

Обґрунтовано доцільність та методологію застосування випадкових марківських процесів у моделях визначення продуктивності збиральної техніки під час управління проектами збирання сільськогосподарської продукції

Ключові слова: марківський процес, управління проектами, модель

Обоснована целесообразность и методология применения случайных марковских процессов в моделях определения производительности уборочной техники для управления проектами уборки сельскохозяйственной продукции

Ключевые слова: марковский процесс, управление проектами, модель

The expedience and methodology of casual Markov processes in models of productivity determination of harvesting machinery are grounded in the project management of agricultural production harvesting

Key words: Markov process, project management, model

ВИКОРИСТАННЯ ВИПАДКОВИХ МАРКІВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ ЗБИРАННЯ СІЛЬСЬКО- ГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Ю.І. Ковальчик

Доктор фізико-математичних наук, завідувач кафедри
Кафедра вищої математики*

С.Й. Ковалишин

Кандидат технічних наук, доцент, декан
Факультет механіки та енергетики*

В.О. Тимочко

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри
Кафедра управління проектами та безпеки виробництва*
Контактний тел: (0322) 24-29-60, 067-294-91-83
E-mail: tymochko_vo@mail.ru

*Львівський національний аграрний університет
вул. В.Великого, 1, м. Дубляни, Львівська область,
Жовківський район

Вступ

Підвищення ефективності проектів збирання сільськогосподарської продукції шляхом вдосконалення методів управління наявними виробничо-технічними ресурсами є актуальною науково-практичною проблемою. Сучасні наукові підходи до вирішення цієї проблеми ґрунтуються на побудові відповідних цілісних проектів, які дозволяють керувати складними системами. В їх основі лежать відповідні математичні моделі збирання сільськогосподарської продукції. Тому використання нових математичних методів дає змогу удосконалити існуючі моделі, а відтак, сприяє розробці ефективних заходів щодо управління проектами збирання сільськогосподарської продукції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У відомих моделях управління ресурсами проектів збирання сільськогосподарської продукції використовуються, зокрема, різні моделі розрахунку показників продуктивності, наприклад, комбайнів [1,2]. При цьому здебільшого використовують узагальнений показник, а саме добову продуктивність комбайна. Добова продуктивність комбайна враховує сукупність дії цілого ряду чинників, а саме його технічну продуктивність в заданих умовах, простої через відсутність автомобілів, технологічні та технічні відмови, погодні умови впродовж доби тощо. Такий підхід не дає змоги врахувати структуру неефективного використання часу зміни та дію обслуговуючих систем, а саме ре-

монтних підрозділів, автомобільного парку підприємства, пункту первинної переробки продукції тощо.

Традиційно для проведення розрахунків тривалості зупинок техніки під час виконання польових операцій використовуються формули виду:

$$T_0 = t_{oc} \cdot n_{ц} + T_{очк} + T_{ето} + T_{отк}, \quad (1)$$

де T_0 – час на зупинки техніки; $T_{очк}$ – час перерв на відпочинок; $T_{ето}$ – час на проведення щозмінного технічного огляду; t_{oc} – час на одну технологічну зупинку; $n_{ц}$ – кількість технологічних зупинок; $T_{отк}$ – час, затрачений на усунення технічних відмов.

Проте подібні співвідношення не враховують ймовірнісного характеру тривалості зупинок, що знижує точність розрахунків та не дає змоги врахувати ефективність взаємодії із обслуговуючими виробничими системам. Тому виникає потреба розробки досконаліших методів.

Постановка завдання

Метою статті є вдосконалення методу визначення продуктивності збиральної техніки на підставі застосування випадкових марківських процесів.

Виклад основного матеріалу

Розглянемо ймовірність відмов збиральної техніки. Оскільки ми маємо справу з невизначеними факторами відмов, які є випадковими величинами, у нашому випадку ймовірнісні характеристики цих величин можуть бути отримані з практики або відомі заздалегідь. У цьому випадку для побудови математичних моделей можливе застосування так званих марківських випадкових процесів [3]. Тобто розглядатимемо такі випадкові процеси для яких для будь-якого моменту часу t_0 ймовірнісні характеристики процесу в майбутньому залежать лише від його стану в даний момент часу t_0 і не залежать від того, коли і як система прийшла до цього стану [3]. При цьому ми розглядатимемо процес із дискретним станом і неперервним часом. Тобто, вважаємо, що система, яка описує працездатність певної кількості одиниць збиральної техніки, може бути в різних можливих станах $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$, які можна заздалегідь перерахувати і які характеризуються відмовою внаслідок поломок і позапланових ремонтів певної кількості одиниць цієї техніки. Вважаємо, що перехід зі стану працездатності в стан поломки відбувається раптово, стрибкоподібно, практично миттєво, тобто стани дискретні. Оскільки моменти переходів із стану в стан не є керованими, а невизначені, випадкові, то такі переходи можливі в будь-який момент часу. Таким чином ми будемо розглядати лише процеси з дискретними станами й неперервним часом.

При аналізі таких випадкових процесів для наявності використовують графи станів [3]. Водночас, при побудові стохастичних моделей використовують поняття потоку подій, тобто, послідовність подій, які відбуваються послідовно у випадкові моменти часу.

Однією з найважливіших характеристик потоку подій є його інтенсивність λ – середнє число подій, які відбуваються за одиничний час або час який вважаємо таким.

Ймовірність того, що система не відмовить у певний момент часу залежить в нашому випадку від справності збиральної техніки, тобто від того, скільки часу пропрацювала одиниця збиральної техніки та коли був останній ремонт. Якщо обидва ці параметри включити в теперішній стан системи, то процес можна вважати марківським.

