

УДК 631.17 : 658.155

Андріанова І. К.  
Боборикіна Л. Я.  
Миколаївський державний  
аграрний університет

## ЗАСТОСУВАННЯ СТОХАСТИЧНИХ МЕРЕЖНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАДАЧ ПІДСИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ

### Анотація.

Становлення ринкової економіки в Україні, поява підприємств малого бізнесу, розвиток економічних зв'язків зумовлюють необхідність удосконалення методів управління в умовах невизначеності. Це особливо стосується сільського господарства, яке залежить від погодних умов, від наявності техніки, від вологості ґрунтів, від їх якості. В оперативному плануванні саме стохастичні моделі дозволять повно врахувати особливості конкретного виробництва.

**Ключові слова:** стохастичні мережні моделі, випадкова довжина виконання, оперативне планування, дисперсія, математичне очікування, календарний план, діаграма Ганта.

**Постановка проблеми.** Процес формування нових економічних відносин в країнах з ринковою економікою показує, що вмiла реалізація підприємницького потенціалу, науковий підхід до рішення задач оперативного планування забезпечує високі економічні досягнення. В сучасних умовах агропромисловий комплекс не може обходитись без кредитів та без інвестицій, тому планування в умовах невизначеності є одною з найважливіших задач для якісного управління підприємством. Комп'ютерне століття внесло свої ознаки в це мистецтво – застосування СППР- систем підтримки прийняття рішень для керівника, до якої відноситься ППП Microsoft Project.

**Огляд останніх досліджень і публікацій.** Стохастичні мережні моделі вперше були застосовані в 1960-му році у працях Кофмана А., Голенко Д.И., Воропаєва В.І., Зуховицького С. І., Радчика І.А., Лебеда Б.Я. Високі вимоги до якості планів, необхідність систематичного контролю за їх виконанням і постійних корегувань, вимагають відповідних ефективних методів вирішення цього складного класу завдань. Тому на практиці знайшли впровадження класичні мережні моделі і були несправедливо забуті стохастичні. В літературі зараз з'являються статті про застосування альтернативних мережних моделей, автори - Воропаєв В.І. та Гельруд Я.Д.

Питанню стохастичних мережних моделей була присв'ячена монографія Голенко Д.И., яка вийшла в 2001 році.

**Завдання дослідження.** Виживання в умовах ринку - це головна задача аграрного сектора виробництва, керування яким повинно здійснюватись в сучасних умовах з застосуванням економіко – математичних методів і комп'ютерної техніки. Одним з таких методів, що дозволяють забезпечити прийняття обґрунтованих рішень є мережне планування на базі стохастичних моделей термінів виконання робіт.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Ринкові відносини набагато посилили фінансову відповідальність підприємств за свою діяльність. Удосконалення та впровадження методів управління за допомогою створення автоматизованої системи, які були необґрунтовано забуті в останні 20 років, дуже актуальний напрям розробки організаційно – управлінських моделей в економіці, особливо в умовах невизначеності.

Для розробки управлінського рішення потрібна математична модель, яка б дозволила швидко робити перерахунки і була б досить гнучкою, могла б бути укрупненою та деталізованою, яка б дозволила по мірі надходження інформації робити уточнення і перерахунки.

Особливо важливо вирішити таку задачу на початковій стадії становлення підприємства. Потрібно зосередити увагу на можливих варіантах виконання робіт, узгодженню з комплексом технічних засобів та ресурсами.

Для сільського господарства важливим плановим документом є технологічна карта. Вона відповідає на питання: скільки оптимально потрібно агрегатів для проведення кожної роботи, які витрати праці, скільки треба грошових коштів, які норми внесення добрив, тощо. Але вона не дає повної картини виробничого процесу – технології виконання робіт, особливо в умовах невизначеності з технікою та іншими ресурсами, термінів їх виконання. Якщо процес формування технологічних карт автоматизувати, господарство буде мати всі належні складові для побудови мережного графіка системи оперативного планування. Ця задача ускладнюється тим, що спочатку треба розробити класифікатор типових найменувань робіт, з яких складається технологічні карти. Як приклад, можна навести найменування видів робіт з альбому «Нормативів витрат на вирощування сільськогосподарських культур». Розглянемо для смородини та для суниці один і той же вид робіт – «Внесення мін. добрив». Агротехнічні вимоги з розрахунку на 1 га для цих двох культур різні: для суниці - азотні, фосфатні та калійні добрива, для смородини – тільки фосфатні та калійні. Крім того - в різних пропорціях.

