

УДК 636.085

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ  
К ПОСТАНОВКАМ И РЕШЕНИЯМ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ  
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

**В.Р. Гриднев**

*ФГОУ ВПО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»*

Рассматриваются методические проблемы, сведения о математических моделях сложных систем к параметрическому виду и автоматизации процесса отыскания с их помощью оптимальных решений.

*Ключевые слова:* метод случайного поиска, оптимизационная модель параметрического типа; генерирование случайных величин.

**THE MODERN METHODOICAL APPROACHES  
CONCERNING FORMULATING AND SOLVING OPTIMIZATION  
ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS OF THE  
AGRICULTURAL SYSTEMS**

**V.R. Gridnev**

*Tver State Agricultural Academy*

The author refers to methodical problems, information about mathematical models of complicated parametrical systems and automation of the optimal decision searching process.

*Keywords:* random search method, optimization model of parametric type, the generation of random variables.

Исследование сложных систем, к числу которых относятся и агросистемы, базируется на построении математических моделей и проведении на них вычислительных экспериментов. Одной из распространенных целей исследования является поиск оптимальных режимов функционирования (оптимальных решений) таких систем.

Помимо сложности разработки математических моделей такого класса следует отметить методические проблемы отыскания оптимальных решений. В моделях сложных систем критерий оптимальности задается неявно. Поэтому значения целевой функции приходится вычислять численно для дискретных значений переменных,

от которых она зависит. Этот процесс требует большого числа вычислительных экспериментов особенно в условиях стохастической неопределенности. Число вычислительных экспериментов с моделью можно сократить, если удастся свести модель к параметрическому виду.

В агрозадачах для построения модели параметрического типа в качестве независимых управляемых параметров могут быть приняты производственные ресурсы (трудовые, материальные, размеры площадей земельных угодий и т.д.) Варьирование величиной ресурсов позволяет воспроизводить потенциальное множество структур моделей с различным сочетанием отраслей и характеристик хозяйств, рассмотреть различные сценарии развития хозяйства, возможные в рамках принятых величин ресурсов.

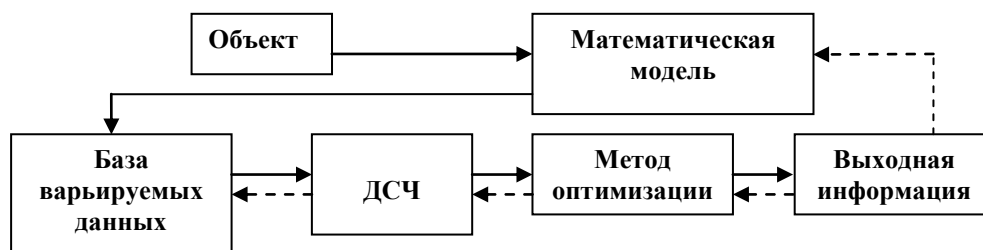
Для отыскания необходимого решения с помощью математической модели сложной системы приходится проводить исследования по множеству альтернативных вариантов. В связи с этим возникает задача автоматизации генерирования таких вариантов. Одним из возможных путей автоматизации этого процесса является использование датчика случайных чисел (ДСЧ). Необходимой информацией для его работы являются пределы изменения параметров исследуемой системы. Реализация такого методического приема для отыскания оптимальных решений на моделях, сводящихся к задачам линейного программирования, приведена на рисунке 1.

Поскольку численные алгоритмические модели для своего решения предполагают расчет множества альтернативных вариантов, то возникает необходимость в автоматизации процесса. Однако, программные средства, используемые в практике, не всегда позволяют это сделать, хотя и универсальны в своем целевом назначении, но обособлены по отношению к конкретным условиям задачи. В этом случае, для автоматизации процесса формирования альтернативных вариантов можно воспользоваться датчиком псевдослучайных чисел (часто называемый датчиком случайных чисел – ДСЧ), включив его в состав программного комплекса. Базой формирования множества вариантов для ДСЧ будут служить возможные области варьирования рассматриваемых параметров.

Реализации такого методического приема принципиальных трудностей не вызывает. В том числе, если речь идет не только о численных моделях.

На рис. 1 приведена схема автоматизированного комплекса для оптимизационных задач линейного программирования, в котором предусматривается варьирование входной информацией.

Варьируемыми данными могут служить технико-экономические коэффициенты при переменных, а также знаки ограничений. Последние задаются пользователем перед началом опыта.



Р и с .1. Функциональные элементы автоматизированного комплекса

Достоинства предложенного методического подхода к автоматизации вычислительных экспериментов с моделью: 1) он позволяет автоматизировать исследования на экономико-математических моделях (ЭММ) линейного типа, включая модели сельскохозяйственного профиля; 2) позволяет получить прогнозные значения некоторых частотных показателей исследуемой системы в том числе и в условиях неопределенности о некоторых зависимостях, количественных значений варьируемых данных и т.п. при формулировании различных гипотез относительно неопределенности.

