

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Тодираш<sup>1</sup> В. А., Албу<sup>2</sup> С. Е., Албу<sup>2</sup> А. В.

<sup>1</sup> Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений. г. Кишинев, Республика Молдова [v.todiras@yahoo.com](mailto:v.todiras@yahoo.com)

<sup>2</sup> Технический Университет, г. Кишинев, Республика Молдова [svetlana.albu@emi.utm.md](mailto:svetlana.albu@emi.utm.md)

**Abstract.** The economic efficiency of protective measures depends on the ratio of the values of the stored crop and the cost of using plant protection products. Decision support systems face different kinds of uncertainty, which generally arise from the initial data, and uncertainty about the characteristics of subjective judgments and decision makers. In many cases the models have a nonlinear relationship between inputs and outputs. Fuzzy classifiers can provide effective tools to manage complexity of objective evaluation of performances. As a result the specialized software OptimClass was developed. This system is based on a combination of fuzzy logic and level set methods. Desirability function allows to associate a normalized value of each objective  $\pi_i$  ( $f_i(x)$ ), which expresses the degree of satisfaction of the considered objective  $i$ . The value of  $f_i(x)$  is modified by  $\pi_i$  to yield a value in the rang  $\{0,1\}$  or user defined rang, which quantifies how well a solution satisfies the requirements. OptimClass modeling process includes the following consecutive stages: 1 - identification of problem and objectives; 2-determining the set of criteria, 3-development of criteria (attributes) and generating alternatives, 4-building desirability function (response function), as an expression of satisfaction and membership functions as an expression of fuzziness; 5- Multi-criteria analysis, 6- Multi-evolutionary optimization. It is better to use a risk indicator for studying the economic efficiency of productions than the price of active substances. "OptimClass" software has demonstrated to be a powerful tool for applying dynamic models and assessment the potential risk of diseases to make decisions about management and control.

**Key-words:** monitoring, models, risk, economic efficiency

### Введение

Современная интегрированная защита растений - это динамичная система защиты растений от вредных организмов, сочетающая использование природных регулирующих факторов среды с дифференцированным применением на основе порогов вредоносности комплекса эффективных методов, удовлетворяющих экологическим и экономическим требованиям. Она основана на оптимальном сочетании всех методов с обязательным

сохранением деятельности природных организмов. Экономическая эффективность защитных мероприятий зависит от соотношения величин сохраненного урожая и затрат на использование средств защиты растений. Она достаточно полно определяется показателями сохраненного урожая с учетом качества, чистого дохода, себестоимости и производительности труда.

Оценка эффективности представляет собой один из наиболее ответственных этапов в решении целого ряда стратегических задач, характерных для стадии реализации инвестиционной стратегии. [1,2,3]. Общим недостатком показателей эффективности является требование определенности входных данных, которая достигается путем применения средневзвешенных значений входных параметров, что, может привести к получению значительно смещенных точечных оценок показателей эффективности и риска. Также очевидно, что требование детерминированности входных данных является неоправданным упрощением реальности, так как любая модель характеризуется множеством факторов неопределенности: неопределенность исходных данных, неопределенность внешней среды, неопределенность, связанная с характером, вариантами и моделью реализации проекта, неопределенность требований, предъявляемых к эффективности модели. Именно факторы неопределенности определяют риск проекта, то есть опасность потери ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов. При анализе долгосрочных моделей, в том числе на основе вышеперечисленных показателей, необходимо прогнозировать во времени будущее состояние большого числа неопределенных параметров рыночной конъюнктуры, поэтому абсолютно точный прогноз получить практически невозможно [2,4,5]. Следовательно, при проведении прогнозов необходимо учитывать факторы неопределенности, обуславливающие риск по определенному показателю эффективности, поэтому мы неминуемо сталкиваемся с проблемой формального представления неопределенных прогнозных параметров.

Для обобщения расчета показателей дополнительного урожая от применения пестицидов против наиболее распространенных вредных организмов при разной их плотности предлагается использовать примерные средние показатели доли прибавок урожая сельскохозяйственных культур в результате использования групп пестицидов — инсектициды, фунгициды и гербициды.

Целью исследований было совершенствование оценки экономической эффективности защитных мероприятий в условиях неопределенности на основе интеграции моделей фенологического развития и пространственного распределения вредных организмов.

