

Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 17: «Қазіргі аграрлық ғылым: цифрлық трансформация» атты халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияға материалдар = Материалы международной научно – теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященной 30 – летию Независимости Республики Казахстан.- 2021.- Т.1, Ч.3 - С. 226 - 229

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ АГРОПРЕДПРИЯТИЙ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Г.М.Мауина , Е.А.Черткова , С.А.Нукушева ., У.Ж.Айтимова .
*Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина,
г. Нур-Султан, Казахстан;*
*Национальный исследовательский университет «Высшая школа
экономики», г. Москва, Россия*

В настоящее время разработка методов поддержки принятия управленческих решений в сельскохозяйственных отраслях является весьма актуальной. Это затрагивает такие области, как повышение эффективности сельскохозяйственного производства, решение ресурсных задач и многие другие. Особенностью функционирования современных агропредприятий является наличие множества параметров (критериев) производственно-рыночных условий, – например, затраты, прибыль, риски и т.п., – которые определяют сценарии функционирования сельскохозяйственного объекта. Это обуславливает сложность выбора предпочтительного сценария производства агропредприятия для лица, принимающего решения (ЛПР) по конкретной проблеме прогнозирования и планирования.

Для решения таких задач выделяют два основных вида методов: строгие и эвристические методы. Эвристические методы для решения экономических задач основаны, главным образом, на ряде допущений, упрощающих представления о моделируемых реальных процессах. Такое абстрагирование позволяет подобрать для рассматриваемого процесса адекватную математическую модель, разработать на этой основе соответствующие алгоритмы, составить программу и с помощью компьютера получить приемлемое решение. Следует отметить, что в случае сложности корректно формализованной модели именно применение эвристической процедуры – с точки зрения лица, принимающего решение (ЛПР) – столь же приемлемо, а иногда даже предпочтительнее (в смысле затрат), чем более точный алгоритм поиска оптимального решения.

Анализ источников по данной предметной тематике – принятие управленческих решений в сельскохозяйственной индустрии – выявил

преимущественные тенденции применения эвристических методов из группы методов многокритериального анализа (Multiple Criteria Decision Analysis — MCDA) [1]. Эти методы предназначены для структурирования и решения проблем принятия решений и планирования, связанных с несколькими критериями. Как правило, не существует единственного оптимального решения для таких задач, и для дифференциации решений необходимо использовать предпочтения ЛПР.

В зарубежных сельскохозяйственных отраслях множество проблем в условиях многокритериальности задач исследуется с применением метода анализа иерархии (МАИ). Этот метод, разработанный американским математиком Томасом Саати [2] в 1970-х гг. (Analytic hierarchy process – (АНП)), является структурированным методом организации и анализа сложных решений, основанный на математике и психологии. Следует отметить, что основы этого метода были заложены российскими учеными Б. Н. Бурком и В. Н. Бурковым в 1972 г. [3].

Анализ современных исследований в области принятия решений для сельскохозяйственных отраслей показал, что применение метода анализа иерархии в сочетании с другими инструментариями направлено на развитие и оптимизацию важнейших направлений этой индустрии. Например, для решения ресурсных задач в сельском хозяйстве применяется информационная система многокритериального принятия решений, в которой для расчета веса критериев использован метод анализа иерархии [4].

Успешные результаты исследовательских и практических работ в этом направлении свидетельствуют о правомерности применения МАИ для широкой линейки многокритериальных задач в области принятия решений по агропредприятиям. Следует отметить, что для каждого агропредприятия должна выстраиваться соответствующая модель принятия управленческих решений. В каждой из моделей необходимо реализовать конкретную иерархическую структуру целей, критериев и альтернативных вариантов сценариев производства.

Для агропредприятий Северного Казахстана, характерна проблема выбора оптимального варианта сценария производства. Проблема обусловлена наличием множества критериев (параметров) производственно-рыночных условий и особенностями участия в процессе лица, принимающего решение. Получение информации о значимости критериев предполагается от производственных экспертов.