В приведенную схему автоматизированного комплекса хорошо вписывается решение актуальной оптимизационной задачи по формированию качественных рационов кормления животных и кормовой базы в системной постановке.

Рассмотрим пример параметризации ЭММ.

При формировании рационов кормления принципиальным моментом является наличие достоверной информации о качестве кормов. Не секрет, что в силу тех или иных причин на практике рационы кормления формируются без учета фактического качества корма, технологии формирования рациона и других конкретных обстоятельств. Как результат некорректного формирования, качество и запасы кормов не будут соответствовать фактическим по данным лабораторного анализа. Возможен переход кормов либо их не хватит.

Второе обстоятельство – это найти решение об экономически оправданном соотношении между качеством производимых кормов и получаемой продуктивностью, т.к. технологии, обеспечивающие высокое качество кормов, требуют и больших вложений средств на их производство. В решении этой актуальной задачи до сих пор есть нерешенные проблемы – нет базовой информации в цепи: от затрат на производство корма до продуктивности животного.

Одной из отправных составляющих методического характера представляется оценка качества корма по совокупности питательных веществ. Как вариант, для практической деятельности можно использовать известный прием – свертку многих питательных веществ в единый показатель качества, например, суммируя произведения

количества питательных веществ на весовой коэффициент (коэффициент важности питательного вещества):

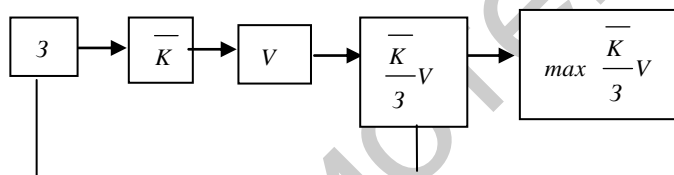
$$\bar{K} = \sum_{i=1}^n K_i Q_i ,$$

где  $\bar{K}$  – обобщенный показатель качества корма,  
 $K_i$  – весовой коэффициент для  $i$ -го вида питательного вещества,  
 $Q_i$  – количество  $i$ -го питательного вещества.

Тогда для оценки экономически целесообразного соотношения между качеством корма и продуктивностью можно ориентироваться по максимальной величине показателя эффективности:

$$\Xi = \frac{\bar{K}}{3} V ,$$

где  $3$  – затраты на производство корма с качеством  $\bar{K}$ .



При этом, возможны различного уровня частные и системные постановки и решения оптимизационной задачи. Например, частным представляется случай оптимизации качества отдельного вида корма в составе ЭММ рациона при варьировании факторами влияющими на питательность данного корма  $Q_i$  и связанных с ней затратами  $3$ , продуктивностью  $V$ , когда по другим кормам исходные параметры фиксированы. В системном варианте оптимальное качество находится из условия оптимальности самого рациона при варьировании в составе модели рациона факторами по всему перечню кормов.

Из вышеизложенного следует понимать, что работа по совершенствованию кормовой базы в таком направлении может дать конкретный практический результат в последующее время, после организации и проведения соответствующих опытно-экспериментальных и научных работ для выявления количественных характеристик в цепи

$$Q_i - 3 - V .$$

Однако, в реальной жизни преобладают вычислительные эксперименты с моделями нелинейного характера, в которых для поиска оптимального решения используется дискретная модель и численные

алгоритмические методы целенаправленного действия, позволяющие получить количественное значение критерия оптимальности. При этом, в плане автоматизации и снижения затрат на поиск оптимального решения из многих вариантов представляется вычислительный эксперимент с использованием метода поиска на основе ДСЧ, получившего название – метод случайного поиска. Кроме того, важно, что метод оптимизации на идеях случайного поиска позволяет находить решения для функционала с несколькими экстремумами, при разрывах. Также сохраняется возможность шага к цели, экстремуму, одновременно по всем варьируемым параметрам. Другие типы алгоритмических методов такими качествами не обладают.

Отмеченные достоинства метода случайного поиска послужили основанием для его применения.

Возможны различные варианты построения стратегии поиска оптимального решения с применением датчика случайных чисел. Эффективность метода будет зависеть от того, насколько умело используется информация из сравнения значений функционалов в двух или более точках, получаемых в результате ввода в модель совокупности варьируемых параметров случайно выбранных датчиком из заданного интервала их изменения.

В этой связи лучшими качествами обладает модель с вычислительным алгоритмом, в котором поиск направления и величина шага осуществляется с учетом границ допустимых значений параметров и коррекции шага спуска соответственно. Такая модель разработана автором и опубликована [1].

---

1. Гриднев В.Р., Кочерова Е.В., Багров Б.М.. Математическое программирование и экономико-математическое моделирование в исследованиях операций производственных систем сельского хозяйства: Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов. – Тверь, АГРОСФЕРА, 2008. С. 93-101.

*Об авторах:*

ГРИДНЕВ Василий Романович – доктор технических наук, профессор Тверской государственной сельскохозяйственной академии, e-mail