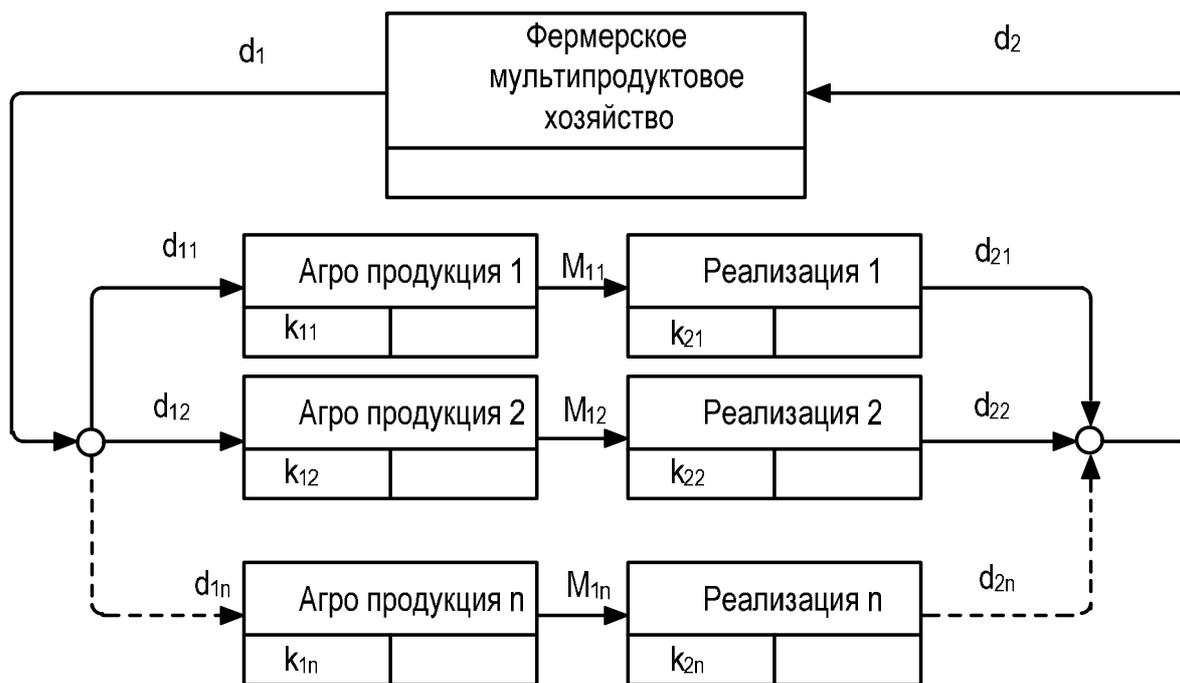


Рисунок 2. Схема материально-денежных потоков в мультипродуктовом малом сельскохозяйственном предприятии.

На рис. 2 приведена разработанная нами схема денежно-материальных потоков в малом мультипродуктовом сельскохозяйственном предприятии. Схема показывает процесс преобразования этих потоков. Исходный денежный поток d_1 , компенсации затрат на производство сельскохозяйственной продукции, разделяется на несколько составляющих (d_{11} , d_{12} , ..., d_{1n}), каждая из которых компенсирует затраты на производство конкретного вида продукции и складывается из собственных и заемных средств. Материальный поток полученной агропродукции (M_{11} , M_{12} , ..., M_{1n}) поступает на свой сегмент рынка, где реализуется и превращается в денежный поток выручки по данному виду продукции (d_{21} , d_{22} , ..., d_{2n}). Потоки выручки складываются в суммарный поток выручки по предприятию (d_2). При этом k_1 – коэффициент преобразования денежного потока на компенсацию затрат в материальный поток полученной агропродукции, k_2 – коэффициент преобразования объема полученной продукции в денежный поток выручки от реализации продукции.