Для автоматизації процесу неможливо ці різні за змістом види робіт називати однаково. Тому, для розробки класифікатора треба провести дуже кропітку роботу по формуванню типових назв видів робіт, як це було нами зроблено при формуванні типових альтернативних мережних фрагментів для гречки, вівса та озимої пшениці. [1]. Наступний етап – це формування кодів для однакових видів робіт. Тільки після наявності такого класифікатора можна підготувати перелік робіт для мережної моделі, термін виконання яких – це затрати людино-годин. Це дуже кропітка і велика робота. Але її виконання дуже полегшило би формування моделі оперативного планування для сільськогосподарських робіт. Ми будемо розглядати ситуацію, коли мережна

модель може бути побудована ручним способом, але має достатню ступінь невизначеності.

Методика та програми мережного планування добре розроблені лише для стандартних мережних графіків, призначених для відображення комплексів робіт з простою детермінованою структурою. У стохастичних мережах відображаються не тільки склад, взаємозв'язки і оцінки тривалості виконання робіт, але оцінюється і вірогідність можливих варіантів досягнення кінцевої мети, шляхом завдання вірогідності альтернативних шляхів виконання робіт. Дуже часто важко задати точно тривалість виконання роботи і тому в практичній діяльності замість одного числа (детермінована оцінка) задаються дві оцінки — мінімальна і максимальна.

Мінімальна (оптимістична) оцінка  $t_{\min}(i)$  характеризує тривалість виконання роботи при найбільш сприятливих обставинах, а максимальна (песимістична)  $t_{\max}(i)$  — при найбільш несприятливих. Тривалість роботи в цьому випадку розглядається, як випадкова величина, яка в результаті реалізації може прийняти будь-яке значення в заданому інтервалі. Такі оцінки називаються імовірнісними (випадковими), і їх очікуване значення  $t_{ox}$  оцінюється по формулі бета-розподілення[3,4].

В цілому елементи невизначеності в таких графіках можуть бути пов'язані з невизначеністю часу виконання окремої роботи, коли цей час задається як випадкова величина, або з можливими альтернативами логічної схеми зв'язків між собою робіт мережевого графіка. Тоді для кожної дуги обов'язково повинні бути вказані імовірнісні характеристики реалізації окремих робіт.

Ясно, що в реальній дійсності має місце невизначеність як в структурі графа (роботи можуть бути присутніми, або відсутніми), так і в термінах виконання робіт, моментах настання подій, які не можуть бути перенесені на другий час і ін.). Крім того, термін виконання робіт дуже часто визначається випадково - оскільки збільшення або зменшення тривалості однієї або декількох попередніх робіт може впливати на параметри подальших по технології. Часто такі роботи

відносяться до маловивчених. Тоді необхідні експертні оцінки для розрахунку тривалості виконання і ми підійшли до необхідності використання стохастичних мережних моделей.

Частіше всього тривалість виконання роботи можна задати в інтервалі часу через мінімальну, оптимальну та максимальну оцінку. Тоді ми можемо розглядати тривалість як випадкову величину, яка буде приймати значення з заданого інтервалу часу. Як відомо з літератури про стохастичні мережні моделі [3,4], при розрахунку терміну виконання роблять припущення, що довжина виконання роботи при заданих 3-х оцінках буде визначатися  $\beta$ -розподіленням випадкової величини, яка знаходиться в заданому інтервалі.

Середня очікувана величина тривалості виконання роботи ( $t_i$ ) – математичне очікування розраховується по формулі:

$$t_i = (A + 4M + B) / 6, \text{ де:}$$

A - мінімальна оцінка тривалості роботи,

M - найбільш вірогідна оцінка тривалості роботи,

B - максимальна оцінка тривалості роботи.

Відхилення від очікуваної тривалості виконання роботи ( $t_i$ ) - дисперсія розраховується по формулі:

$$\sigma_1^2 = \left[ \frac{1}{6}(B - A) \right]^2$$

Важливим постає питання щодо ймовірності для певної роботи з'явитися на критичному шляху. Для стохастичних моделей робіт з випадковими оцінками тривалості їхнього виконання ми можемо лише оцінити ймовірність того, що робота буде належати до критичної зони. Для цього треба оцінювати тривалість роботи та дисперсію (відхилення). Ми можемо виділити групу робіт, що мають тенденцію лежати в критичній зоні, і, навпаки, групу робіт, які в ніякому разі не попадуть на критичні шляхи. За

допомогою метода статистичного моделювання (метода Монте-Карло) можна виявити роботи критичної зони.

Отже, виявлення можливого складу критичного шляху (або декількох шляхів) дозволяє встановити роботи, що визначають хід виконання всього комплексу. Ці «критичні» роботи повинні виконуватися точно за графіком, і на них повинні бути спрямовані найбільші ресурси й увага керівництва. Інші роботи, що не відносяться до критичного шляху, допускають деякі запізнювання термінів виконання на розраховані резерви часу. Якщо нам відомі закони розподілу для визначення тривалості робіт, неважко розрахувати середнє значення тривалості (математичне очікування) і дисперсію для цих подій.