### **Методы исследований**

Исследования проводили по двум видам вредителей сада: яблонная плодожорка *Cydia pomonella* L. и яблонный пилильщик (*Hoplocampa testudinea* Klug.). Методанные были получены путем использования автоматической метеостанции «iMetos». Для описания системы “Растение - Вредный организм - Окружающая среда” была разработана методология, которая позволяет построить модели прогноза на основе неполной информации и идентификации нелинейных систем большой размерности. Методология была разработана на основе теории нечетких множеств (fuzzy logic).

Тематические слои были обработаны согласно теории нечетких множеств. Для идентификации границ распространения вредителя были наложены информационные слои, характеризующие климат, вегетацию, рельеф. Для обработки первоначальных данных были использованы: система глобального позиционирования (GPS), географические информационные системы (GIS), методология, основанная на теории нечетких множеств (fuzzy logic). Интеграция моделей была проведена при помощи программ «BioClass» и «OptimClass».

## Результаты и обсуждение

Фитосанитарные меры принимаются со значительным уровнем неопределенности и должны планироваться пропорционально выявленному риску. Варианты управления фитосанитарным риском должны определяться с учетом степени неопределенности при оценке экономических последствий, вероятности интродукции и соответствующего технического обоснования этих вариантов.

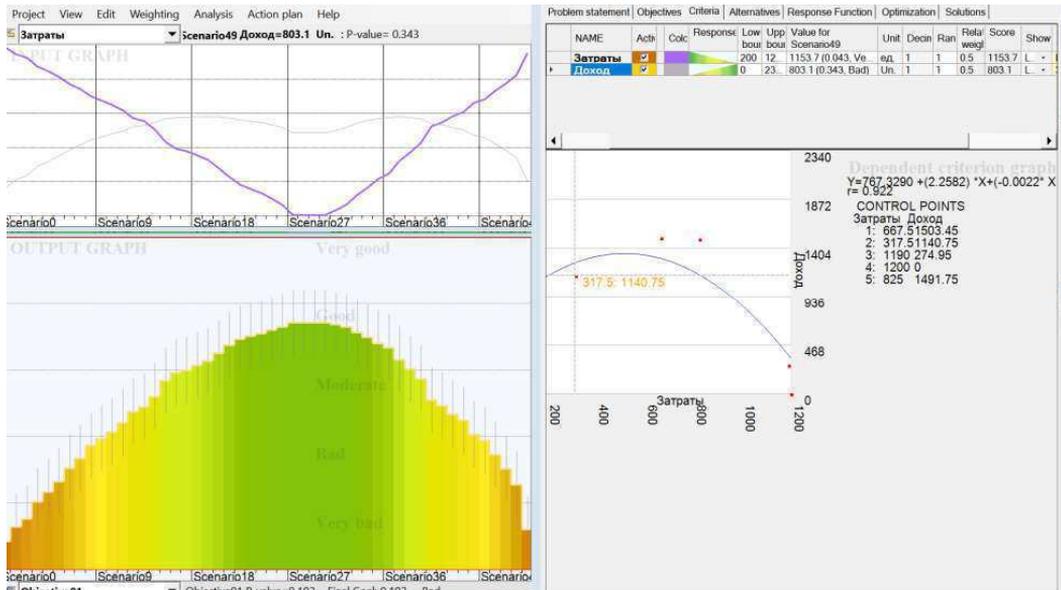


Рис. 1. Общий вид модели эффективности средств защиты растений, в программе OptimClass.