Математический анализ материально-денежных потоков данной схемы позволил рассчитать денежный поток от реализации готовой продукции и создать детерминированную модель оценки и планирования эффективности малых мультипродуктовых сельскохозяйственных предприятий[2]:

$$d_2 = \sum_{i=1}^n d_{2i} = \sum_{i=1}^n P_{fi} M_{1i} = \sum_{i=1}^n \frac{P_{fi}}{C_{fi}} d_{1i} \quad (2)$$

$$\mathcal{E}_{fi} = \frac{P_{fi}}{C_{fi}} = \frac{d_{2i}}{d_{1i}}, \quad (3)$$

Где \mathcal{E}_{fi} - эффективность i -го производственного потока;

P_{fi} – цена реализации единицы произведенной агропродукции i -го вида;

C_{fi} – затраты малого сельскохозяйственного предприятия на производство единицы агропродукции i -го вида;

n – количество видов производимой агропродукции.

Общая эффективность мультипродуктового малого сельскохозяйственного предприятия равна:

$$\mathcal{E}_{fm} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{fi} x_i, \quad (4)$$

$$\text{где } x_i = \frac{d_{1i}}{d_1}, \quad (5)$$

Общая эффективность мультипродуктового малого сельскохозяйственного предприятия \mathcal{E}_{fm} складывается из произведений эффективностей цепей производства и реализации видов агропродукции \mathcal{E}_{fi} и соответствующих коэффициентов ξ_i .

Коэффициент ξ_i , показывающий какая доля от финансового потока d_1 идет на компенсацию затрат при производстве i – го вида агропродукции.

При этом если $\mathcal{E}_{fm} < 1$, то предприятие несет убытки. При $\mathcal{E}_{fm} > 1$ предприятие получает прибыль.

Данная модель детерминированная, т.е. модель не учитывает случайный характер сельскохозяйственного производства, и может быть использована только для оценки эффективности.

При производстве сельскохозяйственной продукции неопределенной величиной является урожайность. Построим ТНЧ для прогнозируемой величины урожайности. Ось абсцисс характеризует степень уверенности эксперта, ось ординат – значение величины урожайности v . На рисунке 3 представлено ТНЧ наиболее вероятного значения урожайности v (треугольник ABC). Вершина B характеризует значение v – наиболее вероятный объем урожайности. Вершины A и C – левая и правая граница полученного ТНЧ, которые характеризуют, соответственно, минимальный v_{min} и максимальный v_{max} объем урожайности.

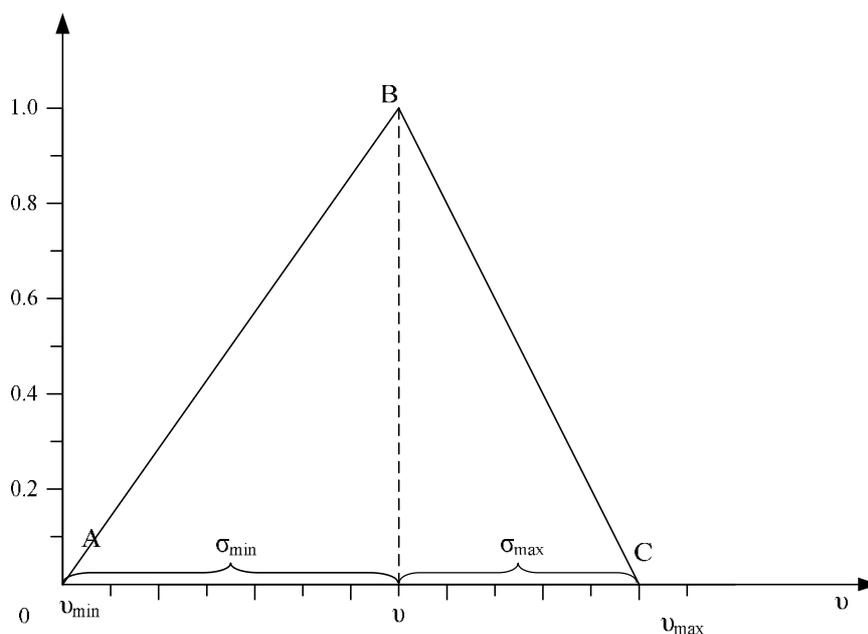


Рисунок 3 – ТНЧ наиболее вероятного значения урожайности.

