

ското и скармливалось ему в чистом виде или приготавливались смеси на примитивной основе в связи с отсутствием специальных плющильно-смесительных установок.

Особенно проблемным вопросом оставалось скармливание консервированного плющеного зерна, в том числе кукурузы, свиноголовою. Эту проблему стали решать двумя путями.

1. Начиная с 2007 г. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», совместно с РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» стали разрабатывать рецепты для КРС и свиней, технологию и установку по приготовлению кормовых смесей на основе консервированного зерна с автоматизированной системой дозирования производительностью 2–3 т/ч, что давало возможность, кроме консервированного зерна, использовать в составе кормосмеси сухое плющенное зерно других культур, белково-витаминно-минеральные добавки и жидкие компоненты (жиры, меласса, сгущенная сыворотка и др.) для обогащения и связывания компонентов с получением однородности смеси 85–90 %.

2. Специально для свиноголового была разработана технология и необходимое оборудование по заготовке и скармливанию влажного зерна кукурузы в жидком виде по примеру немецкой технологии, опробованной в ГСЦ «Западный» Брестского района.

Особенность этой технологии состояла в том, что уборка кукурузы на зерно начиналась при влажности зерна 25–35 %. Влажное зерно от комбайнов транспортируется к месту хранения, где оно измельчается на дробилке «Mulle MCX-241» фирмы «Geringhoff» (Германия) с мелким модулем помола (средний размер частиц 0,9–1,1 мм), которое укладывают в наземные хранилища, вносят консервант, трамбуют и закрывают пленкой. Далее, измельченную консервированную кукурузу из наземного хранилища подвозят в кормоцех, где добавляют воду и размешивают до нужной консистенции, затем перекачивают в смеситель, куда по рецепту добавляют измельченное сухое зерно и БВМД. Все эти компоненты перемешиваются и корм по трубам раздается животным.

Учитывая потребность и техническую оснащенность уборочной техникой в республике, целесообразно ежегодно заготавливать зерна в плющеном виде около 0,8–1,0 млн тонн злаковых культур и столько же зерна кукурузы, что позволит уменьшить нагрузку на зерноуборочные комбайны на 300–350 тыс. гектаров или 20–25 гектаров на один комбайн и на 10–15 % на зерносушилку.

Применение хозяйствами республики технологии и машин по плющению и консервированию зерна позволит получить экономию средств на заготовку зерна по сравнению с традиционной технологией из расчета на 1000 тонн: при закладке в траншею — 3640 у.е.; при закладке в полимерный рукав — 2740 у.е.; при заготовке кукурузы затраты снизятся на 8420 у.е. Экономия средств при заготовке 1 млн тонн зерна может составить в среднем около 450000 у.е., а экономия жидкого топлива — 6500 тонн. Кроме того, с учетом сокращения потерь зерна при уборке (на 5–10 ц с 1 га) и увеличения продуктивности животных на 5–10%, расчетный годовой экономический эффект по республике составит около 1312430 у.е.

## ТЕОРИЯ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РИСКОВ АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

*А.В. Мозоль, к.э.н., доцент*

Специфика управления рисковыми ситуациями в аграрном секторе экономики требует разработки и обоснования методологических аспектов риск-менеджмента, нацеленных на эффективное формирование и использование производственного потенциала сельского хозяйства.

Практика проведения реальных прогнозных расчетов результативности использования аграрного производственного потенциала (АПП) свидетельствует о необходимости всестороннего учета различных видов неопределенности при оценке, планировании и управлении производственными ресурсами. Влияние факторов неопределенности на функционирование аграрных предприятий приводит к возникновению непредвиденных си-

туаций, неожиданным потерям, убыткам, даже в тех вариантах, которые первоначально признаны экономически целесообразными для предприятия, поскольку не учтенные в процессе использования АПП негативные сценарии развития событий, пусть и малоожидаемые, тем не менее, могут произойти. Учет неопределенности информации и эффективности управления рисковыми ситуациями напрямую зависят от выбора математического аппарата, определяемого математической теорией. Этап обоснования и выбора математического аппарата, обеспечивающего приемлемую формализацию неопределенности и адекватное решение задач, возникающих при управлении производственными ресурсами, является крайне важным. Необоснованный и как следствие, не правильный выбор математического аппарата, в основном, приводит к неадекватности созданных математических моделей, получению неверных результатов в процессе их применения и, соответственно, возникает недоверие к полученным результатам, и игнорируются выводы на их основе.