Визначені для кожної роботи дані про середнє значення та дисперсію тривалості її виконання ми будемо використовувати для розрахунку середніх термінів настання робіт критичного та некритичних шляхів, з подальшим аналізом вірогідності можливості настання таких подій.

Класичним зразком імітаційного моделювання складних систем на ПК вважається метод Монте-Карло. Основою цього методу є датчик випадкових чисел, який генерує сукупність тривалості робіт у заданому інтервалі (A,B). Точність методу Монте-Карло пропорційна  $\sqrt{N}$ , де N — число випробувань.

За допомогою СППР - системи підтримки прийняття рішень, до якої відноситься ППП Microsoft Project, можна швидко розрахувати кожен варіант мережної моделі та вибрати потрібний. В результаті одержимо цілий ряд значень календарних дат виконання робіт, довжини критичного шляху  $T_{кр.}$ , що дає можливість розрахувати середню тривалість критичного шляху та інтервал його значень:  $T_{кр.min} \leq T_{кр.} \leq T_{кр.max}$

Цей метод не треба застосовувати, коли тривалість критичного шляху настільки перевищує тривалість інших повних шляхів, що практично неможливо, щоб критичний шлях пройшов по іншим роботам.

Процес планування сезонних робіт має жорсткі часові обмеження їх виконання. В період підготовки до виконання робіт необхідно мати можливість прорахувати різні варіанти виконання замовлень, закупівлі техніки, або її оренди, коли її не вистачить на певний період, укласти всі потрібні договори і що саме головне – попередньо визначити фінансові результати роботи. Дуже складна і практично нерозв'язна завдання - досягнення безперервності використання всіх ресурсів виробництва одночасно.

### **Висновки.**

Поява в Україні нових господарських структур різних форм власності, розвиток міжнародних економічних зв'язків зумовлюють необхідність удосконалення методів планування та обліку виробництва особливо в сільському господарстві, яке залежить від багатьох нестандартних умов.

Використання мережних графіків в управлінні і плануванні виробництвом розвивалося, з одного боку, у напрямі насичення робіт мережного графіка додатковою інформацією про трудові і матеріальні ресурси, а з іншого – альтернативними варіантами виконання робіт, що, в свою чергу, привело к необхідності розрахунку стохастичних мережних моделей.

### **Список використаних джерел**

1. Боборикіна Л.Я. Розробка моделі управління контрактами обслуговуючого підприємства /Боборикіна Л.Я., Гончаренко І В.//Вісник аграрної науки Причорномор'я.–2002. – (Вип.6).– Миколаїв:МДАУ. –С.36-41.
2. Андріанова І.К. Формування оптимальних календарних планів надання послуг фермерським господарствам / Андріанова І.К., Боборикіна Л.Я. // Вісник аграрної науки Причорномор'я.–2004. – (Вип. 2.,т.2).– Миколаїв:МДАУ. –С.3-7.
3. Кофман А. Сетевые методы планирования – М.: Прогресс, 1968.
4. Голенко Д.И., Статистические методы сетевого планирования и управления, М.: Наука, 1968, 400 с.

**I.K. Andrianova  
L.Y. Boborykina  
Mykolayiv State Agrarian University**

## **Application of stochastic network models in solving operational planning subsystem tasks**

### **Summary**

Establishment of market economy in Ukraine, emergence of small companies, development of economic ties require improvement of management methods in the uncertain conditions. This particularly concerns farming industry, which depends upon weather conditions, equipment, as well as the moisture and quality of soil. In the operational planning, stochastic models can fully accomodate the specifics of certain production.

**Keywords:** stochastic network models, random execution length, operational planning, dispersion, expected value, calendar plan, Gant Chart.

**Андрианова И. К.  
Боборыкина Л. Я.  
Николаевский государственный  
аграрный университет**

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОДСИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

### **Аннотация.**

Становление рыночной экономики в Украине, появление предприятий малого бизнеса, развитие экономических связей определяют необходимость усовершенствования методов управления в условиях неопределенности. Это особенно касается сельского хозяйства, которое зависит от погодных условий, от наличия техники, от влажности грунтов, от их качества. В оперативном планировании именно стохастические модели позволят учесть особенности конкретного производства.

**Ключевые слова:** стохастические сетевые модели, случайная длительность выполнения, оперативное планирование, дисперсия, математическое ожидание, календарный план, диаграмма Ганта.



Довідка про авторів:

**Андріанова Ірина Константинівна**, к.е.н., доцент кафедри інформаційних систем і технологій Миколаївського державного аграрного університету

**Боборикіна Людмила Яківна**, к.е.н., доцент кафедри інформаційних систем і технологій Миколаївського державного аграрного університету

Адреса 54003, м. Миколаїв, вул. Чкалова 112, кв. 8. Боборикіна Людмила Яківна