σ_{\min} – коэффициент предельного неблагоприятия, σ_{\max} – коэффициент предельного везения. Данные коэффициенты необходимы для получения числовых значений v_{\min} и v_{\max} :

$$v_{\min} = v - v\sigma_{\min} = v(1 - \sigma_{\min})$$

$$v_{\max} = v + v\sigma_{\max} = v(1 + \sigma_{\max})$$

По мере приближения к точкам А и С уверенность эксперта в достижении предельных значений для урожайности падает. Это связано с тем, что σ_{\max} надо рассчитывать при наиболее благоприятных условиях, а σ_{\min} – при самых неблагоприятных условиях, а вероятность наступления самых наилучших или самых наихудших условий стремится к нулю. В общем случае $\sigma_{\min} \neq \sigma_{\max}$, причем $\sigma_{\max} < \sigma_{\min}$. Это закономерно, так как принято при прогнозировании закладываться на худшее в большей степени, чем на лучшее. Таким образом, получаем треугольное нечеткое число $v = (v_{\min}; v; v_{\max})$ – «Значение урожайности равно примерно v и однозначно лежит в диапазоне $[v_{\min}; v_{\max}]$ ».

Урожай вовсе может погибнуть, следовательно, можно уточнить левую границу ТНЧ. При этом получаем ТНЧ значения урожайности:

$v = (0; v; v_{\max})$ – «Значение урожайности равно примерно v и однозначно лежит в диапазоне $[0; v_{\max}]$ ». Таким образом, учтена неопределенность производства сельскохозяйственной продукции.

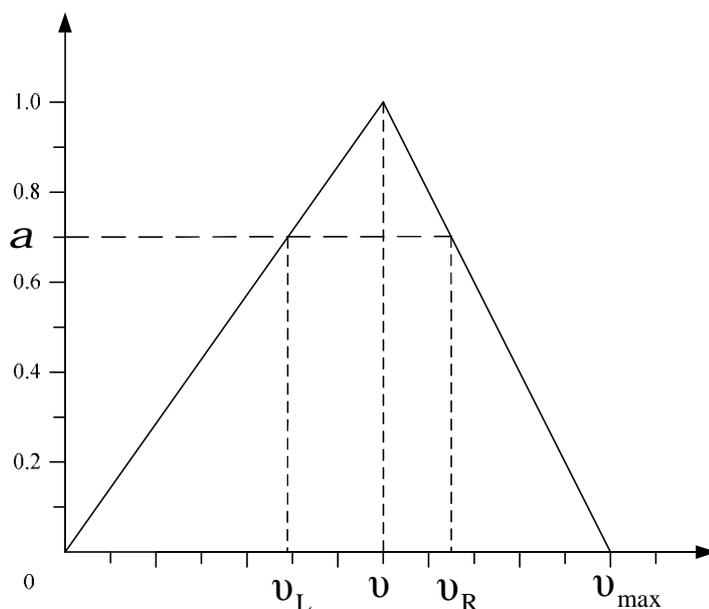


Рисунок 4 – α -сечение ТНЧ наиболее вероятного значения урожайности.

Используем понятие α -сечения в теории нечетких множеств применительно к ТНЧ наиболее вероятного значения урожайности для сужения его интервала достоверности. α -сечением (или множеством α -уровня) нечеткого множества «Значение урожайности равно примерно v » называется подмножество универсума «Все возможные значения урожайности», элементы которого имеют степени принадлежности большие или равные α . Значение α называют α -уровнем, в данном случае α равно заданному уровню уверенности эксперта в том, что реальные условия для получения планируемой урожайности соответствуют прогнозируемым условиям [1]. Например, при $\alpha = 0,7$ интервал достоверности для v равен $[v_L; v_R]$ (рис. 4).