Для прикладу розглянемо систему із двох одиниць збиральної техніки. Запишемо можливі дискретні стани цієї системи:

- S_0 – обидві одиниці справні,
- S_1 – перша одиниця ремонтується, друга справна,
- S_2 – друга одиниця ремонтується, а перша справна,
- S_3 – обидві одиниці ремонтуються.

Припускаємо, що середній час ремонту одиниці збиральної техніки не залежить від того, чи ремонтується одна одиниця чи обидві відразу. Також вважаємо, що перехід системи зі стану S_0 у стан S_3 можливий лише через стани S_1 та S_2 . Тобто вважаємо, що обидві одиниці виходять із ладу незалежно одна від одної, ймовірністю одночасного виходу їх із ладу нехтуємо.

Якщо система знаходиться в стані S_0 , то у стан S_1 її переводить потік подій, що сприяє відмові першої одиниці збиральної техніки. Його інтенсивність λ_1 дорівнює одиниці, яка ділиться на безвідмовний час роботи першої одиниці техніки. Очевидно, що, наприклад, в залежності від різних марок комбайнів, часу їх виготовлення та інших параметрів, ця величина буде різною для різних одиниць збиральної техніки.

Щоб система перейшла зі стану S_1 назад у стан S_0 , треба розглянути потік закінчення ремонту першої одиниці. Його інтенсивність позначимо через μ_1 , а величина обчислюється, як одиниця розділена на середній час ремонту першої одиниці збиральної техніки. Подібні переходи системи у різні стани зображуються графами станів (рис. 1).

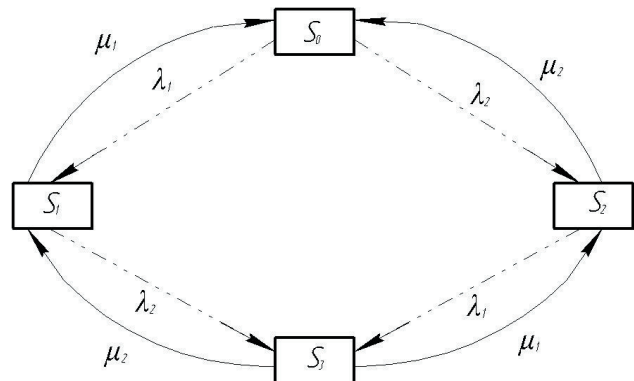


Рис. 1. Приклад графу станів системи, що складається з двох одиниць збиральної техніки

Якщо система має n станів S_1, S_2, \dots, S_n , то ймовірність того, що система знаходиться в стані S_i , будемо позначати $p_i(t)$. Зрозуміло, що для будь-якого моменту неперервного часу виконується рівність

$$\sum_{i=1}^n p_i(t) = 1. \quad (2)$$

У випадку побудованого графу станів для конкретної системи збиральної техніки можна знайти всі ймовірності всіх станів $p_i(t)$ ($i = 1, n$), як функції часу. Для цього будується рівняння Колмогорова – диференціальне рівняння, в якому невідомими функціями є ймовірності станів. Шукані ймовірності знаходяться із рівнянь виду

$$\frac{dp_i(t)}{dt} = \lambda_{i+1} \cdot p_{i+1}(t) - (\lambda_{i+1} + \lambda_{i+2}) \cdot p_i(t) \quad (3)$$

Для системи із чотирма станами отримують систему із чотирьох подібних до (3) диференціальних рівнянь із чотирма невідомими p_1, p_2, p_3, p_4 , а також використовують додаткову умову (2).

При задані початкових умов і визначенні фінальних ймовірностей [3], а також при заданій величині інтенсивностей потоків подій λ_i та μ_j , в результаті розв'язування системи отримуються шукані ймовірності.

Зрозуміло, що для конкретних систем, що складаються із збиральної техніки, кількість вхідних параметрів системи збільшується, як і кількість її станів, а інтенсивність потоків подій знаходиться конкретно

для кожної системи. Тоді при знаходженні відповідних розв'язків для подібних порівняно складніших систем будуть ефективними числові методи. Модельні розв'язки можуть бути застосовані для конкретних умов збирання сільської продукції, прогнозування технологічної продуктивності збиральної техніки, оптимізації кількості її одиниць для конкретних умов збирання сільськогосподарської продукції, визначення показників продуктивності, розрахунку економічної ефективності тощо.

Висновки

1. Під час управління технічними ресурсами у проектах збирання сільськогосподарської продукції важливим завданням є визначення продуктивності технічних засобів у заданих умовах проекту та врахування впливу на неї дії обслуговуючих систем.

2. Продуктивність збиральної техніки під час виконання операцій проектів збирання сільськогосподарської продукції має ймовірнісний характер. Тому доцільно застосовувати стохастичні задачі із використанням випадкових марківських процесів у моделях визначення продуктивності збиральної техніки, оптимізації її кількості для конкретних проектів та розрахунку економічної ефективності.

Література

1. Сидорчук О. Імітаційна модель роботи зернозбирального комбайна впродовж сезону/ Тимочко В., Ціп Є. //Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження.- 2001. - №5. – 17-26.
2. Тимочко В. Відображення моделлю проекту збирання врожаю зернових культур у сільськогосподарському підприємстві //Вісник ЛНАУ: Агроінженерні дослідження.- 2009. - №13. – 43-51.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М. Высшая школа, 2001.–208с.