Анализ методов количественной оценки эффективности использования производственных ресурсов в условиях неопределенности позволяет сделать вывод, что существующие методы, либо элиминируют неопределенность из модели функционирования производственного потенциала, что неправомерно, так как неопределенность является неотъемлемой характеристикой любого прогноза, либо неспособны формально описать, и учесть все возможное разнообразие видов неопределенности. Подавляющее большинство методов формализует неопределенности лишь в качестве распределений вероятностей, построенных на основе субъективных экспертных оценках, что в очень большом количестве случаев является явно идеализированным. Таким образом, в данных методах неопределенность, независимо от ее природы, отождествляется со случайностью, и поэтому они не позволяют учесть все возможное разнообразие видов неопределенностей воздействующих на синергетический результат взаимодействия ресурсов. Использование вероятностного подхода в инвестиционном анализе затрудняется причинами, связанными с отсутствием статистической информации или малым (недостаточным) размером выборки по некоторым из параметров АПП. Кроме того, точность оценки вероятностей (объективных и субъективных) зависит от количества факторов, начиная от качества статистической информации и заканчивая качеством экспертных оценок, поэтому и качество результирующей оценки эффективности и риска использования АПП слишком сильно зависит от них, что послужило росту недоверия к получаемым на их основе прогнозным оценкам и решениям. В связи с этим сложилось мнение, что подавляющее большинство прогнозных расчетов слишком идеализированы и далеки от практики. Это обусловлено, в том числе следующими основными причинами:

- спецификой предметной области исследования, так как она находится на стыке современной прикладной математики, экономики и психологии;
- относительной новизной и недостаточной проработанностью математических методов анализа АПП в условиях неопределенности;
- низкой осведомленностью топ-менеджеров предприятий и специалистов в области финансов о новых математических подходах формализации и одновременной обработки разнородной информации (детерминированной, интервальной, лингвистической, статистической) и о возможностях построения на базе этих подходов специализированных методик.

Обширный опыт отечественных и зарубежных исследователей убедительно свидетельствует о том, что вероятностный подход не может быть признан надежным и адекватным инструментом решения слабоструктурированных задач, к которым принадлежат и задачи управления реальными инвестициями. В принципе, любая попытка использования статистических методов для решения такого рода задач есть не что иное, как редукция к хорошо структурированным (хорошо формализованным) задачам, при этом такого рода редукция существенно искажает исходную постановку задачи. По мнению автора, ограничения и недостатки применения «классических» формальных методов при решении слабоструктурированных задач являются следствием сформулированного основоположником теории нечетких множеств Л.А. Заде «принципа несовместимости»: «...чем ближе мы подходим к решению проблем реального мира, тем очевиднее, что при увеличении сложности системы наша способность делать точные и уверенные заключения о ее поведении уменьшаются до определенного порога, за которым точность и уверенность становятся почти взаимоисключающими понятиями».

Поэтому некоторыми зарубежными и отечественными исследователями разрабатываются методы оценки эффективности и риска на основе аппарата теории нечетких множеств (ТНМ). В данных методах вместо распределения вероятности применяется распределение возможности, описываемое функцией принадлежности нечеткого числа.

Методы, базирующиеся на теории нечетких множеств, относятся к методам оценки и принятия решений в условиях неопределенности. Их использование предполагает формализацию исходных параметров и целевых показателей эффективности использования АПП (к примеру, потенциалоотдача) в виде вектора интервальных значений (нечеткого интервала), попадание в каждый интервал которого, характеризуется некоторой степенью неопределенности. Осуществляя арифметические и др. операции с такими нечеткими интервалами по правилам нечеткой математики, эксперты и ЛПР получают результирующий нечеткий интервал для целевого показателя. На основе исходной информации, опыта, и интуиции эксперты часто могут достаточно уверенно количественно охарактеризовать границы (интервалы) возможных (допустимых) значений параметров и области их наиболее возможных (предпочтительных) значений.

Также к методам, базирующимся на теории нечетких множеств, можно, в качестве частного случая, отнести давно и широко известный интервальный метод. Данный метод соответствует ситуациям, когда достаточно точно известны лишь границы значений анализируемого параметра, в пределах которых он может изменяться, но при этом отсутствует какая-либо количественная или качественная информация о возможностях или вероятностях реализации различных его значений внутри заданного интервала. В соответствии с данным методом, входные переменные (параметры входов системы) АПП задаются в виде интервалов, функции принадлежности которых, являются классическими характеристическими функциями множества, поэтому далее возможно прямое применение правил нечеткой математики для получения результирующего показателя эффективности АПП в интервальном виде. В интервальном методе за уровень (степень) риска предлагается принимать размер максимального ущерба, приходящегося на единицу неопределенности, т.е.:

$$P = \frac{q_N - q_{\min}}{q_{\max} - q_{\min}} \quad (1) \quad \text{или} \quad P = \frac{q_{\max} - q_N}{q_{\max} - q_{\min}} \quad (2)$$

где  $q_N$  — требуемое значение параметра;  $q_{\min}$  — минимальное значение параметра;  $q_{\max}$  — максимальное значение параметра;  $P$  — уровень (степень) риска, или отношение расстояния от требуемой величины до ее минимального (максимального) значения к интервалу между ее максимальным и минимальным значениями.