Рассчитаем затраты малого сельскохозяйственного предприятия на производство единицы продукции i -го вида с учетом интервала достоверности нечеткого множества «Значение урожайности равно примерно v ».

В [2] материальный поток объема производства i – й полеводческой культуры рассчитывается как:

$$M_{1i} = v_i * x_i, \quad (6)$$

где x_i - площадь посева i – й полеводческой культуры;

v_i – урожайность i – й полеводческой культуры.

И:

$$M_{1i} = \frac{d_{1i}}{C_{fi}} \quad (7)$$

С учетом (6) и (7) получаем

$$C_{fi} = \frac{d_{1i}}{v_i * x_i} \quad (8)$$

С учетом интервала достоверности нечеткого множества «Значение урожайности равно примерно v » имеем значение затрат малого сельскохозяйственного предприятия на производство единицы агропродукции i -го вида:

$$[C_{fiL}; C_{fiR}] = \frac{d_{1i}}{[u_{iL}; u_{iR}] * x_i} \quad (9)$$

Следующим шагом проводимого исследования стала разработка нечеткой модели планирования денежного потока выручки и эффективности малого сельскохозяйственного предприятия. Для этого воспользуемся постулатами теории нечетких множеств:

- действительное число есть частный случай ТНЧ;
- сумма ТНЧ есть ТНЧ;
- ТНЧ, умноженное на действительное число, есть ТНЧ

Подставив рассчитанное значение затрат малого сельскохозяйственного предприятия на производство единицы

агропродукции i -го вида (9) в (2) получим нечеткую модель планирования денежного потока выручки:

$$[d_{2L}; d_{2R}] = \left[\sum_{i=1}^n (u_{Li} * x_i * P_{fi}); \sum_{i=1}^n (u_{Li} * x_i * P_{fi}) \right] \quad (10)$$

Аналогично, учитывая (3), (4) и (5), получаем нечеткую модель планирования эффективности малого сельскохозяйственного предприятия:

$$[\mathcal{E}_{fmL}; \mathcal{E}_{fmR}] = \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{u_{Li} * x_i * P_{fi}}{d_1} \right); \sum_{i=1}^n \left(\frac{u_{Ri} * x_i * P_{fi}}{d_1} \right) \right] \quad (11)$$

Эта модель эффективности учитывает неопределенность производства сельскохозяйственной продукции, что более соответствует реальным условиям функционирования экономических систем.

Далее рассчитаем объем денежных средств, компенсирующих затраты на производство с учетом интервала достоверности нечеткого множества «Значение урожайности равно примерно u » и заданным уровнем эффективности.

Учитывая (3), (4) и (5), (9) получаем интервал достоверности расчета объема денежных затрат на производство сельскохозяйственной продукции:

$$[d_{1L}; d_{1R}] = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (u_{Li} * x_i * P_{fi})}{\mathcal{E}_{fm}}; \frac{\sum_{i=1}^n (u_{Ri} * x_i * P_{fi})}{\mathcal{E}_{fm}} \right] \quad (12)$$

При расчете по данной модели используется значение эффективности мультипродуктового сельскохозяйственного предприятия рассчитанного с помощью детерминированной модели расчета эффективности - (4).

Приведем пример работы с представленными моделями.

Допустим, предприятие занимается выращиванием сахарной свеклы, подсолнечника, картофеля, кукурузы и моркови столовой. Экспертами предприятия заполняется таблица с исходными данными следующего вида:

Таблица 1. Известные величины для расчета эффективности.

Наименование	x_i , га	P_{fi} , руб/т	v_i , ц/га	d_{li} , руб
Сахарная свекла	1,5	1639	297,1	65453
Подсолнечник	5	11252	19	87420
Картофель	2	10799	108,6	221025
Кукуруза	4	4440	31	31240
Морковь столовая	1,3	10651	140,8	112540

Далее производятся расчеты эффективности мультипродуктового предприятия согласно (4) с учетом (3), (5) и (8). В идеальных условиях эффективность предприятия будет соответствовать следующему значению:

$$Э_{fm} = 1,284$$

Рассчитаем эффективность с помощью нечеткой модели. Для этого экспертам необходимо добавить к существующим данным еще и данные по максимально возможной урожайности (v_{imax}) и собственной уверенности в том, что урожайность будет равна наиболее вероятной урожайности, т.е. задать α -уровень для каждого вида продукции (Таблица 2).