В качестве сельскохозяйственного объекта рассмотрено аграрное предприятие Северного Казахстана, занимающееся растениеводством. Для агропредприятий этого типа характерны многокритериальность и наличие ЛПР по выбору альтернативы с уже сформулированной исходной идеей, являющейся результатом предварительного анализа условий и требований. Информация о значимости критериев влияния для каждого производственного сценария предоставляется экспертами. Качество принятия управленческого решения по предпочтительному сценарию функционирования агропредприятия предопределяется корректностью учета

экспертных оценок и степенью участия в процессе ЛПР.

Исходная позиция авторов разработки математической модели и последующей компьютерной реализации системы поддержки принятия решений (СППР) состоит в следующем. Не предписывать лицу, принимающему решение, какого-либо «правильного» решения, а позволить ему в интерактивном режиме найти такой вариант сценария производства, который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

Обоснованный подход к применению метода анализа иерархий для исследуемой проблемы позволил рациональным образом структурировать задачу принятия решения с соблюдением исходных условий: характер участия ЛПР и использование экспертных оценок [5]. В основу решения многокритериальной задачи принятия решений из множества альтернатив и разработки компьютерной системы поддержки принятия решений положена математическая модель:

$$\langle S^1, S^2, \dots, S^z; E_1^1, E_2^1, \dots, E_i^1; E_1^2, E_2^2, \dots, E_j^2; \dots; E_1^z, E_2^z, \dots, E_f^z; M^1, M^2, \dots, M^z \rangle \quad (1)$$

где S^z – множество вариантов решения (множество альтернативных типов сценариев производства), z – количество уровней иерархии ($z = 1, 2, \dots, Z$), E_1^z, \dots, E_m^z – критерии задачи (критерии эффективности сценария), M^z – множество отношений предпочтений экспертов по критериям на каждом уровне, i, j, f – количество критериев на каждом уровне.

Каждый вариант решения S из множества вариантов S^z характеризуется значениями $E_i(s)$, образующего векторную оценку $p(s)$ этого варианта:

$$p(s) = (E_1(s), \dots, E_m(s)) \quad (2)$$

Проблема принятия управленческих решений по сценариям производства агропредприятий структурирована в виде доминантной иерархии четырех уровней. Принято предположение, что элементы системы, которые определяют суть проблемы оптимизации выбора управленческого решения, могут группироваться в несвязанные множества. Идентифицированы четыре группы критериев, характеризующих условия производства агропредприятия: условия по структуре посевов и севооборотам; ресурсы предприятия; условия по емкости рынка и контрактным обязательствам; риски. [6]

После построения доминантной иерархии проблемы выбора сценария производства агропредприятия предприятия устанавливаются приоритеты критериев и оценить каждый из альтернативных сценариев по критериям, выявив оптимальный из них. В соответствии с полной доминантной иерархией были сформированы квадратные матрицы $M^z = (m_{ij})$ для оценки количественных суждений о каждой паре компонентов (E_i^z, E_j^z) :

– матрица парных сравнений групп управляющих критериев между собой (для второго уровня иерархии);

- матрица парных сравнений критериев по структуре посевов;
- матрица парных сравнений критериев, характеризующих ресурсы предприятия;
- матрица парных сравнений критериев, характеризующих емкость рынка;
- матрица парных сравнений критериев, характеризующих риски.

Для определения степени влияния критериев рекомендовано введение экспертных оценок. Для экспертной оценки влияющих критериев при структуризации расчетных матриц предложена 9-балльная оценочная шкала, рекомендованная Т.Л. Саати. Реализация предложенного алгоритма решения позволяет оценить альтернативные сценарии производства агропредприятия и выбрать оптимальный в условиях многокритериальности и доступности экспертных оценок. Конкретная прикладная ценность работы заключается в возможности применения адаптивной реализационной модели принятия управленческих решений по выбору предпочтительного сценария производства для широкой линейки агропредприятий.

Для компьютерной реализации задачи принятия решений по предпочтительному сценарию производства агропредприятия разработана информационно-аналитическая система поддержки принятия решений (ИАС ППР), частью которой является система поддержки принятия решений (СППР Kazagro Choice). СППР Kazagro Choice представляет собой программный продукт, предусматривающий установку программного обеспечения непосредственно на компьютере пользователя. СППР Kazagro Choice реализует методологию Т.Л. Саати, а именно: метод анализа иерархий для проведения системного анализа по выбору приоритетного сценария производства при множестве факторов влияния (критериев) и при условии доступности экспертных оценок критериев.

