

### Список использованной литературы

1. Кухарева, Л.В., Ярошевич, М.И. Агротехника возделывания пряно-ароматических и лекарственных растений перспективных для использования в пищевой промышленности (Рекомендации). – Минск, 1988. – С. 3-18.
2. Кухарева Л.В., Пашина Г.В. Полезные травянистые растения природной флоры: справочник по итогам интродукции в Белоруссии. - Минск: Наука и техника, 1986. - 215 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Колос, 1985.- 351 с.
4. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1974. – 154 с.
5. Опытное дело в полеводстве/ С.С. Сдобников и др.; Под ред. Г.Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.

УДК 631.15: 004.9

**А.М. Карпович, аспирант**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

### **ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ СЕВОБОРОТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ЭЛЕМЕНТАМИ ТРОИЧНОЙ ЛОГИКИ**

#### **Введение**

Севооборот представляет собой моделирование временной зависимости процесса чередования сельскохозяйственных культур [1]. При значительном наборе исходных параметров, простой перебор элементов множества влечет возрастание программных затрат из-за большого числа дополнительных параметров [7]. Основой предложенного метода оптимизации является дискретная модель оптимизации при учете выноса гумуса [2]. Использование методов линейного программирования в данном случае является нерациональным из-за больших затрат на обработку данных. В основе метода лежит комбинация элементов дискретной оптимизации, что является приемлемым для поиска оптимального решения в задаче севооборота. [9]. Данный вопрос может быть решен при помощи методов комбинаторной оптимизации, который представляет собой область теории оптимизации для исследования операций, а также теории

алгоритмов и задач повышенной вычислительной сложности, или NP-сложных задач, которой и является оценка севооборота. Данный алгоритм комбинаторной оптимизации, в виде метода ветвей и границ, применяемый в ходе решения NP-задач, позволяет уменьшить размерность допустимых решений. Представленная модель позволит учесть наличие вторичных параметров севооборота, так как является универсальным методом при поиске оптимального решения в случае набора большого количества дополнительных параметров [8].

### **Основная часть**

Обязательный параметр в построенной системе - фиксированное значение выбранных сельскохозяйственных культур, которое является константой. Дополнительные параметры - количество поставляемых кормов с их характеристиками, статистические данные по средней урожайности культуры в хозяйстве, нормативные данные о выносе гумуса и микроэлементов, а также, количества удобрений для компенсации их. При использовании статистических данных следует учесть, что некоторые поля могут не участвовать в севообороте [2]. Также необходимо учесть данные об агрохимических параметрах полей. Построенная оптимизационная модель должна включать затраты на выполнение агрохимических мероприятий, которые направлены на улучшение качества почвы [5]. Оптимизационная модель может включать параметры, характеризующие данные по оптимальным агрохимическим показателям для культуры, которые показывают, что необходимо для роста сельскохозяйственной культуры [6]. Однако, завершённый способ оптимизации севооборота должен учитывать и пространственную оптимизацию выполняемых работ. Данный вопрос представляет собой экономическую оптимизацию [9]. Построенная дискретная модель оптимизации позволит учесть процесс обработки и хранения урожая, временные параметры посадки и уборки, а также особенности автотранспортного парка. Целью данной модели является определения доходности севооборота в обозначенный период в  $N$  лет, при циклически повторяющейся последовательности из определенных заказчиком культур в количестве  $N_1$ , при учете параметров дискретной модели: урожайность. Задачей настоящей работы является по-

иск оптимальной доходности  $N$ -летнего севооборота при учете «теории предшественников» [8].

В данной работе применяется троичная логика при построении булевой матрицы севооборота -  $A_{ij}, i = 1..N, j = 1..N_1$ . Матрица описывает процесс: культура с номером  $i$  не высеяна в год с номером  $j$ , тогда  $A_{ij} = -1$ . Культура  $i$  засеивается в год с номером  $j$ , тогда нулевые элементы - информация о процессе не полная. Также выполняются условие  $\sum_{i=1}^N A_{ij} = 1, j = 1..M$ . Данное выражение определяет условие на то, что в год высевается только выбранная культура. Запишем функцию доходности севооборота при заданных условиях как

$$E(A) = \sum_{j=1}^{N_1} \sum_{i=1}^N [Y_i P_i - Z_i] A_{ij}, \quad (1)$$

где  $Y_i$  - урожайность культуры,  $P_i$  - совокупная цена реализации,  $Z_i$  - затраты на производство,  $i = 1..N$ .