Во многих случаях модели имеют нелинейную зависимость между входами и выходами. Нечеткие классификаторы могут служить эффективными инструментами для управления сложностью объективной оценки характеристик. Эта система основана на комбинации нечеткой логики и методов набора уровней. Функция желательности позволяет связать нормированное значение каждой цели  $p_i$  ( $f_i(x)$ ), которая выражает степень удовлетворения рассматриваемой цели  $i$ . Значение  $f_i(x)$  модифицируется  $p_i$ , чтобы получить значение в rang  $\{0,1\}$  или определяемый пользователем алгоритм, который количественно определяет, насколько хорошо удовлетворяет требованиям. Функция принадлежности позволяет связать нормированное значение с каждым классом  $m_i$  ( $f_i(x)$ ), что выражает степень подобия рассматриваемого класса  $i$ . Интеграция функции желательности с функциями принадлежности позволяет решать наиболее распространенные проблемы: классификация, выбор, сортировка. Процесс моделирования OptimClass включает следующие последовательные этапы: 1 - идентификация проблемы и целей; 2-определение набора критериев, 3-разработка критериев (атрибутов) и генерирование альтернатив, функция 4-построения желательности (функция ответа), как выражение удовлетворения и членских функций как выражение нечеткости; 5- Многокритериальный анализ, 6 - Многоэволюционная оптимизация. В OptimClass реализован метод оптимизации, основанный на концепции идеальной точки. Конечной целью анализа является улучшение принятия решений путем объединения набора критериев для получения совместной функции, которая является основой для окончательного решения в соответствии с конкретными целями.

Основные расчетные показатели модели экономической эффективности— величина урожая в стоимостной оценке, чистый доход, рентабельность, себестоимость и затраты труда на производство 1 т продукции на обработанных и не обработанных

препаратами посевах; дополнительно — величина сохраненного урожая, чистый доход и рентабельность дополнительных затрат на применение средств защиты растений на обработанных посевах.

Величины максимально возможной прибавки ( $Y_n$ ) представляют разницу между урожаем на участке, не поврежденном вредителями и возбудителями болезней ( $Y_0$ ), и на поврежденных участках ( $Y_d$ ) и вычисляются по формуле

$$Y_n = Y_0 - (ax - ax^2),$$

где  $x$  — плотность популяций вредных организмов, оцениваемая относительным показателем в баллах или количеством вредителей на  $1 \text{ м}^2$ , на одно растение; для сорняков — числом растений на  $1 \text{ м}^2$ ; для болезней — числом пораженных растений в процентах к учетному количеству растений, средневзвешенным процентом поражения растений, определяемым на основе данных о количестве пораженных растений и проценте поражения;  $a$  — коэффициент, характеризующий снижение урожайности, на единицу плотности популяции в абсолютных величинах, кг(т)/га, или относительных — доля, %.

При оценке максимально возможной прибавки ( $Y_n$ ) в процентах от применения пестицидов  $Y_0$  соответствует 100%. Величина фактически сохраненного урожая, благодаря применению пестицидов, определяется с учетом их биологической эффективности (коэффициент  $K$ ) по формуле

$$Y_n = Y_0(1 - ax).$$

Каждый из показателей освещает одну из сторон хозяйственного процесса, но ни один из них не претендует за целостность охвата. Чистый доход, например, не может отразить количество затраченного труда; себестоимость не учитывает качества продукции, проявляющегося через цену, а производительность — размера производственных затрат. Поэтому экономическая эффективность защитных мероприятий может быть охарактеризована лишь комплексом показателей:

- урожай и его качество на обработанных и не обработанных пестицидами участках;
- сохраняемый урожай в результате применения пестицидов;
- общие затраты на выращивание, уборку, транспортировку, подработку и реализацию урожая на обработанном и не обработанном препаратами участках;
- дополнительные затраты на применение пестицидов.

### Выводы

Нечеткие классификаторы могут служить эффективными инструментами для управления сложностью объективной оценки характеристик. Использование пространственно-временных моделей прогноза позволяет принять необходимые меры в сроки появления наиболее уязвимых фаз вредителя и точно в тех местах сада, где плотность популяции превышает экономический порог вредоносности. В качестве результативных показателей, характеризующих эффективность применения средств защиты растений, используются показатели урожая с учетом его качества в натуральной и стоимостной оценке, затраты на 1 га посевов и себестоимость 1 т продукции, чистый доход и рентабельность производства, показатели затрат труда на производство 1 т продукции на участках, обработанных и не обработанных средствами защиты.

### Библиография

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. - Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000. - 352 с.
2. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике: Пер. с фр. - М: Радио и связь. 1990. - 288 с.: ил.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. - М.: Мир, 1976. - 165 с.

4. Hurwicz L. Optimality Criteria for Decision Making under Ignorance // Cowles commission papers, 1951, №370.
5. Zadeh L.A. Fuzzy Sets // Information and Control, 1965, Vol.8, №3, pp. 338-353.