Программа СППР Kazagro Choice отражает структурирование проблемы принятия управленческих решений по сценариям производства агропредприятий в виде доминантной иерархии четырех уровней. Элементы системы, которые определяют суть проблемы оптимизации выбора управленческого решения по агропредприятию, группируются в несвязанные множества. Идентифицированные группы критериев влияния и сценарии производства агропредприятия отражены в формах ввода исходных данных.

Программа СППР Kazagro Choice выполняет следующие функции в соответствии с алгоритмом выбора оптимального сценария производства агропредприятия по реализационной модели:

1. Формирование уровня альтернативных сценариев доминантной иерархии выбора сценария производства агропредприятия с функциями добавления/удаления альтернативных сценариев.
2. Формирование уровня доминантной иерархии по группам критериев влияния с функциями добавления/удаления групп критериев влияния.
3. Формирование уровня доминантной иерархии с распределением критериев влияния по группам с функциями добавления/удаления критериев влияния в соответствующие группы.

4. Формирование и расчеты квадратных обратно симметричных матриц сравнения критериев влияния между собой в каждой группе для 3-го уровня доминантной иерархии:

4.1. Расчеты значений векторов приоритетов.

4.2. Расчеты проверки согласованности экспертных оценок критериев влияния.

5. Формирование и расчеты квадратных обратно симметричных матриц сравнения альтернативных сценариев производства по экспертным критериям, объединенным в группы.

5.1. Расчеты значений векторов приоритетов по каждому альтернативному сценарию производства.

5.2. Расчеты проверки согласованности экспертных оценок влияния групп критериев на каждый альтернативный сценарий производства.

6. Расчеты значений глобальных векторов приоритетов альтернативных сценариев производства.

В программе СППР Kazagro Choice предусмотрены следующие опции по несвязанным множествам:

- добавление/удаление количества альтернативных сценариев производства агропредприятия;
- добавление/удаление количества групп критериев влияния;
- добавление/удаление количества критериев влияния в группы.

При реализации этих опций расчетный алгоритм в программе СППР Kazagro Choice не меняется.

Программа создана на языке Visual Basic for Application (VBA) и реализована макросами с кодами VBA.

СППР Kazagro Choice предназначена для поиска оптимального сценария производства на агропредприятиях Казахстана при условиях многокритериальности факторов (критериев) влияния и доступности экспертных оценок по критериям влияния. Важным следствием адаптивности реализационной модели в СППР Kazagro Choice является возможность применения расчетного программного комплекса для широкой линейки агропредприятий.

Работа выполнялась в составе проекта по научно-технической программе «Трансферта и адаптации технологий по точечному земледелию при производстве продукции растениеводства по принципу «демонстрационных хозяйств» (полигонов) в Северо-Казахстанской области» Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина [7].

Список литературы

1. Figueira J., Greco S., Ehrgott M. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. – New York: Springer Science & Business Media, 2005. – 1045 p.
2. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process. – New York: McGraw-Hill, 1980. – 296 p.

3. Брук Б., Бурков В.Н. Методы экспертных оценок в задачах упорядочения объектов // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1972. № 3. С. 29-39.

4. Dekamin, M. [et al.]. Selecting the best environmental friendly oilseed crop by using Life Cycle Assessment, water footprint analytic hierarchy process methods (Article) / Journal of Cleaner Production. – 2018, – Vol. 198, – P.1239-1250.

5. Мауина Г.М., Черткова Е.А., Нукушева С.А., Айтимова У.Ж. Концепции и модели принятия управленческих решений для агропредприятий Северного Казахстана // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С Сейфулина. 2020. № 4(107). С. 192–202.

6. Мауина Г.М., Черткова Е.А., Нукушева С.А., Айтимова У.Ж. Эвристический подход выбора управленческих решений для агропредприятий Северного Казахстана // 2020. № 4(107). С. 177–191.

7. Трансферт и адаптация технологий по точечному земледелию при производстве продукции растениеводства по принципу «демонстрационных хозяйств» (полигонов) в Северо-Казахстанской области [Текст]: отчет о НИР: / КАТУ им. С. Сейфуллина; рук. Куришбаев А.К. – Н., 2019. – 349 с. № ГР 0118РК01393.