Конкретный вариант выражения (1)–(2) зависит от используемого критерия эффективности. Например, для оценки риска использования АПП по критерию «потенциалоотдача» необходимо использовать выражение (1), по критерию «потенциалодоход» или «потенциалприбыль» — (2). Такой способ определения риска полностью согласуется с геометрическим определением вероятности, однако при предположении, что все события внутри отрезка  $[q_{\min}; q_{\max}]$  равновероятны. Очевидно, что данное предположение нельзя назвать отражающим реальную действительность.

При наличии дополнительной информации о значениях параметра внутри интервала, когда, например, известно, что значение  $a$  более возможно, чем  $b$ , математическая формализация неопределенностей может быть адекватно реализована с помощью нечетко-интервального подхода. При использовании математического аппарата ТНМ экспертам необходимо формализовать свои представления о возможных значениях оцениваемого параметра АПП в терминах задания характеристической функции (функции принадлежности) множества значений, которые он может принимать. При этом от экспертов требуется указать множество тех значений, которые, по их мнению, оцениваемая величина не может принять (для них характеристическая функция равна 0), а затем, проранжировать множество возможных значений по степени возможности (принадлежности к данному нечеткому множеству). После того как формализация входных параметров инвестиционного проекта произведена, можно рассчитать распределение возможности  $\mu_f(\cdot)$  выходного параметра (показателя эффективности АПП)  $Y$  по « $\alpha$ -уровнему принципу обобщения» или «принципу обобщения Заде»:

$$\mu_{\bar{Y}}(y^*) = \sup_{\substack{f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*), \\ x_i^* \in \text{supp}(X_i), i = \overline{1, n}}} \{ \min \{ \mu_{\bar{X}_1}(x_1^*), \mu_{\bar{X}_2}(x_2^*), \dots, \mu_{\bar{X}_n}(x_n^*) \} \} \quad (3)$$

где  $\mu_{\bar{X}_i}(x_i^*)$  — возможность того, что нечеткая величина  $\bar{X}_i$  примет значение  $x_i^*$ ;  
 $f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = y^*$  — функциональная зависимость выходного параметра АПП (ВПСХ, ВД, Пр. и др.) от входных параметров.

Ниже перечислены основные преимущества нечетко-интервального подхода к оценке эффективности и риска инвестиционных проектов по сравнению с вышеперечисленными методами:

- данный подход позволяет формализовать в единой форме и использовать всю доступную неоднородную информацию (детерминированную, интервальную, статистическую, лингвистическую), что повышает достоверность и качество принимаемых стратегических решений;

- в отличие от интервального метода, нечетко-интервальный метод аналогично методу Монте-Карло, формирует полный спектр возможных сценариев развития АПП, а не только нижнюю и верхнюю границы. таким образом, инвестиционное решение принимается не на основе двух оценок эффективности АПП, а по всей совокупности оценок;

- нечетко-интервальный метод позволяет получить ожидаемую эффективность использования АПП как в виде точечного значения, так и в виде множества интервальных значений со своим распределением возможностей, характеризующимся функцией принадлежности соответствующего нечеткого числа, что позволяет оценить интегральную меру возможности получения отрицательных результатов, т.е. степень риска;

- нечетко-интервальный метод не требует абсолютно точного задания функций принадлежности, так как в отличие от вероятностных методов, результат, получаемый на основе нечетко-интервального метода, характеризуется низкой чувствительностью (высокой робастностью (устойчивостью)) к изменению вида функций принадлежности исходных нечетких чисел, что в реальных условиях низкого качества исходной информации делает применение данного метода более привлекательным;

- вычисление оценок показателей АПП на основе нечетко-интервального метода оказывается эффективным в ситуациях, когда исходная информация, основана на малых статистических выборках, т.е. в случаях, когда вероятностные оценки не могут быть получены, что всегда имеет место при предварительной оценке долгосрочных инвестиций и достаточно часто – при последующем перспективном анализе, проводимом при отсутствии достаточной информационной базы;