Таблица 2. Задаваемые величины для расчета эффективности

Наименование	x_i , га	P_{fi} , руб/т	v_i , ц/га	d_{li} , руб	v_{imax} , ц/га	α
Сахарная свекла	1,5	1639	297,1	65453	463,3	0,7
Подсолнечник	5	11252	19	87420	24	0,75
Картофель	2	10799	108,6	221025	225	0,8
Кукуруза	4	4440	31	31240	54	0,9
Морковь столовая	1,3	10651	140,8	112540	331,3	0,7

Левая и правая границы интервала достоверности урожайности рассчитываются по формулам, указанным на рисунке 1 и равны соответственно $u_L = ua$, $u_R = u_{max} + (u - u_{max})$. Рассчитанные значения интервала достоверности ТНЧ «Значение урожайности равно примерно u и однозначно лежит в диапазоне $[0; v_{max}]$ » представлены в таблице 3.

Таблица 3. Расчет значений интервала достоверности ТНЧ.

Наименование	v_{iL} , ц/га	v_{iR} , ц/га
Сахарная свекла	207,97	346,96
Подсолнечник	14,25	20,25
Картофель	86,88	131,88
Кукуруза	27,9	33,3
Морковь столовая	98,56	197,95

Произведем расчеты эффективности мультипродуктового предприятия с учетом интервала достоверности для урожайности согласно (11). В условиях неопределенности эффективность предприятия будет находиться в следующем интервале:

$$[\mathcal{E}_{fmL}; \mathcal{E}_{fmR}] = [0,975; 1,579]$$

Таким образом, при урожайности равной левой границы интервала достоверности предприятие будет нести убытки, так как $\mathcal{E}_{fmL} < 1$.

Рассчитаем инвестиции в агропроизводство с учетом интервала достоверности нечеткого множества «Значение урожайности равно примерно u » и заданным уровнем эффективности.

Из предыдущих расчетов нам известно, что в идеальных условиях $\mathcal{E}_{fm} = 1,284$. Используя данные таблиц 2, 3 и (12) интервал достоверности для денежного потока компенсации затрат на производство сельскохозяйственной продукции будет равен:

$$[d_{iL}; d_{iR}] = [393389,5; 636706,2]$$

Таким образом, чтобы получить $\mathcal{E}_{fm} = 1,284$ при минимальной урожайности из интервала достоверности (v_{iL}) необходимо затратить

636706,2 руб. При максимальной урожайности из интервала достоверности (v_{iR}) необходимо затратить 393389,5 руб.

Выводы

В результате проведенного анализа схемы денежно-материальных потоков в малом мультипродуктовом сельскохозяйственном предприятии с применением теории нечетких чисел нам удалось построить ТНЧ для прогнозируемого значения урожайности агропродукции. С использованием интервала достоверности нечеткого множества «Значение урожайности равно примерно v » рассчитаны доверительные интервалы ТНЧ затрат малого сельскохозяйственного предприятия на производство единицы агропродукции. Получены интервалы достоверности для финансового потока выручки от реализации агропродукции. Разработана модель обоснования эффективности использования кредитных средств, учитывающая неопределенность производства агропродукции, которая более соответствует реальным условиям функционирования экономических систем. Разработана нечеткая модель расчета объема денежных затрат для производства сельскохозяйственной продукции.

Литература

1. Ефанова Н.В., Лойко В.И. Модели и методики управления рисками в производственных системах АПК: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 217 с.
2. Барановская Т.П., Лойко В.И., Симонян Р.Г. Модели управления экономикой фермерских хозяйств (часть 1) // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – № 63(09).