В случае необходимости учета дискретного параметра на поддержание неотрицательного баланса использования гумуса при севообороте, следует учесть в формуле (1) дополнительное отрицательное слагаемое, определяемое из совокупного баланса гумуса по севообороту  $A_{ij}, j = 1..N_1, i = 1..N$

$$\sum_{j=1}^{N_1} \sum_{i=1}^N b_i A_{ij}, \quad (2)$$

тогда с учетом стоимости внесения 1-го объема гумуса при посеве -  $Z_h$ , перепишем формулу (1) в следующем виде:

$$E(A) = \sum_{j=1}^{N_1} \sum_{i=1}^N [Y_i P_i - Z_i] A_{ij} - Z_h \sum_{j=1}^{N_1} \sum_{i=1}^N b_i A_{ij}, \quad (3)$$

где  $b_i, i = 1..N$  - совокупный баланс гумуса.

Учитывая теорию «предшественников» при высевке, имеем следующие ограничения. Матрица размерности  $N$ , такая, что

$$K_{ij} = \begin{cases} -1, & \text{при условии}^*; \\ 0, & \text{при условии}^{**}; \\ 1, & \text{при условии}^{***}. \end{cases}$$

где условия: \*-информация о том, что культура  $i$  не может следовать после пара за культурой  $j$ ; \*\*-отсутствие информации о син-

хронизации следования культур, \*\*\*-культура  $i$  может следовать после пара за культурой  $j$  на следующий год.

В случае условия \* для матрицы  $A$  выполняется следующее:

$$\begin{cases} A_{i,k} + A_{i,k-1} = 1, k = 2..N_1 \\ A_{i,k} + A_{i,N_1} = 1 \end{cases}$$

Следующие ограничения вводятся на максимальное количество лет, в течение которых позволителен непрерывный засев одной и той же культуры, а также возможную максимальную частоту высевания культуры, что матрицы севооборота будет равно:

$$\begin{cases} A_{i,k} + A_{j,[(k+N_1-V_i-1) \bmod N_1]} = 1, k = 1..N_1, \text{ при } V_i > 1, i = 1..N \\ A_{i,k} + A_{j,[(k+N_1-m) \bmod N_1]} = 1, k = 1..N_1, m = 1..W_i \text{ при } W_i > 1, i = 1..N \end{cases}$$

Дискретная модель оптимизации севооборота (3) при имеющихся ограничениях будет сводиться к поиску максимума нелинейной, дискретно заданной целевой функции при дискретных ограничениях, согласно построенной модели [8].

### **Заключение**

Решение можно реализовать, методом ветвей и границ, который является вариацией полного перебора с отсевом подмножеств допустимых решений, заведомо не содержащих оптимальных решений. Данный подход особенно актуален при наборе значительного количества параметров, которые включены в построенную в настоящей работе модель. Вместе с тем, главной особенностью построенной модели, является то, что при оптимизации севооборота, возможно уменьшить размерность допустимых решений, а также расширение данного алгоритма для использования в целях оптимизации в вопросах планирования производства.

### **Список использованной литературы**

1. Агрофизические методы исследований почв. - М.: Колос, 1966.-156 с.
2. Барановская, В.А. Оптимизация гумусового состояния почв/ В.А. Барановская// Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии. — Пушино, 1992.-С.79-87.
3. Бондарев, А.Г. Некоторые пути определения оптимальных параметров агрофизических свойств почв /А.Г. Бондарев, В.В. Медведев// Теоре-

тические основы и методы определения оптимальных параметров и свойств почв. М.Д980.-С.24-27

4.Булаткин, Г.А. Энергетические основы моделей расширенного воспроизводства плодородия почв / Г.А. Булаткин // Вестник с.-х. науки.-1989.-Ж7.-С.88-93.

5.Дорохин, И.Н. Продуктивность севооборотов в зависимости от интенсивности технологий / И.Н. Дорохин // Земледелие. -2008. -№6. -С. 32-34.

6.Егорова Г.С., Поддержание положительного баланса гумуса почвы при интенсивной системе земледелия /Г.С. Егорова, А.А.Околелова// Научный вестник. Сер. Агронимия.- Вып.4.-Волгоград: ВГСХА, 2004.-С. 97100.

7.Светлов Н.М. Применение метода динамического программирования для оптимизации севооборотов. М., - 1996.

8. Коробочкин Ю.Б., Куцкий О.Я., Романенков В.А. Дискретная модель севооборота с учетом затрат на поддержание плодородия// Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.-2013.- С. 31-40.

9.Fisher, R. A. (1925). Statistical methods for research workers. Edinburgh: Oliver and Boyd.

**УДК 631.3(075.8)**

**В.В. Мирутко, к.т.н., доцент, Н.В. Бровко, С.Н. Сологуб**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОКОВ НА ПОСТУ НАРУЖНОЙ МОЙКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

### **Введение**

В условиях постоянно растущих тарифов на водоснабжение и водоотведение остро стоит вопрос рационального и экономного расхода воды на очистку сельскохозяйственной техники. Большая часть эксплуатируемых в настоящее время постов мойки сельскохозяйственной техники использует для очистки водопроводную воду, а стоки зачастую сбрасываются в канализацию без очистки, а при отсутствии канализации – на рельеф местности, загрязняя окружающую среду.