- реализация нечетко-интервального метода на основе интервальной арифметики, предоставляет широкие возможности для применения данного метода в инвестиционном анализе, что обусловлено фактически отсутствием конкурентоспособных подходов к созданию надежного (в смысле гарантированности) и транспортабельности (по включению) инструментального средства для решения численных задач;

- характеризуется простотой выявления экспертных знаний;

Также нечетко-интервальный подход имеет преимущества в решении задач формирования оптимального портфеля венчурных инновационных проектов (ВИП) в рамках использования АПП. Для решения данной задачи разработано большое количество моделей формирования оптимального портфеля ВИП, отличающихся друг от друга видом целевых функций, свойствами переменных, используемыми математическими методами, учетом неопределенности. Как правило, для решения данной задачи используется аппарат линейного математического программирования в условиях определенности исходной информации: задача формулируется обычно как задача максимизации (или минимизации) заданной функции на заданном множестве допустимых альтернатив, которое описывается системой равенств или неравенств.

Так как стратегические решения направлены на долгосрочную перспективу и, следовательно, по своей природе сопряжены со значительной неопределенностью, а также имеют значительную субъективную составляющую, поэтому применение нечеткого математического программирования к решению задачи формирования оптимального результата использования АПП обладает многими преимуществами.

В качестве примера можно рассмотреть ситуацию, в которой множество допустимых альтернатив представляет собой совокупность всевозможных способов распределения ресурсов. Очевидно, что в этом случае нецелесообразно заранее вводить четкую границу для множества допустимых альтернатив (например, четких ограничений на размер применяемых ресурсов предприятия в период  $t$ ), поскольку может случиться так, что распределения ресурсов, незначительно лежащие за этой границей (т.е. вне ограничений), дадут эффект, «перевешивающий» меньшую желательность (например, по размеру затрат) этих распределений для ЛПР. Таким образом, нечеткое описание оказывается более адекватным реальности, чем в определенном смысле произвольно принятое четкое описание задачи.

Формы нечеткого описания исходной информации в задачах принятия решений могут быть различными; отсюда и различия в математических формулировках соответствующих задач нечеткого математического программирования (НМП).

Таким образом, сравнительный анализ традиционных методов оценки эффективности использования АПП, существующих методов оценки процесса формирования АПП и нечетко-интервального метода показал, что ТНМ является одной из наиболее эффективных математических теорий, направленных на формализацию и обработку неопределенной информации и во многом интегрирующей известные подходы и методы. ТНМ в очередной раз подтверждает широко известную исследователям истину: применяемый формальный аппарат по своим потенциальным возможностям и точности должен быть адекватен семантике, и соответствовать точности используемых исходных данных. Поэтому методы математического анализа эффективно применяются при точных исходных данных. Математическая статистика и теория вероятностей используют экспериментальные данные, обладающие строго определенной точностью и достоверностью. Теория нечетких множеств позволяет обрабатывать разнородную информацию, характерную для реальных задач экономического анализа.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

*А.В. Мучинский, к.т.н., доцент, Г.Ф. Добыш, к.т.н., доцент*

Исследования показывают, что в республике перечень операций плановых ТО выполняется на 40–57 %, зачастую многие операции ТО проводятся внепланово при устранении отказов и неисправностей, хотя перечень необходимых операций регламентируется стандартом. Да и учет наработки (усл. эт. га, кг топлива и моточасы) не всегда позволяет соблюдать периодичность проведения ТО. Во многих хозяйствах ТО-3 обычно приурочивают к началу цикла напряженных работ.

Опыт технической эксплуатации тракторов показывает, что основное влияние на эффективность их использования оказывают постоянное обслуживание трактора механиком, а также периодический контроль и обслуживание его квалифицированным специалистом с использованием современных диагностических средств.

В предлагаемой системе технического обслуживания МТП предусматривается не производить оплату за простой техники на ТО и ремонтах, а доплачивать за поддержание МТП в технически исправном состоянии трактористу за каждый день работы в поле (нормо-смену, усл. эт. га). Для того, чтобы техника не работала на износ, предлагается производить ежемесячные техосмотры тракторов с начислением штрафных баллов (сумма штрафных баллов находится в пределах 0–100 и определяет процент лишения доплат за неудовлетворительное техническое состояние техники).

Экспериментальная система ТО тракторов предусматривает проведение ТО по потребности, т.е. по результатам диагностирования. Периодическое диагностирование тракторов проводят через 240–250 моточасов или каждый месяц, в результате чего выявляют потребность в ремонтно-регулирующих воздействиях на трактор. Кроме периодического ТО, два раза в год проводят сезонные ТО, которые включают подготовку тракторов к напряженным периодам полевых работ. Кроме того, выполняют операции по диаг-